GEOINFORMATICA POLONICA

3 : 2001

Komitet Redakcyjny

Józef JACHIMSKI, Janusz KOTLARCZYK,
Ryszard ŚLUSARCZYK, Ryszard TADEUSIEWICZ

Redaktor Naczelny

Jakub SIEMEK

Sekretarz

Kazimierz TWARDOWSKI

Adres Redakcji

Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica
Wydział Wiertnictwa, Nafty i Gazu
30-059 Kraków, al. Mickiewicza 30
tel. (012) 617-22-24, fax (012) 617-22-45
e-mail: sztymar@uci.agh.edu.pl
Strona internetowa Redakcji
www.wnaft.agh.edu.pl/geoinf.ssi

Adres Wydawnictwa

Polska Akademia Umiejętności – Wydawnictwo
31-016 Kraków, ul. Sławkowska 17
tel. (012) 424-02-12

Zamówienia przyjmuje i realizuje (łącznie z wysyłką) Wydawnictwo

POLSKA AKADEMIA UMIEJĘTNOŚCI
PRACE KOMISJI GEOINFORMATYKI

GEOINFORMATICA POLONICA

3

KRAKÓW 2001

Publikacja dotowana przez Komitet Badań Naukowych

Redakcja tomu
Maria MICHALEWICZ

Skład, łamanie
Irena JORDAN

Copyright by Polska Akademia Umiejętności
Kraków 2002

Skład nakładu:
PAU, 31-016 Kraków, ul.Sławkowska 17
Nakład 350 egz.
Ark. wyd. 7. Ark. druk. 11,5

ISSN: 1642 - 2511

Złożono do druku: grudzień 2001
Druk ukończono: październik 2002

Druk i oprawa: Poligrafia Inspektoratu Towarzystwa Salezjańskiego
ul. Konfederacka 6, 30-306 Kraków, tel. 266-40-00

GEOINFORMATICA POLONICA
3 : 2001

SPIS TREŚCI

Artykuły

Mariusz FLASIŃSKI
Formal fundamentals of syntactic pattern recognition – survey
Podstawy formalne syntaktycznego rozpoznawania obrazów –przegląd.....7
Jacek KOZAK
Wykorzystanie danych globalnych do badania rozmieszczenia ludności i użytkowania ziemi w wybranych górach świata.....17

Artykuły przeglądowe

Henryk MARCAK
Satelitarne obrazy radarowe.....29
Wojciech WIDACKI
Systemy informacji geograficznej i ich rola w naukach przestrzennych.....47

Kronika

Informacje o dyskusji panelowej Komisji Geoinformatyki PAU dotyczącej terminologii i słownictwa
(Janusz KOTLARCZYK, Ryszard ŚLUSARCZYK).....57
Kronika prac Komisji Geoinformatyki PAU (Janusz KOTLARCZYK, Ryszard ŚLUSARCZYK).....81

Informacje o konferencjach

XI Konferencja Naukowo-Techniczna PTIP 2001
Systemy informacji przestrzennej (Wojciech Pachelski).....83
VIII Konferencja Systemy Czasu Rzeczywistego
Systemy czasu rzeczywistego (Tomasz Szmuc).....83
Ogólnopolska Konferencja Naukowa
Polskie doświadczenia w kształtowaniu społeczeństwa informacyjnego. Dylematy cywilizacyjno-kulturowe
(Ryszard Tadeusiewicz).....84
Ogólnopolskie Sympozjum Geoinformacji
Geoinformacja zintegrowanym narzędziem badań przestrzennych (Józef Jachimski, Zbigniew Kasina).....85
III Krajowa Konferencja
Metody i systemy komputerowe w badaniach naukowych i projektowaniu inżynierskim
(Ryszard Tadeusiewicz).....89

CONTENTS

Papers

Mariusz FLASIŃSKI
Formal fundamentals of syntactic pattern recognition – survey.....7
Jacek KOZAK
Application of global data to the research into population distribution and land use in selected mountains of the world.....17

Survey papers

Henryk MARCAK
Satellite imaging radar.....29
Wojciech WIDACKI
Geographical information systems and their role in spatial sciences.....47

Chronicle

Information about a panel discussion on terminology and vocabulary organised by the Geoinformatics Commission PAU (Janusz KOTLARCZYK, Ryszard ŚLUSARCZYK).....57
Chronicle of the works of the Geoinformatics Commission PAU (Janusz KOTLARCZYK, Ryszard ŚLUSARCZYK).....81

Information on conferences (Józef Jachimski, Zbigniew Kasina, Wojciech Pachelski, Tomasz Szmuc, Ryszard Tadeusiewicz).....83

GEOINFORMATICA POLONICA
3 : 2001

MARIUSZ FLASIŃSKI[1]

FORMAL FUNDAMENTALS OF SYNTACTIC PATTERN RECOGNITION - SURVEY

Key words:

pattern recognition, syntactic pattern recognition, theory of formal languages and automata

Abstract

The basic notions and ideas of syntactic pattern recognition have been introduced and discussed with the help of examples in the paper. The main problems concerning the use of formal grammars as a tool for a structural pattern generation and the use of formal automata as a tool for an analysis and recognition of such patterns have been surveyed. The paper contains also a short discussion of the application of syntactic pattern recognition methods in geosciences.

PODSTAWY FORMALNE SYNTAKTYCZNEGO ROZPOZNAWANIA OBRAZÓW – PRZEGLĄD

Słowa kluczowe:

rozpoznawanie obrazów, syntaktyczne rozpoznawanie obrazów, teoria języków formalnych i automatów

Abstrakt

W pracy wprowadzono podstawowe pojęcia i idee syntaktycznego rozpoznawania obrazów i objaśniono je na przykładach. Dokonano przeglądu głównych problemów dotyczących wykorzystania gramatyk formalnych jako narzędzia generacji obrazów strukturalnych oraz wykorzystania automatów formalnych jako narzędzia analizy i rozpoznawania takich obrazów. Artykuł zawiera również krótką dyskusję o zastosowaniu metod syntaktycznego rozpoznawania obrazów w naukach o Ziemi.

---

[1]Jagiellonian University, Institute of Computer Science, Cracow

1.Introduction

Computer aided methods of pattern recognition can be divided into two groups: decision- theoretic (functional, statistical) methods (Tadeusiewicz 1975), (James 1985), (Therrien 1989), (Schalkoff 1992) and the syntactic/structural ones (Fu 1982), (Mohr i in. 1990), (Tadeusiewicz, Flasiński 1991), (Baird i in. 1992), (Tanaka 1995). The basic idea of decision-theoretic methods consists in: extracting features for objects (processes, events) of a known classification, representing these features with the help of the so-called feature vectors and placing the feature vectors in a feature space. Sets of these vectors create clusters in the feature space. A classification of an unknown object consists in placing its feature vector in the feature space and finding the nearest cluster. Thus, in case of decision-theoretic methods we base on a similarity principle, more specifically on a resemblance of numeric parameters of patterns.

At the beginnings of the 1960s it has appeared that in many application areas pattern features are rather of a structural than numeric nature. At the same time in linguistics the so-called generative grammar approach has been proposed by Noam Chomsky with publishing his famous paper (Chomsky 1957). A generative grammar is a finite set of rules (formulae) that describe transformations of sentence phrases (of a natural or artificial language). These rules are used for generating (deriving) all the correct sentences of a certain language (from a grammatical, syntactic point of view). For a generative grammar of some language we can construct the so-called formal automaton that can process any sentence in order to test whether it belongs to this language.

A generative grammar and a formal automaton are basic formal tools for constructing syntactic pattern recognition methods. A set of patterns is represented as a set of structures that, it turns, is considered to be a certain formal language. Thus, a formal grammar is here a generator of all the possible pattern representations. A formal automaton is an analyser (usually called a parser) of these representations. This analyser not only performs a categorisation (classification) of a structural pattern, but also is used as a tool of analysis of structural features (e.g. looking for structural similarities of two patterns, looking for certain substructures in any structures, extracting certain features like symmetries). Three basic subgroups can be defined in syntactic pattern recognition methods: string methods using a string structure (a structure consisting of a sequence of elements) for representing a pattern, tree methods applying a structure of a tree (i.e. an acyclic graph) and graph methods based on a graph structure. These methods have been listed in an order of an increasing descriptive power of corresponding grammars (string grammars -> tree grammars -> graph grammars) that results in an increasing discriminative power of corresponding formal automata (string parsers -> tree parsers -> graph parsers). On the other hand, the greater power of a grammar and a parser the bigger computational complexity of basic algorithms. Of course, it influences (i.e. it increases) a time efficiency of these algorithms. In order to deal with this fundamental problem a specially dedicated classes of grammars and automata are constructed for specific classes of application areas.

A problem of grammatical inference is an important problem of syntactic pattern recognition that is complementary to a problem of an automatic analysis and recognition of structural patterns. It consists in an automatic construction (generation) of a formal grammar generating some language on the basis of a sample of sentences of this language. Recently, the research in the area of syntactic pattern recognition focuses on this problem, which remarkable crosses a border of a theory of pattern recognition entering the area of Artificial Intelligence.

In two succeeding sections basic notions in syntactic pattern recognition, namely a generative grammar and a formal automaton are introduced and discussed. Section 4 contains a discussion on multidimensional formal languages used for a recognition of complex structural patterns, whereas a short discussion of the application of syntactic pattern recognition methods in geosciences is included in the final section.

2. Generative grammar

As we have mentioned in Introduction a generative grammar is a basic formalism of syntactic pattern recognition. Before we define formally a generative string grammar, let us introduce the following denotations.

Any finite non-empty set of symbols is called an alphabet Σ.

Any finite-length string consisting of symbols belonging to Σ is called a string (word, sentence) over an alphabet Σ.

A set of all the strings over an alphabet Σ is denoted Σ^+. A sentence that does not consists of any symbol is called an empty sentence and it is denoted with λ . Let us introduce a denotation $\Sigma^* = \Sigma^+ \cup \{\lambda\}$.

Definition 1.

A *string grammar* G is a quadruple

$$G = (\Sigma, \Delta, P, S), \text{ where}$$

Σ is an alphabet,

$\Delta \subseteq \Sigma$ is a set of terminal symbols ($N = \Sigma \setminus \Delta$ is called a set of non-terminal symbols, $\Delta \cap N = \varnothing$),

P is a set of productions of the form i : (L, R) and a denotation i : L $\Rightarrow$ R means that in a derived sentence a phrase L (called the left-hand side of a production) is replaced with a phrase R (called the right-hand side of a production) and a production is indexed with i ,

$S \in N$ is the starting symbol, called the axiom.

Let us consider the following example of a string grammar.

Example 1.

Let a string grammar G = (Σ, Δ, P, S) be defined as follows.

Σ = { a , b , c , S , A , B }.

Δ = { a , b }.

N = { S , A , B }.

P = { 1 : (S, aA) , 2 : (A, aA) , 3 : (A, bB) , 4 : (B , bB) , 5 : (B , aA) , 6 : (B, c) }.

S = { S }.

The example derivation (generation of a sentence) with this grammar can be performed in the following way (before applying any production we say, which one we use).

S (application of production 1) $\Rightarrow$ aA (application of production 2) $\Rightarrow$

$\Rightarrow$aaA (application of production 3) $\Rightarrow$ aabB (application of production 4) $\Rightarrow$

$\Rightarrow$ aabbB (application of production 4) $\Rightarrow$ aabbbB (application of production 5) $\Rightarrow$

$\Rightarrow$ aabbbaA (application of production 2) $\Rightarrow$ aabbbaaA (application of production 3) $\Rightarrow$

$\Rightarrow$aabbbaabB (application of production 4) $\Rightarrow$ aabbbaabbB (application of production 6) $\Rightarrow$

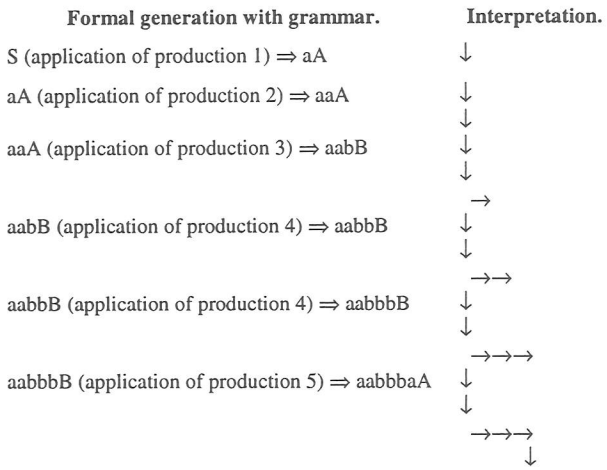
$\Rightarrow$ aabbbaabbc

Now, let us give a pattern interpretation to a set of terminal symbols.

a will represent a pattern $\downarrow$.

b and c will represent a pattern $\rightarrow$.

After ascribing such a pattern interpretation the first six steps of a derivation process defined above can be shown in a graphical way as follows.



Now, we are ready to introduce a definition of a formal language generated with a string grammar.

Definition 2.

A *language generated with a string grammar* G is a set

$L(G) = \{ x : x \in \Delta^* \wedge S \overset{*}{\Rightarrow} x$, where $\overset{*}{\Rightarrow}$ denotes the reflexive and transitive closure of $\Rightarrow$ $\}$.

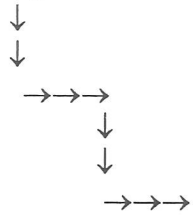
To discuss a notion of a formal language, let us consider the following example.

Example 2.

As we can see in a Definition 2, a formal language L(G) generated with a grammar G is a sequence of

symbols that fulfils the following two conditions:
- it consists of only terminal symbols, and
- it can be derived with the help of the grammar G productions starting from the axiom of this grammar.

Therefore, all the sentences from the Example 1 generated with the first six steps in order to illustrate a pattern interpretation are not sentences belonging to the language L(G), since they contain non-terminal symbols. However, the final result of a derivation process from the Example 1 that is a sentence aabbbaabbc corresponding to the following pattern:



belongs to the language L(G). Summing up, the language L(G) consists of all the sentences of the form $a^{i1}b^{i1}a^{i2}b^{i2}...$ $a^{ik}b^{ik}c$, where a^i means that a symbol "a" occurs "i" times. In a pattern (graphical) interpretation it represents all the patterns of the form of "descending stairs".

According to the Chomsky taxonomy we differentiate the following four types of string grammars:
- a *phrase structure grammar*, denoted PSG,
- a *context-sensitive grammar*, denoted CSG,
- a *context-free grammar*, denoted CFG, and
- a *finite-state (regular) grammar*, denoted REG.

The types of grammars have been listed in such a way that each succeeding grammar is simpler, i.e. the form of its productions is simpler. For example, productions of a finite-state (regular) grammar REG are of the form (A, aB) or (A, a), where A, B $\in$ N, a $\in \Delta$, which means that at the right-hand side of a production can be either a sequence of a terminal symbol and a non-terminal symbol or a single terminal symbol. (One can easily notice that our grammar from the Example 1 is a regular grammar.) Productions of a context-free grammar CFG can be more complex and they are of the form (A , β), where $A \in N$, $\beta \in \Sigma^+$, which means that at the right-hand side of a production can be any sequence consisting of terminal and non-terminal symbols (e.g. $A \Rightarrow aBCbaD$). The more complex productions of the grammar are the greater descriptive power of this grammar is. It is a well-known fact in the theory of formal languages that is expressed in the following fundamental theorem

Theorem 1.

Let L (X) denotes the set of all the languages L such, that there exists a grammar G of the type X and L = L(G). We have:

L (REG) $\subset L$ (CFG) $\subset L$ (CSG) $\subset L$ (PSG).

This theorem says that regular languages L (REG) are the weakest tool for describing structural patterns and phrase structure languages L (PSG) are the strongest ones. However, as we will see in the succeeding section, there is a big disadvantage related with using grammars of a strong generative power.

For further reading on formal grammars the following books are recommended: (Chomsky 1957), (Harrison 1978).

3. Formal automaton

A string grammar is a generation formalism allowing one to define a language consisting of structural representations of patterns under study. In order to perform a pattern recognition, an analytical formalism is to be defined. In case of syntactic pattern recognition a formal automaton is such a formalism. Let us introduce a generic definition of a formal automaton.

Definition 3.

A *formal automaton* A is a six-tuple

$A = (\Delta, Q, \Phi, \delta, q_0, F)$, where

Δ is a set of input symbols (alphabet),
Q is a finite set of states,
Φ is a set of symbols processed by the automaton,
δ is a transition function,
$q_0 \in Q$ is the initial state,
$F \subseteq Q$ is the set of final states.

The transition (the elementary step of the work) of the formal automaton will be denoted with $\vdash$, and $*\vdash$ denotes the reflexive and transitive closure of $\vdash$.

The transition function proceeds in the following way. Depending on: a current state of the automaton and symbol/symbols read (from an input and in some cases from an auxiliary storage), it changes the state of

the automaton and in some cases it rewrites the content of the input and/or the auxiliary storage. The way of defining the transition mapping is the main difference among various types of string automata. Now, let us consider the following example of a formal automaton.

Example 3.

Let a formal automaton $A = (\Delta , Q, \Phi, \delta, q_0 , F)$ be defined as follows.

$\Delta = \{a, b, c\}$.

$Q = \{ S, A, B, \text{“accepted”}, \text{“rejected”}\}$.

$\Phi = \varnothing$ (there is no working auxiliary storage for this kind of automaton).

δ is defined in the following way.

1: $\delta(S, a) = A$ (if the automaton is in a state S and reads a, then goes to a state A),
2: $\delta(A, a) = A$,
3: $\delta(A, b) = B$,
4: $\delta(B, b) = B$,
5: $\delta(B, a) = A$,
6: $\delta(B, c) =$ “accepted” (if the automaton is in a state B and reads c, then it accepts an analysed sentence and it finishes),
7: $\delta(S, b) =$ “rejected” (if the automaton is in a state S and reads b, then it rejects an analysed sentence and it finishes),
8: $\delta(S, c) =$ “rejected”,
9: $\delta(A, c) =$ “rejected”,
10: $\delta($“accepted”, a) = “rejected”,
11: $\delta($“accepted”, b) = “rejected”,
12: $\delta($“accepted”, c) = “rejected”,
13: $\delta($“rejected”, a) = “rejected”,
14: $\delta($“rejected”, b) = “rejected”,
15: $\delta($“rejected”, c) = “rejected”.

$q_0 = S$.

$F = \{$“accepted”, “rejected”$\}$.

The automaton defined above accepts exactly sentences of the language L(G) generated with the grammar defined in the Example 1. One can easily notice a similarity of the first six productions of the grammar G with the first six transitions of the transition function δ. (The remaining transitions correspond to rejecting a sentence as not belonging to our language.) Now, let us show how our automaton A will analyse a sentence aabbbaabbc derived in the Example 1. The singular step of a work of the automaton A will be described with the so-called configuration, which is a pair of the form [the current state of the automaton , a part of sentence that has not been analysed yet].

[S, aabbbaabbc] $\vdash$ [A, abbbaabbc] (according to a transition 1: $\delta(S, a) = A$)
[A, abbbaabbc] $\vdash$ [A, bbbaabbc]
[A, bbbaabbc] $\vdash$ [B, bbaabbc]
[B, bbaabbc] $\vdash$ [B, baabbc]
[B, baabbc] $\vdash$ [B, aabbc]
[B, aabbc] $\vdash$ [A, abbc]
[A, abbc] $\vdash$ [A, bbc]
[A, bbc] $\vdash$ [B, bc]
[B, bc] $\vdash$ [B, c]
[B, c] $\vdash$ [“accepted”,]

Let us notice that, if we define a pattern interpretation to the formal language L(G) that is we generate with the grammar G “descending stairs” (as it has been discussed in the Example 1), then the automaton A will be a formal tool that can be used for a recognition of all the structural pattern of the form of “descending stairs”.

This constitutes the basic idea of syntactic pattern recognition.

Among of variety of types of automata, we are interested in those that recognise languages generated with the Chomsky grammars introduced in Section 2. The following correspondence is defined in the theory of formal languages:

- *phrase structure languages* PSG are recognised with a *Turing machines* TM,
- *context-sensitive languages* CSG are recognised with a *linear-bounded automata* LBA,
- *context-free languages* CFG are recognised with *pushdown automata* PDA, and
- *finite-state (regular) languages* REG are recognised with *finite-state automata* FSA.

The fundamental problem of syntactic pattern recognition consists in the fact that the bigger descriptive power of the class of languages (and what results – the bigger discriminative power of corresponding automata) the greater computational complexity of algorithms based on these automata. For the Turing machine

and the linear-bounded automaton we do not have algorithms with a polynomial computational complexity, which makes their use in practical applications impossible. On the other hand, the finite-state automaton is usually to weak discriminative formal tool in most applications. Therefore, the pushdown automaton PDA is a basic formalism for starting research into efficient (i.e. of the polynomial computational complexity) algorithms of structural analysis (Aho, Ullman 1972). On the other hand, it has appeared from the very beginning of applying context-free languages and their recognisers - PDA that this class of languages is also too weak for representing patterns. Therefore, two classes of enhanced grammars extending the Chomsky taxonomy, namely: programmed context-free grammars (Rosenkrantz 1969) and dynamically programmed context-free grammars (Flasiński, Jurek 1999) have been proposed as a standard formalisms for syntactic pattern reognition.

For further reading on efficient automata (Aho, Ullman 1972), (Rosenkrantz 1969), (Flasiñski, Jurek 1999) are recommended. A good introduction into a problem of the use of formal automata for syntactic pattern recognition can be found in (Fu 1982), (Freeman 1961), (Shaw 1970).

4. Multidimensional grammars and languages

In the previous two sections our discussion has concerned string (linear) formal languages that are used for a description and a recognition of patterns of a linear structure, like for example the "descending stairs" pattern introduced in the Example 1. (In fact, all the contours extracted in a picture can be described with string languages and recognised with standard (i.e. one-dimensional) automata.) However, there is a huge class of patterns that are of 2- or 3-dimensional structure, e.g. structures studied in a molecular biology, photographs depicting textures, etc. For such patterns we have to use structures of the form of graphs[1]. In the theory of multidimensional formal languages we distinguish a special kind of graphs, namely trees that are acyclic graphs. i.e. such graphs that do not contain closed loops created with edges (branches).

The theory of tree languages has originated already in the 1960s and it is nowadays a well-established area of the mathematical linguistics. The fundamental notions are usually introduced on the basis of the theory of free semigroups (the universal tree domain, a ranked alphabet). However, from the practical point of view, this is not necessary to introduce such a formal approach, since in syntactic pattern recognition we use very simple types of tree grammars, e.g. expansive tree grammars. Therefore, we present a definition of a tree grammar in the expansive version (Fu 1982).

Definition 4.

A *tree grammar* TG is a quadruple

$G = (\Sigma, \Delta, P, S)$, where

Σ is an alphabet,

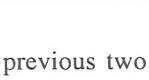
$\Delta \subseteq \Sigma$ is a set of terminal symbols ($N = \Sigma \setminus \Delta$ is called a set of non-terminal symbols, $\Delta \cap N = \varnothing$),

P is a set of productions of the form

$i : (L, R)$, in which

$L \in N$,

R is a two-level tree of the form



or x (a tree consisting of one node)

$x \in \Delta$, $X_1, \ldots, X_n \in N$,

$S \in N$ is the starting symbol, called the axiom.

As we can see, a definition of a tree grammar is very similar to a definition of a string grammar (cf. Definition 1 from Section 2). The only difference consists in the form of the right-hand side of a production, which in case of a tree grammar is of the form of a tree instead of a (linear) sentence.

There is a variety of tree automata and parsers defined for languages generated by tree grammars. The first parsers for tree automata were constructed in the late seventies (Lu, Fu 1978a). The extensions of a standard model allowing one to recognise fuzzy or distorted patterns have been also constructed. The so-called error-correcting tree automata (Lu, Fu 1978b), the stochastic tree automata (Lu, Fu 1979), and the hybrid error-correcting and stochastic

[1] For our considerations we assume that a graph is a structure consisting of vertices (nodes) and edges (branches) connected certain vertices.

(Shi, Fu 1982) have been proposed by the team of Professor Fu in the late seventies and the early eighties. The parallel parsing algorithm was constructed in 1979 (Chang, Fu 1979). At the beginning of the nineties Barrero defined very efficient tree automata for syntactic pattern recognition (Barrero 1991a), (Barrero 1991b).

There is a wide class of multidimensional patterns that cannot be represented with acyclic graphs, i.e. with trees. Therefore, especially for the purpose of syntactic pattern recognition graph grammars have been defined as a tool for generating such multidimensional patterns. Let us introduce a generic definition of a graph grammar.

Definition 5.

A *graph grammar* GG is a quintuple

$$GG = (\Sigma, \Delta, \Gamma, P, S), \text{ where}$$

Σ is a finite, non-empty set of node labels ,
$\Delta \subseteq \Sigma$ is a set of terminal node labels,
Γ is a finite, non-empty set of edge labels,
P is a set of productions of the form

$$i : (L, R, C), \text{ in which}$$

$L \in \Sigma$,
R is the right-hand side graph over Σ and Γ,
C is the embedding transformation specifying a way the graph R is embedded in a derived graph,
S is the starting graph over Σ and Γ, called the axiom.

It can be easily notice that in case of a graph grammar there is a significant difference in comparison with string and tree grammars, if the form of a production is concerned. In the production of a graph grammar there is the third component, namely the embedding transformation that is used for fixing the right-hand side graph in a derived (generated) graph. The main problem during constructing graph automata and parsers is caused just by this third component. Therefore, although an intensive effort to solve satisfactory the problem of a recognition of graph languages has been made since late 1960s, only recently the efficient parsing algorithms that has been verified positively in the real-world applications of syntactic pattern recognition have been defined (Shi, Fu 1983), (Flasiński 1988), (Flasiński 1990), (Peng i in. 1990), (Flasiński 1993), (Flasiński 1998).

For further reading on multidimensional grammars and automata (Fu 1982), (Tanaka 1995) are recommended.

5. Conclusions on applicability of syntactic pattern recognition in geosciences

From the very beginning of a development of syntactic pattern recognition its methods have been applied in geosciences. The best example of the use of syntactic pattern recognition is the system of an analysis, recognition and interpretation of data received from the earth resource technology satellite LANDSAT (Fu 1976), (Li, Fu 1976), (Brayer, Fu 1976), (Keng, Fu 1976), (Fu 1980). At the highest level of a systems graph (web) grammars are used to describe relationships between primitive elements that are extracted as spectral classes (water, cloud, concrete, grass, etc.) and subpatterns that are distinguished on the basis of the land-use classes taxonomy. For a description and a recognition of a shape of some objects (e.g. contours for clouds) string grammars (similar to those defined by (Freeman 1961) and (Shaw 1970)) are used. In order to extract and recognise structures created by rivers and highways tree grammars and automata have been applied.

Another good example of the use of syntactic methods in geosciences is their application for texture analysis including, for example, terrain classification and materials inspection (Carlucci 1972), (Weszka i in. 1976), (Weszka, Rosenfeld 1976), (Lu, Fu 1978a), (Lu, Fu 1979). In case of texture analysis tree grammars are used to generate the repeating structural patterns of a texture. Then, formal tree automaton recognising all the structural patterns that are typical to the texture of a certain type is constructed. Since in these applications we usually met fuzzy and distorted patterns, extended versions of tree automata, namely stochastic and error-correcting tree automata are applied.

The applications described in this final section belong to the areas that are of the confidential nature (i.e. they relate to the research in defence projects, space projects or projects led within big corporations). Therefore, information on the results of such research are usually published after some time and are very general. On the other hand, syntactic pattern recognition methods

should be constructed for a given problem in the application area related to geosciences in a specific way. So, the best way of a development of the syntactic pattern recognition method and information system that are practically useful for a given problem is to incorporate computer scientists to projects led within geosciences.

Bibliography

Aho A. V., Ullman J. D., 1972: *The Theory of Parsing, Translation, and Compiling, vol. 1 Parsing*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.

Baird H., Bunke H., Yamamoto K., 1992: *Structural Image Analysis*, Springer-Verlag, Berlin, 1992.

Barrero A., 1991a: *Inference of tree grammars using negative samples*, Pattern Recognition 24, 1-8.

Barrero A., 1991b: *Unranked tree languages*, Pattern Recognition 24, 9-18.

Brayer J. M., Fu K. S., 1976: *Application of a web grammar model to an ERTS picture*, Proc. 3rd Int. Joint Conf. Pattern Recognition. Coronado, Calif., Nov. 8-11.

Carlucci L., 1972: *A formal system for texture analysis*, Pattern Recognition 4, 53-72.

Chang N. S., Fu K. S., 1979: *Parallel parsing of tree languages for syntactic pattern recognition*, Pattern Recognition 11, 213-222.

Chomsky N., 1957: *Syntactic Structures*, The Hague, Mouton.

Flasiński M., 1988: *Parsing of edNLC-graph grammars for scene analysis*, Pattern Recognition 21, 623-629.

Flasiński M., 1990: *Distorted pattern analysis with the help of Node Label Controlled graph languages*, Pattern Recognition 23, 765-774.

Flasiński M., 1993: *On the parsing of deterministic graph languages for syntactic pattern recognition,* Pattern Recognition 26, 1-16.

Flasiński M., 1998: *Power properties of NLC graph grammars with a polynomial membership problem,* Theoretical Computer Science 201, 189-231.

Flasiński M., Jurek J., 1999: *Dynamically programmed automata for quasi context sensitive languages as a tool for inference support in pattern recognition-based real-time control expert systems,* Pattern Recognition 32, 671-690.

Freeman H., 1961: *On the encoding of arbitrary geometric configurations,* IEEE Trans. Electron. Comput. EC-10.

Fu K. S., 1976: *Pattern recognition in remote sensing of the earth's resources*, IEEE Trans. Geosci. Electronics GE-14, 10-18.

Fu K. S., 1980: *Application of pattern recognition to remote sensing*, in: Application of Pattern Recognition (Fu K.S. ed.), CRC Press, West Palm Beach, Fla.

Fu K. S., 1982: *Syntactic Pattern Recognition and Applications*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.

Harrison M. A., 1978: *Introduction to Formal Language Theory*, Reading, Massachusetts, Adison-Wesley.

James M., 1985: *Classification Algorithms*, John Wiley, New York.

Keng J., Fu K. S., 1976: *A syntax-directed method for land-use classification of LANDSAT images*, Symp. Curr. Math. Probl. Image Sci., Monterey, Calif., Nov. 10-12.

Li R. Y., Fu K. S., 1976: *Tree system approach for LANDSAT data interpretation*, Symp. Mach. Process. remotely Sensed Data, West Lafayette, Ind., June 29-July 1.

Lu S. Y., Fu K. S., 1978a: *A syntactic approach to texture analysis*, Comp. Graph. Image Process., CGIP 7.

Lu S. Y., Fu K. S., 1978b: *Error-correcting tree automata for syntactic pattern recognition,* IEEE Trans. Comput. C-27, 1040-1053.

Lu S. Y., Fu K. S., 1979: *Stochastic tree grammar inference for texture synthesis and discrimination*, Comp. Graph. Image Process., CGIP 9, 234-245.

Mohr R., Pavlidis T., Sanfeliu A., 1990: *Structural Pattern Analysis*, World Scientific.

Peng J., Yamamoto T., Aoki Y., 1990: *A new parsing scheme for plex grammars,* Pattern Recognition 23, 393-402.

Rosenkrantz D. J., 1969: *Programmed grammars and classes of formal languages*, Journ. ACM 16, 107-131.

Rosenkrantz D. J., Stearns R. E., 1970: *Properties of deterministic top-down grammars,* Inform. Control 17, 226-256.

Schalkoff R. J., 1992: *Pattern Recognition: Statistical, Structural and Neural Approaches*, John Wiley, New York.

Shaw A. C., 1970: *Parsing of graph-representable pictures*, Journal ACM 17, 453-481.

Shi Q. Y., Fu K. S., 1982: *Efficient error-correcting parsing for (attributed and stochastic) tree grammars,* Inform. Sci. 26, 159-188.

Shi Q. Y., Fu K. S., 1983: *Parsing and translation of attributed expansive graph languages for scene analysis,* IEEE Trans. Pattern Analysis Mach. Intell. PAMI-5, 472-485.

Tadeusiewicz R., 1975: *Rozpoznawanie Obrazów – Zarys Teorii*, Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie.

Tadeusiewicz R., Flasiński M., 1991: *Rozpoznawanie Obrazów*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe – PWN, Warszawa.

Tanaka E., 1995: *Theoretical aspects of syntactic pattern recognition*, Pattern Recognition 28, 1053-1061.

Therrien C. W., 1989: *Decision Estimation and Classification: An Introduction to Pattern Recognition and Related Topics*, John Wiley, New York.

Weszka J. S., Dyer C. R., Rosenfeld A., 1976: *A comparative study of texture measures for terrain classification*, IEEE Trans. Syst. Man Cybern. SMC-6, 269-285.

Weszka J. S., Rosenfeld A., 1976: *An application of texture analysis to material insection*, Pattern Recognition 8, 195-200.

GEOINFORMATICA POLONICA
3 : 2001

JACEK KOZAK[1]

WYKORZYSTANIE DANYCH GLOBALNYCH DO BADANIA ROZMIESZCZENIA LUDNOŚCI I UŻYTKOWANIA ZIEMI W WYBRANYCH GÓRACH ŚWIATA

Słowa kluczowe:

dane globalne, gęstość zaludnienia, użytkowanie ziemi, wysokość bezwzględna, presja człowieka, GIS.

Abstrakt

W pracy przedstawiono relacje pomiędzy wysokością bezwzględną a użytkowaniem ziemi oraz zaludnieniem w kilku łańcuchach górskich: Alpach, Himalajach, Karpatach, Kaukazie i Pirenejach. Wykorzystano dostępne w Internecie dane globalne: cyfrowy model wysokości GTOPO30, mapy użytkowania ziemi Global Land Cover Characteristics i Corine Land Cover oraz mapę rozmieszczenia ludności Gridded Population of the World. Analizowano zróżnicowanie gęstości zaludnienia, udział użytków rolnych oraz lesistość w klasach wysokości od podnóży gór po górną granicę lasu. Zróżnicowanie przestrzenne interpretowano zarówno w kontekście warunków przyrodniczych, jak i zmieniającej się w czasie presji człowieka na środowisko gór.

APPLICATION OF GLOBAL DATA TO THE RESEARCH INTO POPULATION DISTRIBUTION AND LAND USE IN SELECTED MOUNTAINS OF THE WORLD

Key words:

global data sets, population density, land use, altitude a.s.l., human impact, GIS.

Abstract:

The paper presents the relations between altitude a.s.l. and land use and population distribution in several mountain chains: the Alps, the Himalaya, the Carpathians, the Caucasus and the Pyrenees. In the study the global data sets were used, available on the Internet: GTOPO30 digital elevation model, Global Land Cover Characteristics, Corine Land Cover and Gridded Population of the World. Population density, share of agricultural land and share of forests in the classes of altitude from the foothills up to the upper treeline were analyzed. The spatial variations were interpreted both in terms of environmental conditions as well as changing human impact.

---

[1]Uniwersytet Jagielloński, Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej (Zakład Systemów Informacji Geograficznej), Kraków.

1. Wstęp

Złożoność relacji człowiek – środowisko przyrodnicze to jeden z kluczowych problemów geografii. Stwierdzenie to dotyczy w szczególności obszarów o warunkach niesprzyjających człowiekowi, takich jak góry. W górach wraz ze wzrostem wysokości bezwzględnej zmieniają się warunki klimatyczne. Objawia się to przede wszystkim spadkiem średniej temperatury rocznej, wzrostem opadów oraz skróceniem okresu wegetacyjnego, co oznacza najczęściej pogarszanie się warunków do uprawiania rolnictwa. Barierę działalności człowieka w górach stanowią także silnie nachylone stoki oraz kamieniste, nieurodzajne gleby. Ze wzrostem wysokości z reguły spada liczba ludności oraz następują charakterystyczne zmiany w użytkowaniu ziemi – spadek udziału użytków rolnych i wzrost udziału lasów. Prawidłowości te są obserwowane zarówno w skali lokalnej, jak i globalnej (Adamczyk i in. 1980; *Альпы – Кавказ*... 1980; Guzik 1992; Troll 1999; Lichtenberger 2000; Small, Cohen 2000; Troll 2000).

Celem niniejszej pracy[2] jest określenie relacji wysokość bezwzględna – zaludnienie i wysokość bezwzględna – użytkowanie ziemi dla kilku łańcuchów górskich Eurazji oraz ich porównanie, jak również wyjaśnienie podobieństw i różnic między niemi w kontekście zróżnicowania klimatu oraz uwarunkowań społeczno-ekonomicznych badanych regionów. Podjęto próbę wypracowania prostego modelu pionowego zróżnicowania gęstości zaludnienia oraz użytkowania ziemi, który może być punktem wyjścia do długofalowych ocen przemian środowiska przyrodniczego w górach.

W badaniach wykorzystano dostępne w Internecie cyfrowe dane globalne. Stanowią one cenny materiał, pozwalający na analizy i porównania regionalne. Autorowi opracowania nie są znane przykłady ich wykorzystania w badaniach geograficznych w literaturze polskiej, z wyjątkiem opracowań o charakterze kartograficznym (*Przeglądowy*... 2000). W związku z tym ich omówieniu poświęcono więcej miejsca.

2. Charakterystyka badanych regionów

Do badań wybrano Alpy, Himalaje, północną część Karpat, Kaukaz oraz Pireneje. Są to łańcuchy górskie o równoleżnikowym przebiegu, stanowiące wyraźną barierę przemieszczania się człowieka oraz ograniczające jego aktywność gospodarczą. W większości wypadków ich podnóża w warunkach naturalnych porastały lasy, tylko w zachodnich Himalajach, wschodnim i północnym Kaukazie naturalną roślinność podnóży stanowią sucholubne formacje trawiaste lub krzewiaste, wykształciła się tu także dolna granica lasu (*Альпы – Кавказ*... 1980; Towpasz, Zemanek 1995; Podbielkowski 1997; *Przeglądowy*... 2000). We wszystkich masywach występuje górna granica lasu, przebiegająca na wysokości od tysiąca kilkuset po prawie cztery tysiące metrów (tabela 1).

We wszystkich badanych regionach człowiek użytkuje rolniczo najniżej położone fragmenty gór (fot. 1). Ponadto znacznie przekształcone są też obszary położone w bezpośrednim sąsiedztwie górnej granicy lasu, użytkowane przeważnie jako tereny wypasowe (fot. 2). Piętro leśne było więc redukowane zarówno od dołu, jak i od góry. Wykształciło się także charakterystyczne pionowe zróżnicowanie zaludnienia – silnie zaludnione podnóża, dna dolin oraz wewnętrzne kotliny, słabo zaludnione pozostałe obszary.

W większości badanych regionów nasilenie presji człowieka wystąpiło w XIX i XX wieku. Od połowy XIX wieku zaczęły się procesy depopulacji, nastąpił też spadek liczby ludności zajmującej się rolnictwem i zmniejszenie oddziaływania człowieka na środowisko przyrodnicze. Zjawiska te były szczególnie intensywne w XX wieku, zwłaszcza w Alpach i Pirenejach. Na nieco mniejszą skalę wystąpiły one na Kaukazie, w zachodniej części Himalajów oraz w Karpatach. W Himalajach wschodnich wzrost zaludnienia, wzmożona, presja człowieka oraz zmiany w użytkowaniu ziemi są kwestią najbliższej przyszłości (Darbellay 1984; Haefner, Günther 1984; Schickhoff 1995; *Mountain regions* ... 1996; Molinillo

[2] Badania prowadzone są w ramach grantu KBN nr 6 P04 020 19. (Przyrodnicze i społeczno-ekonomiczne uwarunkowania przestrzennego zróżnicowania i przemian użytkowania ziemi w górach).

Tabela 1. Wysokości górnej granicy lasu w badanych regionach górskich
Table 1. Treeline elevations in the studied mountain regions

Region	Wysokość górnej granicy lasu, m n.p.m.	Region	Wysokość górnej granicy lasu, m n.p.m.
Alpy, skłon północny	1800	Kaukaz, skłon północny	2000
Alpy, skłon południowy	1900	Kaukaz, skłon południowy	2100
Himalaje wschodnie	3900	Pireneje	2000
Himalaje zachodnie	3700	Karpaty	1350*

* wartość dla Beskidów Zachodnich.

Źródło: Альпы – Кавказ... 1980; Armand 1992; *The State of the World's Mountains* 1992; Towpasz, Zemanek 1995; Podbielkowski 1997; Körner 1998.

i in. 1997; *Identification* ... 1998; Lichtenberger 2000; Troll 2000; *Global Change* ... 2001).

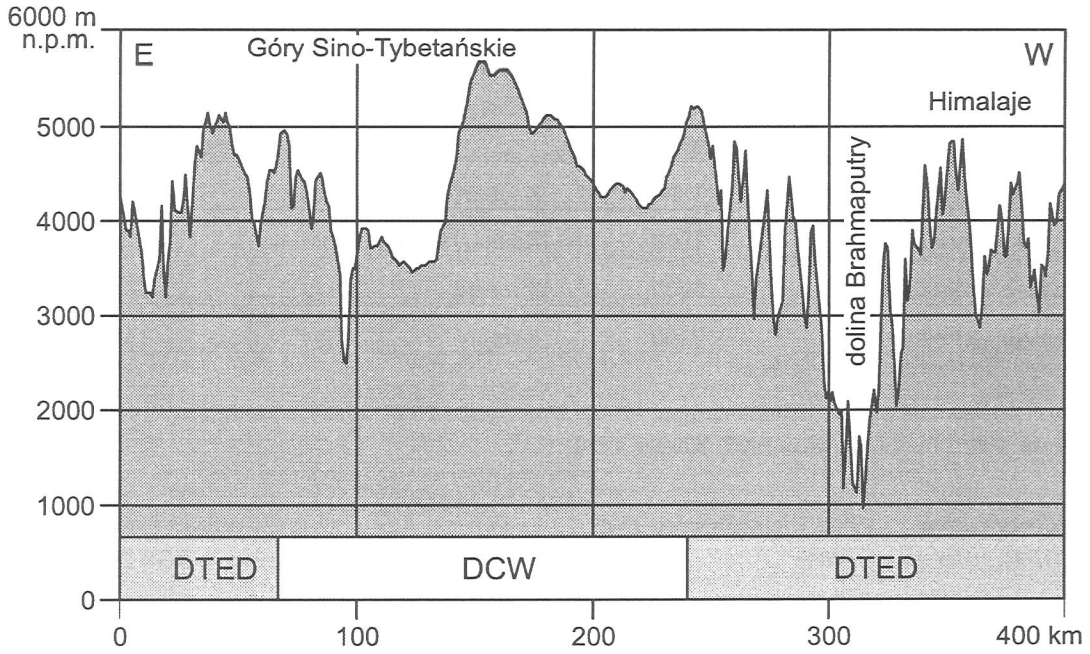
3. Materiały

W badaniach wykorzystano trzy globalne rastrowe warstwy tematyczne i jedną regionalną. Są to GTOPO30 – model wysokości, Gridded Population of the World (GPW) – mapa ludnościowa oraz Global Land Cover Characteristics Data Base (GLCC) i CORINE Land Cover – mapy użytkowania ziemi (ryc. 1). Dane te zostały wytworzone przez międzynarodowe konsorcja w ramach różnego typu projektów badawczych. Są one udostępniane bezpłatnie poprzez Internet.

Z uwagi na swoje charakterystyki dane globalne można z powodzeniem wykorzystywać w analizach regionalnych, na obszarach o wielkości około 10^5-10^6 km^2. Ich zaletą jest homogeniczność wynikająca z jednolitej metodyki opracowania.

GTOPO30 to rastrowy model wysokości o rozdzielczości 30 sekund łuku, dostępny w U.S. Geological Survey Earth Resources Observation System (EROS) Data Center (http://edcwww.cr.usgs.gov). Utworzony został dzięki kompilacji wielu źródeł. Największe znaczenie mają Digital Terrain Elevation Data (DTED), USGS Digital Elevation Model (DEM) oraz Digital Chart of the World (DCW). DTED to rastrowy model wysokości o rozdzielczości 3 sekund łuku, będący w dyspozycji amerykańskiej National Imagery and Mapping Agency (NIMA). Obejmuje on przede wszystkim obszar Europy, Azji oraz część Afryki i Ameryki Południowej (50% powierzchni lądów). USGS DEM, również o rozdzielczości 3 sekund łuku, obejmuje obszar Stanów Zjednoczonych. DTED oraz USGS DEM na potrzeby modelu GTOPO30 zostały zgeneralizowane do niższej rozdzielczości. DCW to wektorowa mapa świata utworzona z map w skali 1:1 000 000. Z mapy tej interpolowano wartości wysokości na podstawie rysunku poziomicowego. W ten sposób GTOPO30 wykonany był głównie dla obszaru Afryki, Ameryki Pd., Australii oraz Wielkiej Brytanii. Łącznie źródła te obejmują 95% obszarów lądowych bez Antarktydy. Błąd wysokości modelu utworzonego na podstawie DCW określono na około 100 m, natomiast dla modelu pochodzącego z DTED lub USGS DEM na 18 m (*GTOPO30* ... 1996). Tak więc między obszarami, dla których informacje pochodzą z DCW, i obszarami, dla których informacje pochodzą z DTED, zachodzą istotne różnice, przejawiające się przede wszystkim w stopniu generalizacji rzeźby terenu (ryc. 2). Dla regionów górskich, opisywanych w niniejszej pracy, model GTOPO30 tworzony był praktycznie w całości na podstawie dokładniejszych danych DTED.

Mapę ludnościową Gridded Population of the World (GPW) tworzą cztery rastrowe warstwy tematyczne, przedstawiające zaludnienie oraz gęstość zaludnienia dla dwóch przekrojów czasowych (1990 i 1995). Jest ona dostępna na serwerze Center for International Earth Science Information Network (CIESIN – http://www.ciesin.org). Nominalna rozdzielczość przestrzenna



Ryc. 2. Profil równoleżnikowy przez fragment wschodnich Himalajów oraz Gór Sino-Tybetańskich. Środkowa, silnie zgeneralizowana część profilu z interpolacji rysunku poziomicowego DCW, pozostałe–z danych DTED

Fig. 2. Latitudinal profile across the eastern Himalaya. The middle, generalized section is derived from the DCW contour data, the other sections – from DTED

GPW wynosi 2,5 minuty łuku. Jako pola podstawowe do sporządzenia mapy wykorzystano jednostki administracyjne różnej rangi i wielkości oraz dostępne dla nich informacje statystyczne. Na jakość GPW wpływ mają wykorzystane dane demograficzne, a także dokładność szacunków ludnościowych dla przyjętych momentów czasowych (*Gridded* ... 2000). W badaniach wykorzystano mapę zaludnienia dla 1995 roku. Zrezygnowano z analizy w części Alp oraz w Karpatach, z uwagi na wielkość administracyjnych pól podstawowych wykorzystanych do sporządzenia mapy. W regionach, dla których wykorzystano dane ludnościowe (Alpy francuskie i szwajcarskie, Pireneje, Himalaje i Kaukaz), wielkość pól podstawowych zmienia się w dość wąskich granicach, przy czym niższe wartości występują w Europie: od 14 do 140 km^2 w Alpach, od 60 do 140 km^2 w Pirenejach, od 700 do 4000 km^2 w Himalajach i od 500 do 1200 km^2 na Kaukazie (*Gridded* ... 2000).

Global Land Cover Characteristics Data Base (GLCC) to mapa użytkowania ziemi i pokrycia terenu o rozdzielczości 1 km. Jest ona dostępna, tak jak GTOPO30, na serwerze EROS Data Center (http://edcwww.cr.usgs.gov). Źródłem informacji wykorzystanych do utworzenia tej mapy były zdjęcia AVHRR, wykonane pomiędzy kwietniem 1992 roku a marcem 1993 roku. Procedura przetwarzania zdjęć opierała się na klasyfikacji bezwzorcowej. Dużą rolę odgrywała także interpretacja wizualna, wspierana dodatkowymi źródłami informacji. Wynikiem procedury było kilka wariantów mapy, zgodnych z różnymi systemami klasyfikacyjnymi, o dokładności szacowanej na około 75% (*Global* ... 1997; Loveland i in. 2000). W prowadzonych badaniach korzystano z klasyfikacji USGS Land Use / Land Cover. Jej legenda obejmuje 24 kategorie: obszary zabudowane (1 kategoria), użytki rolne (5), formacje trawiaste i krzewiaste (3), lasy (6) oraz 9 kategorii obejmujących tundrę, obszary podmokłe, wody, formacje wysokogórskie, śniegi i lody.

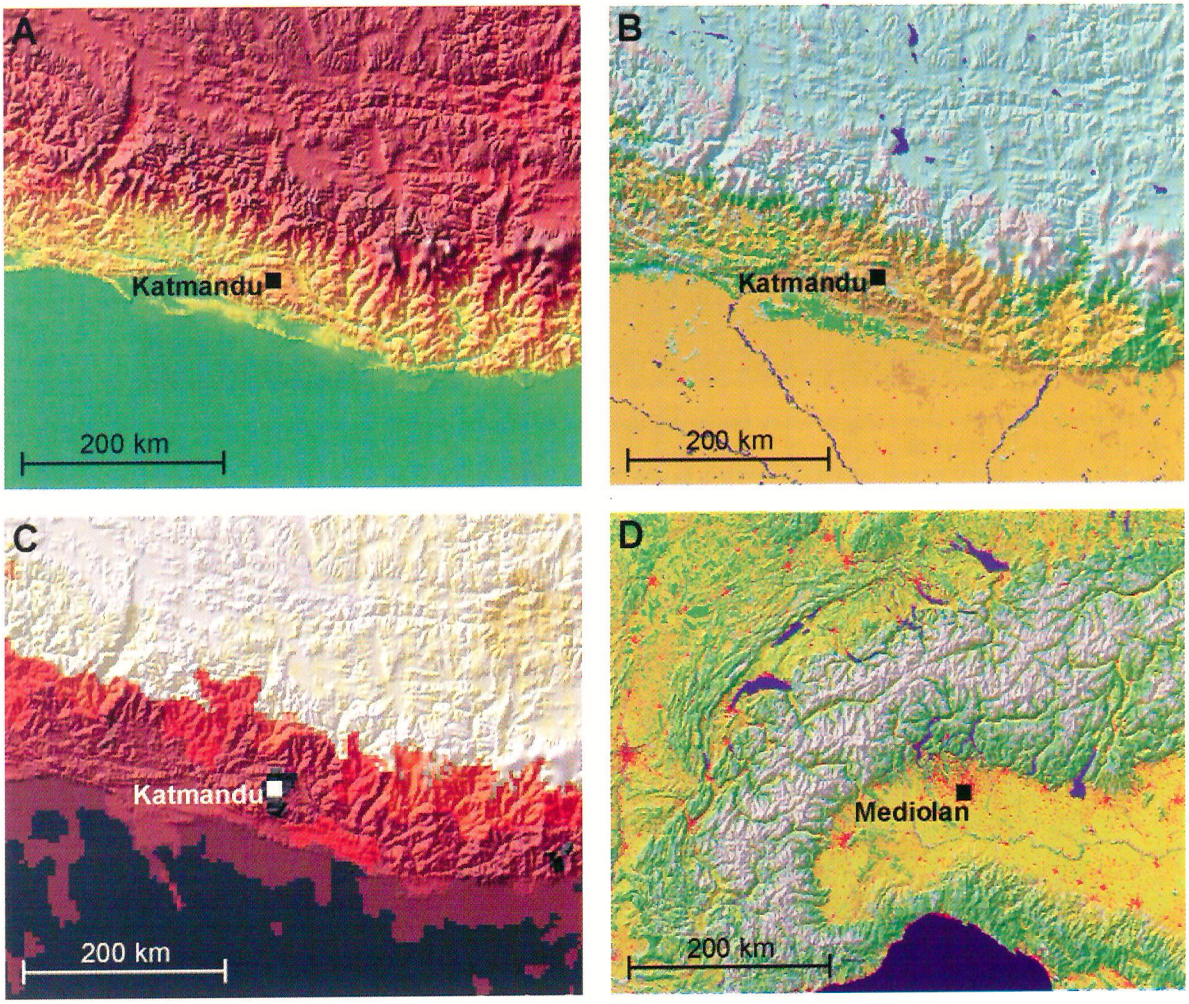
Ostatnia z wykorzystanych map to CORINE Land Cover (Perdigão, Annoni 1997) – mapa użytkowania ziemi krajów europejskich (bez byłego ZSRR oraz byłej Jugosławii), w wersji rastrowej posiadająca

Fot. 1. Użytkowane przez człowieka nisko położone kotliny śródgórskie. Na drugim planie – częściowo użytkowane rolniczo stoki górskie. Himalaje, Nepal (fot. autor)

Photo 1. Located at low elevations and managed mountain basins. The ranges behind are partially deforested and used for agriculture. The Himalaya, Nepal (photo by the author)

Fot. 2. Wylesione, użytkowane przez człowieka stoki w pobliżu górnej granicy lasu. Po lewej Alpy, masyw Hochkönig w Austrii, po prawej – Kaukaz, rejon Kazbeku, Gruzja (fot. autor)

Photo 2. Deforested and managed mountain slopes close to the treeline. Hochkönig Massif in the Austrian Alps on the left and the Kazbegi region in the Georgian Caucasus on the right. (photos by the author)



Ryc. 1. Wykorzystane dane cyfrowe. A – model GTOPO30; B - Global Land Cover Characteristics Data Base; C - Gridded Population of the World; D – CORINE Land Cover. A, B, C – Himalaje; D – Alpy. Na modelu GTOPO30 wykorzystano dla zróżnicowania wysokości standardowy układ kolorów. Na mapach użytkowania ziemi kolory żółty i brązowy oznaczają użytki rolne, czerwony – użytki techniczne; zielony – lasy; niebieski – wody; szary i bladoniebieski – pozostałe. Na mapie GPW kolor biały oznacza najniższe wartości gęstości zaludnienia, czerwony – pośrednie, ciemnobrązowy – najwyższe. Cieniowanie rzeźby zastosowano dla uplastycznienia obrazu

Fig. 1. Data sets used. A – GTOPO30; B - Global Land Cover Characteristics Data Base; C - Gridded Population of the World; D – CORINE Land Cover. A, B, C – the Himalaya; D – the Alps. Legend: GTOPO30 – a standard colour scheme for elevations; land use maps – yellow, brown and red present agricultural or urban areas, green – forests, blue – water, gray and light blue – other categories; population map – colour ramp from white (low values) to brown (high values). Shaded relief added to enhance the visual quality of the images

rozdzielczość 250 m. Można ją zamówić poprzez European Environment Agency (http://www.eea.eu.int). Źródłem informacji do sporządzenia mapy były przede wszystkim zdjęcia Landsat TM z lat osiemdziesiątych i dziewięćdziesiątych, a podstawą ich przetworzenia interpretacja wizualna czyli jakościowa. W każdym kraju uczestniczącym w projekcie przetwarzanie danych było wykonywane przez krajowe, wyspecjalizowane instytucje. Legenda mapy CORINE obejmuje 44 kategorie, ujęte w trójstopniowy system hierarchiczny. W badaniach wykorzystano wersję uproszczoną mapy użytkowania ziemi (Major Land Cover Types of Europe), o siedmiu zagregowanych kategoriach: użytki techniczne, obszary intensywnie użytkowane rolniczo, inne użytki rolne, lasy, obszary bezleśne seminaturalne, obszary podmokłe, wody. Z powodu braku danych dla Słowenii oraz Ukrainy kraje te wyłączono z analizy regionów Alp oraz Karpat.

4. Metoda badań

Dane uzyskane z Internetu przetworzono do formatu rastrowego programu Erdas Imagine 8.2, za pomocą którego dokonywano większości analiz. Następnie wyodrębniono fragmenty map zawierające badane regiony i przekształcono wszystkie pliki do odwzorowania wiernopowierzchniowego Lamberta, z odpowiednio dobieranym dla każdego regionu południkiem i równoleżnikiem osiowym. Zmianę odwzorowania wykonano w programie ARC/INFO. Dla map GLCC oraz CORINE zachowano oryginalną rozdzielczość (odpowiednio 1 km i 250 m). Mapę ludnościową przepróbkowano do rozdzielczości 1 km, natomiast model wysokości do rozdzielczości 500 m w Europie i 1 km w Azji. Po przepróbkowaniu mapy ludnościowej obliczano gęstość zaludnienia, dzieląc wartości pikseli mapy przez stałą dla każdego regionu wartość, równą powierzchni piksela mapy GPW (2,5' x 2,5') na szerokości geograficznej danego regionu.

Następnie zdygitalizowano na ekranie granice badanych regionów na podkładzie cieniowanego modelu rzeźby. Aby zwiększyć ich jednorodność, podzielono każdy łańcuch górski na skłon północny oraz południowy. Granice pomiędzy skłonem północnym a południowym prowadzono głównym działem wodnym. W badanym fragmencie Karpat analizowano tylko skłon północny, od Beskidów Morawsko-Śląskich na zachodzie po granicę polsko-ukraińską na wschodzie. Granicę południową regionu poprowadzono najwyższym grzbietem Beskidów i Bieszczad. W Himalajach badano tylko skłon południowy, który podzielono na część wschodnią i zachodnią umowną granicą biegnącą na południku Mount Everestu.

Dla określenia relacji wysokość bezwzględna – zaludnienie oraz wysokość bezwzględna – użytkowanie ziemi analizowano średnie wartości gęstości zaludnienia, udział użytków technicznych (głównie obszarów zabudowanych) i rolnych łącznie oraz udział lasów (lesistość) w klasach wysokości bezwzględnej, przyjmując klasy co 50 m. Przyjęcie klasy wysokości bezwzględnej jako pola podstawowego wiązało się z generalizacją uzyskiwanego w czasie analizy obrazu relacji. Analizę prowadzono dla obszaru od podnóży gór aż po górną granicę lasu, z uwagi na fakt, iż obszar położony powyżej jest niewielki lub też słabo zaludniony i w dużej mierze nieużytkowany.

Wysokość bezwzględną traktowano jako zmienną niezależną. Wartości wysokości bezwzględnej w każdym badanym regionie standaryzowano wartością wysokości górnej granicy lasu. Górną granicę lasu traktowano jako punkt odniesienia w porównaniach relacji będących przedmiotem analizy, co pozwoliło na badania gór o różnej wysokości bezwzględnej. Postępowanie takie jest uprawnione, gdyż warunki klimatyczne panujące w strefie górnej granicy lasu są zbliżone w skali całej Ziemi (Körner 1998). Mankamentem była konieczność przyjęcia jednej wartości wysokości górnej granicy lasu dla każdego regionu, mimo często znacznych różnic jej położenia. W Alpach naturalna górna granica lasu przebiega na wysokościach od 1500 m n.p.m. do 2400 m n.p.m. (*The State* ... 1992), a kilkusetmetrowe różnice wysokości występują na stosunkowo niewielkich obszarach (Körner 1998).

Wyniki obliczeń eksportowano do arkusza kalkulacyjnego. Zróżnicowanie pionowe gęstości zaludnienia oraz udziałów wyróżnionych klas użytkowania ziemi w każdym z badanych regionów analizowano

następnie za pomocą prostych statystyk opisowych oraz próbowano wyrazić funkcją wysokości bezwzględnej.

5. Wyniki

W większości badanych regionów zaznacza się wyraźny spadek gęstości zaludnienia oraz udziału użytków technicznych i rolnych wraz z wysokością. Lesistość natomiast najpierw rośnie do pewnej wysokości, a następnie się zmniejsza (ryc. 3).

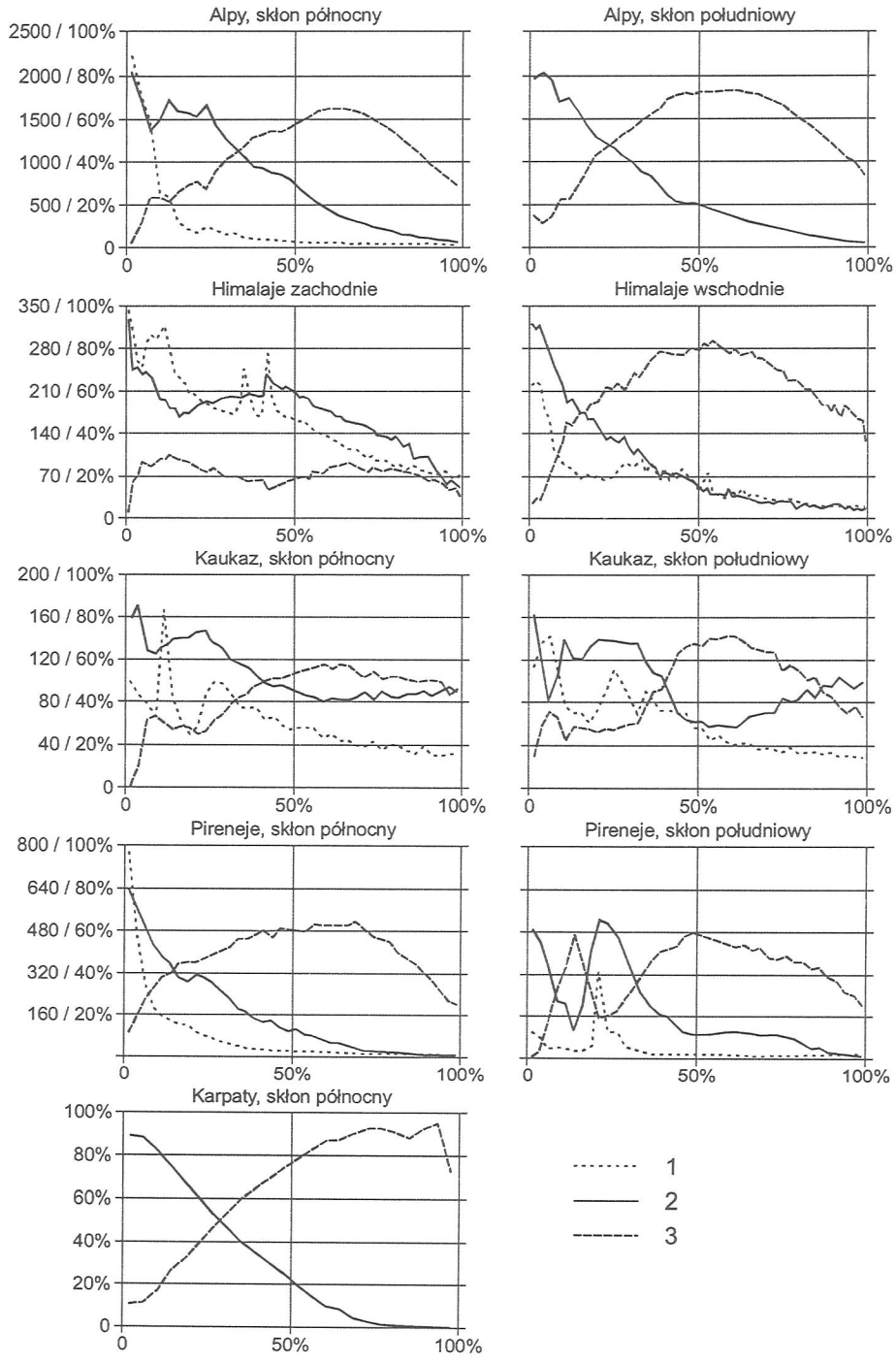
W Alpach, na północnym skłonie Pirenejów oraz w Himalajach gęstość zaludnienia jest najwyższa u podnóża gór. Wynosi od 2218 os./km^2 w Alpach, 775 w Pirenejach, 343 w Himalajach zachodnich i 226 w Himalajach wschodnich. Na południowym skłonie Pirenejów oraz na Kaukazie najwyższe wartości gęstości zaludnienia występują nieco wyżej, w dolnych partiach skłonów. Na Kaukazie oraz w Himalajach zaobserwować można ponadto wtórne maksima gęstości zaludnienia, położone na wysokościach odpowiadających w przybliżeniu 1/3 wysokości górnej granicy lasu w tych regionach. Najniższe wartości gęstości zaludnienia osiągane są bez wyjątku najwyżej, przy górnej granicy lasu. Wynoszą one od 12 os./km^2 w północnych Pirenejach po 67 os./km^2 w zachodnich Himalajach.

Udział użytków technicznych i rolnych w większości wypadków maleje od wartości przekraczających 80% do wartości niższych niż 5% na wysokości górnej granicy lasu. Tylko w zachodnich Himalajach udział użytków technicznych i rolnych na wysokości górnej granicy lasu sięga 14%, natomiast na południowym skłonie Pirenejów najwyższe wartości nie przekraczają 65%. Na obu skłonach Kaukazu najniższy udział tej klasy użytkowania ziemi występuje pomiędzy 1100 – 1200 m n.p.m., a powyżej zwiększa się wraz ze wzrostem wysokości.

Udział lasów rośnie do wysokości odpowiadającej najczęściej od 55% do 75% wysokości górnej granicy lasu. Tylko na południowym skłonie Pirenejów maksimum lesistości odpowiada wysokości niższej (49% wysokości górnej granicy lasu), natomiast w Karpatach wyższej (94%). W zachodnich Himalajach pionowy rozkład lesistości posiada dwa niezbyt wyraźne maksima, jedno na wysokości odpowiadającej 14% wysokości górnej granicy lasu, a drugie, nieco niższe, na wysokości odpowiadającej 67% wysokości górnej granicy lasu. Maksymalna lesistość zmienia się od 58% (północny skłon Kaukazu) do 85% (wschodnie Himalaje). Jedynie w zachodnich Himalajach wartość ta jest znacznie niższa (31%), a w Karpatach wyższa (96%). Zarówno poniżej, jak i powyżej przedziału wysokości o lesistości maksymalnej lesistość jest niższa, przy czym u podnoży gór nie przekracza 10%, natomiast na górnej granicy lasu wynosi od 26% do 37%, z wyjątkiem Karpat (73%), północnego skłonu Kaukazu (47%) i zachodnich Himalajów (11%).

Pionowe zróżnicowanie gęstości zaludnienia można z dużą dokładnością modelować za pomocą funkcji liniowych oraz funkcji o postaci ax^b. Pionowe zróżnicowanie udziału użytków technicznych i rolnych oraz lesistości można modelować za pomocą funkcji liniowej i kwadratowej. Zgodność dopasowania jest na ogół duża, a R^2 przekracza w wielu wypadkach 0.9 (tabela 2). W zachodnich Himalajach, na południowym skłonie Pirenejów, obu skłonach Kaukazu (wszystkie cechy) oraz we wschodnich Himalajach (gęstość zaludnienia) wartości R^2 są niższe.

Zróżnicowanie gęstości zaludnienia wraz z wysokością bezwzględną (x), wyrażoną za pomocą zmiennej standaryzowanej z przedziału (0, 1), wyrazić można funkcją $max\ \{a_1(x-x_1)^{b1}, \ldots, a_n(x-x_n)^{bn}\}$, gdzie $a_1, \ldots, a_n$, $b_1, \ldots, b_n$ to współczynniki zależne od gęstości zaludnienia, a $x_1, \ldots, x_n$ to wartości wysokości, na której występują maksima gęstości zaludnienia. Gdy występuje tylko jedno maksimum u podnóża gór (np. Alpy, północny skłon Pirenejów, wschodnie Himalaje), funkcja upraszcza się do postaci ax^b. Postać złożona, z dwoma maksimami, występuje na południowym skłonie Pirenejów. Przy kilku maksimach gęstości zaludnienia (zachodnie Himalaje, oba skłony Kaukazu) rozkład z dużą dokładnością można przedstawić za pomocą funkcji liniowej $ax + b$. Zróżnicowanie udziału użytków technicznych i rolnych oraz lesistości wyrazić można za pomocą funkcji kwadratowej $ax^2 + bx + c$.



Ryc. 3. Zróżnicowanie gęstości zaludnienia (1), udziału użytków technicznych i rolnych (2) oraz lasów (3) wraz z wysokością bezwzględną (oś OX) w badanych regionach. Pierwsza wartość opisująca oś OY dotyczy gęstości zaludnienia (os./km²). Wysokość bezwzględna wyrażona jest w procentach wysokości górnej granicy lasu (por. tabela 1). W dwóch wypadkach nie analizowano rozkładu pionowego gęstości zaludnienia (Alpy, skłon południowy oraz Karpaty)

Fig. 3. Variations of population density (1), share of agricultural and urban land (2) and share of forests (3) with altitude a.s.l. (OX axis). First value on the OY axis represents population density(people/km²). Altitude a.s.l. expressed as the percentage of treeline elevation. The population density was not analyzed for the southern slope of the Alps and the Carpathians

Tabela 2. Gęstość zaludnienia, udział użytków technicznych i rolnych oraz udział lasów jako funkcja standaryzowanej wysokości bezwzględnej w badanych regionach

Table 2. Population density, share of agricultural and urban areas and share of forests as a function of altitude a.s.l.. Altitude a.s.l. expressed as the percentage of treeline elevation

Region	Gęstość zaludnienia		Użytki techniczne i rolne		Lasy	
	funkcja	R^2	funkcja	R^2	funkcja	R^2
Alpy, skłon północny	$33.58x^{-1.17}$	0.96	$0.384x^2-1.192x+0.793$	0.96	$-1.777x^2+2.083x-0.007$	0.94
Alpy, skłon południowy	---	--	$1.008x^2-1.808x+0.852$	0.99	$-2.212x^2+2.511x-0.016$	0.99
Himalaje wschodnie	$27.71x^{-0.66}$	0.80	$1.342x^2-2.100x+0.864$	0.97	$-2.346x^2+2.597x-0.093$	0.96
Himalaje zachodnie	$-238.15x + 284.15$	0.88	$-0.443x+0.715$	0.72	$-0.090x^2+0.047x+0.221$	0.09
Kaukaz, skłon północny	$-73.06x + 96.08$	0.62	$0.652x^2-1.026x+0.827$	0.87	$-0.987x^2+1.335x-0.096$	0.87
Kaukaz, skłon południowy	$-92.29x + 107.95$	0.78	$0.889x^2-1.174x+0.773$	0.52	$-1.515x^2+1.802x-0.070$	0.70
Pireneje, skłon północny	$11.23x^{-1.31}$	0.97	$1.034x^2-1.707x+0.711$	0.98	$-1.707x^2+1.811x-0.153$	0.96
Pireneje, skłon południowy	max $\{13.007x^{-0.47}$; $6.924(x-0.2)^{-0.77}\}$	0.75^a 0.86^b	$0.264x^2-0.795x+0.530$	0.65	$-1.415x^2+1.600x-0.084$	0.61
Karpaty	---	--	$1.406x^2-2.719x+1.298$	0.99	$-1.797x^2+2.992x-0.342$	0.98

[a] dla x z przedziału (0; 0.2);
[b] dla x z przedziału (0.2; 1)

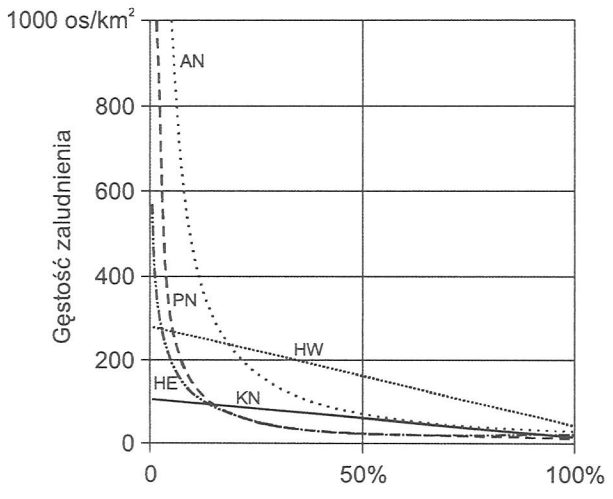
6. Pionowe zróżnicowanie zaludnienia i użytkowania ziemi – próba syntezy

Zaludnienie i użytkowanie ziemi w górach jest ściśle powiązane z wysokością bezwzględną. Dla podnóży i niższej części skłonu górskiego charakterystyczna jest duża gęstość zaludnienia oraz znaczny udział użytków technicznych i rolnych. Jedna i druga wartość szybko maleje wraz z wysokością. Udział lasów, niski u podnóży gór, rośnie, osiągając wyraźne maksimum, a następnie maleje po górną granicę lasu. Użytkowanie ziemi odzwierciedla więc w znacznym stopniu przestrzenne zróżnicowanie zaludnienia gór. Duża gęstość zaludnienia przekłada się na duży udział użytków technicznych i rolnych oraz znaczną redukcję naturalnie występującego w górach piętra leśnego, zarówno u podnóży gór, jak i przy górnej granicy lasu.

Relacje te są praktycznie identyczne w Alpach, wschodnich Himalajach, Karpatach a także na północnym skłonie Pirenejów. Z dużą dokładnością odwzorowują je proste funkcje matematyczne. Nieco bardziej złożone relacje występują w pozostałych regionach – w zachodnich Himalajach, na południowym skłonie Pirenejów oraz na obu skłonach Kaukazu. Różnica między tymi dwiema grupami regionów wiąże się przede wszystkim ze zróżnicowaniem ich warunków przyrodniczych. Drugą grupę tworzą głównie regiony suchego klimatu, w których w przeszłości występowała naturalna dolna granica lasu, a podnóża zajmowały formacje krzewiasto-trawiaste. Podczas gdy na północnym skłonie Alp, Pirenejów oraz

we wschodnich Himalajach wyraźne jest piętro podnóży o dużej gęstości zaludnienia, w regionach grupy drugiej nie ma tego piętra lub też nie jest ono tak wyraźne (ryc. 4). Maksimum gęstości zaludnienia jest przesunięte w górę (północny skłon Kaukazu, południowy skłon Pirenejów), występują także wyraźne wtórne maksima na różnych wysokościach (zachodnie Himalaje, oba skłony Kaukazu). Tak więc suchy klimat podnóży gór powoduje, iż człowiek zajmuje wyżej położone obszary. W szczególności dotyczy to sprzyjających osadnictwu kotlin wewnętrznych. Typowym przykładem są Kotlina Kaszmiru i Kotlina Katmandu w Himalajach.

Nieregularność pionowego zróżnicowania gęstości zaludnienia zaburza także pionowe zróżnicowanie udziału użytków technicznych i rolnych w regionach grupy drugiej. Do pięter o podwyższonej gęstości zaludnienia nawiązują maksima udziału użytków technicznych i rolnych. Sytuacja ta wyraźnie widoczna jest na obu skłonach Kaukazu i w zachodnich Himalajach (por. ryc. 3).



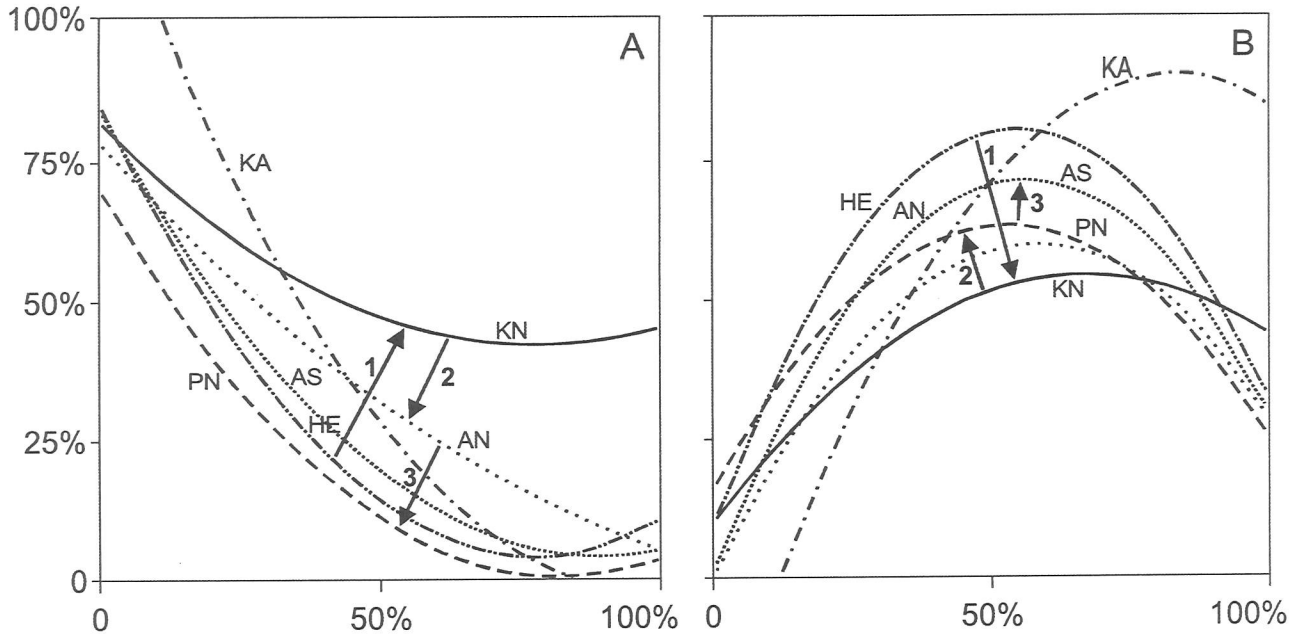
Ryc. 4. Modele gęstości zaludnienia w wybranych regionach. Wysokość bezwzględna na osi OX wyrażona jest w procentach wysokości górnej granicy lasu. AN – Alpy, skłon północny; HW – zachodnie Himalaje; HE - wschodnie Himalaje; KN – Kaukaz, skłon północny; PN – Pireneje, skłon północny

Fig. 4. Models of population density in the studied regions. Altitude a.s.l. (OX axis) expressed as the percentage of treeline elevation. AN – the northern slope of the Alps; HW – the western Himalaya; HE – the eastern Himalaya; KN – the northern slope of the Caucasus; PN – the northern slope of the Pyrenees

Regiony grupy drugiej cechuje znacząco niższa lesistość niż regiony grupy pierwszej, co miało miejsce także w warunkach naturalnych, przy braku wpływu człowieka. Niemniej z uwagi na naturalną fragmentację kompleksu leśnego gór deforestacja i redukcja piętra leśnego była tam również łatwiejsza.

Zróżnicowanie badanych relacji wynika także z różnic społeczno-ekonomicznych i historycznych, związanych z etapem rozwoju gór, zarysowanych pokrótce w części wstępnej. Można je interpretować w kontekście ewolucji gospodarczej i społecznej gór, dokonując transpozycji zróżnicowania przestrzennego na zmienność w czasie. Założenie, iż próbkowanie w przestrzeni może być równoważne próbkowaniu w czasie, jest określane w naukach o Ziemi jako tzw. hipoteza ergodyczna (Chorley, Kennedy 1971). Umożliwia ona formułowanie wniosków o zmienności geosystemów na podstawie analizy porównawczej zróżnicowania występującego w tym samym czasie w przestrzeni.

Z założeń hipotezy ergodycznej skorzystać można w analizie pionowego zróżnicowania użytkowania ziemi w badanych regionach górskich (ryc. 5). Na początkowym etapie silnej presji człowieka na środowisko przyrodnicze gór redukcja piętra leśnego jest nieznaczna, a udział użytków technicznych i rolnych w górach jest jeszcze niewielki (wschodnie Himalaje). Następnie ma miejsce deforestacja, związana z presją gospodarczą, wzrostem gęstości zaludnienia i zapotrzebowaniem na ziemię, co prowadzi do znacznego nieraz spadku lesistości (np. północny skłon Kaukazu, Karpaty w niższych piętrach gór). Po okresie depopulacji oraz spadku liczby ludności zajmującej się rolnictwem następuje częściowa, różniąca się skalą reforestacja i wzrost lesistości (Alpy, Pireneje). Taki model rozwoju jest opisywany dla Alp (Darbellay 1984; Haefner, Günther 1984; Lichtenberger 2000) oraz Pirenejów (Molinillo i in. 1997). Lokalnie też powielany jest w Karpatach, np. w wyludnionym ze względów politycznych Beskidzie Niskim (Soja 2001). Analogie znaleźć można także w zachodnich Himalajach (Schickhoff 1995). Wyludnianie oraz zmiany struktury zatrudnienia, pociągające za sobą reforestację obszarów uprzednio użytkowanych rolniczo, miały miejsce także w wielu innych regionach górskich Europy (Soja 1997; Lepart, Debusche 1992) oraz Ameryki



Ryc. 5. Modele użytkowania ziemi w wybranych regionach. Wysokość bezwzględna na osi OX wyrażona jest w procentach wysokości górnej granicy lasu. AN – Alpy, skłon północny; AS – Alpy, skłon południowy; HE - wschodnie Himalaje; KN – Kaukaz, skłon północny; PN – Pireneje, skłon północny, KA – Karpaty. Strzałki ilustrują hipotetyczną ewolucję użytkowania ziemi masywu górskiego: 1 – wzrost presji człowieka na środowisko przyrodnicze i deforestacja; 2, 3 – spadek presji i reforestacja

Fig. 5. Models of land use in the studied regions. Altitude a.s.l. expressed as the percentage of treeline elevation. AN – the northern slope of the Alps; AS – the southern slope of the Alps; HE – the eastern Himalaya; KN – the northern slope of the Caucasus; PN – the northern slope of the Pyrenees; KA – the Carpathians. Arrows present the hypothetical evolution of the land use in the mountain region: 1 – increasing human impact and deforestation; 2, 3 – decreasing human impact and reforestation

Północnej (Foster i in. 1998; Wear, Bolstad 1998; Pascarella i in. 2000). Każdorazowo splot przyczyn prowadzących do określonych przemian, ich rozmiary i tempo mogą być inne.

7. Konkluzje

Badania wskazały na zasadnicze podobieństwo rozkładów zaludnienia oraz użytkowania ziemi w łańcuchach górskich uwzględnionych w opracowaniu, co pozwala sądzić, iż w makroskali podlegają one podobnym prawidłowościom, bez względu na uwarunkowania regionalne. Stwierdzone różnice można interpretować zarówno w sensie przestrzennym, jako różnice wynikające ze specyficznych warunków przyrodniczych, jak i w sensie historycznym, jako model charakterystycznych dla określonych faz rozwoju społeczno-ekonomicznego układów przestrzennych. W kontekście przestrzennym najistotniejsze jest zróżnicowanie klimatyczne podnóży i przedpola gór i podział na regiony położone w klimacie suchym i wilgotnym.

Interpretacja historyczna kryje w sobie znaczący potencjał z punktu widzenia możliwości prognozowania wywoływanych przez człowieka przemian środowiska przyrodniczego gór. Porównanie współczesnych rozkładów zaludnienia oraz użytkowania ziemi umożliwia konstruowanie ewentualnych scenariuszy przemian w oparciu o znajomość realiów historycznych oraz społeczno-ekonomicznych. Dotyczy to tych regionów górskich, w których spodziewane są zmiany oddziaływania człowieka, zarówno jego wzrost, jak i osłabienie.

Bibliografia

Adamczyk B., Gerlach T., Obrębska-Starklowa B., Starkel L., 1980, *Zonal and azonal aspects of the agriculture -forest limit in the Polish Carpathians*, Geographia Polonica 43, s. 71-84.

Альпы – Кавказ. Современные проблемы конструктивной географии горных стран, 1980, red. Gerasimow I. P., Bravard I., Dresch J. Wydawnictwo Nauka, Moskwa, 328 ss.

Armand A. D., 1992, *Sharp and Gradual Mountain Timberlines as a Result of Species Interaction*, [w:] *Landscape Boundaries. Consequences for Biotic Diversity and Ecological Flows*, red. Hansen A. J., di Castri F., Ecologicaal Studies 92, s. 360-378.

Chorley R., Kennedy B., 1971, *Physical Geography. A Systems Approach*, Prentice-Hall Int. Inc., Londyn, 370 ss.

Darbellay C., 1984, *Mountain Agriculture in Change*, [w:] *The Transformation of Swiss Mountain Regions*, red. Brugger E. A., Furrer G., Messerli B., Messrli P. Wydawnictwo Paul Haupt, Berno, s. 289-315.

Foster D. R., Motzkin G., Slater B., 1998, *Land-Use History as Long-Term Broad-Scale Disturbance: Regional Forest Dynamics in Central New England*, Ecosystems 1, s. 96-119.

Global Change and Mountain Regions. The Mountain Research Initiative, 2001, red. Becker A., Bugmann H., IGBP Report 49, 86 ss.

Global Land Cover Characteristics Data Base Documentation, 1997, U.S. Geological Survey Earth Resources Observation System (EROS) Data Center, http://edcwww.cr.usgs.gov.

Gridded Population of the World Documentation, 2000, Center for International Earth Science Information Network (CIESIN), http://www.ciesin.org.

GTOPO30 Documentation, 1996, U.S. Geological Survey Earth Resources Observation System (EROS) Data Center, http://edcwww.cr.usgs.gov.

Guzik C., 1992, *Pionowa zmienność użytkowania ziemi w Karpatach*, Zeszyty Naukowe UJ, Prace Geograficzne 91, s. 55-71.

Haefner H., Günter T., 1984, *Land-Use Changes and Ecological Effects in the Swiss Alps*, [w:] *The Transformation of Swiss Mountain Regions*, red. Brugger E. A., Furrer G., Messerli B., Messrli P. Wyd. Paul Haupt, Berno, s. 101-123.

Identification of deforestation hot spots areas in the humid tropics, 1998, red. Achard F., Eva H., Glinni A., Mayaux P., Richards T., Stibig H. J. TREES Publications Series B. Research Report 4. 104 ss.

Körner C., 1998, *A reassessment of high elevation treeline positions and their explanation*, Oecologia 115, s. 445-459.

Lepart J., Debusche M., 1992, *Human Impact on Landscape Patterning: Mediterranean Examples*, [w:] *Landscape Boundaries. Consequences for Biotic Diversity and Ecological Flows*, red. Hansen A. J., di Castri F., Ecological Studies 92, s. 76-106.

Lichtenberger E., 2000, *Austria. Society and Regions*. Austrian Academy of Sciences Press, Wiedeń, 491 ss.

Loveland T.R., Reed B.C., Brown J.C., Ohlen D.O., Zhu Z., Yang L., Merchant J.W., 2000, *Dvelopment of a global land cover characteristics database and IGBP DISCover from 1km AVHRR data.* Int. Journal of Remote Sensing 21,6-7, s. 1303-1330.

Molinillo M., Lasanta T., García-Ruiz J. M., 1997, *Managing Mountainous Degraded Landscapes after Farmland Abandonment in the Central Spanish Pyrenees*, Ecological Management 21, 4, s. 587-598.

Mountain Regions of the European Part of Russia: Status and Problems of Development, National Report – 1996, 1996, Mountain Forum On-Line Library Document, http://www.mtnforum.org.

Pascarella J. B., Aide T. M., Serrano M. I., Zimmerman J. K., 2000, *Land-Use History and Forest Regeneration in the Cayey Mountains*, Puerto Rico, Ecosystems 3, s. 217-228.

Perdigão V., Annoni A., 1997, *Technical and methodological guide for updating CORINE Land Cover database*. European Commission, EUR 17288, 140ss.

Podbielkowski Z., 1997, *Szata roślinna Ziemi*, Wielka Encyklopedia Geografii Świata, t. VII. Wydawnictwo Kurpisz, Poznań.

Przeglądowy Atlas Świata, 2000, red. Mydel R., Groch J., Oficyna Wydawnicza Fogra, Kraków.

Schickhoff U., 1995, *Himalayan Forest-Cover Changes in Historical Perspective: a Case Study in the Kaghan Valley, Northern Pakistan*, Mountain Research and Development, 15, 1, s. 3-18.

Small C., Cohen J. E., 2000, *Continental Physiography, Climate and the Global Distribution of Human Population. Workshop on Gridding Population Data*, Columbia University, NY.

Soja M., 1997, *Cykl rozwoju ludnościowego obszarów górskich (na przykładzie Owernii we Francji)*, [w:] *Geografia, człowiek, gospodarka*, red. Jackowski A., Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ, Kraków, s. 265-276.

Soja M., 2001, *Zmiany zaludnienia Łemkowszczyzny w latach 1869-1998*, [w:] *Człowiek i przestrzeń*, red. Kortus B., Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ, Kraków, s. 79-88.

The State of the World's Mountains. A global report, 1992, red. Stone P. B. Zed Books Ltd., Londyn – New Jersey, 393 ss.

Towpasz K., Zemanek B., 1995, *Szata roślinna* [w:] *Karpaty Polskie*, red. Warszyńska J., Uniwersytet Jagielloński, Kraków, s. 77-93.

Troll M., 2000, *Związek użytkowania ziemi z warunkami środowiska przyrodniczego w Beskidach zachodnich*. Maszynopis w Zakładzie Systemów Informacji Geograficznej IGiGP UJ, Kraków, 186 ss.

Wear D. N., Bolstad P., 1998, *Land-Use Changes in Southern Appalachian Landscapes: Spatial Analysis and Forecast Evaluation*, Ecosystems 1, s. 575-594.

GEOINFORMATICA POLONICA
3 : 2001

HENRYK MARCAK[1]

SATELITARNE OBRAZY RADAROWE

(artykuł przeglądowy)

Słowa kluszowe:

Satelitarny System Obserwacji Radarowych, rozdzielczość, wielokrotność spojrzeń, scena, radiogrametria, interferometria

Abstrakt

Przy wykorzystywaniu radarowych obrazów satelitarnych do rozwiązywania problemów z dziedziny nauk o Ziemi trzeba, znać zarówno strukturę informacyjną tych obrazów, jak i sposoby transformacji tej informacji na informacje geologiczne, geodezyjne lub geofizyczne. W artykule, który ma charakter przeglądowy, zajęto się obydwoma wyżej wymienionymi aspektami.

Przedstawiono różne sposoby prowadzenia satelitarnych obserwacji radarowych, ze szczególnym podkreśleniem roli systemu bocznego wybierania. Zajęto się analizą rozdzielczości obrazów radarowych oraz ich jakością. Pokazano, w jaki sposób można wykorzystać obrazy radarowe do odtwarzania ondulacji powierzchni Ziemi, rozpoznania budowy geologicznej, a w szczególności budowy tektonicznej i litologii skał na powierzchni Ziemi. Dzięki szczególnej technice przetwarzania wyników pomiarowych, w której wykorzystuje się własności interferencyjne fal radarowych, można rozpoznać ruchy masywów skalnych, takie jak ruchy lodowców, wydm oraz deformacje skorupy ziemskiej poprzedzające trzęsienia Ziemi i erupcje wulkanów.

SATELLITE IMAGING RADAR

Key words:

System of Satellite Radar Observations, resolution, number of looking, radiogrametry, interferometry

Abstract

The knowledge of a informative structure of satellite radar imagines and procedures for changing the information which is in the imagines into geological geodetic or geophysical information are needed for using satellite radar imagines for solving the problems in Sciences of Earth. In paper the review of both mentioned aspects are discussed.

---

[1]Akademia Górniczo-Hutnicza , Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska, Kraków.

The different methods of organization the observation process are shown, particularly Side Aperture System is discussed, Resolution of satellite radar imagines and its quality is considered. The procedures for transformation the satellite radar imagines into the picture of Earth surface undulations, geological maps, particularly tectonic or litological maps are presented. Due to the interferometric properties of radar waves the movements of earth masses such as glacial or dunes movements or deformations of Earth surfaces prior to earthquakes or volcanic eruptions can be estimated from the satellite radar imagines.

1. Wstęp

Od momentu zainstalowania pierwszych satelitów wykorzystuje się je do rejestracji zdjęć powierzchni Ziemi i przesyłania ich do ośrodków badawczych. Zdjęcia te są wykorzystywane do celów wojskowych, meteorologicznych, geodezyjnych, rolniczych itp. Do rejestracji wykorzystuje się fale elektromagnetyczne o różnych długościach, w tym fale widzialne, podczerwone, ultrafioletowe, fale cieplne i fale radarowe. Na rysunku 1 pokazano zakresy częstotliwości i odpowiadające im długości fal elektromagnetycznych, które są używane do rejestracji satelitarnych. Z rysunku widać, że radarowy zakres długości fali ma istotną zaletę. Umożliwia on penetrację fal radarowych do powierzchni Ziemi, niezależnie od warunków meteorologicznych. Jeśli chodzi o fale o zasadniczo krótszych długościach, to warunki pogodowe wpływają bardzo intensywnie na warunki ich penetracji w atmosferze. Fale radarowe mogą być wykorzystane do tworzenia obrazów interferencyjnych.

Systemy radarowych obserwacji satelitarnych zostały zainstalowane na kilku satelitach i są wykorzystywane w sposób ciągły od kilku lat. Do rejestracji wykorzystuje się pasma częstości pokazane na rysunku 2.

Systemy te powstały w wyniku współdziałania specjalistów z bardzo różnorodnych działów nauki. Trzeba bowiem zaprojektować system impulsowej emisji fal radarowych i system rejestracji tych fal. Trzeba zbudować i zainstalować system lokalizacji położenia satelity, a przede wszystkim procedury pozwalające rejestrować zmiany sceny, w elektronicznym obrazie zbudowanym z pikseli, które tworzą obraz radarowy. Transformacja sceny na obraz zależy od rozdzielczości obrazu, jego jakości i szerokości pasa obserwacyjnego. Trzeba jednocześnie uwzględnić wpływ efektów Dopplera na jakość obrazu. Obrazy radarowe trzeba zinterpretować. Interpretacje geologiczne pozwalają odtworzyć struktury tektoniczne i jakość wierzchniej strefy gruntu. Obrazy interferometryczne pozwalają na identyfikację nieznacznych ruchów mas skalnych, takich, w których przesunięcia mają prędkość rzędu centymetrów na miesiąc.

Istnieje duża ilość monografii, podręczników i artykułów naukowych dotyczących rejestracji obrazów radarowych. Należą do nich przede wszystkim liczne raporty NASA. Można także wymienić takie pozycje literaturowe, jak Henderson, Lewis 1998, Curlander, Mc Donough 1991, Elachi 1987, Fitch 1988, Kingsley, Guegen 1992, Long 1975, Skolnik 1980.

Przedmiotem rozważań w tym artykule jest przegląd rozwiązań systemowych, które pozwalają wykorzystać satelitarne obrazy radarowe do badań w dziedzinach związanych z geoinformatyką, takich jak geologia, geodezja, geofizyka, geomorfologia itp. Również te zastosowania są opracowane w licznych pozycjach literaturowych, takich jak Blom i inni 1985, Brown, Sholz 1985, Dekker i inni 1990, Sabins i inni 1980, Zebker, Goldstain 1980 i inni.

W polskiej literaturze fachowej można znaleźć pozycje poświęcone wykorzystaniu satelitarnej rejestracji radarowej do zmian w ondulacji powierzchni Ziemi (Perski 1999).

Wydaje się jednak, że brak jest u nas syntetycznego opisu prowadzenia satelitarnych rejestracji radarowych i określenia sposobu wykorzystania tych rejestracji do rozwiązywania zagadnień związanych z naukami o Ziemi. Temu celowi ma służyć niniejsza publikacja.

2. Własności fal elektromagnetycznych

Fale elektromagnetyczne, jak pokazano na rysunku 3, powstają w wyniku jednoczesnej oscylacji wektorów natężenia pola elektrycznego i magnetycznego.

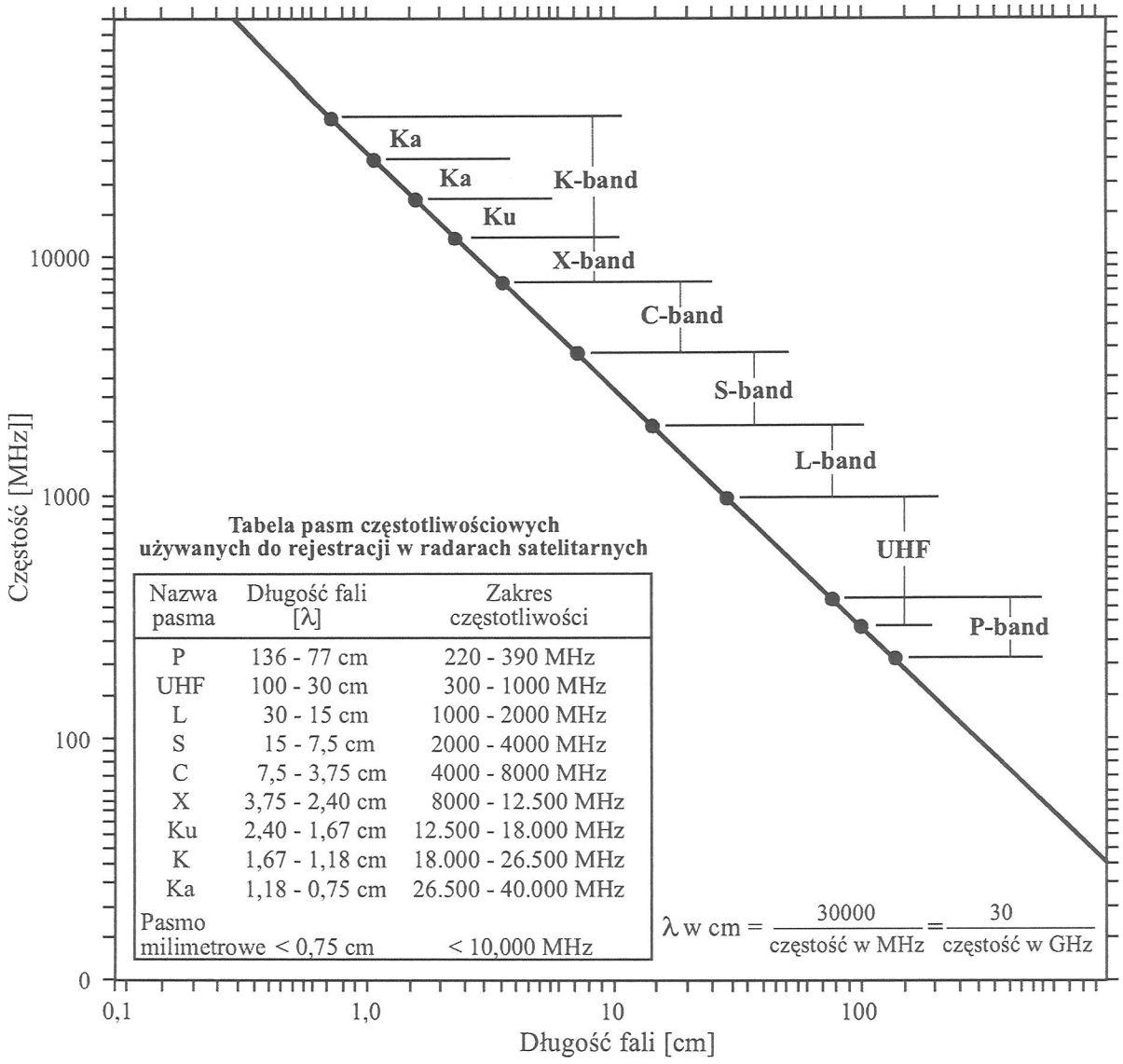


Tabela pasm częstotliwościowych używanych do rejestracji w radarach satelitarnych

Nazwa pasma	Długość fali [λ]	Zakres częstotliwości
P	136 - 77 cm	220 - 390 MHz
UHF	100 - 30 cm	300 - 1000 MHz
L	30 - 15 cm	1000 - 2000 MHz
S	15 - 7,5 cm	2000 - 4000 MHz
C	7,5 - 3,75 cm	4000 - 8000 MHz
X	3,75 - 2,40 cm	8000 - 12.500 MHz
Ku	2,40 - 1,67 cm	12.500 - 18.000 MHz
K	1,67 - 1,18 cm	18.000 - 26.500 MHz
Ka	1,18 - 0,75 cm	26.500 - 40.000 MHz
Pasmo milimetrowe	< 0,75 cm	< 10,000 MHz

$$\lambda \text{ w cm} = \frac{30000}{\text{częstość w MHz}} = \frac{30}{\text{częstość w GHz}}$$

Rys. 1. Pasma częstotliwości używane do rejestracji satelitarnych (Waite 1976)
Fig. 1. Frequency bands used for satellite radar observations (Waite 1976)

Natężenie harmonicznego pola elektrycznego, którego pomiar w systemie radarów satelitarnych jest przetwarzany na obraz powierzchni Ziemi, jest opisane zależnością:

$$E = E_0 \, e^{-\alpha R} \cos(\omega t + \beta R + \phi_H)$$

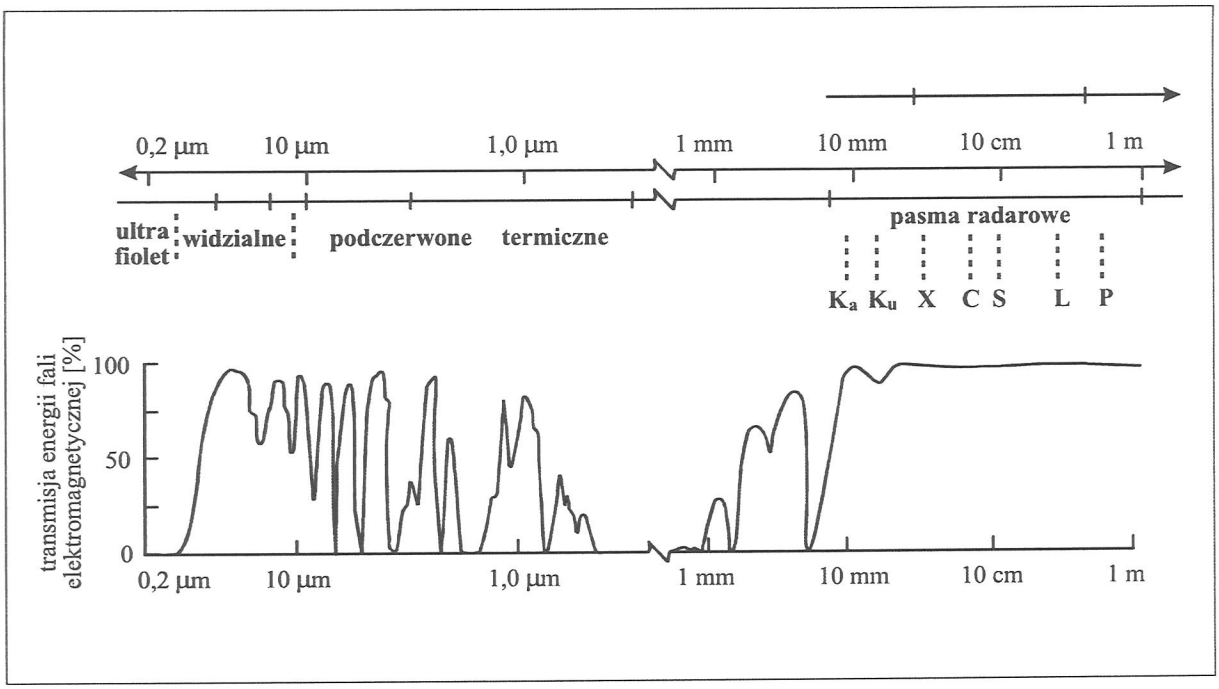
gdzie E_0 – amplituda drgań harmonicznych, ω – częstotliwość fali radarowych, β – liczba falowa, R – odległość, Φ_H – faza początkowa, α – współczynnik tłumienia fali elektromagnetycznej, który ma postać:

$$\alpha = \frac{2\pi\sqrt{0.5\,\sqrt{1+tg\Delta}-}}{\lambda}$$

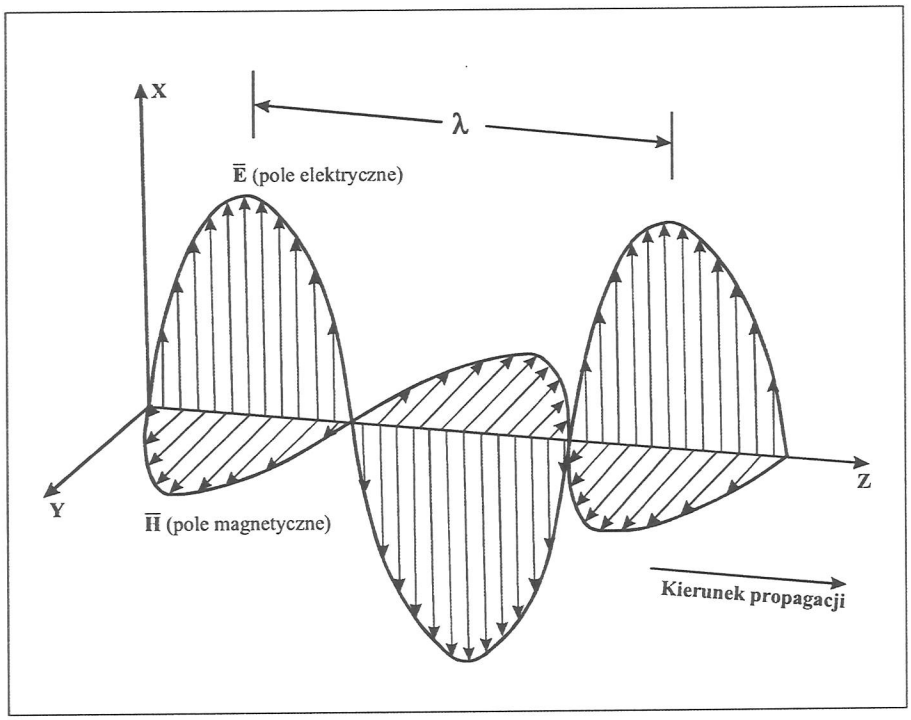
a więc zależy od tzw. kąta stratności Δ mającego postać:

$$tg\Delta = \frac{\sigma}{\omega\varepsilon}$$

gdzie: σ – przewodność elektryczna ośrodka, ε – względna przenikalność dielektryczna.



Rys. 2. Wpływ atmosfery na transmisję fal elektromagnetycznych w różnych zakresach częstości (NASA 1989)
Fig. 2. The influence of atmosphere on transmission of electromagnetic waves in different frequency bands (NASA 1989)



Rys. 3. Oscylacje wektorów natężenia pola elektrycznego i magnetycznego w fali radarowej
Fig. 3. Oscillations of electrical and magnetic intensity vectors in radar wave

Z równania tego wynika, że przenikalność dielektryczna ε odgrywa istotną rolę w sposobie rozprzestrzeniania się fal elektromagnetycznych. Jeżeli bowiem fala elektromagnetyczna napotka na swej drodze granicę, na której następuje skok współczynnika ε_C, gdzie:

$$\varepsilon_c = \varepsilon - \frac{j\sigma}{\omega}$$

to na tej granicy część energii falowej odbija się pod kątem równym kątowi padania, a część przechodzi do ośrodka zgodnie z prawem Snelliusa. Stosunek energii odbitej do energii przechodzącej można określić za pomocą współczynnika odbicia:

$$\Gamma = \frac{\eta_c - \eta_o}{\eta_c + \eta_o}$$

gdzie: $\eta_c = \sqrt{\frac{\mu_c}{\varepsilon_c}}$, μ_c przenikalność magnetyczna ośrodka, od którego następuje odbicie,

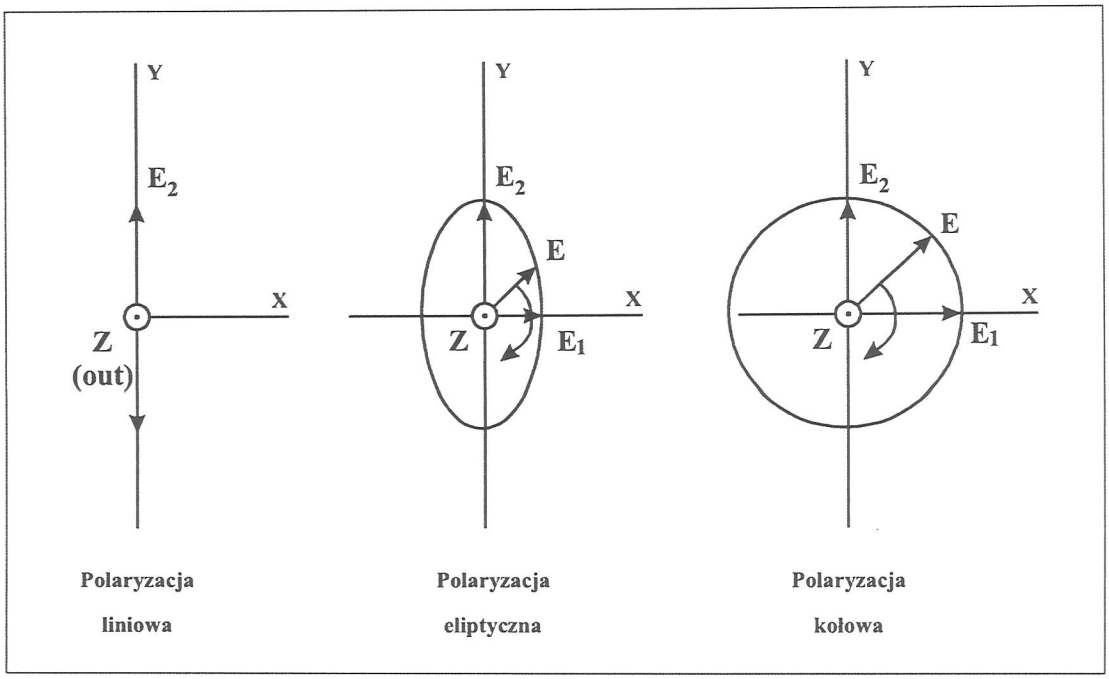
$\eta_0 = \sqrt{\frac{\mu_o}{\varepsilon_o}}$ współczynnik charakteryzujący ośrodek, w którym propaguje fala.

Fale radarowe wysyłane z użyciem systemu satelitarnego mogą być spolaryzowane na trzy sposoby, jak to pokazano na rysunku 4. Rejestracja określonej składowej tej fali (np. pionowej i poziomej) pozwala na uzyskanie dodatkowych informacji o strukturze wycinka badanej powierzchni Ziemi.

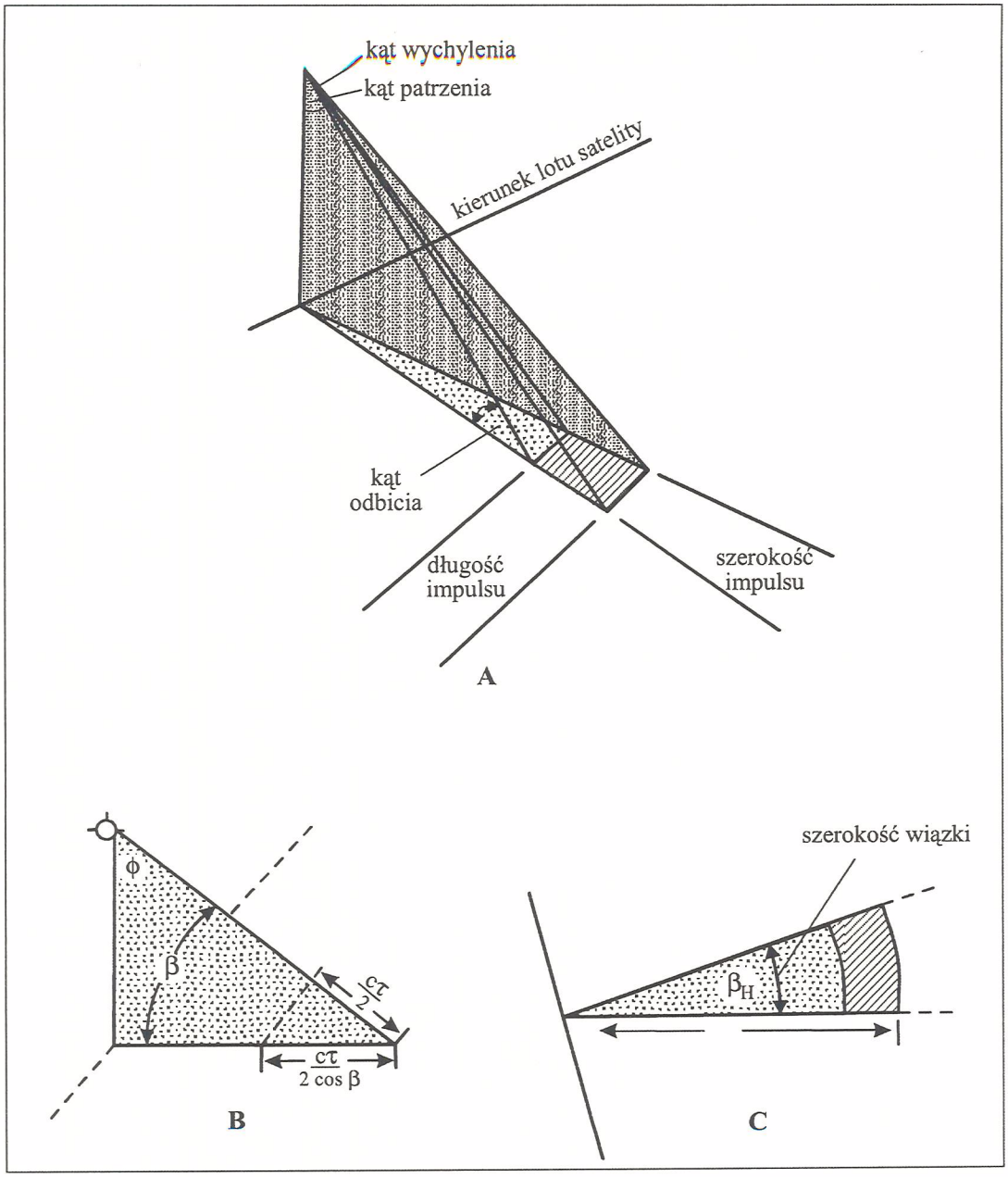
3. Systemy satelitarnej rejestracji radarowej

Satelitarne pomiary radarowe polegają na wysyłaniu impulsu w postaci fali radarowej z satelity, w ten sposób, aby oświetlił on scenę (ograniczony obszar powierzchni Ziemi), i zarejestrowaniu impulsu rozproszonego przez scenę. Jeżeli używa się satelitarnych systemów z antenami monostatycznymi, to ta sama antena może służyć jako źródło fali radarowej i jej odbiornik. Istotnym elementem, który wpływa na sposób tworzenia obrazów radarowych, jest długość fali radarowej używanej do rejestracji satelitarnej.

Na potrzeby geologiczne i geodezyjne używa się radarów z bocznym wybieraniem (side looking radar), których schemat konstrukcyjny jest przedstawiony na rys. 5.

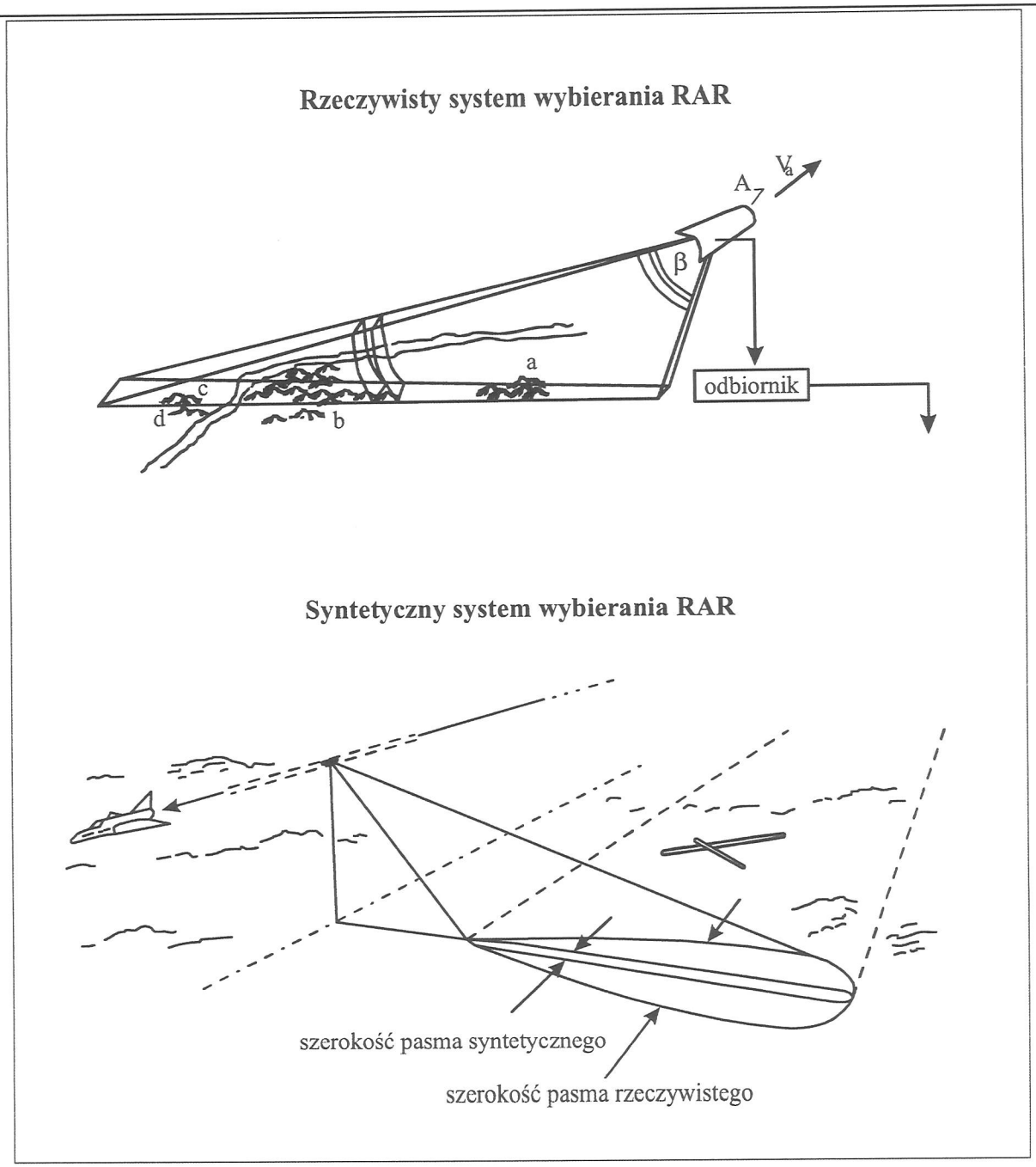


Rys. 4. Różne sposoby polaryzacji satelitarnej fali radarowej (Waite 1976)
Fig. 4. Different kinds of polarisation in satellite radar waves (Waite 1976)



Rys. 5. Sposób oświetlenia powierzchni Ziemi
Fig. 5. Lighting up of Earth surface from radar satellite

W takim systemie pomiarowym antena umieszczona na platformie satelitarnej porusza się ruchem kołowym w kierunku prostopadłym do kierunku ruchu satelity w zakresie ograniczonym kątami: maksymalnym i minimalnym. Impuls radarowy, który trwa bardzo krótki czas τ, oświetla scenę o rozmiarach zależnych od rozmiaru anteny, wysokości satelity nad powierzchnią Ziemi i długości fali radarowej. Fala radarowa rozproszona przez scenę w kierunku satelity jest przez system rejestrowana i zapamiętywana. Istnieją dwa sposoby rejestracji tak



Rys. 6. Rzeczywiste i syntetyczne systemy wybierania w obserwacjach radarowych
Fig. 6. Real and synthetic way of aperture systems

rozproszonej fali. Pierwszy z nich, Rzeczywisty System Wybierania (Real Aperture Radar) RAR, pozwala na rejestrację obrazu ze scen o zmieniającym się rozmiarze, zarówno jego zwiększającej się długości, jak i jego szerokości, które to zmiany są wynikiem zmiany kąta patrzenia promieni radarowych (rys. 5 i 6).

W drugim systemie rejestracyjnym, zwanym Syntetycznym Systemem Wybierania (Synthetic Aperture System) SAR, szerokość sceny jest stała, mimo zmiany odległości pomiędzy satelitą a oświetlaną przez niego powierzchnią. System SAR wymaga instalacji nowoczesnego systemu informatycznego, pozwalającego na regulowanie szerokości wiązki w funkcji kąta patrzenia. W dalszych rozważaniach będziemy analizować jedynie własności systemu SAR. Trzeba zwrócić uwagę na to, że wielkość powierzchni oświetlenia takim systemem jest zależna od kąta patrzenia (rys. 7). Dla elementów pionowych rośnie wówczas strefa cienia, który zaznacza się na obrazie w postaci czarnych plam.

Ruch satelity w stosunku do powierzchni Ziemi powoduje powstanie zjawiska Dopplera. W przypadku satelitarnych obserwacji radarowych efekt ten oznacza przesunięcie widma obserwowanych sygnałów – w tym kierunku, w którym odbywa się ruch satelity – o tzw. częstość dopplerowską, równą:

$$f_{dopl} = \frac{2v_R}{\lambda}$$

gdzie: v_R jest względną prędkością satelity wzdłuż profilu, λ – długością fali radarowej.

Jeżeli wiązka radarowa ma szerszy zakres obserwacyjny, to efekt Dopplera jest przybliżany za pomocą pasma:

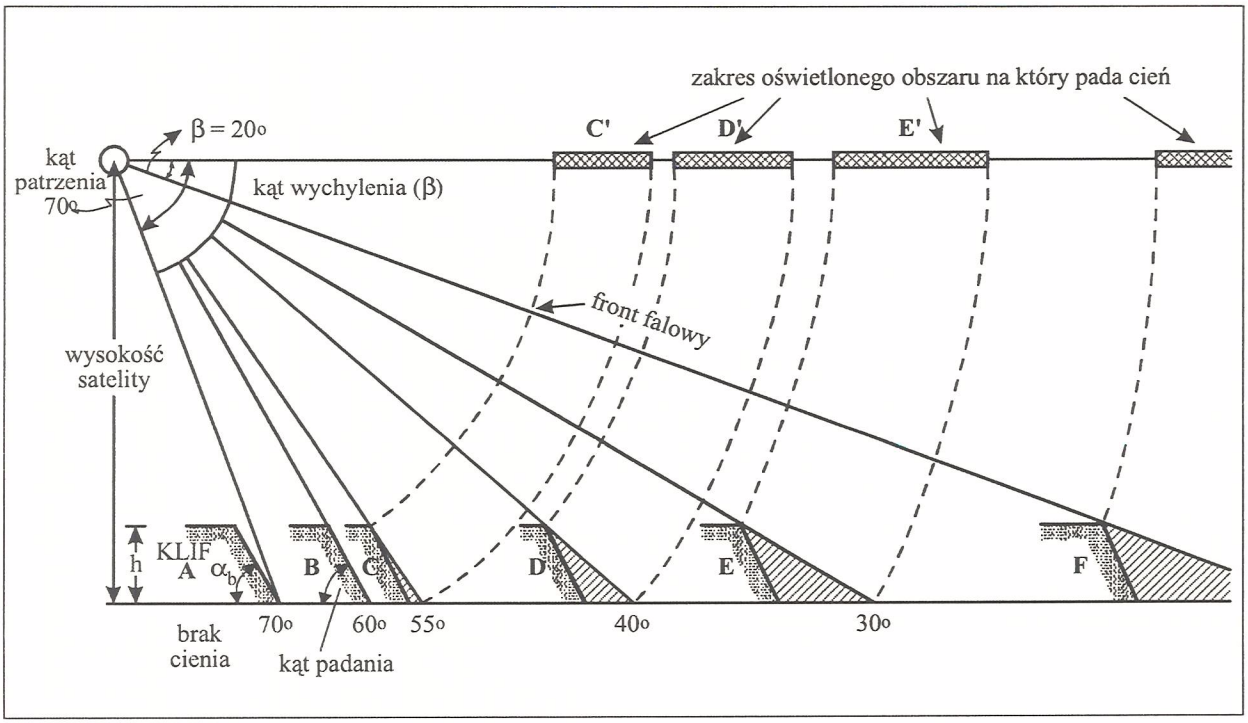
$$B_{dopl} = \beta\, f_{dopl}$$

gdzie β – zakres zmienności kątów obserwacyjnych.

Można pokazać (Jin i inni 1993, Raney i inni 1994), że widmo sygnału radarowego można przedstawić za pomocą wzoru:

$$F(\omega_x, y) = Ca(-\frac{R\omega_x}{2k}) p(y - R_\omega(\omega_x)) \exp(-jb'(y - R_\omega(\omega_x))^2 \exp(-j2kR(1 - \frac{\omega_x^2}{4k^2})^{\frac{1}{2}})$$

gdzie: ω_x – pseudoczęstość obrazu mierzona w kierunku lotu satelity (miarą jest $\frac{2\pi}{l}$, gdzie l - długość), C – stała zespolona zależna od własności systemu rejestracyjnego, $k = \frac{2\pi}{\lambda}$, p – obwiednia rejestrowanego impulsu



Rys. 7. Zależność długości obszaru rejestracji i obszaru zacienionego od kąta patrzenia w systemie SAR
Fig. 7. The length of lighting up area and area in shadow independence on indication angle

$$R_{\omega}(\omega_k) = \frac{R}{(1-\frac{\omega_x^2}{4k^2})^{\frac{1}{2}}}, \quad \frac{1}{b'} = \frac{1}{b} + \frac{R\omega_x^2}{4k^3(1-\frac{\omega_x^2}{4k^2})^{\frac{3}{2}}}$$

b - częstość impulsu radarowego). Dzięki takiej reprezentacji rozproszonego sygnału radarowego, można efekt Dopplera eliminować z zarejestrowanego obrazu.

4. Struktura obrazu radarowego

Wielkość powierzchni sceny oświetlonej w trakcie tworzenia obrazu zależy od apretury systemu oświetlającego, a więc od długości anteny używanej w procesie pomiarowym, jak również od długości fali radarowej używanej do oświetlania. Dla przykładu, satelita ERS-3, operujący za pomocą fali radarowej o długości 5,7 cm, oświetla powierzchnię 26x28 m. Fala radarowa, odbita od takiego obszaru i zarejestrowana przez antenę odbiorczą, jest zamieniana na impuls elektryczny, którego moc zależy zarówno od gęstości mocy fali oświetlającej, jak również od sposobu odbicia fali radarowej od sceny. Możemy opisać moc fali oświetlającej zależnością:

$$P = \frac{P_r G_r}{4\pi R_T^2}$$

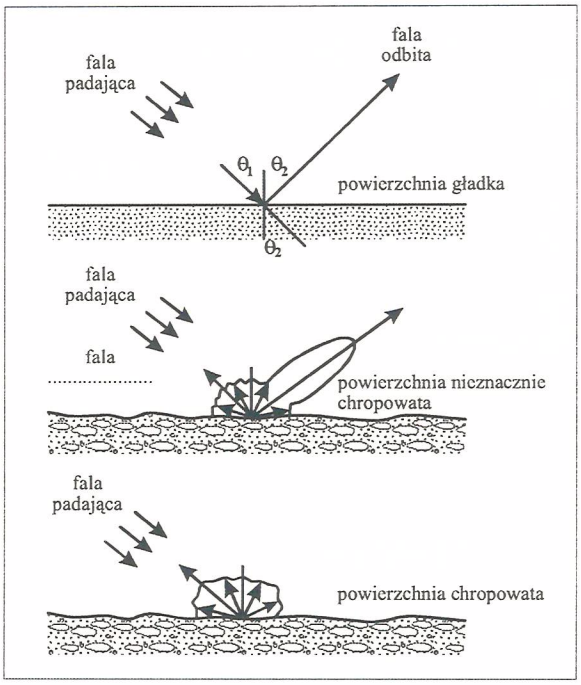
gdzie: P_r - moc źródła, R_T - odległość pomiędzy źródłem oświetlenia a sceną, G_r - wzmocnienie sygnału w rezultacie ogniskowania wiązki.

Fala oświetlająca może być od sceny odbita lub przez nią rozproszona, w zależności od własności odbijających powierzchni. Na rysunku 8 pokazano różne sposoby oddziaływania powierzchni Ziemi na padającą falę radarową. Dwa rodzaje reakcji są istotne - jej odbijanie pod kątem padania i rozpraszanie w kierunku rejestratora. Istotną cechą transformacji sceny na obraz jest jej liniowość, gdyż możemy opisać ją uogólnionym procesem gaussowskim. Przyjmuje się, że współczynniki odbicia w różnych częściach sceny $\Gamma(x, R)$ spełniają zależność:

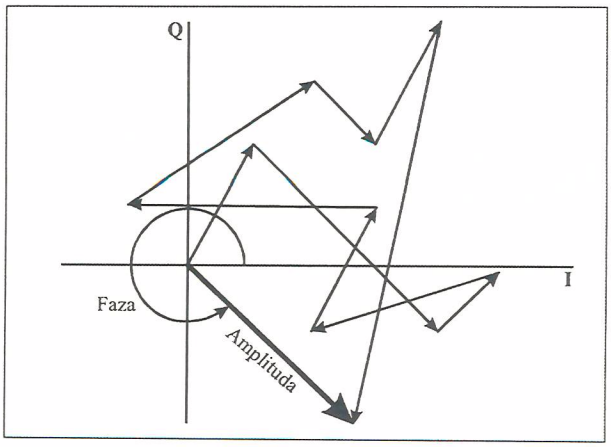
$$E(\Gamma(x,R), \Gamma(x',R')) = (\Gamma(x,R)^2\ \delta(x-x')\ \delta(R-R')$$

gdzie: E – wartość spodziewana, δ – delta Diraca, x – położenie punktu na scenie, R - odległość pomiędzy źródłem a sceną.

Budowanie odpowiedzi systemu pomiarowego w postaci impulsu pola elektro-magnetycznego pokazano na rysunku 9.



Rys. 8. Odbicia od powierzchni o różnym stopniu chropowatości (Travett 1986)
Fig. 8. Reflection from the surfaces with different level of roughness (Travett 1986)



Rys. 9. Sposób dodawania natężenia pola georadarowego odbitego od elementów powierzchni sceny
Fig. 9. The method of adding of reflections intensity

Jeżeli w momencie t każdy element sceny tworzy wektor elektromagnetyczny, który będzie odebrany przez system o amplitudzie a_i i fazie ϕ_i, to natężenie pola zarejestrowanego jest proporcjonalne do wektora całkowitego, powstałego z sumowania wektorów składowych.

Jeżeli charakterystyka czasowa impulsu jest opisana funkcją $P(t)$, a f_{Γ_i} to gęstość rozkładu czasowego współczynników odbicia, to:

$$\Gamma_i(t) = f_{\Gamma_i} * P(t) = \int_0^T f_{\Gamma_i}(t') P(t-t')\, dt'$$

gdzie T - czas trwania impulsu.

Charakterystyka odbiorcza radaru ma postać:

$$P_R = \frac{P_r G_r^2 g^2(\Theta_\sigma, \phi_\sigma)\lambda^2 C_R}{(4\pi)^3 R^4 L}\sigma$$

gdzie: g – charakterystyka odbiorcza anteny rejestrującej fale radarowe, L – długość anteny odbiorczej, σ – wielkość powierzchni sceny, C_R – specjalny współczynnik korekcyjny zależności mocy sygnału odebranego P_R od odległości R.

W tym równaniu na szczególną uwagę zasługuje bardzo intensywny zanik mocy sygnału odebranego z odległością, bo maleje on aż z czwartą potęgą tej odległości.

Sygnał radarowy, zarejestrowany przez satelitarny system radarowy w wyniku oświetlenia sceny, jest zamieniany w sygnał numeryczny i jest dalej zwany pikselem. Obraz radarowy jest więc zbudowany z pikseli, co nie oznacza, że rozdzielczość w obrazie nie zależy od struktury obrazu, jak to pokazano na rysunku 10. Konkretnie, jeżeli pomiędzy dwoma pikselami o dużych wartościach jest piksel o małej wartości, to rozdzielczość jest dwa razy większa niż gdy pomiędzy małymi wartościami występuje wartość duża.

Duża rozdzielczość zdjęć radarowych ma negatywny aspekt. Jest nim plamistość obrazu. Plamki pojawiające się na obrazie utrudniają jego interpretację. Aby wyeliminować ten efekt, stosuje się technikę zwaną tworzeniem zwiększonej liczby niezależnych spojrzeń. Polega to na sumowaniu obrazów przesuniętych o określony odcinek.

Liczba niezależnych spojrzeń, jak to pokazano na rysunku 11, jest stosunkiem apretury systemu rejestracji radarowej do odcinka, na który następuje przesunięcie. Sumowanie obrazów uzyskanych z kilku spojrzeń powoduje, że jakość obrazu ulega poprawie, znika jego plamistość kosztem zmniejszenia rozdzielczości.

5. Wykorzystanie obrazów radarowych w geodezji

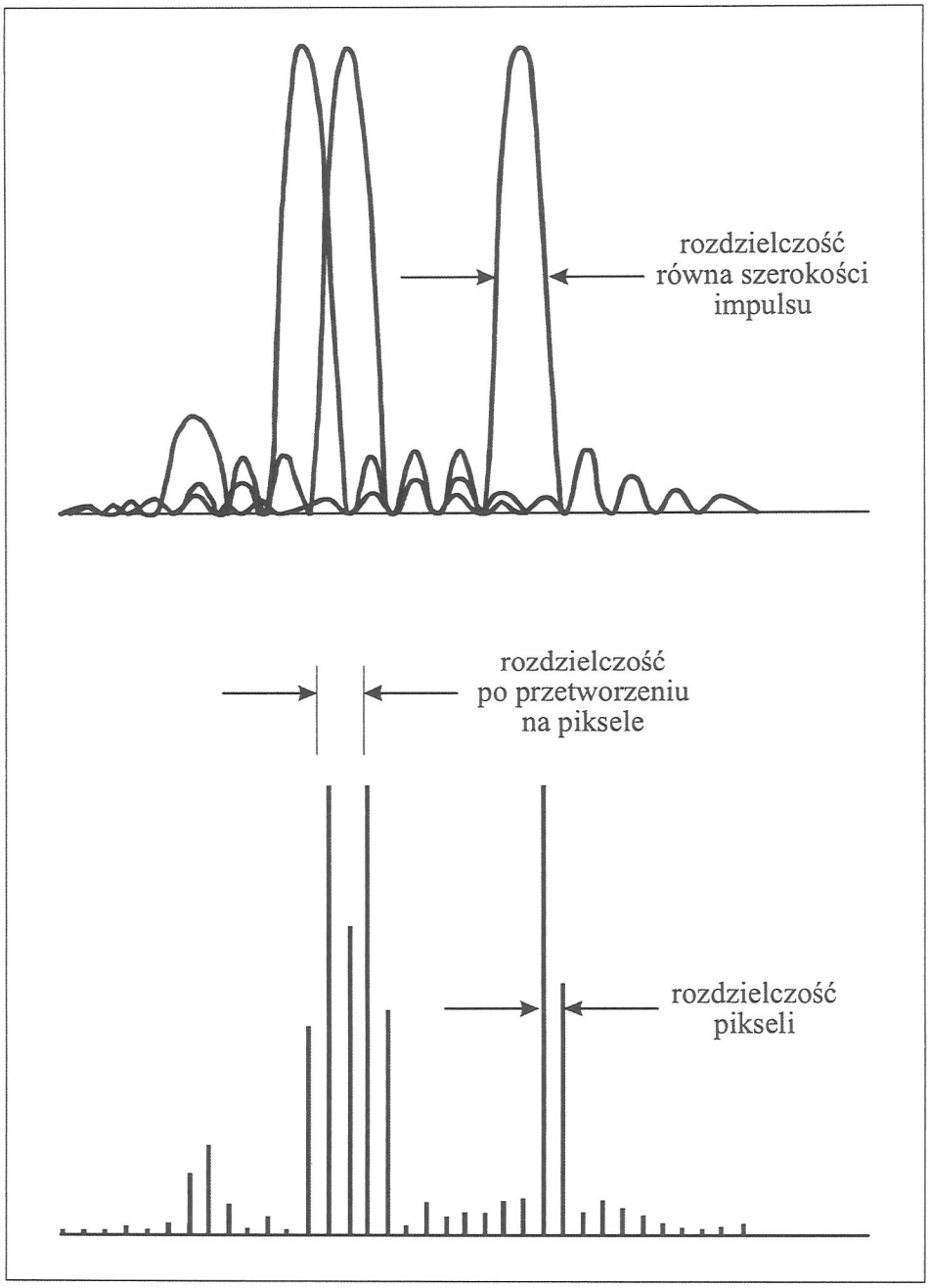
Wykorzystanie satelitarnych obrazów radarowych do tworzenia map powierzchni Ziemi i jego obrazów stereoskopowych oraz nanoszenie na te mapy obiektów przemysłowych i wojskowych z odtworzeniem rozmiarów tych obiektów jest tak stare, jak długa jest historia obserwacji satelitarnych. W wykorzystywaniu radarowych obserwacji satelitarnych do tych celów korzysta się z rozwiązań, które zostały opracowane przy tworzeniu obrazów w widzialnym paśmie. Rozległa wiedza dotycząca radiogrametrii (fotogrametria satelitarna) może być reprezentowana przez takie pozycje, jak Marcer i inni 1989, Leberl 1990, Schreier 1993.

W tym opracowaniu pokażemy jedynie podstawowe elementy metodyczne w geodezyjnym opracowywaniu satelitarnych obrazów radarowych. Jednym z nich jest przyporządkowanie każdemu elementowi obrazu jego współrzędnych geograficznych X, Y, Z.

Do tego celu można wykorzystać dane dodatkowe, takie jak:

- dane z systemu kontroli lotu satelity, a więc położenie w przestrzeni (w specjalnym systemie odniesienia) zależności x od t, czyli zależności położenia satelity na profilu od czasu,
- numeryczny model geoidy lub cyfrowy model zmian wysokości punktów powierzchni Ziemi (Digital Evaluation Model) DEM,
- układ punktów kontrolnych. Na przykład satelita ERS ma układ takich punktów kontrolnych, które dają dokładność lokalizacji do 1 m.

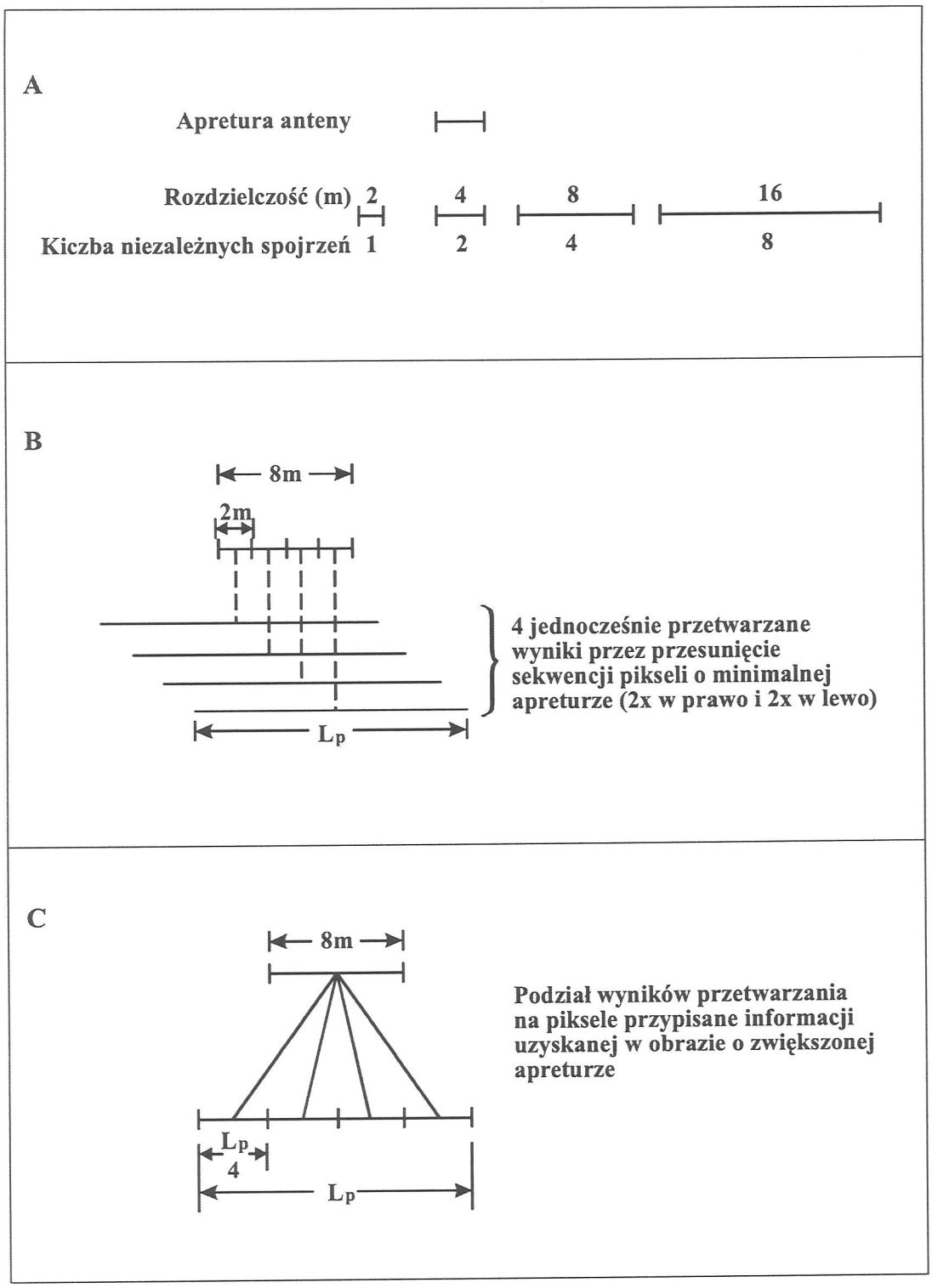
W zależności od konstrukcji systemu lokalizacji można zbudować system estymacji położenia każdego elementu obrazu poprzez iteracyjny system transformacji układu współrzędnych kontroli lotu satelity (X, t) na współrzędne X, Y, Z, z wykorzystaniem danych o wartości geoidy odpowiadającej konkretnej wartości X, Y lub DEM. Można również oprzeć się na sieci punktów kontrolnych i zrezygnować z danych uzyskanych



Rys. 10. Rozdzielczość zdjęcia zależy od rozkładu pikseli
Fig. 10. Resolution of imagine depends on the distribution of pixels

z systemu kontrolnego.

Innym możliwym wykorzystaniem obrazów radarowych jest tworzenie obrazów stereograficznych Do tworzenia takich obrazów wykorzystuje się radarowe przedstawienia badanych obszarów nakładające się na siebie. Dzięki takim rejestracjom istnieje możliwość wyznaczania zmian paralaksy elewacji wysokościowych na powierzchni Ziemi (Levine 1960).

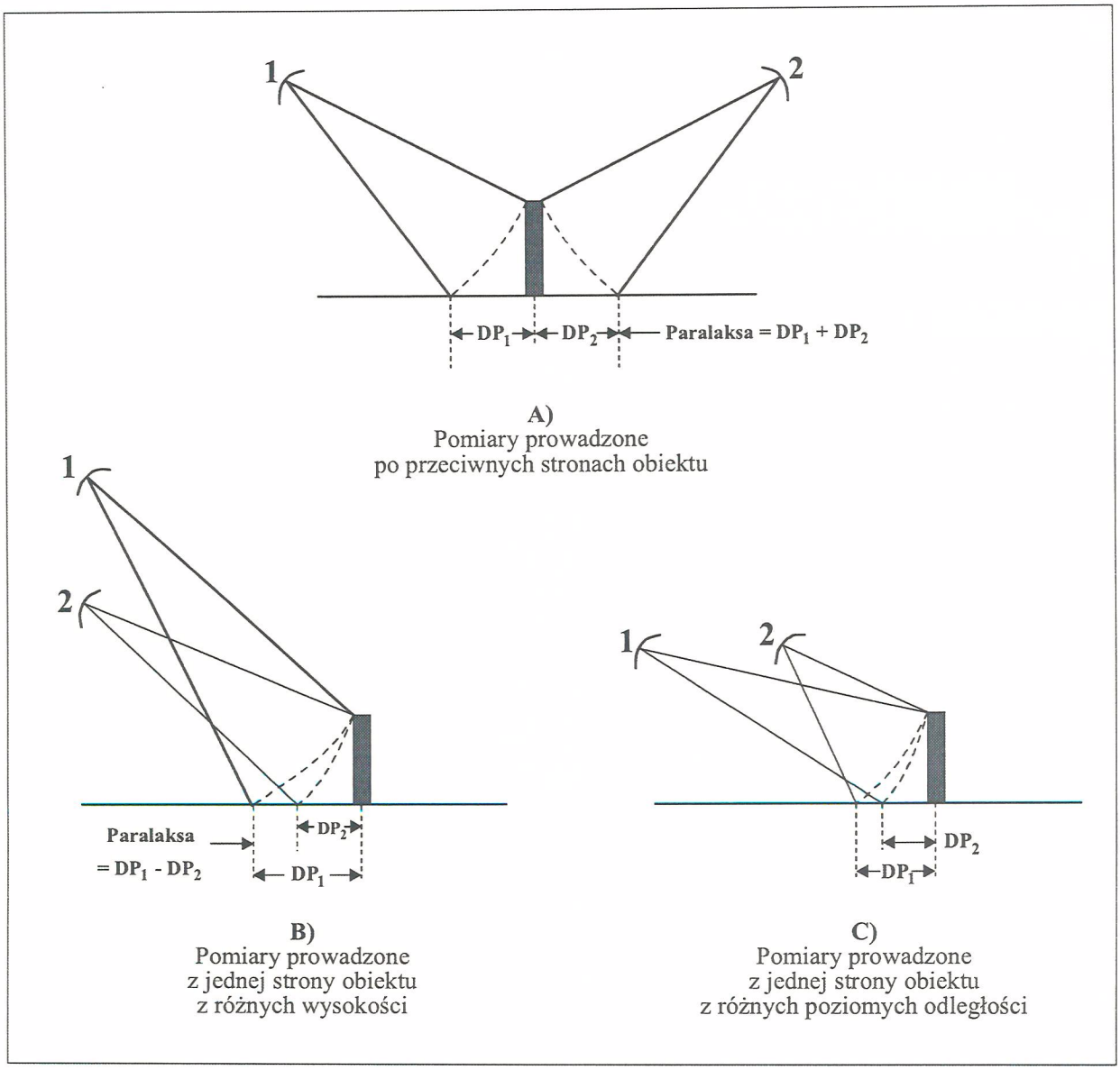


Rys. 11. Eliminacja plamistości obrazu metodą wielokrotności niezależnych spojrzeń (Ulaby et all 1982)
Fig. 11. Elimination of pickling of the imaging by overlooking (Ulaby et all 1982)

Na rysunku 12 przedstawiono trzy możliwe sposoby wyznaczania zmian paralaksy w zależności od położenia satelity w dwu kolejnych obrazach, (oznaczonych znaczkami *R1* i *R2*) w stosunku do pionowego obiektu na jego powierzchni. Jeżeli pomiary są prowadzone z dwu różnych stron obiektu, to jego wysokość h można wyznaczyć z zależności:

$$h = H - \sqrt{\frac{H^2 - 2pG_{R1}G_{R2}}{b}} \qquad G_r = \frac{H}{\tan\beta_2} - \frac{H}{\tan\beta_1}$$

gdzie: H – wysokość satelity nad poziomem morza, p – paralaksa radarowa wyznaczona tak, jak to pokazano na rysunku 12, β_1, β_2 – najmniejszy i największy kąt padania promienia radarowego na obszar przedstawiony na obrazie, b – odległość pomiędzy nadirem dwu położeń satelity.



Rys. 12. Systemy pomiarów geodezyjnych dla określenia zmian paralaxy
Fig. 12. The measurement set for determination of parallaxes

Jeżeli obserwacje zmian paralaksy prowadzi się z jednej strony, to wysokość obiektu aproksymuje się prostszym wzorem:

$$h = \frac{p(G_R}{\Delta H}$$

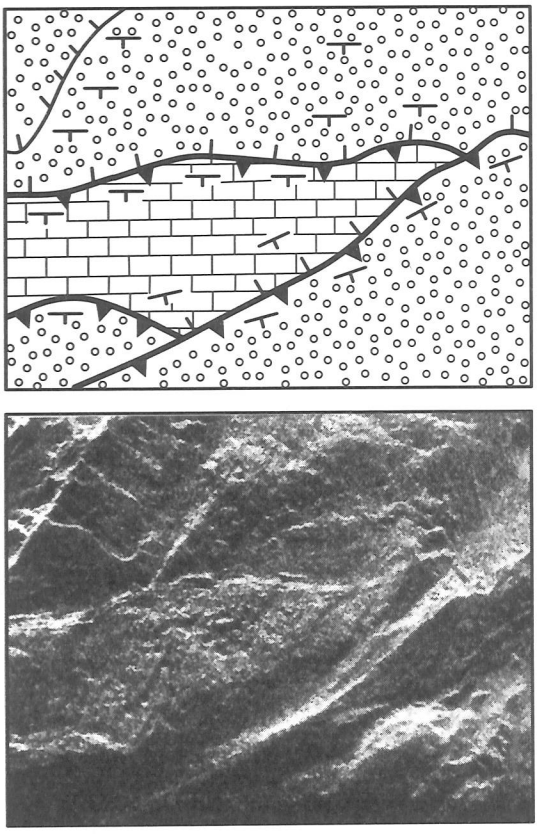
gdzie: ΔH – różnica w położeniach satelity w czasie wykonywania zdjęć, z których liczy się paralaksę , G_R – pozioma odległość na Ziemi pomiędzy rzutem satelity na powierzchnię Ziemi a badanym obiektem.

Opracowano system wizualizacji stereograficznej wykorzystujący omówioną powyżej informację pomiarową, która zawiera opcje pozwalające na dopasowanie wyników stereograficznych do doświadczenia operatora systemu i wielkości znanych z punktów kontrolnych.

6. Badania geologiczne oparte na analizie satelitarnych obrazów radarowych

Satelitarne badania radarowe są szczególnie wrażliwe na zmiany ondulacji badanej powierzchni rzędu dziesiątków centymetrów. Okazuje się, że zmiany powierzchni, powstałe na skutek istnienia określonej budowy tektonicznej, są w radarowych badaniach satelitarnych widoczne znacznie wyraźniej, niż ma to miejsce w przypadku zdjęć otrzymanych za pomocą fal w zakresie widzialnym. Ponieważ własności dielektryczne materiału budującego powierzchnię Ziemi decydują o własnościach refleksyjnych fal radarowych, więc na satelitarnych obrazach radarowych można wydzielić strefy o zwiększonym zawodnieniu. Dlatego można wykorzystać obrazy radarowe do geologicznego rozpoznania strukturalnego, a więc takiego, w którym struktura topografii powierzchni Ziemi jest wynikiem budowy geologicznej. Wreszcie zróżnicowanie przenikalności dielektrycznej różnych skał daje możliwości wykorzystania obrazu radarowego do rozpoznania litologicznego skał, szczególnie takich, jak skały wulkaniczne lub osadowe.

Na rysunku 13 przedstawiono obraz radarowy z rejonu jeziora Paniani na Jawie w Indonezji i jego model geologiczny. Jest to rzadki przypadek, gdy na podstawie satelitarnego obrazu radarowego można rozpoznać obecność uskoku ze zrzutem prostopadłym do osi głównych struktur geologicznych. Najczęściej nie można takiego uskoku rozpoznać z powodu braku kontrastu we własnościach dielektrycznych pomiędzy przesuwającymi się blokami skalnymi. W przypadku przedstawionym na rysunku część wyniesiona uskoku została zerodowana i wytworzyła się warstwa o innych własnościach dielektrycznych niż takie własności w warstwie zasadniczej. Dzięki temu można było odtworzyć model geologiczny w badanym rejonie. Na rysunku 14 przedstawiono obrazy powierzchni zbudowanych ze skał węglanowych i wulkanicznych. W pierwszym przypadku skały te budują raczej drobną strukturę obrazu z liniami tektonicznymi i skutkami krasowej erozji. W przypadku skał wulkanicznych powierzchnia jest wyraźnie zróżnicowana - istnieją stożki wulkaniczne i doliny, wynik



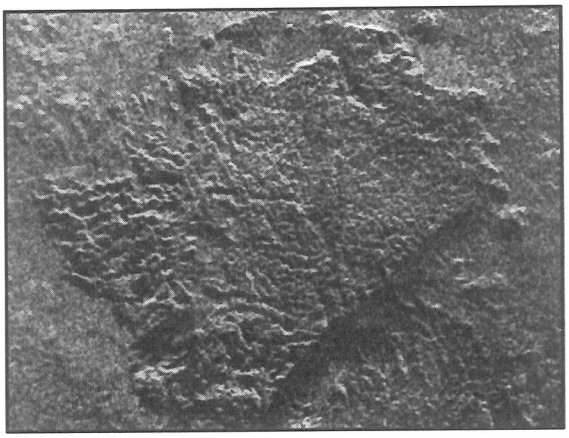
Rys. 13. Satelitarny obraz radarowy i jego model geologiczny pozwalający rozpoznać uskok zrzucony w rejonie jeziora Paniai, Jawa, Indonezja (Sabins 1983)

Fig. 13. Satellite radar imaging and its geological model allowing to locate through fault in region of Pantiai, Jawa, Indonezja (Sabins 1983)

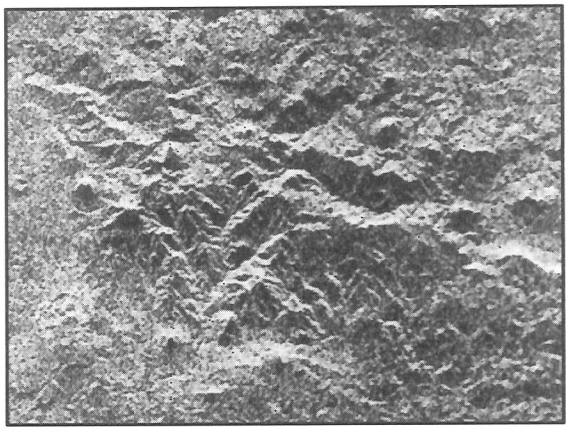
niejednorodnego stygnięcia lawy.

Istnieją liczne przykłady wykorzystania satelitarnych obrazów radarowych do studiów geomorfologicznych. Dotyczy to zarówno sposobu formowania morfologii powierzchni Ziemi, który jest rezultatem przestrzennego i czasowego rozwoju procesów geologicznych, klimatycznych, rozwoju szaty roślinnej, jak również skutków zjawisk katastroficznych, takich jak trzęsienia Ziemi lub erupcje wulkaniczne.

Również zdjęcia radarowe są wykorzystywane w hydrologeologii. Dzięki dielektrycznym własnościom wody, obrazy radarowe mogą wskazywać na położenie zbiorników wody podziemnej oraz ruchy tych wód.



Obszary węglanowe



Obszary wulkaniczne

Rys. 14. Obrazy radarowe w obszarach zbudowanych ze skał węglanowych i wulkanicznych (Sabins 1983)
Fig. 14. The radar imagines from the regions formed of limestone and volcanic rocks (Sabins 1983)

7. Satelitarna interferometria radarowa

Z obrazów radarowych można wydobyć informacje o bardzo niewielkich ruchach pionowych obszarów przedstawionych na tych obrazach. Takie informacje można otrzymać z obrazów interferometrycznych. Obrazy takie powstają poprzez sumowanie wyników rejestracji radarowych, przeprowadzonych z tego samego miejsca w różnym czasie.

Na rysunku 15a przedstawiono różnice w strukturze pola falowego, które są rezultatem powstania zmian w położeniu powierzchni odbijającej.

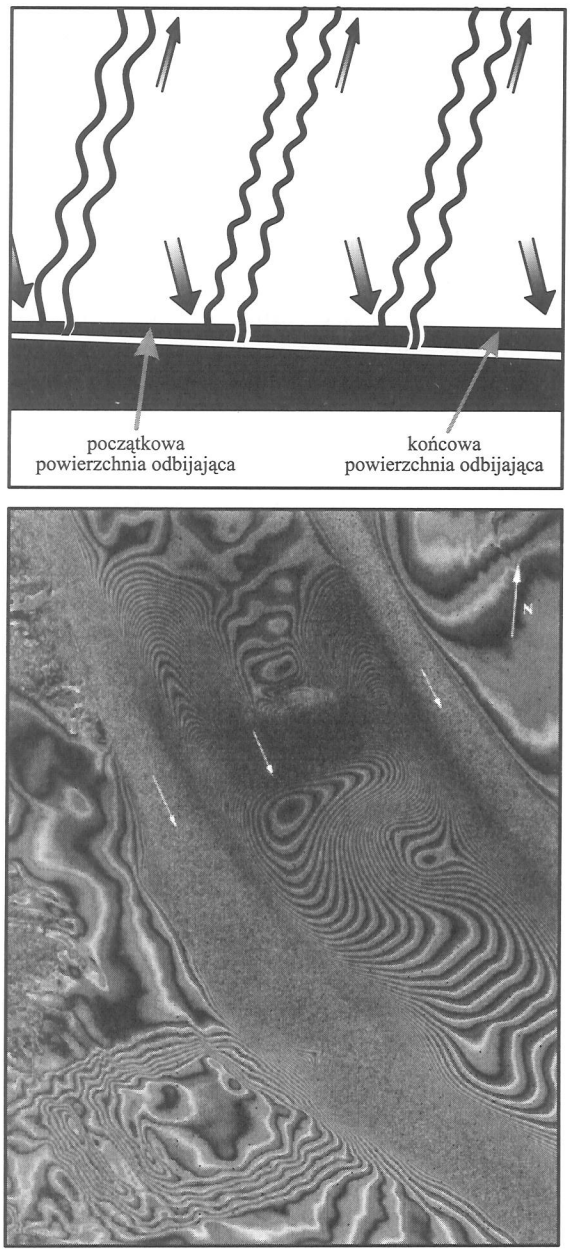
Jeżeli ta powierzchnia przesunie się w kierunku pionowym o połowę długości fali, to odbita monochromatyczna fala radarowa jest w fazie przeciwnej w stosunku do fali powstałej z odbicia od powierzchni odbijającej przed przesunięciem. Dodanie takich zapisów, jeżeli inne czynniki wpływające na strukturę obrazu są takie same, daje wartości zerowe. Z drugiej strony, jeżeli pionowe przesunięcie pomiędzy powierzchniami odbijającymi w czasie, jaki upłynął pomiędzy kolejnymi satelitarnymi zdjęciami radarowymi, jest równe całej długości monochromatycznej fali radarowej, to w rezultacie sumowania zdjęć powstaje wzmocnienie, wynikające z sumowania amplitud odbijających się fal radarowych. Każde inne przesunięcie pomiędzy położeniem powierzchni odbijających daje w wyniku sumowania obrazów radarowych wartości zawarte pomiędzy powyżej omówionymi wartościami maksymalnymi. W rezultacie obrazy interferencyjne, powstałe w wyniku sumowania obrazów radarowych, mają strukturę prążkową. Położenie prążków na obrazie interferometrycznym i jego intensywność mogą być transponowane na wielkość przesunięć powierzchni odbijającej, a nawet na prędkość ruchu powierzchni odbijającej.

Takie informacje są szczególnie użyteczne w rejonach, gdzie występują trzęsienia Ziemi, erupcje wulkaniczne, jak również ruchy lodowców, przesunięcia dużych wydm, itp.

Dokładność i rozdzielczość obrazów interferometrycznych zależy od dokładności lokalizacji położenia satelity podczas dwu kolejnych zdjęć radarowych, długości

fali radarowej i powtarzalności parametrów, które trzeba ustalić w czasie wykonania zdjęcia.

Na rysunku 15b pokazano obraz interferometryczny, z którego można było ocenić prędkość ruchu mas lodowych na Antarktydzie na 390 m w ciągu roku.



Rys. 15. Obraz interferometryczny części lodowca Rutford the Streom Antarctica (Goldstein 1993)
Fig. 15. The interferiometric imagines of the part of Rutford glacial, Streom Antarctica (Goldstain1993)

Bibliografia

Blom R. G., Schenek L. E., Alley R. E., 1985: *What are the best radar wavelength incidence angles and polarization for geological applications? A statistical approach.*

Digest of 1985 IEEE International Geosciences and Remote Sensing Symposium Anberst MA, 659-664.

Brown S. R., Sholz C. A., 1985: *Broad bandwidth study of the topography of matural rock surfaces Jour.* Geophys. Research 90; 12, 575-582.

Curlander J. N., McDonough R. N., 1991: *Synthetic Aperture Radar. Systems and Signal Processing*, John Wiley and Sons, N.Y. 647 p.

Dekker F., Balkwill H., Slater A., Herner R., Kampschuur W., 1990: *A structural interpretation of the onshore Eastern Papuan Fold Belt based on Remote Sensing and field work Petroleum Exploration in Papua New Guinea*, Carman, G.J. and Carman Z. Papua, New Guinea, 319-336.

Elachi C., 1997: *Introduction to the physics and techniques of remote sensing,* J. Wiley and Sons N.Y. 413p.

Fitch J. P., 1988: *Synthetic aperture radar.* Springer-Verlag, New York, 170p.

Kingsey S., Guegan S., 1992: *Understanding radar system,* McGraw-Hill Book Company, New York, 375p.

Goldstewin R. M., Engelhardt H., Kamb B., Frolich R. M., 1993: *Satellite radar interferometry for monitoring ice sheet motion Application to an Antarctic Ice Stream*, Science vol. 262, 1525-1530.

Henderson F. M., Lewis A. J., 1998: *Principles and applications of imaging radar*, John Wiley and Sons Inc, New York, 866p.

Jin M. Y., Hensley S., Chu A., 1993: *Spaceborne SAR processing for wide beam and large squint angle system Proceedings SPIE Areospace and Remote Sensing Conference*, vol. 1935, 13-14 April.

Long M. W., 1975: *Radar reflectivity of land and sea.* Lexington Books DC Heath and Company, Lexington MA, 366p.

Leberl F., 1990: *Radargrammetric image processing,* Artch House, Norwood, MA, 700p.

Levine D., 1960: *Radargrammetry*, Mc Graw-Hill Book Company, Inc, NewYork, NY, 330p.

Marcer B., Button P., Millot H., Karspeck M., Leberel F., 1989: *Topographic mapping from GPS-supplemented airborne radar,* Pres. Paper IGARSS 89, Vancouver.

NASA 1989 Instrument – panel report SAR Synthetic Aperture Radar (Earth Science and application Division) NASSA Headquarters Washington DC, 233p.

Perski Z., 1999: *Osiadanie terenu GZW pod wpływem eksploatacji podziemnej określane za pomocą satelitarnej interferometrii radarowej (InSAR),* Przegląd Geologiczny vol. 47, nr 2, 121-126.

Raney R. K., Runge H., Bamler R., Cumming I., Wong F., 1994: *Precision SAR processing using chirp scaling IEEE,* Transactions on Geoscience and Remote Sensing, vol. 32, no 4, 786-799.

Sabins F. F., Blom R., Elachi C., 1980: *SEASAT radar imagine of San Andreas fault*, California Amer. Assoc. Petroleum Geologists Bull. 64, 619-628.

Sabins F. F., 1983: *Geologic interpretation of space shuttle radar images of Indonesia*, Amer. Assoc. Petroleum Geologists Bull. 67, 2076, 2099 p.

Schreier G., (ed.), 1993: *SAR geocoding: data and systems* Wichman Verlag, Karlsruche, Germany, 435p.

Skolnik M. I., 1980: *Introduction to radar system*, McGraw-Hill N.Y., 648p.

Travett J. W., 1986: *Imaging radar for resources surveys*, Champman and Hall N.Y. 313.

Ulaby F. T., Moore R. K., Fung A. K., 1986: *Microwave remote sensing active and passive*, Volume 41, From thory to application Addison Wesley, Reading MA, 1065-2165.

Waite W. P., 1976: *Historical development of imaging radar system RSEMS* (remote Sensing of Electro-Magnetic Spectrum. Association of American Geographers 3(3) 1-22.

Zebker H. A., Goldsein R. M., 1986: *Topographic mapping from intermetric synthetic aperture radar observations*, Jour Geophys. Research 91, 993-999.

GEOINFORMATICA POLONICA
3 : 2001

WOJCIECH WIDACKI[1]

SYSTEMY INFORMACJI GEOGRAFICZNEJ I ICH ROLA W NAUKACH PRZESTRZENNYCH

Słowa kluczowe:

Systemy Informacji Geograficznej, klasyfikacja nauk, geografia

Abstrakt

Artykuł przedstawia zmiany, jakie pod wpływem Systemów Informacji Geograficznej zaszły w naukach przestrzennych, oraz wpływ GIS na sposób podejścia do przedmiotów badań przez przedstawicieli tych nauk. W przeciwieństwie do dawnych, szczegółowych i czasochłonnych studiów terenowych, obecna aparatura badawcza umożliwia prowadzenie automatycznych a często zdalnych pomiarów. Relacja między badaczem i przedmiotem jego badań stała się relacją pośrednią, a sama praca terenowa, jeśli jest prowadzona, trwa znacznie krócej niż dawniej. Powstał nowy wzorzec pracy naukowej.

Lokalizacja obiektów i zapis ich topologii daje nowe możliwości formalizowania i kwantyfikowania relacji przestrzennych. W przeszłości znaczenie cech przestrzennych było znacznie mniejsze. Badacz, wybierając cechy ilościowe oraz cechy przestrzenne, a pomijając jakościowe i nieprzestrzenne, dostaje inny i jakby zniekształcony w stosunku do poprzedniego obraz przedmiotu badań. Standardy postępowania naukowego, organizacja bazy danych, a także język wpływają integrująco na badaczy i na nauki, które reprezentują. Dzięki Systemom Informacji Geograficznej zmieniają się nauki przestrzenne, a także produkt finalny procesu badawczego.

GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS AND THEIR ROLE IN SPATIAL SCIENCES

Key words:

Geographical Information Systems, science classification, geography

Abstract

The paper examines changes, which have occurred in the spatial sciences under the influence of Geographical Information Systems (GIS), and also the relation between the scientist and the object of his studies. Contrary to the former detailed terrain examination, the nowadays equipment can provide the automatic and often remote measurements in the

[1]Zakład Systemów Informacji Geograficznej, Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej, Uniwersytet Jagielloński, Kraków

field. The relation between scientist and the study object has become mostly indirect. The fieldwork lasts less than before. A new paradigm of the scientific work has been created.

The object location and its topology give new possibilities to formalise and quantify spatial relations. These relations were much less recognised in the past, and now their role is more distinctive. The user choosing the quantitative and spatial features, and eliminating the qualitative and non-spatial ones, receives a picture of the studied object, which differs from that of the past. The standard procedures, database organisation, and the language are playing the integrating role for scientists using them, and for the science, which they represent. Thanks to GIS the spatial sciences and the final product are changing.

1. Wstęp

W swojej klasyfikacji nauk Immanuel Kant wyodrębnił nauki przestrzenne (chorologiczne), do których według współczesnych standardów można zaliczyć geografię, geologię, geofizykę, geodezję, biogeografię, niektóre nauki społeczne, w tym geografię społeczno-ekonomiczną, planowanie przestrzenne, a także urbanistykę. Ich pola badawcze są bardzo różne, łączy je jednak rozpatrywanie przedmiotów badań w kontekście przestrzennym. Najczęściej rozważane kwestie dotyczą rozmieszczenia obiektów w przestrzeni, ich wzajemnych oddziaływań, struktury przestrzennej, odległości, powierzchni, itp. Poszukiwanie odpowiedzi na te pytania było jednocześnie poszukiwaniem odpowiednich narzędzi. Tak powstały Systemy Informacji Geograficznej (GIS). Umożliwiają one zajmowanie się jednym z podstawowych atrybutów materii – przestrzenią. Dzięki nim różne zjawiska przyrodnicze, gospodarcze, społeczne, historyczne i inne można lepiej w kontekście przestrzennym zrozumieć i wyjaśnić. Z drugiej strony GIS wpływa na nauki, które go wykorzystują. Zanim odpowiem na zasadnicze pytanie o rolę Systemów Informacji Geograficznej w naukach przestrzennych, chciałbym odpowiedzieć na pytanie, co to jest GIS.

2. Historia i definicja Systemów Informacji Geograficznej

Systemy Informacji Geograficznej powstały jako narzędzie umożliwiające szybkie i łatwe tworzenie map oraz przetwarzanie i wizualizację danych przestrzennych, a także zarządzanie bazami danych. Początki GIS wyznaczają podejmowane na początku lat sześćdziesiątych w różnych krajach, a zwłaszcza w USA, próby automatycznej edycji i produkcji map. Pionierskie były działania Howarda Fishera, założyciela Laboratorium Grafiki Komputerowej na Uniwersytecie Harvarda w USA (Steinitz 1993). Stosunkowo wcześnie programy GIS powstały również w Polsce (Pyka, Struzik 1990, Baranowski 1991). Ponadto w USA, a następnie w innych krajach wizualizowano dane pochodzące ze spisów powszechnych (Coppock, Rhind 1991, Pachucki 1974). Powstanie GIS jest też efektem poszukiwania narzędzia ułatwiającego odpowiadanie na nurtujące społeczeństwo pytania: o zasoby naturalne, nowe tereny do zasiedlenia, obawę przed wojną i inne (Burrough, McDonnell 1998). Nazwa Systemy Informacji Geograficznej (GIS) została użyta po raz pierwszy w 1966 roku w Kanadzie jako określenie Canadian Gegraphic Information System (CGIS) dla zbioru map cyfrowych stworzonych przez Rogera Tomlinsona (Tomlinson 1967). Jednocześnie z budową podstaw GIS pojawiały się nowe możliwości zdobywania danych cyfrowych, powstawały urządzenia do ich uzyskiwania, a także określano sposoby zarządzania bazami danych.

Początkowo na macierzach danych, będących cyfrowymi zapisami map i danych statystycznych, nie przeprowadzano żadnych operacji, a celem było jedynie wykonanie matryc drukarskich. Komputer pełnił więc rolę maszyny do powielania (Calkins, Marble, 1987; Widacki 1996). Dziś możliwości GIS są znacznie większe niż samo przygotowanie map (Berry 1993). Po wielu doświadczeniach z programami edycyjnymi zaczęto stopniowo dodawać do nich narzędzia do przetwarzania i analizy danych. Systemy Informacji Geograficznej zmieniały się pod wpływem potrzeb artykułowanych przez przedstawicieli nauk przestrzennych. Berry (1993) obrazowo przedstawia proces rozwoju GIS jako proces

ewolucji samochodu, od pojazdu z doczepionym silnikiem po zintegrowaną maszynę, której konstrukcja podporządkowana jest osiąganiu dużej szybkości.

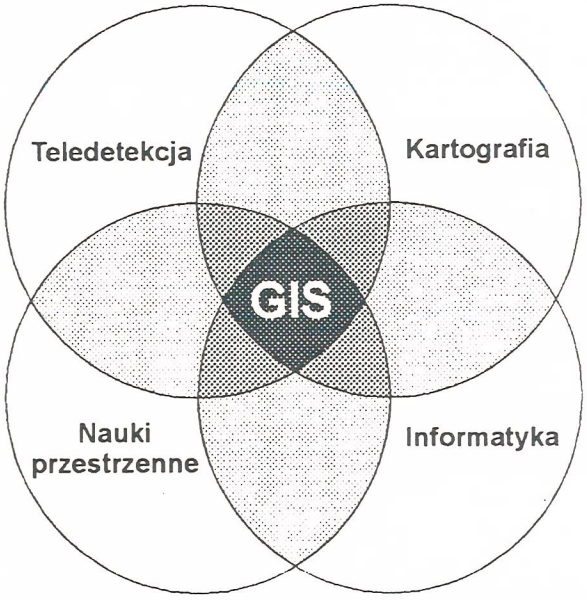
Systemy Informacji Geograficznej składają się z:
– bazy danych,
– oprogramowania,
– komputera,
– ludzi posiadających odpowiednią wiedzę.

W wąskim znaczeniu każdy z wymienionych elementów jest Systemem Informacji Geograficznej, jednak szeroka definicja uwzględnia wszystkie elementy łącznie (Maguire 1991, Werner 1992, Widacki 1996). Tak więc GIS to cyfrowa baza danych umieszczona w komputerze i ludzie, których wiedza pozwala wykorzystać oprogramowanie i sprzęt, by ją zbudować i prowadzić analizy przestrzenne.

Można też na GIS spojrzeć jako na system spełniający funkcje: uzyskiwania, przechowywania, przetwarzania i udostępniania danych. Jest to ponadto specyficzna wiedza o zbieraniu i wprowadzaniu informacji o obiektach do bazy danych, o standardach i organizacji bazy danych oraz o narzędziach do ich przetwarzania.

GIS zajmuje pole na pograniczu, a jednocześnie nakłada się na pola różnych nauk przestrzennych, a także teledetekcji, kartografii i informatyki (ryc. 1). Dla badaczy i praktyków stosujących jedynie odpowiednie oprogramowanie Systemy Informacji Geograficznej są narzędziem, dla tych, którzy tworzą zasady GIS i oprogramowanie – samodzielną dyscypliną naukową, określaną w języku angielskim jako Geographical Information Science.

Na gruncie nauk przestrzennych powstały również inne systemy, bardzo zbliżone do Systemów Informacji Geograficznej, określane jako Systemy Informacji Przestrzennej (SIP, Gaździcki 1990), Systemy Informacji o Terenie (SIT) i kartografia numeryczna. Niektóre z nich związane są z określoną nauką, jak np. System Informacji Przestrzennej z geodezją, inne mają związek z różnymi dziedzinami wiedzy. Programy określane jako SIP i SIT różnią się od programów GIS małymi możliwościami przetwarzania i analizy danych lub wręcz ich brakiem, natomiast łączy je z Systemami Informacji Geograficznej sposób wprowadzania i wyprowadzania danych oraz koncepcja bazy danych.

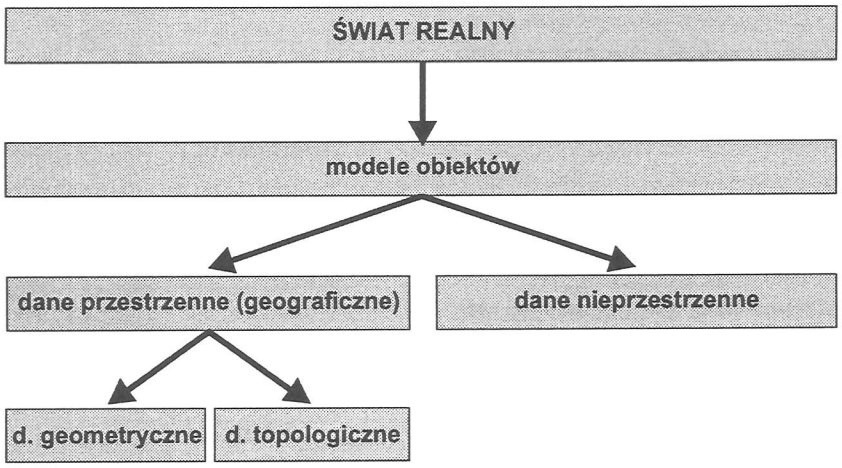


Ryc. 1. Systemy Informacji Geograficznej w relacji do pól badawczych wybranych nauk
Fig. 1. Geographical Information System/Science and its relation to other sciences

3. Dane, baza danych i oprogramowanie

Dane wprowadzane do bazy danych składają się z danych przestrzennych i nieprzestrzennych (ryc. 2). Współrzędne *x, y, z*, kartezjańskie, geograficzne lub geodezyjne, lokalizujące obiekty w trójwymiarowej przestrzeni, to dane geometryczne. Oprócz informacji o położeniu w bazie danych, w przypadku stosowania modelu wektorowego, zawarte są informacje o relacjach między elementami obiektów, czyli dane topologiczne. Pozwalają one na tworzenie poligonów, będących modelami rzeczywistych obiektów, za pomocą linii odwzorowujących ich granice i punktów oddających wierzchołki poligonów. Modele są więc całościami, którymi można manipulować: dodawać, usuwać czy przemieszczać. Dane geometryczne i dane topologiczne określa się łącznie jako dane przestrzenne.

Obiekty opisywane są również przez dane atrybutowe, charakteryzujące właściwości obiektów i nie mające związku z przestrzenią, nazywane danymi nieprzestrzennymi. Pochodzą one z pomiarów lub są rangami przypisanymi przez badacza cechom nominalnym. W modelu wektorowym atrybuty charakteryzują całe



Ryc. 2. Od realnego świata do danych geograficznych
Fig. 2. From real world to geographical data

poligony, a w modelu rastrowym obiekt reprezentowany jest przez agregat pikseli, z których każdy ma swoje atrybuty.

Szczególne znaczenie mają, od kilkunastu lat, cyfrowe zdjęcia lotnicze i satelitarne. Poza danymi teledetekcyjnymi dostępne są na rynku jako towar lub bezpłatnie w Internecie cyfrowe mapy topograficzne, macierze wysokości, dane klimatyczne, a także dane statystyczne o zjawiskach społecznych, gospodarczych, historycznych i wielu innych (Widacki 2001, Kozak 2001).

Dane są przechowywane w bazie danych, zawierającej cyfrowe reprezentacje obiektów występujących w naturze (ryc. 1). Ponieważ każdy przedstawiony w niej obiekt ma odniesienie do powierzchni Ziemi, bazę danych określa się jako bazę geograficzną. Jest ona jakby kolekcją map tematycznych pokrywających ten sam teren, posiadających określony układ współrzędnych i rozdzielczość przestrzenną, a informacje w niej zawarte odpowiadają określonej skali mapy (ryc. 3). Dwa różne modele danych: raster i wektor, oddają przestrzeń w realnym świecie. Raster przedstawia ciągłą powierzchnię, wektor – izolowane obiekty. Wybór modelu zależy głównie od natury obiektów.

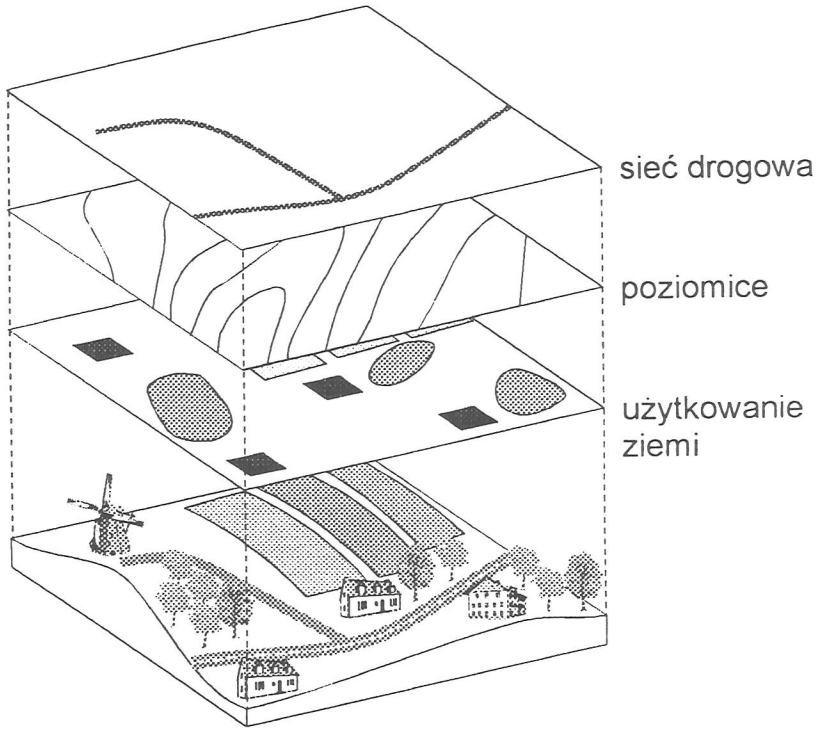
Oprogramowanie umożliwiające wprowadzenie danych, ich magazynowanie, przetworzenie oraz wyprowadzenie końcowego efektu pracy jest drugim elementem GIS. Programy różnią się przyjmowanym modelem danych, a także przeznaczeniem. Oprócz programów rastrowych i wektorowych są i takie, które wykorzystują oba modele danych. Nie ma programów uniwersalnych. Programy wektorowe są zwykle częściej stosowane w geodezji, a w naukach o Ziemi programy rastrowe. Zwykle do wykonania jednego zadania wykorzystuje się więcej niż jeden program.

4. Zmiana podejścia do przedmiotu badań

Zastosowanie Systemów Informacji Geograficznej zmieniło relację między użytkownikiem GIS a obiektem jego zainteresowań (Widacki 1998). W przeszłości badacz miał w naukach o Ziemi bezpośredni kontakt z terenem i używał stosunkowo prostych urządzeń pomiarowych, a dziś dane zbierane są przez automatyczne urządzenia, umieszczone na powierzchni Ziemi lub w samolotach i satelitach. A więc zmienił się sposób kontaktu badacza z obiektem badań. Kontakty bezpośrednie są ograniczone na rzecz kontaktów pośrednich. Skrócił się również czas kontaktu.

Dzięki danym przestrzennym obiekty lub procesy mogą być rozpatrywane w odniesieniu do powierzchni Ziemi, kontynentu, jednostki administracyjnej lub politycznej czy regionu geograficznego[2]. Inaczej mówiąc,

[2]Dzięki pomiarom geodezyjnym i GPS lokalizację jest dziś łatwo określić.



Ryc. 3. Warstwy tematyczne w bazie danych
Fig. 3. Layers in a database

modele obiektów można odnosić do powierzchni, na której występują, a także do obiektów tej samej lub innych kategorii. Badane są też związki między powierzchniami, a także między elementami obiektów. Studia te umożliwiają współrzędne obiektów, traktowane w czasie analiz jako zmienne, oraz dane topologiczne, pozwalające na operowanie całymi obiektami. GIS daje możliwość formalizowania i kwantyfikowania relacji przestrzennych. Wcześniej takie analizy były właściwie niewykonalne. Dawniej relacje przestrzenne były w mniejszym stopniu dostrzegane i badane, między innymi, z powodu braku odpowiednich narzędzi.

Ze względu na automatyzację procesu zbierania, wprowadzania i przetwarzania danych, użytkownik GIS zainteresowany jest innymi cechami obiektów niż dawniej. Wybiera on atrybuty określające właściwości związane z przestrzenią oraz cechy ilościowe, a pomija cechy, których nie da się wyrazić numerycznie, nawet jako rangi. Silny akcent położony na danych przestrzennych i selekcja danych atrybutowych powodują jakby deformację obrazu przedmiotu badań w stosunku do obrazu wcześniejszego, kiedy to wybierano cechy jakościowe (Widacki 1998).

Myślenie przestrzenne staje się właściwością badaczy stosujących Systemy Informacji Geograficznej. Ten sposób patrzenia można przeciwstawić dominującemu dawniej patrzeniu na poszczególne punkty, w oderwaniu od kontekstu przestrzennego. Mówiąc obrazowo – patrzeniu na rdzeń z wiercenia, bez dostrzegania biegu warstwy.

5. GIS a dane i ich przetwarzanie

Stosowanie GIS wymusza zmianę metod służących nie tylko do ustalania i opisu faktów, a także do analizy i syntezy materiałów. Automatyzacja na wszystkich etapach pracy ma wpływ na jakość danych i proces ich przetwarzania. Dane zbierane przez automaty są w znacznie większym stopniu obiektywne, dokładne, precyzyjne i aktualne niż dane analogowe (Widacki 1998). Formalna

organizacja bazy danych wymusza na badaczu wprowadzenie danych przestrzennych i nieprzestrzennych: kompletnych, porównywalnych i jednolitych pod względem formalnym i merytorycznym. Braki ujawniane są już na etapie ich wprowadzania. Wtedy też jest możliwość uzupełnienia, a także dokonania niezbędnej konwersji, korekcji geometrycznej, nawiązania do układu współrzędnych i określonego odwzorowania. Tworzone są całe kolekcje danych, podczas gdy dawniej w bazach danych były raczej dane fragmentaryczne. Standaryzowane dane cyfrowe mogą być udostępniane innym użytkownikom GIS na zasadach komercyjnych, a w niektórych wypadkach nawet bezpłatnie w Internecie. Dostępność danych ma wpływ na to, jakie zagadnienia są podejmowane; im łatwiej dostępne dane, tym częściej są wykorzystywane (Widacki 1998).

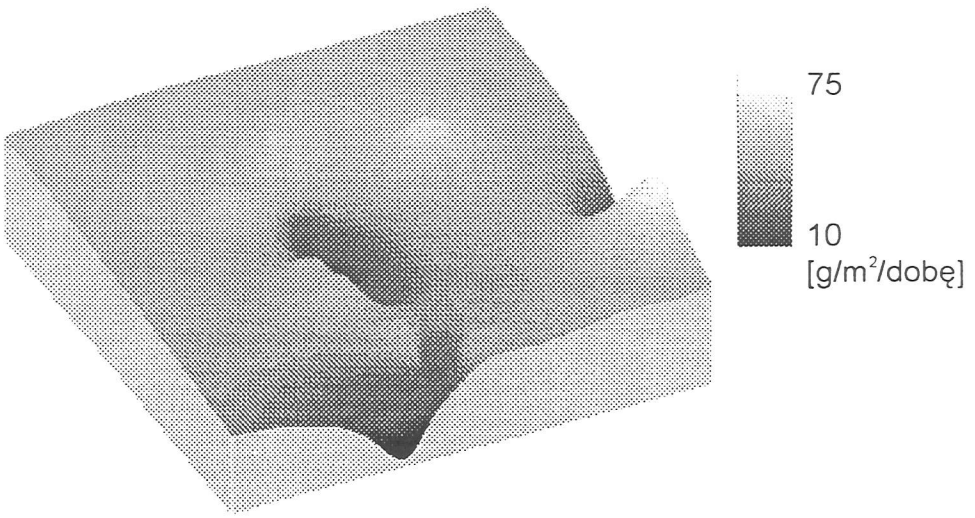
Dane przetwarzane automatycznie nie tracą swej dokładności i precyzji – na wyjściu posiadają takie same właściwości, jak te, które zostały do komputera wprowadzone. Każdy, kto wprowadzi do programu określone dane, będzie mógł je przetworzyć w taki sam sposób i uzyskać ten sam wynik. Nie ma więc miejsca na dowolność, a wyniki pracy mają tylko niewielki pierwiastek subiektywizmu. Tak więc dzięki Systemom Informacji Geograficznej można spełnić dwa postulaty metodologii nauk: powtarzalność i obiektywizm postępowania naukowego.

Powierzchnia kuli ziemskiej jest kontinuum, gdy informacje o niej zbiera się dla punktów, takich jak odkrywki geologiczne, punkty pomiaru opadów itp., a nie dla powierzchni. Dotychczas trudno było z nich stworzyć ciągłą powierzchnię, a jeśli to robiono, to z dużym wysiłkiem, a wynik nie był zbyt dokładny. Dziś generowanie powierzchni z punktów jest procesem odbywającym się w sposób automatyczny, za pomocą interpolacji wartości z punktów (ryc. 4).

Skrócenie czasu potrzebnego na przetworzenie i wyprowadzenie danych pierwotnych lub przetworzonych i sprawdzenie wielu alternatywnych rozwiązań ułatwia szybkie podejmowanie decyzji. Ma to zwłaszcza znaczenie w praktyce, np. przy aktualizacji map pogody czy w przewidywaniu rozprzestrzeniania się fali powodziowej. Niektóre programy GIS posiadają moduły określane jako systemy wspomagania decyzji (Decission Support System – DSS).

6. Produkt końcowy

Produktem końcowym jest cyfrowy model wysokości (Digital Elevation Model, DEM), wykres, tabela lub algorytm. W efekcie stosowania GIS tworzony jest pro-



Ryc. 4. Powierzchnia interpolowana z punktów (punkty pomiaru zanieczyszczeń) przedstawiająca zanieczyszczenia tlenkami siarki w Beskidzie Śląskim
Fig. 4. The interpolated surface derived from points (gauging stations) representing pollution by sulphur dioxide in the Silesian Beskid

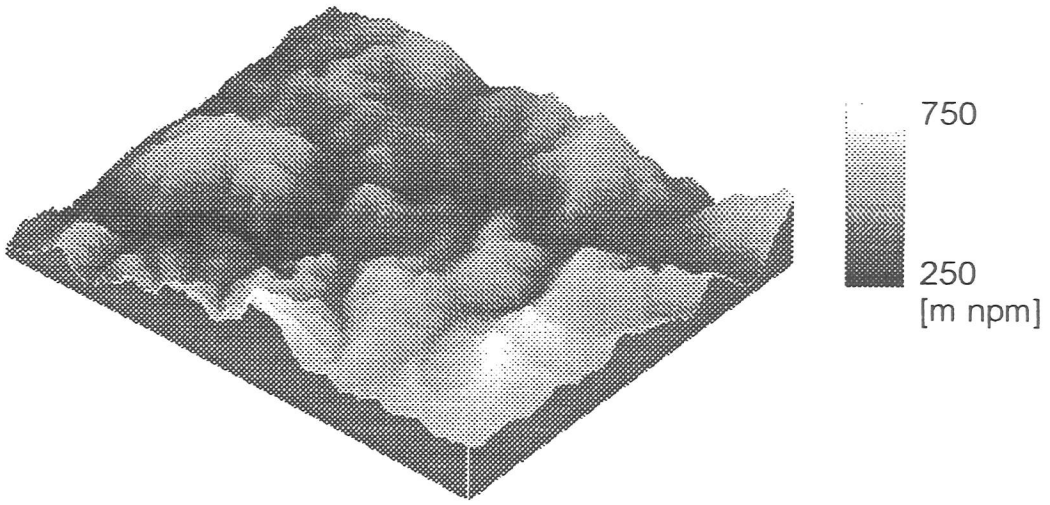
dukt, który jest nową jakością, dawniej nieosiągalną. Moduły edycyjne lub programy graficzne pozwalają na stosunkowo proste i szybkie wykonanie wydruku. Mapa cyfrowa, w przeciwieństwie do mapy analogowej, nie jest produktem skończonym, lecz jest zbiorem danych wizualizowanych w zależności od potrzeb. Zwykle nie przedstawia ona całej zawartości bazy, a tylko wybrane dane pierwotne lub dane pochodzące z ich przetworzenia.

Wszystkie zjawiska przestrzenne mogą być przedstawiane w trzech wymiarach, a właściwie w 2.5 wymiaru. Model (DEM) oddaje najczęściej rzeźbę powierzchni Ziemi, ale może też wizualizować jakąkolwiek powierzchnię, np. zanieczyszczeń czy temperatur (ryc. 4 i 5) Ten sposób wizualizacji działa na wyobraźnię badacza, pozwalając na odkrywanie prawidłowości, które trudno wcześniej było znaleźć.

7. Integrująca rola GIS

Powstanie Systemów Informacji Geograficznej było wynikiem wspólnego działania przedstawicieli różnych nauk i dziedzin wiedzy, którzy dostrzegli wartość analizy zjawisk przestrzennych. To wspólne przedsięwzięcie stworzyło platformę porozumienia: geografów, geodetów, planistów, informatyków i przedstawicieli innych nauk. Badaczy integruje nie to, co badają i jaką dziedzinę reprezentują, ile to, iż badany przedmiot rozpatrują w kontekście przestrzennym. Skład Komisji Geoinformatyki PAU jest tego najlepszym przykładem. Czynniki jednoczące to w dodatku: określona wiedza teoretyczna na temat GIS, stosowane procedury badawcze, organizacja i formalne standardy danych, możliwość integracji i wspólnego przetwarzania różnych danych, stosowane oprogramowanie, określony język, ułatwiający porozumienie, nie tylko w kwestiach formalnych, ale i w merytorycznych.

Standaryzowane dane są przedmiotem wymiany między przedstawicielami różnych nauk, a także praktyki. Tak jak dawniej wymieniano mapy, teraz wymienia się dane cyfrowe. Wymiana danych otwiera poszczególne nauki przestrzenne na zewnątrz; ułatwia kontakty instytucji i osób oraz wymianę poglądów i prowadzenie interdyscyplinarnych badań. Dawniej wymiana nie była możliwa, ani z merytorycznych (obiekty były opisane w językach różnych nauk), ani z formalnych względów (różne standardy). Razem z danymi przenoszona jest też teoria z nimi związana. Nie ma bowiem czystych danych; już w danych zawarta jest teoria (Widacki 1998). Określone procedury badawcze, standardy danych i określony wzorzec pracy naukowej, wspólny język i wymiana danych prowadzą do zacierania granic pomiędzy naukami przestrzennymi. Zaciera się też merytoryczna odrębność badaczy. Systemy Informacji Geograficznej oddziałują nie tylko na twórców, ale też i na odbiorów ich wytworów.



Ryc. 5. Cyfrowy model wysokości dla fragmentu Beskidu Małego. Na podstawie danych B. Ulmana i L. Wójcika (1996)
Fig. 5. Digital Elevation Model for section of Beskid Mały Mts. Derived from the data of B. Ulman and L. Wójcik (1996)

8. Konkluzje

W ostatnim czterdziestoleciu w odpowiedzi na zapotrzebowanie nauk przestrzennych powstały Systemy Informacji Geograficznej (GIS). Wywodzą się one z tych nauk, a z drugiej strony same je kształtują i integrują. Ich zastosowanie zmienia sposób podejścia do przedmiotu zainteresowań. Jeśli dawniej częściej odpowiadano na pytania gdzie? co? i jak? to dziś zadaje się pytanie ile? Jaka jest odległość, powierzchnia czy objętość? Jaki jest wzór przestrzenny? i tym podobne. Powstał nowy wzorzec pracy naukowej, z komputerem i z odpowiednim programem na wszystkich etapach procesu badawczego, od zbierania danych po wyprowadzanie wyników (Widacki 1998). Bezpośredni kontakt użytkownika GIS z przedmiotem badań (terenem) jest znacznie ograniczony na rzecz kontaktów pośrednich.

Systemy Informacji Geograficznej umożliwiają podejmowanie nowych i złożonych problemów, których dawniej ze względu na trudności z zebraniem odpowiednich informacji, panowaniem nad dużym materiałem i pracochłonność nie podejmowano. GIS daje możliwość wykonywania symulacji komputerowych w naukach, w których trudno było prowadzić doświadczenia. W efekcie otrzymujemy bardziej adekwatny opis otaczającego nas świata. Łatwy dostęp i szybkie przetwarzanie danych, możliwości sprawdzenia wielu alternatywnych rozwiązań ułatwiają podejmowanie decyzji. Produkt wytworzony za pomocą GIS stwarza łącznik między nauką a praktyką (Widacki 1998).

„Systemy Informacji Geograficznej to nie tylko nowe narzędzie automatycznej analizy i interpretacji danych o obiektach przestrzennych, ale również – nowy sposób patrzenia i interpretacji świata" (Widacki 1996). Myślę, że po okresie zajmowania się relacjami przestrzennymi, nauki przestrzenne będą bardziej zajmowały się symulacją zmian środowiska w czasie.

Nazwa Laboratorium Grafiki Komputerowej, stworzona w latach pięćdziesiątych, a także nazwy niektórych programów[3] świadczą o tym, że GIS rozwinął się znacznie bardziej, niż przewidywali to jego twórcy. Systemy Informacji Geograficznej od dawna nie są już wyłącznie grafiką, kartografią numeryczną czy sposobem przechowywania danych, ale stały się narzędziem do skomplikowanych analiz przestrzennych i modelowania[4], a zdaniem innych wielowymiarową nauką o informacji geograficznej[5] (Rapper 2000).

---

[3] Np. Pyka i Struzik (1990), określili swój program jako program do przetwarzania obrazów cyfrowych, edukacyjny, bardzo rozpowszechniony program GIS nazwano Idrisi, od nazwiska arabskiego kartografa.

[4] J.K.Berry (1993) zatytułował swą książkę *Beyond Mapping...*

[5] określenie to jest tłumaczeniem tytułu książki Rappera.

Bibliografia

Baranowski M., 1991, SINUS – *Geographical Information System*, Proceedings of Eurocarto IX. International Cartographic Association, Warsaw, 64-69.

Berry J. K., 1993, *Beyond Mapping. Concepts, Algorithms and Issues in GIS,* GIS World, Inc., Fort Collins, Colorado, USA.

Burrough P., McDonnell R. A., 1998, *Principles of Geographical Information Systems,* Oxford University Press, Oxford, New York.

Calkins H. W., Marble D. F., 1987, *The transition to automated production cartography; design of master cartographic database*, The American Geographer, 14, 105-21.

Coppock J. T., Rhind D. W., 1991, *The history of GIS*, [w:] Maguire D.J. Goodchild M. F., Rhind D. W., *Geographical; Information Systems: Principles and Applications*, Longman, London, 21-43.

Gaździcki J., 1990, *Systemy Informacji Przestrzennej,* PPWK.

Goodchild M. F., *Geographical Information Science,* Geographical Journal of Geographical Information Systems, 6, 31-46.

Kozak J., 2001, *Wykorzystanie danych globalnych do badania rozmieszczenia ludności i użytkowania ziemi w wybranych górach świata*, Geoinformatica Polonica, 3.

Maguire D. J., 1991, *An Overview and Definitions of GIS*, [w:] Maguire D. J., Goodchild M. F., Rhind D. W., *Geographical; Information Systems: Principles and Applications*, Longman, London, 9-20.

Pachucki A., 1974, *Próby map komputerowych w Głównym Urzędzie Statystycznym w Warszawie*, Polski Przegląd Kartograficzny, t. 6.

Pyka K., Struzik P., 1990, *DIPRO – program do przetwarzania obrazów cyfrowych na komputerach klasy PC,* Instytut Planowania i Urządzenia Terenów Wiejskich, AR we Wrocławiu, Biuletyn, nr 5, 83-93.

Raper J., 2000, *Multidimentional Geographic Information Science,* London, New York, Taylor & Francis, 300.

Steinitz C., 1993, *GIS; A personal Perspective*. GIS Europe, vol. 2, nr 5, 19-22.

Tomlinson R. F., 1967, *An Introduction to the Geographic Information System of the Canada Land Inventory*, Department of Forestry and Rural Development, Ottawa, Canada.

Ulman B., Wójcik L., 1966, *Symulacja oddziaływań planowanego zbiornika w Świnnej Porębie na środowisko przyrodnicze jego otoczenia*, Praca magisterska, Zakład GIS, Instytut Geografii, UJ.

Werner P., 1992, *Wprowadzenie do Geograficznych Systemów Informacyjnych,* UW, Wydział Geografii i Studiów Regionalnych, Warszawa.

Widacki W., 1996, *Od papierowych map do Systemów Informacji Geograficznej*, Czasopismo Geograficzne, LXVII, 3-4, 377-392.

Widacki W., 1998, *Polska geografia fizyczna w dobie transformacji politycznych, stan i perspektywy,* Przegląd Geograficzny T.LXX, z. 3-4, 215-235.

Widacki W., 2001, *Informacja geograficzna i jej przetwarzanie przez Internet*, [w:] B. Kortus (red.), *Człowiek i przestrzeń*, Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ, Kraków, 211-225.

GEOINFORMATICA POLONICA
3 : 2001

DYSKUSJA PANELOWA POŚWIĘCONA ZAGADNIENIOM TERMINOLOGICZNYM GEOINFORMATYKI

Dyskusję przeprowadzono na dwóch kolejnych posiedzeniach Komisji Geoinformatyki PAU.

Część pierwsza - posiedzenie dnia 16 maja 2001r.

PRZEWODNICZĄCY KOMISJI PROF. JANUSZ KOTLARCZYK (geolog, geomatematyk):

Szanowni Państwo, rozpoczynamy nasze posiedzenie, którego będę moderatorem. Przypominam Państwu, że ma to być dyskusja niezwykle ważna dla ukierunkowania prac Komisji, dla zapewnienia powodzenia w naszych działaniach i dla właściwego określenia naszej świadomości geoinformatycznej.

W piśmie, które do państwa skierowałem kilka tygodni temu, prosiłem o przygotowanie wypowiedzi dotyczącej dwu zagadnień:

p o p i e r w s z e, określenia własnego rozumienia terminów „geoinformatyka" i „geomatyka" w kontekście publikowanych omówień i definicji;

p o d r u g i e, ustosunkowania się do zakresu treściowego terminów „rozpoznawanie obrazów" (pattern recognition) i „analiza obrazów" (image analysis), często mylonych w praktyce. Tą drugą częścią dyskusji zamierzamy rozpocząć porządkowanie terminologii geoinformatycznej, przewidziane na dość odległy horyzont czasowy.

Dla zachowania jednorodności wypowiedzi proszę o odrębną dyskusję nad oboma zagadnieniami.

Zaczynamy zatem od definiowania geoinformatyki. W 1 tomie *Geoinformatica Polonica* przedstawiłem swoją koncepcję określenia tej dyscypliny. Jak wynika z przesłanych Państwu materiałów, stoimy przed zagadnieniem dość zawikłanym. Zgodnie z zasadami semantyki termin „geoinformatyka" powinien być rozumiany, w pierwszym przybliżeniu, jako określenie nauki stycznej, powstałej na pograniczu nauk o Ziemi i nauk informatycznych. Takie rozumienie nasuwa się jako kontynuacja reguł słowotwórstwa powstałego przy powoływaniu wielu nauk stycznych, takich jak np. geofizyka, geochemia, geomechanika, geomatematyka i in. W takim ujęciu geoinformatyka powstawałaby przez wykorzystanie w naukach o Ziemi metodyki właściwej naukom informatycznym. W jednym z pierwszych czasopism poświęconych omawianemu kierunkowi badań - *Geoinformatica*, wydawanym od 1991 roku we Włoszech przez GIAST (Gruppo per l'Informatica Applicata alle Scienze della Terra), zasób treściowy kilku opublikowanych tomów odpowiada przytoczonej wyżej ogólnej charakterystyce dyscypliny. Zawartość 10 tomów podobnie pionierskiego czasopisma *Geoinformatics*, wydawanego od 1990 roku przez Japan Society of Geoinformatics (JSGI), wskazuje, iż wydawcy równie szeroko pojmują geoinformatykę, tj. jako zastosowanie różnych działów informatyki, a nawet matematyki, do danych zlokalizowanych w przestrzeni związanej z Ziemią.

Niestety, w pewnym momencie pojawia się na gruncie nauk geodezyjnych zawężone pojęcie geoinformatyki jako nauki opisującej stan i zmiany obiektów występujących na powierzchni Ziemi, głównie za pomocą fotogrametrii i teledetekcji, sprzężonej z geograficznymi systemami informacji. Pojawiły się nowe czasopisma, biuletyny, kwartalniki, dwumiesięczniki pod tytułami

GEOINFORMATICA bądź GEOINFORMATICS, poświęcone jednak tej zawężonej problematyce. Zrodziła się zatem niejednoznaczność pojęcia.

Jakby tego było mało, w Kanadzie wprowadzono termin „geomatics", jako zastępczy w stosunku do terminu „geoinformatyka", a mający się kojarzyć z „systemami geograficznej informacji", czyli z zawężonym zakresem geoinformatyki. Definicje geomatyki i geoinfomatyki w ww. sensie są bardzo podobne, choć i tu niekiedy pojawiają się różnice. Termin geomatyka został rozpowszechniony na gruncie amerykańskim, co jest zrozumiałe, gdyż w miejsce słowa „informatics" używa się tam terminu „computer science", a zatem termin „geoinformatics" nie wywołuje takich skojarzeń, jak np. w Europie.

Rozpatrując terminologię używaną w europejskich ośrodkach kształcenia specjalistów z zakresu geoinformatyki, np. w Królewskiej Wyższej Szkole Technicznej w Sztokholmie (KTH) czy na Uniwersytecie w Münster, stwierdzamy, iż termin „geoinformatyka" rozumiany jest szeroko (podobnie jak to przedstawiłem w 1 tomie GP) i w zastosowaniu do różnych dyscyplin nauk o Ziemi.

W związku z nakreśloną niejednoznacznością terminologiczną uważałem, iż wypracowanie wspólnego stanowiska i konsekwentne odnoszenie się do niego w przyszłości jest zadaniem istotnym dla naszego środowiska. Ważne też będzie nakreślenie kierunku prac naszej Komisji. Tyle tytułem wprowadzenia.

Przed posiedzeniem otrzymałem pisemne uwagi kilku członków, w tym od osób nie mogących wziąć udziału w panelu. Zapoznam z nimi zebranych w odpowiednim czasie .

Proponuję zgrupowanie wypowiedzi członków reprezentujących pokrewne dyscypliny w odpowiednie bloki. Zaczniemy od przedstawicieli nauk geodezyjnych, najlepiej obeznanych z różnymi opcjami terminologicznymi. Na wstępie przedstawię opinię nadesłaną przez prof. Z. Sitka.

PROF. DR HAB. INŻ. ZBIGNIEW SITEK (specjalista w zakresie fotogrametrii i teledetekcji):

Geomatyka i geoinformatyka. Prace nad ustaleniem polskiego słownictwa w zakresie różnych dyscyplin technicznych rozpoczęto w okresie międzywojennym i trwają one do dzisiaj. Inspiracją do tego były poczynania różnych towarzystw skupiających członków poszczególnych dyscyplin w rozmaitych krajach świata. Po drugiej wojnie światowej poczynania te były wspierane przez organizacje międzynarodowe, które inicjowały opracowania wielojęzycznych słowników dla poszczególnych dyscyplin. Powodowało to również konieczność opracowywania terminologii narodowych w tych dyscyplinach. Świadczy o tym także ta dyskusja, dotycząca tylko geoinformatyki.

Termin geoinformatyka powstał w ostatnich kilkunastu latach ubiegłego wieku jako wynik integracji trzech dziedzin: fotogrametrii, teledetekcji i geograficznych systemów informacyjnych. W Kanadzie na Uniwersytecie Laval do określenia integracji tych dyscyplin użyto nazwy geomatyka. Tamtejsze Ministerstwo Zasobów Naturalnych zmieniło nazwę Wydziału Pomiarów, Opracowania Map i Teledetekcji na GEOMATICS CANADA. Czasopismo *Canadian Institute of Surveys and Mapping* wychodzi teraz pod nazwą *Geomatica*. Można w nim znaleźć taką definicję: „geomatyka jest dziedziną działalności naukowej i technicznej, która wykorzystując podejście układowe, integruje wszystkie środki do uzyskiwania i kształtowania zorientowanych przestrzennie danych, używanych w procesie wydobywania i zarządzania przestrzennie spokrewnionymi informacjami". W Holandii, w Aerospace Survey and Earth Sciences (ITC) utworzono w 1991 roku Wydział Geoinformatyki z następujących jednostek: Oddziału Pozyskiwania Danych z Przestrzeni Lotniczej i Fotogrametrii, Oddziału Przetwarzania Obrazów i Danych Teledetekcyjnych, Wydziału Kartografii oraz Oddziału Zastosowań Informatycznych i Nauk Komputerowych. Definicja kanadyjska obejmuje pewne części kartografii i nauk o Ziemi oraz takie dyscypliny, jak fotogrametria, teledetekcja, pomiary i opracowanie map, GIS i maszynowe widzenie.

Z cytowanej wyżej definicji, podobnie jak z definicji szwedzkiej z KTH (cytuję oryginał):

„Geoinformatics is the science and technology for collection, management, analysis and presentation of geographic and other spatially defined data. It deals with information about objects, phenomena and processes on and in the earth, such as physical environment, natural and man made resources, their use and changes thereof.

Of particular interest are remote sensing techniques for acquisition of such information, digital image analysis, computer-based geographical information technology and computer cartography for analysis and presentation of complex spatial data."

Wynika, że ta dyscyplina zajmuje się w głównej mierze obiektami na Ziemi. Niemniej zasadniczym jej zadaniem jest pozyskiwanie, kształtowanie, analiza i prezentacja wszystkich informacji opisujących obiekty przestrzenne i ich środowisko. Dotyczy to głównie „geo". Ale nie jest ograniczone do „geo". Gdyby nie dotyczyło tylko Ziemi, to lepszą nazwą, jak proponuje prof. Wang z Chin, byłaby „informatyka przestrzenna" albo „ikoniczna informacja inżynieryjna" czy też „informatyka ikoniczna", lub krócej „ikonoinformatyka".

Dla naszej Komisji, w której skład wchodzą w większości przedstawiciele nauk o Ziemi, nazwa geoinformatyka dobrze wyraża zakres naszych zainteresowań.

MODERATOR:

Jak słyszeliśmy, prof. Sitek nie optuje za zawężaniem zakresu tematycznego geoinformatyki, pozostawiając tę kwestię otwartą.

PROF. MICHAŁ ODLANICKI-POCZOBUTT (geodeta):

Widzę problematykę terminologiczną podobnie jak prof. Sitek.

PROF. DR HAB. JÓZEF JACHIMSKI (specjalista w zakresie fotogrametrii i teledetekcji):

Geoinformatyka na wydziałach geodezyjnych oznacza to, o czym mówił prof. Sitek, ale jeśli jako przykład podamy ochronę środowiska, to stwierdzimy łatwo, że na różnych wydziałach oznacza ona zupełnie co innego, a nadal nazywa się ochroną środowiska. Fakt, że geodeci uprawiają geoinformatykę w zakresie, do jakiego są przygotowani, nie oznacza wcale, że ma to zaważyć na pojęciu geoinformatyki. Jest to po prostu nasza interpretacja możliwości wniesienia czegoś nowego do geoinformatyki.

Ja rozumiem geoinformatykę jako naukę o uzyskiwaniu, przetwarzaniu i udostępnianiu informacji, które są określone przestrzennie w układzie związanym z Ziemią. To jest dla mnie geoinformatyka.

Zarówno rozprzestrzenianie się zarazków jakiejś niebezpiecznej choroby, jak i rozmieszczenie złóż wartościowych minerałów czy też sposób użytkowania ziemi, to wszystko może być przedmiotem badań geoinformatyki. Każdy z tych problemów byłby trochę inaczej traktowany przy zbieraniu, interpretacji czy udostępnianiu, ale dzięki temu, że wszystko jest ulokowane w jednym wspólnym systemie geoinformatycznym, na nośnikach informatycznych, analiza różnych zagadnień, interakcji między nimi jest możliwa i trudno nam dzisiaj powiedzieć, jakie będą zależności między zarazkami, złożami i użytkowaniem ziemi, po prostu jest to sprawa dla specjalistów.

Ja jestem zwolennikiem bardzo szerokiego traktowania terminu geoinformatyka jako nauki o wszystkim, co można ująć we współrzędnych przestrzennych, co w przestrzeni jest jednoznacznie ulokowane.

Chciałbym odnieść się, prócz „geoinformatyki", do terminów „społeczeństwo informacyjne" i „systemy informacji przestrzennej".

Uważam, że te 3 terminy w znacznej części na siebie zachodzą. Można wyodrębnić takie obszary, które są dla nich wspólne.

Dwa pierwsze terminy, które z każdym dniem nie tylko nabierają coraz bardziej konkretnego znaczenia, ale stają się też coraz bardziej pojemne, obejmują coraz więcej zagadnień, są rozpoznawane przez specjalistów różnych dziedzin jako należące do zakresu ich zainteresowań. Dążymy do tego, aby pojęcia te przestały być domeną jedynie specjalistów. Społeczeństwo musi się nauczyć korzystania z nowoczesnej geoinformatyki tak, jak korzysta z telewizji lub telefonii.

Początkowo systemy informacji przestrzennej (GIS/LIS) były projektowane na oczywiste potrzeby geografów, geologów, geodetów i specjalistów od fotogrametrii i teledetekcji. Uniwersalna formuła tych systemów, pozwalająca łatwo przyporządkowywać różne informacje odpowiedniej lokalizacji przestrzennej, czyli tworzyć bazy danych o nieograniczonej pojemności tematycznej i informacyjnej, praktycznie rzecz biorąc, nie stawia barier różnorodności użytkowników. Informacje o sposobie użytkowania ziemi, informacje o rozmieszczeniu bogactw naturalnych pod powierzchnią ziemi, informacje demograficzne, przyrodnicze dotyczące flory, fauny lub

ekologii, mogą koegzystować z informacjami gospodarczymi, ekonomicznymi lub dotyczącymi wydarzeń kulturalnych albo politycznych. Współczesne systemy informatyczne, globalne sieci internetowe pozwalają niemal w czasie rzeczywistym wspólnie analizować informacje znajdujące się w komputerach o lokalnym, państwowym lub międzynarodowym znaczeniu. Selektywność dostępu do informacji jest niezwykle wysoka - można określać zarówno grono uprawnionych do korzystania z informacji, jak i udostępniane warstwy tematyczne.

Mamy do czynienia z globalnym systemem - budujemy globalny system, który może wspomagać podejmowanie decyzji o znaczeniu ogólnoludzkim czy międzypaństwowym, ale może być równocześnie wykorzystywany przez ucznia przygotowującego się do klasówki lub przez harcerza opracowującego program wycieczki.

Mając na uwadze opisany obraz problemu, musimy sami sobie odpowiedzieć na pytanie: w jakim zakresie Komisja Geoinformatyki PAU zamierza przyczyniać się do rozwoju tak rozumianej geoinformatyki.

Uważam, że niezależnie od branżowych zainteresowań użytkowaniem narzędzi geoinformatycznych należy uwzględniać w zakresie naszych prac następujące obszary:

- metodykę budowania systemów geoinformatycznych (głównie software);
- metodykę organizowania regionalnych lub globalnych systemów geoinformatycznych;
- uniwersalną metodykę analizowania informacji zawartych w systemach, pod kątem potrzeb dowolnego użytkownika;
- szczególną metodykę zbierania i analizowania specjalistycznych informacji, związanych z zasobami, sposobem użytkowania ziemi, ekologią, demografią oraz innymi zagadnieniami leżącymi w sferze zainteresowań członków naszej Komisji i wreszcie:
- metodykę działań popularyzacyjnych, które spowodują, że nasz trud merytoryczny zacznie wkrótce owocować wzmożonym zapotrzebowaniem na geoinformatykę.

Olbrzymi zakres prac, na jaki zwróciłem uwagę (zapewne niekompletnie), wymaga selektywnego podejścia organizacyjnego, aby działania Komisji przynosiły znaczące efekty.

W pracach zespołów wielobranżowych możliwość porozumiewania się jednoznacznego jest sprawą podstawową. Dlatego uważam, iż opracowanie słownika terminologicznego powinno zająć pierwsze miejsce w planach (wspólnych) prac Komisji. Musimy opracować słownictwo specjalistyczne w podgrupach branżowych, a następnie scalić i ujednolicić terminologię, nadając jej charakter uniwersalny.

Drugim zagadnieniem, które realizujemy już od kilku miesięcy, jest wzajemna prezentacja i dyskutowanie **tematów ważnych dla poszczególnych grup specjalistycznych**. To zadanie nieprędko zostanie zakończone, biorąc pod uwagę wzrastające wielobranżowe zainteresowanie geoinformatyką.

Trzecim zadaniem jest wyselekcjonowanie tych **badawczych problemów branżowych**, które najpilniej wymagają podjęcia i mogą być traktowane jako najistotniejsze w planowanym działaniu.

Czwartym, niezwykle ważnym problemem badawczym jest wypracowanie programów, pomocy dydaktycznych i metod (też zdalnych), ułatwiających i przyspieszających **popularyzację geoinformatyki** w szerokich kręgach na drodze do budowy społeczeństwa informacyjnego. Aby nie być posądzonym o operowanie sloganami, chcę poinformować, że Polskie Towarzystwo Fotogrametrii i Teledetekcji oraz polonijna Fundacja Alfreda Jurzykowskiego patronują już od roku programowi geionformatyzacji gimnazjalistów w dwóch wybranych gimnazjach w Krakowie i Warszawie. Mamy nadzieję, że wcześnie rozpoczęte szkolenie spowoduje wykorzystywanie narzędzi geoinformatycznych w zwiększonym zakresie również w dorosłym życiu szkolonej młodzieży.

MODERATOR:

Bardzo jestem wdzięczny prof. Jachimskiemu za cenne propozycje dalekosiężnego programu prac Komisji Geoinformatyki PAU.

PROF. WOJCIECH PACHELSKI (geodeta):

Czuję się wywołany do wypowiedzi uwagami skierowanymi do geodetów. W świetle wypowiedzi prof. prof. Kotlarczyka, Sitka i Jachimskiego uważam, że ta sprawa – jak medal - ma dwie strony. Pierwszą stroną jest chyba

to zawężone znaczenie geoinformatyki, a mianowicie ograniczające ją tylko do aspektów zastosowaniowych, aplikacyjnych, tj. do wykorzystywania istniejących narzędzi komputerowych do określonych celów badawczych i praktycznych. Drugą stroną medalu jest sprawa ogólnej metodyki budowania systemów informacji geograficznej, formułowania pewnych zasad metodologicznych tej dziedziny, czyli tworzenia systemów w sposób racjonalny i możliwie najlepiej zaspokajający cele i zadania praktyczne. Szczerze powiem, że jestem nieco zaskoczony sprawą pewnego i chyba jednak słusznego, w świetle tego, co się dzieje na uczelniach, przypisywania geodetom tego zawężonego, ograniczonego do zastosowań, sensu pojęcia geoinformatyka. Sam odnoszę się krytycznie do sposobu nauczania geoinformatyki na uczelniach, zwłaszcza na wydziałach geodezyjnych. Polega to na tym, że nauczanie geoinformatyki ogranicza się, jak niektórzy mówią złośliwie, do tzw. klawiszologii, czyli do nabycia umiejętności operowania pewnymi gotowymi narzędziami programowymi w sposób mechaniczny, bez wnikania w ich podstawy metodyczne – czyli bez formułowania pytań: jak? dlaczego? po co? itp. i dawania na nie odpowiedzi. Sam niejednokrotnie dawałem temu wyraz, mówiąc, że należy wykładać metodykę budowy systemów geoinformatycznych, czyli szkolić projektantów i administratorów tych systemów, a nie wyłącznie ich operatorów.

W niniejszym wystąpieniu chciałbym się ustosunkować do spraw związanych z normalizacją w tej dziedzinie. Chciałbym spojrzeć na tę sprawę właśnie od strony metodyki budowania systemów informacji geograficznej zawartej w normach, które w tym celu są tworzone na świecie. Zagadnienia terminologii geoinformatycznej mają we wspomnianych normach znaczenie zasadnicze, kluczowe. Warto dodać, że w normach w dziedzinie informacji geograficznej, stanowionych przez ISO – w skali międzynarodowej i CEN – w skali europejskiej, uwzględniane są oba aspekty, o których mówiłem wcześniej , tj. zarówno ogólna – uniwersalna, niezależna od platform sprzętowych, metodyka modelowania i opisywania systemów informacji geograficznej, jak i zagadnienia związane z implementacją narzędziową modeli.

W formie dygresji pragnę poruszyć coś, co nie jest jeszcze w Polsce dostatecznie dobrze przyjmowane i rozumiane wskutek zakorzenionych nawyków pochodzących z nakazowego trybu myślenia i działania rodem z ubiegłego półwiecza. Chodzi mianowicie o to, że normy w ogóle są z mocy ustawy sejmowej dobrowolne, nie ma obowiązku ich stosowania (poza ściśle określonymi wyjątkami). Inaczej mówiąc, stosowanie norm musi być opłacalne dla ludzi, organizacji, instytucji, przedsiębiorstw, itp., a nie może być narzucane odgórnie.

Normy służą porozumiewaniu się ludzi. Jeśli ktoś stosuje określoną normę, to może i powinien liczyć na to, że jego sytuacja na rynku i w jego środowisku jest łatwiejsza. Ten aspekt w całej rozciągłości dotyczy norm w dziedzinie informacji geograficznej i w pewien sposób współgra z moim osobistym przekonaniem, którym chcę się z Państwem podzielić. Nie ma, mianowicie, obowiązku stosowania terminów ustanowionych określoną normą, ale jest z jednej strony pewność, że będę dobrze zrozumiany, gdy użyję terminu w znaczeniu zdefiniowanym określoną normą (z ew. powołaniem się na nią), z drugiej zaś strony istnieje ryzyko, że nie zostanę poprawnie zrozumiany, jeśli użyję terminu niezgodnego z normą. Język ludzki jest tworem żywym i nie ma sensu wymuszać stosowania takich czy innych terminów. Jeśli wszakże ma on dobrze służyć porozumiewaniu się, także, a raczej zwłaszcza w geoinformatyce, kiedy porozumiewać się mają nie tylko ludzie, ale i systemy informacyjne, precyzyjny sens pojęć ukrytych pod poszczególnymi terminami jest sprawą o zasadniczym znaczeniu. A więc wracamy do sprawy wzajemnego rozumienia się, które może być zagwarantowane przez określone normy. Jest to zatem jedna z głównych ról norm, dla których niezbędnym warunkiem powszechności stosowania jest równie powszechna zgoda na przyjęte terminy, rozwiązania, metodykę, itp.

Kolejna dygresja, którą chcę zrobić, dotyczy dwóch pojęć, a mianowicie pojęcia *pojęcie* i pojęcia *termin*. *Pojęcie* jest to pewien abstrakcyjny twór, który może być zmaterializowany lub wyrażony poprzez użycie odpowiedniego *terminu*, czyli określonego słowa w danym języku; *pojęcie* bez stosownego *terminu* jako jego zewnętrznej formy nie może istnieć. Do tego samego *pojęcia* mogą odnosić się różne *terminy*, jak również pod określonym *terminem* mogą kryć się różne *pojęcia*, w zależności od arbitralnej interpretacji przez adresata informacji. To jest ta niedobra sytuacja, która prowadzi do nieporozumień

i której przeciwdziała niearbitralna, bo **znormalizowana** i obiektywna, interpretacja zawarta w normie.

Jest kilka organizacji stanowiących normy w dziedzinie informacji geograficznej: międzynarodowa ISO, europejska CEN i krajowa PKN. Normy te zawierają definicje pojęć i terminy jako pewne propozycje zapewniające jednoznaczność. Dla przykładu, definicja pojęcia *geoinformatyka* wg normy ISO 19104 brzmi: **dyscyplina dotycząca pozyskiwania, rozpowszechniania , przechowywania, analizowania, przetwarzania i prezentacji danych geograficznych lub informacji geograficznej**. Proszę zwrócić uwagę, jak to jest zgodne z tym, co prof. Kotlarczyk powiedział i co napisał w udostępnionych nam materiałach *Geoinformatica Polonica* i *Przeglądu Geologicznego*. Jest to konkretne i szerokie znaczenie tego terminu, i byłoby wysoce nieracjonalne, gdybyśmy próbowali je zawężać np. wyłącznie do aspektów narzędziowych (jak to, niestety, niejednokrotnie ma miejsce).

Na zakończenie przytaczam kilka definicji pojęć z zakresu informacji geograficznej:

Informacja	Wiedza dotycząca obiektów takich, jak fakty, zdarzenia, rzeczy, procesy, pojęcia, koncepcje, która w określonym kontekście ma konkretne znaczenie. [ISO 19104]
Informacja geograficzna	Informacja dotycząca zjawisk jawnie bądź niejawnie powiązanych z położeniem odniesionym do Ziemi. [ISO 19104, CR 13436]
GIS: geographic information science (geoinformatyka/geomatyka)	Nauka o pozyskiwaniu, rozpowszechnianiu, przechowywaniu, analizowaniu, przetwarzaniu i prezentacji danych geograficznych lub informacji geograficznej. [ISO 19104]

Dr Stanisław Mularz (geolog, specjalista w zakresie teledetekcji):

Zabierając głos w dyskusji, chciałbym nawiązać do wątku, którym zakończył swoje wystąpienie prof. Pachelski. W pełni zgadzam się z tezą prof. Pachelskiego, że tak właśnie powinniśmy rozumieć i definiować pola badań i zarazem zakres działalności Komisji, jako pewnego rodzaju „zbitkę" pojęciową: ***geoinformatyka/geomatyka***. Byłby to w moim przekonaniu pewien kompromis pomiędzy zwolennikami „czystej" geoinformatyki a zwolennikami szeroko rozumianej geomatyki. Osobiście optowałbym za pojęciem geomatyka, i to nawet bardziej ze względów pragmatycznych niż merytorycznych, związanych z charakterem i specyfiką nauk o Ziemi z jednej strony, a informatyką i szeroko pojmowaną matematyką stosowaną z drugiej. Zresztą dawałem temu wyraz niejednokrotnie, także tutaj, na posiedzeniach Komisji i króciutko powiem, jak to uzasadniam. Dla mnie głównym powodem tego rozgardiaszu pojęciowego jest niedodefiniowanie pojęcia systemów informacji przestrzennej, czy też jak ja preferuję znów zbitki -GIS / LIS (*Geo Information Systems / Land Information Systems*). Cały świat tak mówi i wszyscy rozumieją, o co chodzi.

Natomiast my w Polsce kiedyś chcieliśmy być oryginalni i wymyśliliśmy takie pojęcia, jak: SIP (*Systemy Informacji Przestrzennej*), SIT (*Systemy Informacji Terenowej*) i pochodne, takie jak np. MSIP (*Małopolski System Informacji Przestrzennej*), które osobiście przyjmuję z dobrodziejstwem inwentarza, ale wcale mi one nie odpowiadają. Wolę mówić GIS, aczkolwiek obecnie powstała i tutaj pewna niejednoznaczność pojęciowa, ponieważ akronim GIS jest rozmaicie rozumiany i odczytywany. Od swych pierwotnych korzeni takich, że to są systemy lub systemowe użycie, manipulowanie informacją przestrzenną, poprzez GIS(tudies) do Geo Information Science na drugim biegunie, a niejako wspólnym mianownikiem tego wszystkiego (o czym mówił również prof. Pachelski) jest **geoinformacja**. I to jest chyba najlepsze uogólnienie problemu, na temat którego toczy się dzisiejsza dyskusja.

A zatem przechodząc do terminu geoinformatyka, to z merytorycznego, a także z pragmatycznego punktu widzenia należałoby jednak go poszerzyć o geomatykę, albowiem znowu świat, nawet statystyczny świat w przestrzeni internetowej choćby, przywołany tutaj w cytowanym artykule p. Michalaka (ale ja to również widzę na co dzień) - mówi *geomatyka* i to mówi właśnie w najszerszym z możliwych pojęć, o którym była mowa i w słowie pisanym prof. Sitka i we wprowadzeniu prof. Kotlarczyka. Wydaje mi się, że geomatica staje się obecnie bardzo szerokim pojęciem, znacznie szerszym pojęciem niż geoinformatyka, i ponieważ znowu świat mówi ***geomatics*** i wszyscy wiedzą, o co chodzi, to patrząc choćby tylko z tego punktu widzenia, również byłbym zwolennikiem tego terminu. Nie oznacza to, rzecz jasna, że zgłaszam postulat zmiany nazwy Komisji, naszego periodyku, itd. - to jest właśnie ponowne nawiązanie do

konkluzji prof. Pachelskiego - niech to będzie nazwa **geoinformatyka/geomatyka**.

MODERATOR:

Widzę, że różnimy się z dr Mularzem co do oceny zawartości obu terminów. Z tego, co piszą geomatycy, wynika, że bazują oni wyłącznie na GIS, natomiast w ośrodkach naukowych mających w swej nazwie „geoinformatics division" pracuje się także na innych zbiorach danych geoprzestrzennych, np. pochodzących spod powierzchni Ziemi. Tu dopatruję się różnicy między węższym podejściem geomatyków i szerszym geoinformatyków. Ale może niesłusznie mi się tak wydaje.

Poproszę teraz o wypowiedzi przedstawicieli nauk geograficznych, którzy najbardziej są wśród nas powołani do definiowania rozważanych terminów, gdyż geoinformatyka rodziła się we współpracy informatyków z geodetami i geografami.

PROF. WOJCIECH WIDACKI (geograf, specjalista w zakresie systemów informacji geograficznej):

Dwa spojrzenia na geoinformatykę. W nazwie geoinformatyka są dwa człony: **geo** i **info**. Pierwszy wskazuje na związek geoinformatyki z Ziemią, drugi wywołuje konotacje z informatyką. Te skojarzenia nie wyjaśniają jednoznacznie nazwy; można ją bowiem rozumieć dwojako. Po pierwsze, geoinformatyka to zastosowanie informatyki i metod ilościowych w naukach o Ziemi, po drugie, to odpowiednik nazwy Systemy Informacji Geograficznej.

W pierwszym znaczeniu nazwa geoinformatyka określa zbiór metod wykorzystujących narzędzia informatyczne w naukach, które mają związek z Ziemią. Dane, którymi się ta dziedzina wiedzy zajmuje, dotyczą Ziemi, a do ich przetwarzania wykorzystywane są programy komputerowe. Podstawy teoretyczne metod stosowanych w geoinformatyce tkwią w informatyce, statystyce, matematyce i w samych naukach o Ziemi. Metody mają określone zastosowania, a więc w dużym stopniu są specyficzne dla poszczególnych nauk. Nie ma więc jednej geoinformatyki, ale jest tyle geoinformatyk, ile nauk zajmuje się Ziemią. Każda geoinformatyka jest inna, bo inne są obiekty zainteresowań i różne narzędzia stosowane do ich badań. Niektóre z tych zastosowań określone być mogą jako Systemy Informacji Geograficznej lub teledetekcja. W tej definicji geoinformatyki nie mieszczą się jednak wszystkie zastosowania Systemów Informacji Geograficznej. Wyłączone są z niej zastosowania w innych niż nauki o Ziemi dziedzinach nauki.

Geoinformatyka, określająca zbiór metod wykorzystujących narzędzia informatyczne, jest częścią wielu nauk, nie zaś samodzielną dyscypliną naukową. Stanowi ona jakby łącznik, a raczej wiele łączników, między różnymi naukami o Ziemi a informatyką. Nazwa geoinformatyka jest więc nazwą zbiorczą, określającą dziedzinę usługową w stosunku do różnych nauk o Ziemi. Geoinformatyka jest nie tyle nauką, ile specyficznym narzędziem stosowanym przez różne nauki.

W drugim znaczeniu nazwy geoinformatyka przedrostek **geo** oznacza nie tyle odniesienie do nauk o Ziemi, ile bezpośrednie nawiązanie do samej Ziemi. Jest to nawiązanie do przestrzeni, jaką tworzy trójwymiarowa powierzchnia Ziemi poprzez dowolny układ współrzędnych. Przestrzeni w mezoskali, a więc nie w skali, w której badania prowadzi się za pomocą mikroskopu (mikroskala) czy za pomocą teleskopu (makroskala). Przedmiotami badanymi za pomocą geoinformatyki stają się jakiekolwiek obiekty znajdujące się na powierzchni Ziemi i procesy, które na niej przebiegają, lub takie obiekty i procesy, których odniesienie do przestrzeni ma sens. Są to obiekty i procesy interesujące różne nauki, a nie tylko nauki o Ziemi. Jest to z jednej strony rozszerzenie przedmiotów, do których badania stosuje się geoinformatykę, na wszystkie możliwe obiekty i procesy występujące na powierzchni Ziemi, a także pod powierzchnią Ziemi i nad nią. A więc nie tylko na obiekty przyrodnicze, ale także społeczne, gospodarcze, historyczne i wiele innych. Każdy z tych obiektów niesie jakąś informację, określaną jako informacja geograficzna, definiowana wcześniej przez prof. Pachelskiego. Jest więc geoinformatyka dziedziną wiedzy zajmującą się informacją geograficzną. W drugim znaczeniu nazwa geoinformatyka określa wyodrębnioną dziedzinę wiedzy, wiedzy uporządkowanej i tworzącej jakiś system.

Pojęcie geoinformatyka w drugim znaczeniu zbliża się do pojęcia Systemy Informacji Geograficznej (GIS) lub nawet jest z nim tożsame. W akronimie GIS litera S od pewnego czasu kojarzona jest nie z systemami,

a z nauką (science). Wymieniając Systemy Informacji Geograficznej, myślę o bardzo szerokiej ich definicji, nie ograniczonej wyłącznie do bazy danych czy do programu (Widacki 2001), z funkcjami: uzyskiwania, przechowywania, przetwarzania i udostępniania danych. Takie znaczenie odnaleźć można w pracach Berry'ego i Goodchilda (Berry 1993, Goodchild 1992).

Na czym polegają różnice między dwoma stanowiskami? W pierwszym znaczeniu geoinformatykę stosuje się do badania obiektów i zjawisk przyrody nieożywionej, które mogą być odnoszone do przestrzeni, ale niekoniecznie. Natomiast w drugim znaczeniu aspekty przestrzenne stanowią samą istotę geoinformatyki, a obiekty nie muszą być związane z przyrodą nieożywioną.

Są też inne istotne różnice, polegające na nieposiadaniu w pierwszym przypadku, a posiadaniu – w drugim, funkcji przechowywania usystematyzowanych i standaryzowanych danych. Geoinformatyka, jako zastosowania narzędzi informatycznych w naukach o Ziemi, służy do zbierania danych do wykonania konkretnego zadania. Po jego wykonaniu istotny jest tylko wynik, a nie dane. Natomiast w drugim wypadku może być odwrotnie. Systematycznie zbierane dane są przechowywane. Ich standaryzacja, posiadanie jednolitego układu współrzędnych i wiele innych cech umożliwiają zastosowanie danych do wielu różnych zadań, użytkowych czy naukowych.

Z dyskusji na forum Komisji Geoinformatyki wynika, że choć rozumienie terminu geoinformatyka jest różne, chyba jednak przeważa opcja druga.

Jako synonimy Systemów Informacji Geograficznej używane są też inne terminy. Funkcjonuje nazwa geoscience, wprowadzona przez Goodchilda (1992), a także geocomputation (Couclelis, w: Raper 2000).

Nazwa informatyka przestrzenna, wspomniana w dyskusji, nie wydaje się nazwą odpowiednią, bo nie wskazuje jednoznacznie na przestrzeń związaną z Ziemią.

Nazwa geoinformatyka jest w dużej mierze nazwą postulatywną, oznacza nie tyle to, co już istnieje, ile raczej to, co chcielibyśmy, by istniało w przyszłości. Może geoinformatyka być bliższa pierwszemu lub drugiemu z wymienionych znaczeń. Geoinformatyka będzie w przyszłości taka, jaką sobie wyobrazimy, a następnie ukształtujemy.

Bibliografia

Berry J. K., 1993, *Beyond Mapping. Concepts, Algorithms and Issues in GIS*, GIS World, Inc., Fort Collins, Colorado USA, 246.

Goodchild M. F., 1992 *Geographical Information Science*, Geographical Journal of Geographical Information Systems, 6, 31-46.

Raper J., 2000, *Multidimentional Geographic Information Science*, Taylor, Francis, London and New York, 300.

Widacki W., 2001, *Systemy Informacji Geograficznej i ich rola w naukach przestrzennych*, Geoinformatica Polonica, t. 3.

MODERATOR:

Bardzo dziękuję Panu Profesorowi za te „dwa spojrzenia na geoinformatykę", uświadamiające nam możliwości i warunki dwojakiego rozumienia terminu geoinformatyka.

PROF. JAN R. OLĘDZKI (geograf, specjalista w zakresie teledetekcji):

Termin „geoinformacja" funkcjonuje w teledetekcji od połowy lat siedemdziesiątych ubiegłego wieku. Użyto go przy opisie wykorzystania zdjęć satelitarnych w badaniach Ziemi i szeroko rozumianego środowiska - krajobrazu. Rozwój nauki, technologii, zwłaszcza w zakresie teledetekcji satelitarnej, informatyki i dziedzin jej pokrewnych, sprzężony z rozwojem systemów informacji geograficznej (GIS,) spowodował w pewnym momencie powstanie nowej dziedziny wiedzy i metodyki, którą zaczęto nazywać „geoinformatyką". Z geograficznego punktu widzenia jest to pewna nowa płaszczyzna wiedzy o przestrzeni geograficznej, która obejmuje również to, co dawniej utworzono w zakresie kartografii, bo kartografia też jest jakąś formą geoinformatyki. Niesie ona informacje, wprawdzie w formie papierowej, bo taka była historia, ale obecnie można te informacje przełożyć na język cyfrowy. Obok kartografii w polu zainteresowań geoinformatyki z całą pewnością, pozostają takie dziedziny, jak teledetekcja z fotogrametrią, niektóre działy geodezji oraz cały szereg nauk z przedrostkiem „geo" (geologia, geofizyka, geografia itd.). Geoinformatyka tworzy wspólną płaszczyznę wymiany myśli teoretycz-

nej i metodycznej dla wielu nauk o Ziemi. Termin „geoinformatyka" jest terminem bardzo dobrym i powinniśmy go używać w tym duchu, jak to ujął prof. J. Kotlarczyk w opracowaniu opublikowanym w pierwszym numerze czasopisma *Geoinformatica Polonica* i tak jak to cytował prof. W. Pachelski za Międzynarodowym Komitetem Normalizacji.

Należy przyjąć, że będzie cały szereg podzakresów tego terminu, odnoszących się do wyspecjalizowanych dyscyplin. Przed ośmiu laty na podstawie obserwacji rozwoju teledetekcji oraz jej zastosowań, głównie w naukach geograficznych, doszedłem do wniosku, że problematyka artykułów publikowanych w redagowanym obecnie przeze mnie czasopiśmie o nazwie *Fotointerpretacja w geografii* daleko wykracza poza zakres „czystej" fotointerpretacji, stąd obok zasadniczego tytułu zamieściłem podtytuł lepiej oddający „współczesną fotointerpretację". Użyłem wówczas terminu „problemy telegeoinformacji", który to termin odniosłem do takich dziedzin, jak zbieranie informacji o Ziemi (środowisku ziemskim) metodami teledetekcyjnymi, jej opracowywanie (korekcja i przetwarzanie), interpretacja i prezentacja w różnych zresztą postaciach (mapy, tabele, opisy, prezentacje elektroniczne), a także rozpowszechnianie.

W odniesieniu do geoinformatyki spotykałem się również z innymi określeniami, takimi jak: „geoikonika" - w odniesieniu, o ile pamiętam, do pewnej części kartografii uprawianej metodami informatycznymi, czy też „geonika", odnoszonej w jakimś stopniu do geografii. Znany jest oczywiście termin „geomatyka".

Uważam, że powinniśmy używać nazwy „geoinformatyka", rozumianej szeroko, obejmującej, tam gdzie wchodzi aspekt przestrzenny, wszystkie nauki o Ziemi, w których stosuje się metody i narzędzia informatyczne.

MODERATOR:

Przechodzimy teraz do wypowiedzi specjalistów z zakresu geologii i geofizyki.

PROF. STEFAN WITOLD ALEXANDROWICZ (geolog):

Zakres pojęcia „GEOINFORMATYKA" jest i winien być traktowany jako wyznacznik określający przedmiot zainteresowań i aktywności komisji o tej nazwie, a zarazem wyznaczający pole jej działalności. Jest to zakres szeroki, stwarzający dobrą płaszczyznę współdziałania specjalistów zaangażowanych w różne dziedziny wiedzy, współzależne od siebie i wzajemnie się uzupełniające. Z semantycznego punktu widzenia geoinformatyka może być rozumiana jako skojarzenie informatyki z naukami o Ziemi, jako że obejmuje z jednej strony gromadzenie, porządkowanie i przetwarzanie informacji wraz z wynikającymi z tego uogólnieniami, a z drugiej strony – szeroką paletę nauk o przedrostkach „GEO", a więc geo-grafię, geo-logię, geo-dezję, geofizykę, geo-chemię, geo-bota-nikę, zoo-geo-grafię, jak też przestrzenne aspekty ochrony środowiska oraz zagadnienia pochodne i pokrewne.

Jest rzeczą naturalną, że w zespole badaczy reprezentujących różne dziedziny wiedzy i przedmioty zainteresowania poszczególne grupy problemów i zagadnień są i będą mniej lub bardziej aktywnie akcentowane i uprawiane, stąd zasadniczy kierunek interdyscyplinarnych działań ma tendencję do odchylania się w różne strony. Utrzymywanie najbardziej właściwej linii postępowania wymaga odpowiedniego wyważenia proporcji między głównymi specjalizacjami badawczymi oraz rozważenia następujących dylematów:

1) zawężać i specjalizować działalność komisji czy dążyć do jej poszerzania;
2) ukierunkować jej aktywność na rozważanie zagadnień przedmiotowych, ilustrowanych przykładami, czy uwzględniać także metodykę badań;
3) przyznać dominującą rolę tematyce analiz przestrzennych czy uznać ją za jedną z kilku grup tematycznych;
4) ograniczyć się do ściśle rozumianego zakresu informatyki w odniesieniu do nauk o Ziemi, czy uwzględniać w odpowiedniej proporcji ilościowe metody badawcze, zwłaszcza takie, które przybliżają nośność informatyczną różnych sposobów postępowania.

Można wyrazić przekonanie, że we wszystkich tych przypadkach w stosunku do założeń możliwe i pożądane są następujące opcje alternatywne: rozszerzanie zakresu działań, uwzględnianie zagadnień metodycznych, utrzymywanie równowagi względnej tematycznej oraz włączenie problematyki badań ilościowych. Doświadczenia wynikające z prac wielu różnych komisji i podobnych

ciał kolektywnych wskazują wyraźnie, że to właśnie utrzymywanie szerokiego zakresu zainteresowań i działalności decyduje o powodzeniu i zapewnia wieloletnią aktywność. Taką właśnie linię generalną prezentują najbardziej aktywne komisje Polskiej Akademii Umiejętności.

Komisja Goeinformatyki w swej, działalności może okresowo przejawiać większe zainteresowanie poszczególnymi grupami zagadnień, nie powinny one jednak zdominować jej prac kosztem innych zakresów tematycznych. Szczególnej uwagi wymaga przy tym relacja między tytułowym hasłem Komisji a bardzo aktywnie i ekspansywnie rozwijającą się tematyką wchodzącą w zakres systemu informacji geograficznej, pretendującego nawet do statusu samodzielnej dyscypliny naukowej (GIS › *Geographical Information System – Geographical Information Science*). Ujmowanie tematyki należącej do zakresu nauk o Ziemi w aspekcie przestrzennym jest naturalne i w pełni zrozumiałe, a samo w sobie niesie wiele ważnych i niedostatecznie wykorzystanych dotychczas informacji, zarazem stwarza rozległe pole do dalszych analiz i uogólnień. Wprawdzie każdy rozważany element ma swoje usytuowanie przestrzenne, a przynajmniej określoną lokalizację, to jednak nie zawsze ta właśnie cecha jest istotą rozważanej problematyki, decydującą o wnioskach i uogólnieniach wynikających z toku badań. Nie ulega natomiast wątpliwości, że rozważanie relacji przestrzennych winno znajdować w zadaniach Komisji Geoinformatyki poczesne miejsce, a rozwój tej tematyki może je jeszcze w przyszłości umocnić. Niezależnie od tego, potrzeba, a nawet celowość wprowadzenia rekomendowanej ostatnio nazwy „geomatyka" w miejsce terminu „geoinformatyka" wydaje się mało uzasadniona, nawet (a może właśnie wówczas) gdyby utrwaliła się tendencja do zastąpienia nią określeń symbolizowanych skrótem GIS, niezależnie od tego, jakie znaczenie przypiszemy literze „S".

Przedstawione dylematy terminologiczne, a zwłaszcza tendencje do przyznawania dominującej roli jednemu zakresowi tematycznemu nasuwają myśl o celowości rozszerzenia platformy działań komisji na zagadnienia metodyczne i problematykę badań ilościowych, służebnych względem nauk o Ziemi. W ośrodku krakowskim mają one bogatą tradycję i godne uwagi osiągnięcia, jednak w ostatnim okresie kontynuacja ich jest mniej aktywna. Jako pożądane pole rozważań na rekomendację zasługuje np. informatyczność różnych sposobów postępowania ilościowego i ich efektywność, zarówno w rozwiązywaniu zadań teoretycznych i badawczych, jak i praktycznych, wymagających zaawansowanego aparatu interpretacyjnego. Pragnę wyrazić pogląd, że takie właśnie spojrzenie na zakres przyszłych działań Komisji Geoinformatyki PAU może przyczynić się do jej optymalnego rozwoju.

MODERATOR:

Bardzo dziękuję za tę wypowiedź, przedstawioną nie tylko z pozycji członka Komisji, ale także z perspektywy dyrektora Wydziału Przyrodniczego. Cieszę się, że stanowisko reprezentowane przez Komitet Administracyjny Komisji wypełnia w znaczącej mierze przedstawione przez prof. Alexandrowicza postulaty.

PROF. ZBIGNIEW KASINA:

Jestem zwolennikiem wyboru opcji poszerzającej zakres znaczeniowy geoinformatyki. Najbliższa jest mi następująca definicja geoinformatyki:

„**Geoinformatyka** jest nauką i technologią ukierunkowaną na **opracowanie** (m.in. tworzenie) i stosowanie narzędzi do **ekstrakcji i przetwarzania informacji o Ziemi** (o budowie Ziemi, o procesach i zjawiskach, zarówno społecznych, jak i fizycznych) w procesie akwizycji, przetwarzania, analizy i interpretacji danych pomierzonych nad powierzchnią Ziemi, na jej powierzchni i pod powierzchnią."

W takim szerokim znaczeniu geoinformatyka zawierałaby zagadnienia związane z przedmiotem zainteresowania **geomatyki**, obejmując jednak znacznie szersze pole działania w zakresie:

1) wykorzystania technik akwizycji informacji o Ziemi (techniki 1-D stosowane w otworach, techniki 2-D i 3-D; techniki GIS, GPS);
2) gromadzenia (m.in. archiwizowania), przesyłania i przetwarzania informacji o Ziemi;
3) ekstrakcji informacji o Ziemi z danych pomierzonych za pomocą narzędzi informatycznych, technik numerycznych, technik opartych na osiągnięciach teorii sygnału (m.in. wykorzystanie sieci neuronowych, algorytmów genetycznych,

technik wyżarzania symulowanego (*simulated annealing*) , fraktali; zagadnienia numeryczne związane z rozwiązywaniem dużych układów równań, zagadnienia optymalizacji globalnej; techniki rozpoznawania (*pattern recognition*) i analizy obrazów (*image analysis*);

4) zagadnienia przetwarzania i przesyłania dużej informacji o Ziemi (problemy hardwarowe i softwarowe);
5) zagadnienia prezentacji dużej ilości informacji o Ziemi (m.in. wykorzystanie osiągnięć grafiki komputerowej do wizualizacji danych wielowymiarowych).

PROF. WOJCIECH PACHELSKI:

Chciałbym wtrącić jedną uwagę. Jestem w pełni przekonany, że definicja geoinformatyki podana przez prof. Kasinę całkowicie mieści się w definicji przytaczanej przez prof. Kotlarczyka w jego wypowiedziach, jak i w definicji ISO, którą dzisiaj cytowałem, zwłaszcza jeśli w obu przypadkach zaakceptujemy odpowiednio zdefiniowane pojęcie informacji geograficznej.

PROF. HENRYK MARCAK (geofizyk):

W prowadzonej tutaj dyskusji trzeba odwołać się do początków teorii informacji. Wiener i Shannon wprowadzili tam pojęcia „ilości informacji", zawartej w ciągu znaków przekazywanych od nadawcy do odbiorcy, pokazali jak w wyniku przetwarzania tych elementów ciągu można dokonać ekstrakcji informacji użytecznej. W teorii informacji prowadzi się estymację parametrów charakteryzujących źródło informacji i podejmuje się decyzję co do wartości tych parametrów.

Nie miejsce w tej dyskusji na pokazanie niewątpliwego związku teorii informacji z rozwojem technik cyfrowych i komputerowego sposobu przetwarzania danych. Nie ulega jednak wątpliwości, że takie techniki stanowią istotną część współczesnej informatyki.

O ile w słowie geoinformatyka część „geo" oznacza, że wyniki pomiarowe i procedury rozważane w ramach tej dziedziny nauki powinny być związane z naukami o Ziemi, o tyle, moim zdaniem, część „informatyka" powinna uwzględnić struktury wprowadzone w ramach teorii informacji.

Ograniczenie zakresu geoinformatyki do przedstawiania i przetwarzania rozkładu parametrów, powiązanych ze współrzędnymi przestrzennymi, z wykorzystaniem technik cyfrowych jest w moim przekonaniu zbyt daleko posuniętym uproszczeniem. Chciałbym zwrócić uwagę na trzy rodzaje zagadnień, które powinny znaleźć się w geoinformatyce, a które można uzasadnić w oparciu o strukturę pojęć i związków, wprowadzonych w teorii informacji.

Należą do nich:

— akwizycja danych. Ten obszar działalności obejmuje w szczególności techniki zbierania danych pomiarowych, oparte na nowoczesnych urządzeniach, takich jak systemy satelitarne, aparatury geofizyczne, GIS itp., rejestracji tych danych i ich prezentacji;
— przetwarzanie danych pomiarowych. Dzięki zastosowaniu procedur mających charakter specjalnie zaprojektowanych filtrów możemy eliminować z danych pomiarowych te jej zmienności, które nie są związane z istotnymi cechami jej źródła (np. wprowadzanie poprawek w interpretacji danych geofizycznych);
— estymacja związków pomiędzy danymi pomiarowymi i parametrami charakteryzującymi źródła informacji;

Jest to, moim zdaniem, istotna część geoinformatyki związana z konstrukcją algorytmów estymacyjnych, ale również z tworzeniem algorytmów symulacyjnych i modeli matematycznych.

Przedstawiciele różnych nauk w Komisji będą związani z różnymi wymienionymi wyżej obszarami; geografowie i geodeci z pierwszym, górnicy z trzecim, a geofizycy w zasadzie ze wszystkimi. Dlatego podkreślenie szczególnego znaczenia danych przestrzennych w geoinformatyce nie jest moim zdaniem słuszne. Np. informacja sejsmiczna zawiera tysiące wartości próbek zapisu sejsmicznego i tylko kilka informacji przestrzennych, które są używane jedynie w końcowej prezentacji wyników.

PROF. J. JACHIMSKI:

Wydaje mi się, że każda informacja sejsmiczna posiada swoje miejsce, a zatem jest informacją przestrzenną.

PROF. HENRYK MARCAK:

Zasadniczo każda dana pomiarowa związana z naukami o Ziemi posiada informację przestrzenną. Niemniej zgodnie z tym, co powiedziałem wcześniej, często nie jest to najistotniejszy element w strukturze informacyjnej zbioru pomiarowego i takie elementy działalności geoinformatycznej, jak przetwarzanie ciągów pomiarowych, modelowanie i symulacja, moga tej informacji nie wykorzystywać.

PROF. ZBIGNIEW KASINA:

Chciałbym wyjaśnić pewne terminy, bo nie wszyscy są geofizykami. Sejsmika trójwymiarowa jest wybitnie informacją przestrzenną.

Na etapie projektowania, także na etapie interpretacji kompleksowej istnieją odmiany metod sejsmicznych dowiązane do poszczególnych punktów, ale ten aspekt, który w tej chwili w sejsmice jest rozwijany, to w 80% sejsmika 3D, na lądzie i na morzu. Jest to wybitnie trójwymiarowa informacja (nawet czterowymiarowa, ale w sensie propagacji, nie w sensie geodezyjnym), czyli przestrzenna, najbliższa geodezji, wykorzystuje narzędzia GPS do lokalizacji.

MODERATOR:

To, co mówi prof. Marcak, jest logiczne, niemniej znajdujemy się na takim etapie rozwoju geoinformatyki, że nie możemy nie dostrzegać etapu sformalizowania tego terminu. Naszym zadaniem jest, jak mi się wydaje, maksymalnie poszerzyć zakres treściowy tej nauki w ramach zastanych ustaleń ramowych.

DR HAB. ANDRZEJ LEŚNIAK (geofizyk):

Podpisuję się pod tym, co było mówione. Praktycznie wszyscy przedmówcy skłaniają się do rozumienia geoinformatyki jako zastosowania informatyki do nauk o Ziemi. Ta szeroka formuła jest łatwa do zastosowania.

DR WOJCIECH MASTEJ (geolog, geomatematyk):

Chciałbym przedstawić Państwu kilka uwag.

Geoinformatyka – geomatyka

1. Nazwa *geoinformatyka* (ang. *geoinformatics*) ma podobny zakres znaczeniowy, jak *geomatyka*. Ta druga nazwa przyjęła się najpierw w Kanadzie, z powodu podobieństwa jej formy angielskiej (*geomatics*) do odpowiednika francuskiego (Goodchild). Gwoli ścisłości należy dodać, że funkcjonują jeszcze inne, mniej popularne terminy o podobnym znaczeniu, np. *geographic information science*. Niewątpliwie poprawniejszym terminem jest *geoinformatyka*, gdyż źródłosłów nazwy *geomatyka* jest niejasny (Kotlarczyk 2000).

2. Terminy te bywają używane w sensie szerokim lub wąskim. W ujęciu szerokim geoinformatyka obejmuje w zasadzie wszelakie zastosowania technologii informatycznych do przetwarzania danych przestrzennych. Istnieje zatem ryzyko utożsamienia geoinformatyki z geomatematyką, dziedziną zdecydowanie interdyscyplinarną.

3. Wąskie rozumienie geoinformatyki ma swoją zaletę – może być ona wtedy uznana za samodzielną dyscyplinę naukową, posiadającą swoiste cele i metody badań oraz obszary zastosowań, różniące ją zarówno od nauk o Ziemi, jak i informatyki (Michalak 2000). Ten wąski zakres zastosowań obejmuje zazwyczaj: GIS (Geographic Information System), teledetekcję z użyciem satelitów i samolotów, GPS (Global Positioning System), technologie komunikacji elektronicznej zastosowane do obsługi rozproszonych baz danych (Goodchild, *What is Geomatic*?).

4. Śledząc dotychczasowy, szybki rozwój *geoinformatyki* można przewidywać, że w najbliższym czasie będzie ona twórczo anektować coraz to nowe obszary zastosowań metod matematycznych i technik informatycznych, uważane obecnie za interdyscyplinarne, nie tracąc przy tym statusu dyscypliny samodzielnej. Dlatego periodyki naukowe z tej dziedziny winny umożliwić nie tylko publikację prac z zakresu wąsko rozumianej geoinformatyki, ale także z jej interdyscyplinarnych obrzeży. Praktykę taką stosuje obecnie wiele wiodących czasopism fachowych (Kotlarczyk 1999). Wśród czasopism o nazwie Geoinformatica lub Geoinformatics, dwa najbardziej popularne periodyki stosują różne strategie - *Geoinformatica* Kluwera zawęża zakres pojęcia geoinformatyka, a *Geoinformatics,* wydawana przez Japońskie Towarzystwo Geoinformatyczne, rozszerza.

5. Reasumując - zakres znaczeniowy terminu geoinformatyka powinien być wąski, ale zdecydowanie byłoby niekorzystne zamykanie łamów czasopism

fachowych z tej dziedziny dla prac z pogranicza wąsko rozumianej geoinformatyki, nauk o Ziemi i informatyki.

Bibliografia

Goodchild M. F. *National Science Priorities in Geoinformatics* http://www.aaas.org/spp/dspp/rcp/sdconf/goodchild.htm

Kotlarczyk J. *Jeszcze o geoinformatyce w Polsce (na marginesie art. J. Michalaka),* Przegląd Geologiczny, vol. 48, nr 12, 2000.

Michalak J. *Geomatyka (geoinformatyka) - czy nowa dyscyplina*, Przegląd Geologiczny, vol. 48, nr 8, 2000, http://netgis.geo.uw.edu.pl/geomatyka/index.shtml

What is Geomatic? http://wiesmann-rolle.ch/info/geomatic-e.htm

Kotlarczyk J., *Słowo wstępne*, Geoinformatica Polonica, nr 1. 1999. Kraków.

Geoinformatica wyd. Kluwera http://www.wkap.nl/journalhome.htm/1384-6175

Geoinformatics, wyd. Japońskiego Towarzystwa Geoinformatycznego http://wwwsoc.nacsis.ac.jp/jsgi/editor-e.html

MODERATOR:

Jeszcze jedno spojrzenie. Dr Mastej preferuje wąskie rozumienie geoinformatyki (odpowiadające drugiemu znaczeniu terminu w wypowiedzi prof. W. Widackiego), ale wypowiada się za poszerzeniem zakresu zastosowań.

DR HAB. BARBARA NAMYSŁOWSKA-WILCZYŃSKA (geolog, geomatematyk):

Jestem za stosowaniem terminu geoinformatyka. Chociaż geoinformatyka bierze rodowód od nauk geo-, geologii, geografii, geodezji, to jednak obecnie nie ma właściwie dyscypliny, a nawet dziedziny, na której informatyka nie odcisnęłaby piętna. Istnieją dyscypliny, gdzie bazy danych były budowane już wiele lat temu, zaś w przypadku innych powstały niedawno lub są aktualnie tworzone. Oprócz wykorzystywania już dawno funkcjonujących baz danych lub właśnie powstających, w moim rozumieniu, pod pojęciem geoinformatyka winno rozumieć się stosowanie nowoczesnych, efektywnych narzędzi informatycznych do przetwarzania danych, ich udostępniania i rozpowszechniania, oceny i wizualizacji.

MODERATOR:

Poproszę teraz o wypowiedzi przedstawicieli nauk górniczych.

PROF. JAKUB BODZIONY (geomechanik, stereolog):

Proszę Państwa sądzę, że wysiłki wielu z obecnych tutaj osób, zmierzające do określenia terminu geoinformatyka, jeśli przy nim bazujemy *per genus proximum et differentia specifica*, są daremne. Zgadzam się w pełni z tym, co powiedział prof. Alexandrowicz, chciałbym tylko dodać jedno uzupełnienie. Jakbyśmy nie egzemplifikowali dyscypliny i narzędzi, zostanie rozmyte obrzeże i dlatego sądzę, że należy pozostawić część zrozumienia terminu po prostu zdrowej intuicji.

MODERATOR:

Odczytam teraz wypowiedzi prof. prof. Prof. J. Siemka i A. Olajossego złożone na piśmie.

PROF. JAKUB SIEMEK (górnik, fizyk):

Geoinformatyka jest terminem znacznie więcej mówiącym niż akurat „geomatyka", szerszym pod względem semantycznym, klasycznie zbudowanym. Wskazuje jednoznacznie na sferę zainteresowań nauki określanej tą nazwą. Jest to koniunkcja nauk posiadających w swej nazwie „geo" i informatyki. A więc: geologia, geografia, geomorfologia, geodezja (i jej pochodne: teledetekcja i fotogrametria), geofizyka - również kartografia, chociaż ta ostatnia obejmuje raczej metody sporządzania map i nie jest nauką w sensie wymienionych wcześniej dziedzin. Geoinformatyka będzie więc nauką łączącą obszary podstawowych nauk o Ziemi i informatyki, a zatem: gromadzenie, budowę banków danych geoprzestrzennych, przetwarzanie, agregację i analizy, prezentację zbiorów wszelkich danych związanych z nieożywioną materią budującą Ziemię, ale i infrastrukturę wytworzoną przez działalność człowieka, agrokulturę, gospodarkę leśną, zanieczyszczenie i ochronę środowiska. W tej sferze mieści się GIS W zakres zainteresowań geoinformatyki wejdą również te metody matematyki, które zorientowane są na operowanie dużymi zbiorami danych i jednocześnie nadają się, w większym niż inne stopniu, do badań naukowych w podstawowych naukach o Ziemi, do tworzenia

informacji przestrzennej oraz modelowania procesów, a więc: statystyka, teoria fraktali, zbiory rozmyte i przybliżone, sieci neuronowe.

Osobnym zagadnieniem jest, czy do geoinformatyki należy zaliczyć budowę i stosowanie modeli matematycznych, a następnie numerycznych, zjawisk złożowych zachodzących w skorupie ziemskiej, a nawet w całej litosferze. Przykładem niech będą przepływy płynów w złożach węglowodorów czy też wielkoskalowe przepływy wód podziemnych. Zasadniczym modelem jest tu model numeryczny wykorzystujący bazy danych. Innym przykładem są liczne modele używane w górnictwie, w tym likwidacji kopalń i ich skutków.

Tak więc implikacje geoinformatyki wydają się następujące:

1) jest to dziedzina nauki bezpośrednio sprzężona z grupą nauk podstawowych związanych z Ziemią, i właściwie stworzona dla nich, oraz z innymi dziedzinami, których celem jest oddziaływanie na Ziemię, np. geotechniką, górnictwem, rolnictwem czy też naukami wojskowymi;
2) obszar jej zainteresowań jest znacznie szerszy niż np. systemy GIS. Wchodzą tu zastosowania metod informatycznych w różnych dziedzinach badań Ziemi, technik i technologii oddziaływania na Ziemię, ale i budowa systemów informatycznych zorientowanych na masowe przetwarzanie danych geoprzestrzennych dla różnych celów;
3) należy się spodziewać przede wszystkim prac i artykułów związanych z zastosowaniem informatyki w różnych „geo-dziedzinach" i jest to objaw występujący na całym świecie;
4) relacje „geoinformatyka – nauki podstawowe o Ziemi" to silne wzajemne sprzężenie zwrotne i ten aspekt geoinformatyki jest chyba spodziewany.

Prof. Andrzej Olajossy (górnik):

Okres prawie dwóch lat, który upłynął od założenia i powołania Komisji Geoinformatyki PAU (wraz z nowym czasopismem), potwierdził w całości słuszność realizacji tego przedsięwzięcia. Wystarczy wymienić: regularne posiedzenia naukowe w formie seminaryjnej, publikowanie recenzowanych referatów, sprawną pracę kierownictwa Komisji oraz szybkie powiększenie jej składu.

Termin „GEO" jest jakby zwornikiem różnorodnych dyscyplin nauki (SCIENCE), łącznie z aspektami jej zastosowań (Applied Geo...), z czym wiążą się często poszczególne kierunki techniki (Geoengineering). Można tu poprzestać na nieprecyzyjnym zarysowaniu cezury pomiędzy dyskusją nad tym, co znajduje się „pod Ziemią", i nad tym, co występuje „na Ziemi", w integralnym splocie z drugim terminem, który tworzy tu „INFORMATYKA". Przypominam więc ożywione rozważania nad sensem i jakością tego właśnie splotu, które onegdaj prowadzili członkowie – założyciele Komisji. Odczuwało się wówczas istotną, później wyeksponowaną jego rolę, np. gromadzenie bazy danych, sposobów ich przetwarzania (dla przykładu – wykorzystanie systemu satelitarnego GPS).

W tak określonej geoinformatyce dobrodziejstwa wynikające z możliwości zdobycia, a raczej nabycia odpowiednich profesjonalnych pakietów oprogramowań oraz dostępu do Internetu – są niekwestionowane. Jednakże ogólnie pojęta informatyka posiada, między innymi, jeszcze aspekt o charakterze raczej poznawczym, zawarty w sekwencji przedmiotowego opisu zjawisk fizycznych, a mianowicie:

model – algorytm – metoda rozwiązania.

Ostatni składnik tej sekwencji związany jest również z narzędziem informatyki, czyli komputerem.

Nie jest intencją tego fragmentu dyskusji wartościowanie poszczególnych aspektów geoinformatyki. Owszem – jej celem jest zwrócenie uwagi na ten aspekt, który jakby nie znajdował odzwierciedlenia w dotychczasowych pracach Komisji. Natomiast pozostaje otwarte pytanie o chęci i możliwości prezentacji odpowiedniej problematyki w tym zakresie, szczególnie w odniesieniu do tych zagadnień, które występują „pod Ziemią".

Uważam, że podjęcie takiej próby mogłoby nadać bardziej właściwe proporcje między dwoma wspomnianymi aspektami w dalszych pracach Komisji Geoinformatyki.

Moderator:

Pozostały nam wypowiedzi przedstawicieli nauk informatycznych. Przepraszam za tę kolejność, ale wynika ona jedynie z chęci uporządkowania wypowiedzi wg następstwa członów w terminie geoinformatyka.

PROF. TOMASZ SZMUC (informatyk):

Zabieram głos w momencie, gdy już wiele osób wypowiedziało się, zaprezentowano zatem wiele stwierdzeń i trafnych spostrzeżeń. Informatyka jest w zasadzie dyscypliną związaną z narzędziami, więc jeśli mowa o obszarze badań związanym z zastosowaniami, informatycy stoją jakby „z boku".

Jeśli rozważamy dyscyplinę związaną z zastosowaniami informatyki, to winny być brane pod uwagę dwa atrybuty wyznaczające jej (tej dyscypliny) zakres:

1) obszar dziedzinowy, określający możliwie precyzyjnie klasę zastosowań (od strony danej dziedziny;)
2) metody i narzędzia informatyczne specyficzne (charakterystyczne) dla zastosowań w danej dziedzinie.

W naszym przypadku wydaje się, że obszar dziedzinowy jest najlepiej oddany przez przedrostek „geo", który identyfikuje dyscypliny mające ten przedrostek w nazwie (geografia, geologia, geodezja...).

Korzystając zatem z tego założenia, najbardziej adekwatna wydaje się nazwa *geoinformatyka*, jako dyscyplina związana ze stosowaniem metod narzędzi informatycznych we wspomnianych *geo-naukach*.

Należy jednak rozstrzygnąć zasadniczą kwestię: czy tworzymy nową dyscyplinę (geoinformatyka), czy też badania te wzbogacają dorobek odpowiedniej *geo-nauki*. Wydaje się, że rozstrzygnięcie tego problemu tkwi w określeniu, jak dalece specyficzne rozwiązania tworzą nową jakość, uzasadniającą tworzenie nowej dyscypliny. Przysłuchiwałem się referatom i wydaje mi się, że aktualnie zachodzi proces powstawania tej nowej dyscypliny. Przebiega to według następującego scenariusza.

W pierwszej fazie stosuje się pewne metody/narzędzia (informatyczne) do rozwiązania konkretnego problemu zastosowaniowego. W kolejnych fazach buduje się następne warstwy, poszerzając funkcjonalność i uzyskując nowe możliwości badawcze. Te rozszerzone możliwości nie są już związane z jedną dyscypliną, lecz z pewną klasą. Konkretnym przykładem może tu być GIS, od strony informatycznej podawany jako przykład efektywnego zastosowania obiektowych baz danych. System ten, budowany zapewne wspólnie przez informatyków i specjalistów od informacji geograficznej, ciągle się rozwija przez budowanie „nad nim" kolejnych warstw, tworzących wirtualne maszyny zwiększonej lub ukonkretnionej funkcjonalności. Jest to sprzężenie w dwóch kierunkach: specyfika problemu dziedzinowego wymusza z jednej strony wybór narzędzi i z drugiej strony ma wpływ na zmianę tych narzędzi (ich problemową orientację). Ten drugi kierunek tworzy wartość dodaną po stronie informatyki. Łącznie badania te są związane zarówno zakresem dziedziny aplikacyjnej, jak również wspólnymi metodami charakterystycznymi dla tych zastosowań.

Podsumowanie mojej wypowiedzi można zawrzeć w dwóch punktach:

1. Wydaje się, że postępujący dorobek badawczy świadczy o wyodrębnianiu dyscypliny związanej z zastosowaniami specyficznych metod/narzędzi informatycznych w szeroko rozumianych naukach o informacji przestrzennej (geo-nauki).
2. Proponuję nazwę *geoinformatyka* jako nazwę adekwatną do zagadnień, którymi się zajmujemy. Znaczenie tej nazwy winno być maksymalnie szerokie, z zachowaniem spójności problematyki.

PROF. MARIAN FLASIŃSKI (informatyk):

Zanim przedstawię miejsce pojęć rozpoznawania obrazów w terminologii geoinformatycznej, przedyskutuję krótko sam termin „geoinformatyka". Moim zdaniem, termin ten jest jak najbardziej prawidłowy z punktu widzenia informatyki. Wykorzystywanie w krajach bazujących w nauce na języku angielskim innych terminów, takich jak np. „geomatyka" bierze się prawdopodobnie stąd, że w krajach tych na określenie dyscypliny „informatyka" używa się słowa „computer science" (dosłownie: „nauka o komputerach") czy też „computation science" („nauka o obliczaniu (komputerowym)"). Terminy zbliżone do polskiego słowa „informatyka" funkcjonują w takich krajach, jak Francja czy Niemcy. Ponieważ jednak w Polsce pojęcie „informatyka" zdobyło już trwałą, nienaruszalną pozycję, połączenie „geo" + „informatyka" jest naturalne z logicznego i słowotwórczego punktu widzenia.

Drugi problem dotyczy określeń: „dane przestrzenne" („informacja przestrzenna"), „dane geograficzne" („informacja geograficzna") oraz „dane geoprzestrzenne"

(„informacja geoprzestrzenna"). Pierwszy z wymienionych terminów – z punktu widzenia informatyki, a w szczególności rozpoznawania obrazów – jest zbyt szeroki. Obejmuje on bowiem takie zagadnienia informatyki, które z naukami o Ziemi nie mają nic wspólnego. Przykładowo, kiedy konstruuje się system rozpoznawania obrazów dla robota przemysłowego, aby mógł nawigować w hali fabrycznej, to mamy do czynienia z informacją jak najbardziej przestrzenną. Z kolei drugie z wymienionych pojęć – „informacja geograficzna", zawęża, moim zdaniem, zakres tej informacji do jedynie informacji o charakterze geograficznym (tzn. takiej, gdzie informacja o położeniu geograficznym analizowanego obiektu/obrazu jest istotna). A przecież wcale tak być nie musi, np. przy badaniach krystalograficznych. Wydaje się zatem, że prawidłowy przymiotnik to „geoprzestrzenny", gdyż charakteryzuje różne dane/informacje odnoszące się do wszystkich nauk o Ziemi.

MODERATOR:

Dziękuję serdecznie wszystkim uczestnikom panelu zabierającym głos, jak i tym, którzy pisemne wypowiedzi nadesłali na moje ręce. Nie sposób „na gorąco" skomentować szczegółowiej tak bogatego materiału. Uczynię to po przeprowadzeniu drugiej części panelu. Obecnie pragnę wyrazić zadowolenie z faktu potwierdzenia przez uczestników słuszności użycia terminu geoinformatyka jako nazwy kierunku podejmowanych przez nas badań. Termin ten pozwala, zgodnie ze znaczeniem wyrazu, na poszerzenie palety narzędzi informatycznych w tej nauce i wyjście poza GIS, zgodnie z moją propozycją. Pojawiły się też głosy za nadaniem terminowi znaczenia identycznego z geomatyką, a także wypowiedzi znacznie poszerzające zakres treściowy pojęcia, poprzez propozycje uwzględnienia w badaniach również danych niegeoprzestrzennych.

Druga część panelu - posiedzenie dnia 20 czerwca 2001 r.

MODERATOR - PROF. JANUSZ KOTLARCZYK:

Proszę Państwa, drugą część dyskusji poświęcimy objaśnieniu szeregu terminów geoinformatycznych. Już Konfucjusz podkreślał, że warunkiem rozwoju nauki jest uporządkowanie jej terminologii. Zauważyłem też, że niektóre terminy związane z metodami informatycznymi i w konsekwencji z geoinformatycznymi, jak np. „rozpoznawanie obrazów" i „analiza obrazów", są używane zastępczo, co prowadzi do nieporozumień. W związku z tym poprosiłem prof. Flasińskiego o gruntowną wykładnię do tej sprawy, oczywiście nie ograniczając wypowiedzi pozostałych członków.

W pierwszej kolejności, niejako na zakończenie pierwszego panelu, prof. Pachelski omówi kilka terminów geoinformatycznych, zdefiniowanych przez uznane gremia standaryzacyjne.

PROF. WOJCIECH PACHELSKI:

Pragnę przytoczyć niektóre definicje podstawowych pojęć geoinformatycznych według przyjętych norm europejskich i międzynarodowych, dołączając swój komentarz i dodatkowe wyjaśnienia autorów:

Informacja	Wiedza dotycząca obiektów takich, jak fakty, zdarzenia, rzeczy, procesy, pojęcia, koncepcje, która w określonym kontekście ma konkretne znaczenie. [ISO 19104]. Wiedza o pojęciach, faktach i/lub procesach [Schenck/Wilson, 1994].
Informacja geograficzna	Informacja dotycząca zjawisk jawnie bądź niejawnie powiązanych z położeniem odniesionym do Ziemi [ISO 19104, CR 13436]. Moja uwaga: preferuję ten termin w stosunku do dość często stosowanego w polskiej terminologii terminu geoinformacja. Ten ostatni uważam bowiem za skonstruowany według reguł słowotwórczych właściwych językowi niemieckiemu (obcych językowi polskiemu), czego przejawem jest między innymi nazwa europejskiego komitetu normalizacyjnego: angielska *Geographic Information*, francuska *Information Geographique*, lecz **niemiecka Geoinformation**. Ponadto uważam, że słowo "geograficzna" ma charakter na tyle uniwersalny, że można je (rozszerzająco) odnosić do całości nauk o Ziemi, człon - *graficzny* zaś wyraża także m.in. graficzny charakter wchodzącej w grę informacji.
GIS:geographic information science (geoinformatyka /geomatyka)	Nauka o uzyskiwaniu, rozpowszechnianiu, przechowywaniu, analizowaniu, przetwarzaniu i prezentacji danych geograficznych lub informacji geograficznej[ISO 19104].
GIS:geographic information service(s)	Usługa (-gi) polegająca na przekształcaniu, zarządzaniu i prezentacji informacji geograficznej użytkownikom [ISO 19104].
GIS:geographic information system	System informacyjny dotyczący informacji geograficznej [ISO 19104].

Technologie informacji geograficznej	Technologie dotyczące informacji geograficznej; dotyczą one przynajmniej trzech obszernych kategorii: GIS, teledetekcja (łącznie z fotogrametrią) i GPS [ISO 19104].
Dane	Interpretowalna i sformalizowana reprezentacja informacji, stosowna dla jej komunikowania, interpretowania lub/i przetwarzania [ISO 19104]. Symbole (lub funkcje), które reprezentują informację dla celów przetwarzania, oparte na ukrytej bądź jawnej interpretacji określonych reguł [Schenck/Wilson, 1994] Moja uwaga: pojęcie *informacja* ma charakter pierwotny (nadrzędny) w stosunku do pojęcia *dane*, ponieważ ta sama informacja może być wyrażona za pomocą różnych danych, konkretne (poprawne) dane zaś powinny być jednoznacznie interpretowane jako informacja. Stąd ten właśnie „kierunek" definiowania, tj. *dane* za pomocą *informacji*, uważam za poprawny (a nie, spotykane czasem w literaturze, definiowanie *informacji* jako wyniku interpretacji *danych*).
Dane geograficzne	Dane z jawnym bądź niejawnym odniesieniem do położenia względem Ziemi [ISO 19104]. Przetwarzalna komputerowo postać informacji dotyczącej zjawiska bezpośrednio lub pośrednio związanego z położeniem względem Ziemi [CR 13436].
Model (pojęciowy)	Abstrakcyjne wyobrażenie niektórych aspektów rzeczywistości [ISO 19104].
Schemat (pojęciowy)	Sformalizowany opis modelu [ISO 19104].
Model informacji (informacyjny)	Formalny opis typów pojęć, faktów i procesów, który łącznie tworzy model interesującej nas części świata rzeczywistego i który dostarcza jawnego zbioru reguł interpretacyjnych [Schenck/Wilson, 1994].
Metadane	Dane opisujące i dokumentujące dane [ISO 19104].
Jakość	Całość charakterystyk produktu, które stanowią o jego zdolności do zaspokojenia wyrażonych jawnie lub niejawnie potrzeb [ISO 19104], [CR 13436].
Element danych	Jednostka (porcja) danych, którą w określonym kontekście uważa się za niepodzielną [ISO 19104].
Wymiana danych	Dostarczenie, odbiór i interpretacja danych [ISO 19104].
Encja	Klasa informacji zdefiniowana poprzez wspólne właściwości [CR 13436]. Rzecz istotna, rzeczywista albo wyobrażona, o której informacje muszą być znane lub przechowywane (Barker, 1996).
Uklad odniesienia	Zespół reguł matematycznych specyfikujących, jak współrzędne mają być przypisywane punktom [ISO 19104]. Reguła (funkcja) przypisująca każdemu punktowi przestrzeni zespół liczb [CR 13436].
Zapis (rekord) terminologiczny	Strukturalny zbiór danych terminologicznych dotyczących pojedynczego pojęcia [ISO 19104].

Materiały źródłowe:

[ISO 19104]: DIS 19104: *Terminology*. Wstępna (draft) norma międzynarodowa ISO, dokument ISO 211 N 1060, 2001.

[CR 13436]: CR 13436: *Geographic information - Vocabulary*. Raport CEN, 1998.

[Barker, 1996]: Barker R. (1996): *Case Method*^{SM} *- Modelowanie związków encji*. WNT, Warszawa.

[Schenck/ Wilson, 1994]: Schenk D.A., Wilson P.R. (1994): *Information Modelling: the EXPRESS Way*. Oxford Univ. Press, New York - Oxford.

MODERATOR:

Bardzo dziękuję prof. Pachelskiemu za przygotowanie zestawu najważniejszych pojęć i wyrażam nadzieję, że okaże się on bardzo pomocny w naszej pracy. Przejdziemy teraz do wypowiedzi dotyczących rozpoznawania obrazów. Na wstępie odczytam wypowiedź nadesłaną przez prof. Sitka.

PROF. ZBIGNIEW SITEK:

Rozpoznawanie i analiza obrazów. Pojęcia te, tak jak i inne z dziedziny przetwarzania obrazów cyfrowych, są zdefiniowane w różnych słownikach lub normach dotyczących teledetekcji, bądź w instrukcjach opisujących różne geograficzne systemy informacyjne (GIS-y). Dlatego chyba właściwym forum do ich omawiania powinien być zespół redakcyjny opracowujący taki słownik terminów wraz z objaśnieniami pojęć.

Terminy te występują w różnych słownikach, i tak np. w *Wielojęzycznym objaśniającym słowniku terminów TD*, wydanym po rosyjsku przez Węgierską Akademię Nauk mamy:

Pattern recognition - proces automatyczny, za pomocą którego niezidentyfikowane obrazy można klasyfikować do ograniczonej liczby klas przez porównanie z innymi obrazami określającymi klasy lub charakterystyki.

Natomiast w Normie z Zakresu Teledetekcji w Wielkiej Brytanii: PATTERN RECOGNITION to technika wykorzystująca komputer, umożliwiająca przetworzenie, badanie i zrozumienie grafiki i obrazów w celu rozpoznawania przedmiotów i obiektów na podstawie różnego rodzaju wzorców.

W sześciojęzycznym amerykańskim słowniku *Multilingual Dictionary of Remote Sensing and Photogrametry*: Pattern Recognition - pojęcie dotyczące, ale nie ograniczone do zagadnień: formowania rozeznania, formowania klasyfikacji, doboru cech indywidualnych,

formowania tożsamości, grupowania tożsamych cech, wyciągania cech indywidualnych, filtrowania, uwydatniania (wzbogacania) i formowania segmentacji.

W niemieckim słowniku fotogrametrycznym i teledetekcyjnym *Deutches Fachwörterbuch - Photogrammetrie und Fernerkundung* - Pattern recognition - specjalna metoda rozpoznawania uzyskiwanych w jakikolwiek sposób obrazów, stosowana do klasyfikacji wielozmiennych danych obrazowych. Obejmuje następujące kroki: wyciąganie cech, wybór cech i klasyfikację obrazów.

Wszystkie cztery definicje są podobne, ale brytyjska jest najbardziej ogólna, a amerykańska najbardziej szczegółowa.

W opisie GIS-owskiego rastrowego systemu obrazowego znajdujemy:

IMAGE ANALYSIS - proces służący do skutecznego wykorzystania struktury danych rastrowych lub wektorowych. Wymaga sprowadzenia danych obrazowych z różnych źródeł, zarejestrowania lub przekształcenia tego zobrazowania do układu współrzędnych mapy, przystosowania do formatu mapy, ustalenia progów poziomu szarości, rozciągnięcia kontrastu i wyświetlenia obrazu.

W niemieckim, wyżej cytowanym słowniku podano:

IMAGE ANALYSIS - rozpoznanie i ustalenie określonych obiektów występujących w obrazie. Prowadzi to do rozpoznania wzorców.

Dr inż. Wojciech Mastej:

W wypowiedzi odniosę się do obu terminów.

Rozpoznawanie obrazów.

1. Termin *rozpoznawanie obrazów* (ang. pattern recognition, ros. raspoznawanije obrazow) ma znaczenie historyczne i pochodzi od rozpoznawania liter i ogólnie – znaków graficznych (Jajuga 1990).

2. *Rozpoznawanie obrazów* jest równoznaczne z terminem *klasyfikacja obiektów*. Najczęściej przez rozpoznawanie obrazów rozumie się zarówno klasyfikację wzorcową (nadzorowaną, z nauczycielem), jak i klasyfikację niewzorcową (nienadzorowaną, bez nauczyciela).

3. U różnych autorów pojawiają się różne definicje polskiego terminu *obraz* (ang. pattern). U niektórych obraz to po prostu obiekt klasyfikacji (np. Jajuga 1990). U innych jest to zestaw wartości cech opisujących obiekt (Barret lub Morse) (ten sam zakres znaczeniowy ma predyktor por. Harff *et al.* 1992). W literaturze radzieckiej za *obraz* uważano wzorcową reprezentację zdefiniowanej a priori klasy (np. Bongard *et al.*, 1966).

4. Niezależnie od tego, czy obiekty mają charakter abstrakcyjny, typu pojęć (np. jednostka chorobowa, „obszar złożowy", itp.), czy też nie, musi istnieć możliwość ich formalnego opisu za pomocą zestawu cech lub/i relacji między elementami obrazu.

5. Rozróżnia się metody rozpoznawania obrazów z użyciem sieci neuronowych oraz tradycyjne metody rozpoznawania obrazów, a wśród nich metody statystyczne, heurystyczne i strukturalne.

Bibliografia

Jajuga K., *Statystyczna teoria rozpoznawania obrazów*. PWN, 1990.

Barret lub Morse - http://rivit.cs.byu.edu/521/W2000/lectures/

Harff J., Davis J.S., Olea R. A., *Quantitative Assessment of Mineral Resources with an Application to Petroleum Geology*. Nonrenewable Resources. 1992. vol. 1, No 1, p. 74-84.

Bongard M.M. *et al.*, *Ispolzowanije obuczajuszczejsija programmy dla wyjawlenija nieftienosnych płastow*. Geołogija i Geofizika, 1966, No 6, str. 96-105.

Analiza obrazu.

Odwzorowaniem obiektów istniejących w naturze, nieabstrakcyjnych, są sygnały optyczne (obrazy sensu stricto), sygnały termalne, dźwiękowe, radarowe, sejsmiczne, itp. Informacja jest zawarta w sygnale w sposób niejawny i musi być z niego wydobyta. Polega to z reguły na ekstrakcji cech (feature extraction), segmentacji sygnału – obrazu (image segmentation), wydzieleniu krawędzi lub na zastosowaniu innych podobnych technik. W tym miejscu analiza może zostać zakończona; możliwe jest też zastosowanie technik klasyfikacyjnych w odniesieniu do segmentów (lub pełnych sygnałów). Metody takiej obróbki sygnałów łączy się z metodami klasyfikacji ich segmentów (mimo że metody klasyfikacji należą formalnie do metod rozpoznawania obrazów) w osobną grupę metod i nazywa *analizą obrazu* (ang. image analysis, ros. raspoznawanije izobrażenij) (Drury 1993).

Bibliografia

Drury S. A., *Image Interpretation in Geology*. Chapman & Hall. London – Glasgow – New Yory – Tokyo – Melbourne – Madras. 1993, p. 149-158.

MODERATOR:

W omówieniu dr Masteja oba terminy są przejrzyście zróżnicowane, czego nie można, niestety, powiedzieć o definicjach zawartych w niemieckim słowniku fotogrametrycznym, cytowanym przez prof. Sitka. Przygotowana wypowiedź panelowa prof. M. Flasińskiego ma postać artykułu, zamieścimy ją przeto w tej formie.

PROF. MARIUSZ FLASIŃSKI:

Podstawowe pojęcia rozpoznawania obrazów

Słowa kluczowe:

rozpoznawanie obrazów, analiza/synteza obrazów, przetwarzanie obrazów, obraz

Abstrakt

W pracy zostały przedyskutowane podstawowe pojęcia teorii rozpoznawania obrazów oraz ich miejsce w obszarze analizy i syntezy obrazów.

1. Pojęcie obrazu

W teorii rozpoznawania obrazów pojęciem pierwotnym jest pojęcie *obrazu* (Tadeusiewicz, Flasiński 1991). Obrazem jest bowiem nie tylko to, co w języku potocznym rozumiemy pod tym słowem, czyli obraz optyczny (wizyjny), jak np. zdjęcie satelitarne, obraz z wideokamery, itp. W klasycznym (funkcjonalnym, analitycznym) podejściu do rozpoznawania obrazów przez obraz będziemy rozumieć każdy obiekt, strukturę, zjawisko, sygnał, proces, sytuację, który można zareprezentować w postaci tzw. wektora cech, czyli uporządkowanego zbioru cech charakteryzujących taki obiekt, strukturę, itd. W tym sensie będziemy za obraz uważać budynek, fragment ulicy czy też pola walki (czyli tzw. scenę), sytuację meteorologiczną nad pewnym obszarem, stan pacjenta (opisany odpowiednimi cechami, takimi jak temperatura ciała, puls, ciśnienie krwi, itd.). Natomiast w podejściu syntaktyczno-strukturalnym obrazem (strukturalnym) jest wszystko to, co można zaprezentować w postaci struktury (ciągowej, drzewowej lub grafowej). W tym przypadku obrazem będzie fragment łańcucha DNA, struktura krystalograficzna, odcisk palca, struktura sieci komputerowej, itp. W języku angielskim rozróżniamy obraz w sensie ogólnym wprowadzonym powyżej, nazywając go *pattern* (co bardziej odpowiadałoby polskiemu *wzorzec* – stąd pewne (nieskuteczne) próby wprowadzenia nazwy *rozpoznawanie wzorców*), i obraz optyczny (wizyjny), postrzegany narządem wzroku, określony jako *image*. W polskiej literaturze przedmiotu takie rozróżnienie nie funkcjonuje.

2. Metody analizy obrazów versus metody syntezy obrazów

Komputerowe metody działające na informacji obrazowej możemy podzielić na metody analizy obrazów oraz na metody syntezy obrazów. *Synteza obrazów* dotyczy zasadniczo obrazów optycznych (wizyjnych). Jej zadaniem jest generacja (zrekonstruowanie) obrazu na podstawie danych wczytanych do komputera, przy czym dane te mogą mieć charakter numeryczny (np. generacja mapy na podstawie poziomic) lub wizyjny (np. wczytanie obrazu zebranego przez system wizyjny robota przemysłowego). Bardzo często dokonuje się również pewnych ulepszeń jakościowych obrazu (kontrastowanie obrazów niewyraźnych, kolorowanie obrazów czarnobiałych). Metody syntezy obrazów zalicza się do obszaru zwanego *grafiką komputerową* (ang. *computer graphics*).

Analiza obrazów może dotyczyć tak obrazów w wyżej przedstawionym, ogólnym tego słowa znaczeniu, jak i obrazów optycznych. Zadanie analizy obrazów polega na klasyfikacji nieznanego obrazu do pewnej kategorii należącej do wcześniej zdefiniowanego zbioru kategorii lub też na podaniu charakterystyki analitycznej dla pewnego obrazu lub grupy obrazów (np. stwierdzenie czy dwa obrazy są do siebie podobne i w jaki sposób). Ze względu na fundamentalne różnice w charakterze wykorzystywanych algorytmów, metody analizy obrazów dzieli się na *metody przetwarzania obrazów* oraz *metody rozpoznawania obrazów*. Obie grupy metod zostaną omówione w kolejnych dwóch sekcjach.

3. Metody przetwarzania obrazów

Metody *przetwarzania obrazów* (ang. *image processing, pattern preprocessing*) mogą być wykorzystywane we wstępnej obróbce obrazów, tak przed użyciem metod syntezy obrazów (wtedy ich zadaniem jest poprawienie jakości obrazu, zanim zostanie on zwizualizowany na np. ekranie komputera), jak i przed użyciem metod

analizy obrazów (kiedy ich zadaniem jest przygotowanie obrazu do procesu rozpoznawania poprzez usunięcie przypadkowych zaburzeń, wynikających z błędów lub niedokładności pomiarowych urządzeń sensorycznych). Podstawowymi operacjami fazy przetwarzania obrazów są rozmaite filtracje, bądź to na obrazie wejściowym, bądź na jego charakterystyce fourierowskiej. Ich zadaniem jest albo wykontrastowanie obrazu, kiedy jest on rozmyty, albo jego „odszumienie" poprzez operacje „wygładzające", kiedy zawiera jakieś przypadkowe zaburzenia lokalne (Tadeusiewicz 1992). Pozostałymi operacjami przetwarzania obrazów są operacje „wzmacniające" obraz w całości (ang. *image enhancement*). Ostatnio, w związku z dynamicznym rozwojem sieci komputerowych i Internetu, rozwinęły się znacznie metody kompresji obrazów dla celów szybkiego przesyłania informacji obrazowej.

4. Metody rozpoznawania obrazów

Metody *rozpoznawania obrazów* dzielą się, jak już wspomnieliśmy wyżej, na dwie grupy: *metody klasyczne (funkcjonalne, analityczne)* oraz *metody syntaktyczno-strukturalne* (Tadeusiewicz, Flasiński 1991). Główną ideą pierwszego podejścia jest ekstrakcja cech obrazów, których klasyfikację znamy, zareprezentowanie cech każdego obrazu w postaci wektora cech, a następnie umieszczenie wektorów cech (dla tych znanych obrazów) w tzw. przestrzeni cech. Zbiory tych wektorów dla poszczególnych klas (kategorii) obrazowych tworzą w tej przestrzeni tzw. skupiska (ang. *clusters*). Intuicyjna idea rozpoznawania nieznanego obrazu polega tutaj na umieszczeniu jego wektora cech (powstałego po zmierzeniu wartości/charakterystyk jego cech) w przestrzeni cech i znalezieniu najbliższego skupiska. (Jak widać jest to idea klasyfikacji przez podobieństwo).

W przypadku metod syntaktyczno-strukturalnych, analizy obrazu dokonuje się albo przez zbadanie stopnia podobieństwa jego struktury do zapamiętanych wcześniej struktur znanych obrazów (metody strukturalne), albo poprzez potraktowanie zbioru struktur znanych obrazów jako pewnego języka formalnego, dla którego konstruuje się automat formalny (parser) zdolny do analizy zdań tego języka. Rozpoznawanie nieznanego obrazu polega tutaj na sprawdzeniu za pomocą tego automatu na drodze analizy składniowej (syntaktycznej) „zdania" reprezentującego ów nieznany obraz, czy i w jakim stopniu należy on do języka akceptowalnego przez ten automat.

Bibliografia

Tadeusiewicz R., Flasiński M., 1991: *Rozpoznawanie Obrazów*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe – PWN, Warszawa.

Tadeusiewicz R., 1992: *Systemy Wizyjne Robotów Przemysłowych*, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne - WNT, Warszawa.

MODERATOR:

Na wypowiedzi prof. Flasińskiego zakończyliśmy drugą część dyskusji panelowej. Chciałbym podziękować bardzo serdecznie wszystkim uczestnikom dyskusji. Jestem głęboko przekonany, że okaże się ona bardzo pożyteczna dla pracy Komisji.

Dyskusję przygotowali do druku:
prof. Janusz Kotlarczyk
prof. Ryszard Ślusarczyk.

Podsumowanie dyskusji panelowej

PROF. JANUSZ KOTLARCZYK:

Pierwsza część dyskusji panelowej ujawniła zróżnicowane rozumienie treści pojęcia *geoinformatyka*. W jakiejś mierze jest ono pochodną uprawianej specjalizacji. Przedstawiciele geodezji, fotogrametrii, teledetekcji, częściowo geografii, operujący danymi z powierzchni Ziemi, przywiązani są do węższego pojmowania geoinformatyki. Z kolei niektórzy geofizycy i geolodzy skłonni są do znacznego poszerzenia znaczenia terminu. Sądzę, że uporządkowanie poglądów będzie ułatwione po przypomnieniu zasad klasyfikacji nauk, określających wymogi uznania nauki za samodzielną bądź styczną.

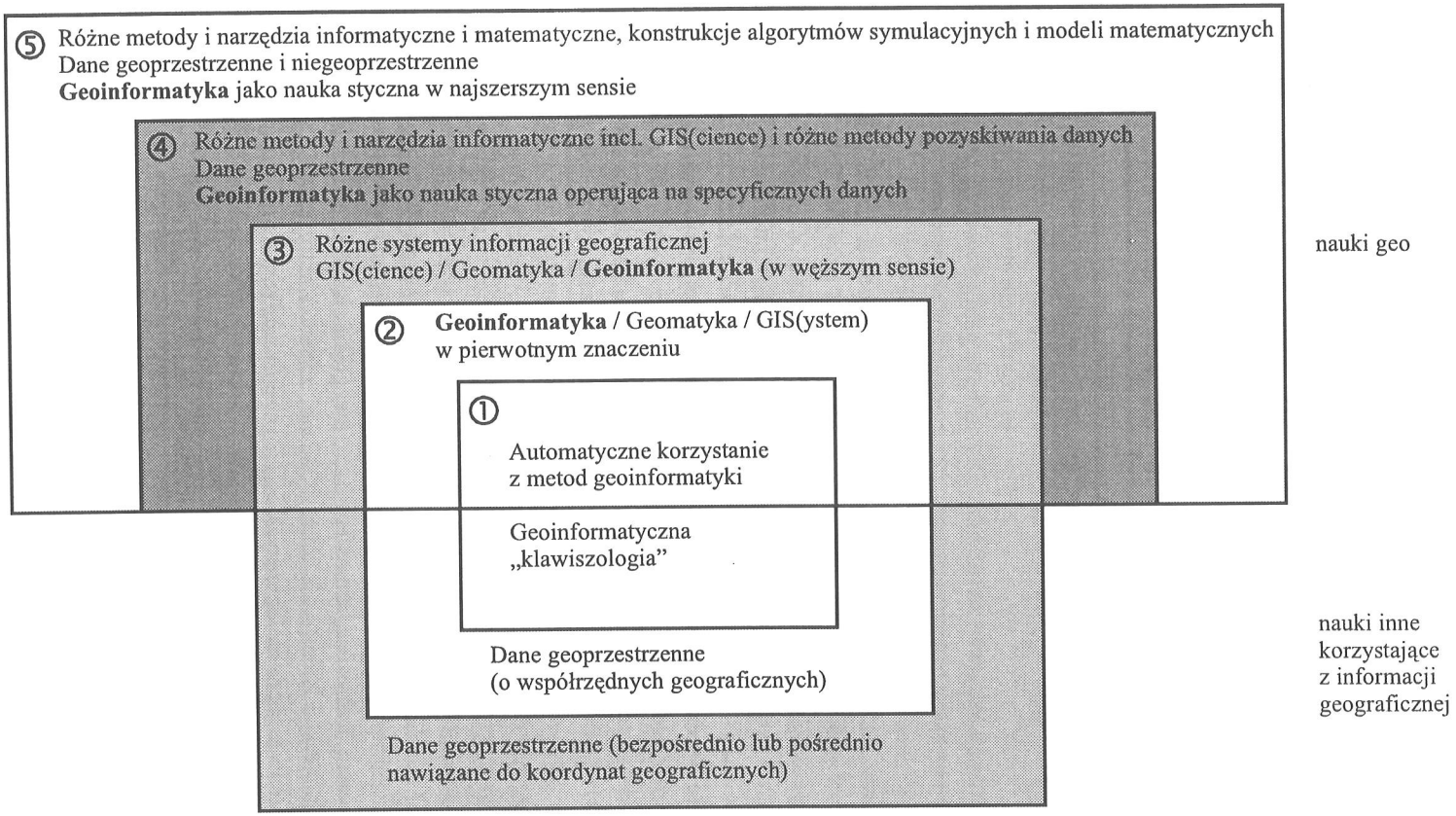
Kryteria takiej klasyfikacji stanowią: określenie przedmiotu badań, sprecyzowanie celów badawczych oraz rodzaj używanych przez dyscyplinę metod badawczych. Dyscyplina samodzielna, przy jasno określonych dwu pierwszych kryteriach, musi posiadać wypracowane własne, tylko jej właściwe metody badawcze. Korzystanie przez dyscyplinę z metod innych nauk stawia ją w kategorii nauki niesamodzielnej - stycznej.

Przyjmując, że w momencie rodzenia się *geoinformatyki / geomatyki* powstało oryginalne narzędzie badawcze, jakim jest GIS(ystem) i określona metodyka jego stosowania, a przedmiot badań (obiekty na powierzchni Ziemi) i cele badawcze (patrz definicja ISO 19104) zostały dostatecznie określone, można by uznać, iż ta gałąź wiedzy stanowi dyscyplinę samodzielną. Pojawia się jednak problem umiejscowienia tej dyscypliny w rodzinie nauk. Z definicji i dyskusji wynika, że *geoinformatyka/geomatyka* zajmuje się obiektami związanymi nie tylko z litosferą, hydrosferą, atmosferą (przedmiot zainteresowania nauk o Ziemi), ale także biosferą (przedmiot zainteresowań nauk biologicznych, leśnictwa, rolnictwa, ekologii) i noosferą - przestrzenią działania umysłu człowieka (przedmiot zainteresowania także nauk technicznych, humanistycznych, wojskowych, planowania przestrzennego itp.). Jedyną wspólną cechą tych obiektów jest ich fizyczna obecność w geoprzestrzeni z przypisanymi współrzędnymi. W związku z tym tak zdefiniowaną *geoinformatykę/geomatykę* należałoby umieścić w dziedzinie nauk technicznych. Rozwój tej dyscypliny zależeć będzie od wzbogacenia technicznych możliwości wykorzystywanych metod (tj. GIS, teledetekcji, GPS), zaś finalnym osiągnięciem będzie coraz to lepsza prezentacja informacji geograficznej. W tej sytuacji niemożliwa jest na gruncie tak określonej dyscypliny jakakolwiek głębsza interpretacja merytoryczna wyników uzyskanych w procesie przetwarzania danych, gdyż wymaga ona wiedzy profesjonalnej, różnej w każdym przypadku. Aby taka interpretacja mogła nastąpić, musiałyby powstać *geoinformatyki/geomatyki* dyscyplinarne, tj. geologiczne, geograficzne, geodezyjne, leśne itp.

W powyższym ujęciu *geoinformatyki/geomatyki* rozmywają się cele poznawcze tej dyscypliny, pozostają jedynie cele utylitarne. Wydaje się, że to wąskie rozumienie *geoinformatyki/geomatyki* nie daje dobrych perspektyw pracy naszej Komisji.

Piszący te słowa, jak i wielu dyskutantów prezentuje szersze rozumienie *geoinformatyki*. W tym ujęciu jest to dziedzina nauk stycznych, powstająca na styku dość jednorodnej dziedziny pokrewnych nauk o Ziemi i górnictwa z informatyką, i bazująca na danych geoprzestrzennych mierzonych w różnych skalach (nie jak w poprzedniej opcji, ograniczonej do obiektów w mezoskali). Narzędzia i metody służące do uzyskiwania i prezentowania danych geoprzestrzennych są wielorakie, włączając w to GIS(ystemy) i wszelkie inne narzędzia i metody informatyczne, ale także techniki numeryczne, techniki oparte na teorii sygnału, teorię informacji i in. W zakresie tak pojętej nauki można zatem i należy w pełni wykorzystywać, tam gdzie jest to możliwe, metodykę *geoinformatyki/geomatyki*, omawianej powyżej. Rozwój metodyki badawczej, uwzględniającej coraz to nowe narzędzia informatyczne, zapewni stały rozwój tej nauki, zaś możliwość przeprowadzenia pełnej merytorycznej interpretacji rejestrowanych procesów i zjawisk na powierzchni Ziemi, pod powierzchnią Ziemi i nad nią zapewni wkład w poznawczą rolę omawianej dziedziny.

W dyskusji pojawiła się również trzecia opcja - jeszcze szerszego rozumienia terminu *geoinformatyka*, również w sensie nauki stycznej. Zwolennicy tej opcji sądzą, że obiektem zainteresowania *geoinformatyki* powinny stać się także dane niekoniecznie o charakterze



Rys.1. Diagram ilustrujący różne opcje rozumienia terminu geoinformatyka przedstawione przez uczestników panelu (bliższe objaśnienia w tekście)
Fig. 1. Chart showing different options of understanding of the term "geoinformatics" presented by the participants of the panel (more specific information in the text)

geoprzestrzennym, a metody tej dyscypliny winny zostać poszerzone o tworzenie algorytmów symulacyjnych czy modeli matematycznych, w ogólności o ilościowe metody badawcze. Mamy tu zatem propozycję inkorporowania do *geoinformatyki* problematyki geologii matematycznej, tak jak zresztą to czynią niektóre czasopisma poświęcone *geoinformatyce*.

Omawiane w czasie panelu opcje można przedstawić w formie grafu (Rys.1), ilustrującego kierunek poszerzania się treści terminu *geoinformatyka* (w zależności od przyrostu metod, celów poznawczych i rodzaju danych). Odcieniem szarości wyróżniono opcje preferowane przez przedstawicieli nauk geodezyjnych (jasny) i nauk geologiczno-górniczych (ciemny).

Przyszłość pokaże, w jakim kierunku będzie rozwijała się *geoinformatyka*, niemniej zarysowane w dyskusji różne rozumienie jej treści nakłada na autorów obowiązek określenia w jakim sensie używają terminu *geoinformatyka*.

Druga część dyskusji panelowej przyniosła dokładne wyjaśnienie znaczenia terminów „rozpoznawanie obrazów" i „analiza obrazów". Przyczyną nieporozumień było użycie w języku polskim jednego terminu „obraz" na dwa różne terminy angielskie: „pattern" i „image". Kontynuowanie dyskusji terminologicznej ułatwi i przyspieszy tworzenie słownika geoinformatycznego, którego opracowanie przez Komisję Geoinformatyki postulowali dyskutanci.

Dyskusja nasza przyniosła także cenne propozycje dotyczące ukierunkowania prac Komisji Geoinformatyki. Komitet Administracyjny rozważy je szczegółowo.

KRONIKA
PRAC KOMISJI

W trzecim roku działalności odbyły się następujące posiedzenia naukowe Komisji Geoinformatyki PAU:

10 stycznia 2001 roku z referatem Mariusza Flasińskiego (Uniwersytet Jagielloński, Katedra Informatyki, Zakład Systemów Informacyjnych) pt. „Podstawowe koncepcje syntaktycznego rozpoznawania obrazów" (pełny tekst znajduje się w niniejszym 3 tomie *„Geoinformatica Polonica")*.

21 lutego 2001 r. z referatem Jana Zabrodzkiego (Instytut Informatyki Politechniki Warszawskiej) pt. „Współczesna grafika komputerowa".

14 marca 2001 roku z referatem Tomasza SZMUCA (Katedra Automatyki AGH) pt. „Precyzyjna reprezentacja niepełnej wiedzy (zbiory rozmyte i zbiory przybliżone)" (pełny tekst ukaże się w 4 tomie *„Geoinformatica Polonica")*.

11 kwietnia 2001 roku z referatem Jacka KOZAKA (Instytut Geografii UJ - Zakład Systemów Informacji Geograficznej) pt. „Wykorzystanie danych globalnych w badaniach rozmieszczenia ludności i użytkowania ziemi w wybranych górach świata" (pełny tekst znajduje się w niniejszym 3 tomie *„Geoinformatica Polonica")*

16 maja z dyskusją panelową dotyczącą terminologii, określenia zakresu zainteresowań i prac Komisji.

20 czerwca z drugą częścią dyskusji panelowej na temat terminologii oraz określenia zakresu zainteresowań i prac Komisji.
Bliższe omówienie dyskusji znajduje się w niniejszym tomie.

14 listopada z referatem Mateusza TROLLA (Instytut Geografii UJ - Zakład Systemów Informacji Geograficznej) pt. „Zastosowanie GIS i teledetekcji w badaniach użytkowania ziemi w Beskidach" (pełny tekst ukaże się w 4 tomie *„Geoinformatica Polonica")*.

12 grudnia z referatem Konrada ECKESA (Wydział Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska AGH - Katedra Informacji o Terenie) pt. „Logika obrazu mapy jako podstawa do utworzenia systemu ekspertowego" (pełny teksy ukaże się w 4 tomie *„Geoinformatica Polonica")*.

Z inicjatywy prof. J. Jachimskiego oraz prof. J. Olędzkiego (przewodniczący Komitetu Organizacyjnego) Komisja Geoinformatyki PAU objęła współpatronat nad Ogólnopolskim Sympozjum Geoinformacji pt. „GEOINFORMACJA ZINTEGROWANYM NARZĘDZIEM BADAŃ PRZESTRZENNYCH", które odbyło się w dniach 3-5 października 2001 w Wysowej. Bliższe omówienie sympozjum znajduje się w niniejszym tomie.

przewodniczący
Janusz KOTLARCZYK

sekretarz
Ryszard ŚLUSARCZYK

INFORMACJE O KONFERENCJACH

XI Konferencja Naukowo-Techniczna PTIP 2001
„Systemy Informacji Przestrzennej"
29 maja 2001r., Warszawa

W ramach XI Konferencji Naukowo-Technicznej PTIP' 2001 SYSTEMY INFORMACJI PRZESTRZENNEJ, która odbyła się w dniu 29 maja 2001 r. w Warszawie, wygłoszone zostały następujace referaty:

1. Adam Łyszkowicz (CBK PAN): *Współczesne metody wyznaczania wysokości.*
2. Roman Kadaj (Politechnika Rzeszowska): *Przekształcenia odwzorowawcze map, czyli w warsztatach kartografii numerycznej.*
3. Edward Nowak (Politechnika Warszawska): *Estymacja i weryfikacja numerycznego modelu terenu.*
4. Wojciech Pachelski (CBK PAN/IGiK): *Geoinformatyczne bezpośrednie opisywanie położenia.*

Trzy spośród wygłoszonych referatów, a mianowicie prof. prof. Łyszkowicza, Kadaja i Nowaka, ukazały się w wydanych przez Polskie Towarzystwo Informacji Przestrzennej materiałach konferencji.

Wojciech Pachelski

VIII Konferencja:
„Systemy Czasu Rzeczywistego"
24-27 września 2001r., Krynica

VIII Konferencja Systemy Czasu Rzeczywistego odbywała się w dniach 24-27 września 2001 w Krynicy. Konferencja jest organizowana każdego roku w ostatnim tygodniu września – pierwsza odbyła się we Wrocławiu i była wspólnie organizowana przez Pafawag oraz Międzywydziałowy Zakład Informatyki Politechniki Wrocławskiej. Począwszy od roku 1999, urzeczywistniono ideę „konferencji wędrującej", organizowanej rokrocznie w różnych ośrodkach w Polsce. W ostatnich dwóch latach (2000 i 2001) głównym organizatorem była Katedra Automatyki Wydziału Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Elektroniki w Akademii Górniczo-Hutniczej.

Głównym celem Konferencji Systemy Czasu Rzeczywistego jest wymiana doświadczeń i wyników badań specjalistów pracujących w dziedzinie wytwarzania oprogramowania systemów czasu rzeczywistego. Istotne jest przy tym dążenie do szerokiego udziału specjalistów pracujących w przemyśle. Ta naturalna idea wymiany doświadczeń między uczelniami technicznymi a przemysłem została zainicjowana przez pierwszą konferencję i rokrocznie znajduje odzwierciedlenie w istotnej liczbie prac związanych z aplikacjami przemysłowymi. W tym roku na uwagę zasługuje szeroki udział w konferencji firmy Motorola Polska Software Centre, co między innymi potwierdza rangę, jak również zainteresowanie współpracą ze strony wiodącej firmy wytwarzającej oprogramowanie na potrzeby telekomunikacji. Warto również zaznaczyć istotny udział Centrum Technicznego Delphi Automotive Systems w Krakowie.

W ostatniej edycji rozszerzono nieco formułę konferencji, dodając referaty plenarne do tradycyjnych już wykładów szkoleniowych. Należy zatem zwrócić uwagę na referaty szkoleniowe:

— *Maximazing the impact of software testing in limited budget*, Isaac Levendel - Motorola Research Centre USA;
— *Wprowadzenie do programowania ekstremalnego*, Jerzy Nawrocki – Politechnika Poznańska;
— *Studium wykonalności projektu informatycznego*, Stanisław Szejko – Politechnika Gdańska.

Bardzo ważną pozycją konferencji były również referaty plenarne:

— *Od analizy wymagań do weryfikacji kodu*, Jan Madey – Uniwersytet Warszawski,
— *Software project management*, LunJi Qiu – Motorola Centre, Singapore.

Spośród wielu zgłoszeń zakwalifikowano ostatecznie 38 referatów, przy czym każdy z nich był recenzowany przez 2 niezależnych recenzentów.

Referaty konferencji był zgrupowane w sesjach:

— Metody formalne w inżynierii systemów czasu rzeczywistego.
— Metody analizy i specyfikacji wymagań.
— Metody projektowania oprogramowania.
— Języki programowania i systemy operacyjne czasu rzeczywistego.
— Problemy jakości systemów czasu rzeczywistego.
— Zastosowania systemów czasu rzeczywistego.

Pełny tekst przyjętych referatów wydrukowano w materiałach konferencyjnych (red. T. Szmuc, Radosław Klimek). Planuje się również wydanie pełnego tekstu wykładów szkoleniowych i referatów plenarnych. Informacje o konferencji można ponadto znaleźć w witrynie: http://galaxy.uci.agh.edu.pl/~scr01.

przewodniczący Komitetu Programowego
VIII Konferencji Systemy Czasu Rzeczywistego
Tomasz SZMUC

Ogólnopolska Konferencja Naukowa:
„Polskie doświadczenia w kształtowaniu społeczeństwa informacyjnego. Dylematy cywilizacyjno-kulturowe"
28 września 2001r., Kraków

Przewodniczący Komitetu Organizacyjnego:
prof. dr hab. Lesław H. Haber,
prof. zw. dr hab. inż. Ryszard Tadeusiewicz.

Organizatorzy:
Wydział Nauk Społecznych Stosowanych Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie.

Sprawozdanie z konferencji:

Konferencja była poświęcona problemom i dylematom cywilizacyjno-kulturowym związanym z formowaniem się społeczeństwa informacyjnego. W konferencji wzięło udział ok. 80 naukowców reprezentujących dwadzieścia wyższych uczelni o zróżnicowanym profilu. Referaty przygotowali przedstawiciele uczelni uniwersyteckich: Uniwersytetu Jagiellońskiego, Łódzkiego, Śląskiego, Szczecińskiego, Wrocławskiego i Marii Curie-Skłodowskiej z Lublina; politechnicznych: z Częstochowy, Zielonej Góry, Krakowa, Wrocławia, Warszawy i Koszalina; a także pedagogicznych, ekonomicznych, handlowych, jak również Polskiej Akademii Nauk. Obok sesji plenarnych wydzielono pięć sekcji problemowych poświęconych:

Sekcja I: „Uczestnictwo społeczeństwa w życiu publicznym" – 9 referatów;

Sekcja II: „Technologie informacyjne i ich wpływ na kształtowanie się nowych wartości kulturowych i społecznych" – 9 referatów;

Sekcja III: „Model gospodarki „trzeciej fali" z uwzględnieniem znaczenia wiedzy i technologii informacyjnych w kształtowaniu nowych stosunków pracy i zatrudnienia" – 10 referatów;

Sekcja IV: „Zastosowanie technologii informacyjnych w inicjowaniu nowych form działalności człowieka na przykładzie edukacji, gospodarki, rozrywki – 9 referatów;

Sekcja V: „Praktyczne doświadczenia we wdrażaniu technologii informacyjnych na przykładzie małych społeczności" – 9 referatów.

W sesji plenarnej wśród referentów byli prof. prof.: R. Tadeusiewicz (AGH), J. Kulpińska (UŁ), T. Goban-Klas (UJ), L. W. Zacher (UŚ), P. Tobera (UŁ), L. Milian (PC), K. Doktorowicz (UŚ), M. Goliński (SGH), L. H. Haber (AGH). Ogółem wygłoszono 57 referatów, które po opinii recenzentów zostaną opublikowane w materiałach konferencyjnych. Ich wydanie planuje się w 2002 roku.

W podsumowaniu obrad konferencji zwrócono uwagę na konieczność cyklicznych spotkań przedstawicieli różnych ośrodków badawczych, których łączą wspólne zainteresowania związane z formowaniem się i rozwijaniem społeczeństwa informacyjnego, zarówno w ujęciu teoretycznym jak i empirycznym, oraz kształtującymi się na tym tle zjawiskami pozytywnymi i negatywnymi. Prognozowanie wspomnianych zjawisk na XXI wiek w odniesieniu do społeczeństwa polskiego może znacznie ograniczyć negatywne aspekty tego procesu.

Organizatorami konferencji ze strony Wydziału Nauk Społecznych Stosowanych byli: dziekan Wydziału – dr hab. Anna Siwik, przewodniczący Komitetu Organizacyjnego – prof. dr hab. Lesław H. Haber, sekretarz organizacyjny – dr Regina Artymiak oraz mgr Irena Molasy. W skład rady programowej i naukowej konferencji wchodzili: przewodniczący – prof. zw. dr hab. Tomasz Goban-Klas (UJ), prof. dr hab. Lesław H. Haber (AGH), prof. dr hab. Ignacy S. Fiut (AGH), dr hab. Anna Siwik (AGH), dr Krystyna Doktorowicz (UŚ).

Ryszard Tadeusiewicz

Ogólnopolskie Sympozjum Geoinformacji: „Geoinformacja zintegrowanym narzędziem badań przestrzennych"

3-5 października 2001r., Wysowa

Informacja o naturalnym środowisku, w którym człowiek się rozwija, informacja o kształcie i wymiarach Ziemi, o jej budowie, o zasobach, informacja o procesach naturalnych zachodzących w atmosferze, litosferze i na powierzchni naszej planety, jak i informacja o zagospodarowaniu Ziemi – te i inne informacje mające jednoznaczne odniesienia czasoprzestrzenne można określić wspólnym terminem: geoinformacja.

Ilość geoinformacji wytwarzanej przez wszystkie nauki o Ziemi i naturalnym środowisku przyrodniczym narasta obecnie lawinowo. Cechą wspólną tych informacji jest ich związek z przestrzenią ziemską. Racjonalne pozyskiwanie, gromadzenie, przechowywanie, analizowanie, przetwarzanie i prezentowanie tych masowo narastających informacji stało się możliwe dzięki komputeryzacji. Powstały i nadal się rozwijają dedykowane geoinformacji potężne systemy informatyczne, z których bodaj najważniejsze to systemy informacji przestrzennej, w tym systemy informacji geograficznej (GIS).

Powstanie GIS stało się momentem przełomowym dla rozwoju geoinformacji, bowiem nadało jej cechę globalności. Wkrótce okazało się, że systemy geoinformatyczne, a więc skomputeryzowane systemy zaspakajające w wielorakich zakresach potrzeby geoinformacji, mogą być w podobny sposób wykorzystywane przez wszystkie nauki o Ziemi i środowisku naturalnym, co wskazuje na celowość integracji, lub przynajmniej wzajemnej konsultacji działań organizacyjnych i badań naukowych prowadzonych przez przedstawicieli tych nauk. Polskie Towarzystwo Fotogrametrii i Teledetekcji oraz Klub Teledetekcji Polskiego Towarzystwa Geograficznego podpisały formalne porozumienie o współpracy już z początkiem lat dziewięćdziesiątych. Również ostatnio, w celu realizacji w naszym kraju wspomnianej wyżej integracji pokrewnych dyscyplin, grupa geologów, geofizyków, fotogrametrów, specjalistów w zakresie teledetekcji, geodetów, kartografów, górników, geografów i informatyków utworzyła pod koniec 1998 roku

Komisję Geoinformatyki przy Wydziale Przyrodniczym Polskiej Akademii Umiejętności (PAU) w Krakowie.

Wśród niezwykłego bogactwa zasobów geoinformacji wyróżnić możemy część szczególną, charakteryzującą się tym, że geoinformacja zbierana jest lub udostępniana w postaci obrazów. Być może tę część geoinformacji można nazwać geoinformacją obrazową. Nie wdając się tutaj w analizę pojemności tego terminu, bez wątpienia możemy uznać, że wszystkie obrazy wykorzystywane w fotogrametrii i teledetekcji, bez względu na istniejące często trudności ich tematycznej interpretacji, stanowią część tej obrazowej geoinformacji. Do geoinformacji obrazowej można zaliczyć również wszystkie opracowania mapowe, w tym opracowane metodami geoinformatyki produkty przetwarzania obrazów lotniczych i satelitarnych, zarówno fotograficznych, jak i skanerowych, w tym radarowych.

Dużej wagi wydarzenie naukowe i organizacyjne, stanowiące kolejny etap integracji różnych dyscyplin parających się geoinformacją miało miejsce w dniach 3-5 października 2001r. w Wysowej, koło Gorlic, gdzie naukowcy i praktycy referowali i dyskutowali różne aspekty geoinformacji i geoinformatyki, a szczególnie tych ich działów, w których obrazowa reprezentacja informacji odgrywa kluczową rolę.

Po raz pierwszy duża grupa polskich towarzystw naukowych i naukowo-technicznych oraz szereg komisji i zakładów badawczych zajmujących się geoinformacją, a zwłaszcza geoinformacją obrazową, zorganizowała wspólnie sympozjum. Głównymi organizatorami sympozjum były: Klub Teledetekcji Środowiska Polskiego Towarzystwa Geograficznego, Zakład Teledetekcji Środowiska Wydziału Geografii i Studiów Regionalnych Uniwersytetu Warszawskiego, oraz Komisja Teledetekcji Komitetu Badań Kosmicznych PAN. Współorganizatorami sympozjum były: Polskie Towarzystwo Fotogrametrii i Teledetekcji, Komisja Geoinformatyki Polskiej Akademii Umiejętności, Zakład Fotogrametrii i Informatyki Teledetekcyjnej Wydziału Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska AGH w Krakowie, Instytut Geodezji i Kartografii – OPOLIS, Instytut Architektury Politechniki Krakowskiej, Stowarzyszenie Kartografów Polskich, Polskie Towarzystwo Informacji Przestrzennej, Zakład Kartografii i Systemów Informacji Przestrzennej Instytutu Geografii i Zagospodarowania Przestrzennego PAN, oraz Zakład Systemów Informacji Geograficznej Instytutu Geografii i Gospodarki Przestrzennej Uniwersytetu Jagiellońskiego.

Sympozjum zorganizowano pod wiele mówiącym hasłem „Geoinformacja zintegrowanym narzędziem badań przestrzennych".

W pierwszej sesji plenarnej przedstawiono siedem przeglądowych referatów opracowanych na zaproszenie organizatorów. Referaty te ujmują syntetycznie tematykę geoinformatyczną będącą w centrum zainteresowań środowisk naukowo-technicznych reprezentowanych na sympozjum.

W referacie „Społeczeństwo informatyczne - założenia i strategia działań" profesor Bogdan Ney wskazał na dwa główne czynniki tworzące społeczeństwo informacyjne: powszechny dostęp do informacji, oraz technikę i infrastrukturę informatyczną. Scharakteryzował, w świetle obowiązującego w Polsce prawa, następujące zagadnienia: warunki techniczne powszechnego dostępu do informacji (teleinformatyka), edukację informatyczną, prognozowane zmiany zatrudnienia, informatyzację administracji, rozwój rynku teleinformatrycznego, oraz związki informatyki z kulturą i nauka.

W referacie „Rola telegeoinformacji w badaniu procesów globalnych" profesorowie Andrzej Ciołkosz i Jan Olędzki wskazali, że postęp gospodarczy i cywilizacyjny nasilił się ogromnie w minionym XX wieku. Tylko w tym okresie liczba ludności wzrosła czterokrotnie. Wywołało to określone konsekwencje w środowisku, wyrażające się między innymi zajmowaniem nowych terenów na potrzeby wyżywienia ludności, pozyskiwaniem coraz to większych ilości surowców, zmniejszeniem powierzchni lasów oraz przyrostem terenów nieużytecznych. Działalność człowieka przyczyniła się do zachwiania równowagi pomiędzy komponentami środowiska geograficznego, co najdobitniej wyraża się zwiększeniem zanieczyszczenia środowiska, a także drastycznymi anomaliami klimatycznymi, objawiającymi się w postaci klęsk żywiołowych. Prowadzone od 40 lat satelitarne obserwacje Ziemi pozwoliły na lepsze poznanie zjawisk zachodzących na naszej planecie. Nastąpił istotny postęp

w monitorowaniu chemizmu i temperatury różnych warstw atmosfery. Oceany doczekały się w miarę szczegółowej charakterystyki swojej topografii, przestrzennego zróżnicowania temperatury oraz produktywności biologicznej. Precyzyjnie określono kształt bryły ziemskiej i poznano dynamikę jego zmian. Rozwinięto obserwacje ruchu płyt kontynentalnych, obserwowano skutki wielkich erupcji wulkanicznych i wielkich powodzi. Dzięki danym satelitarnym i systemom informacji geograficznej możliwe było uzyskanie globalnych map szaty roślinnej, ocena zasięgu procesów pustynnienia, zmian zachodzących w strefach brzegowych mórz i oceanów. Teledetekcja satelitarna stworzyła nowe możliwości globalnej obserwacji pokrywy śnieżnej oraz lodowców i lądolodów. Nadzieję na dalszy postęp w tej dziedzinie budzi planowana na najbliższych 15 lat realizacja 70 nowych misji satelitarnych, a także szereg międzynarodowych programów monitoringu, które jeszcze bardziej wzbogacą wiedzę o Ziemi i środowisku przyrodniczym.

W referacie „Sharing data for GIS applications" dr Henri J.G.L.Aalders (Delft University of Technology) podkreśla zmiany jakie zaszły w okresie II połowy XX wieku w technologii zbierania, przechowywania i analizy danych przestrzennych. Olbrzyma ilość istniejących obecnie danych przestrzennych, a także zaawansowane informatyczne i teleinformatyczne technologie, stwarzają możliwość pełnego, powszechnego wykorzystywania zgromadzonych danych. Wielorakość używanych systemów stwarza jednak konieczność każdorazowego tłumaczenia danych z kodu źródłowego do kodu w którym działa system informatyczny użytkownika. Dla pełnego wykorzystania dostępnych danych przestrzennych wymagane jest również odpowiednie przygotowanie użytkownika, aby rozumiał on różnice pomiędzy różnymi informacjami i był w stanie ocenić kompletność zestawu danych. Aby w pełni wykorzystać istniejące zbiory danych potrzebna jest w pierwszym rzędzie łatwo osiągalna informacja o tym, jakie informacje znajdują się w tych zbiorach i na jakich warunkach mogą być udostępnione. Niezbędna jest w tym celu globalna, ujednolicona infrastruktura danych przestrzennych (GSDI - Global Spatial Data Infrastructure). Opis GSDI jest opublikowany w Internecie (http//www.gsdi.org).

W referacie „Fotogrametria i teledetekcja a geoinformatyka" profesorowie Aleksandra Bujakiewicz i Józef Jachimski omówili najnowsze trendy rozwojowe w zakresie teledetekcji i fotogrametrii, dotyczące głównie metod podwyższenia rozdzielczości geometrycznej i radiometrycznej zobrazowań cyfrowych pozyskiwanych z pułapu satelitarnego i lotniczego. Zwrócono uwagę na znaczenie satelitarnych misji radarowych nie tylko dla określania sezonowych zmian powierzchni terenu, ale też dla celów kartograficzno-topograficznych. Wskazano na korzyści wynikające z zastosowania lotniczych skanerów laserowych do budowy numerycznego modelu powierzchni terenu. Pokazano, że zobrazowania cyfrowe pozwalają na stałe podwyższanie poziomu automatyzacji przetwarzania danych, co daje spektakularne wyniki w technologiach budowy numerycznych modeli powierzchni oraz w technologiach wytwarzania map fotograficznych. Metody analizy wielospektralnych cyfrowych zobrazowań satelitarnych pozwalają na pozyskiwanie coraz bogatszych i dokładniejszych danych o stanie środowiska i sposobach użytkowania ziemi. Jakość i ilość geoinformacji pozyskiwanej z zobrazowań satelitarnych i lotniczych wymaga rozwijania metod zarządzania i dystrybucji danych rastrowych, też z wykorzystaniem WEB. Wskazano na konieczność popularyzacji systemów geoinformatycznych, również poprzez zainteresowanie młodzieży korzyściami, jakie wynikają z wykorzystywania fotomap (też w formie wirtualnej) i innych zobrazowań.

W referacie „Rola systemów informacji geograficznej w geografii i naukach pokrewnych" profesor Wojciech Widacki zauważa, że obecnie powstał nowy wzorzec pracy geografa, z komputerem, oprogramowaniem i odpowiednim sprzętem do zbierania danych. Zmieniła się też relacja między badaczem, a obiektem jego zainteresowań. W większym stopniu wykorzystuje się teledetekcję, a mniej danych zbieranych jest bezpośrednio w terenie. Użytkownik dokonuje selekcji cech opisujących obiekt. Odpowiednio dobiera atrybuty, które można wyrazić liczbowo, a pomija cechy jakościowe, gdyż tylko takie dane mogą być automatycznie przetwarzane. Wybór metod teledetekcyjnych, cech przestrzennych i ilościowych, a pomijanie cech nieprzestrzennych i jakościowych powoduje deformację tworzonego modelu

przedmiotu badań, w stosunku do modelu stosowanego wcześniej. Od momentu wprowadzenia GIS, w geografii rozpoczyna się nowy okres, który jest jakby powrotem do okresu geografii ilościowej z końca lat pięćdziesiątych. Określić go można jako drugi okres geografii ilościowej.

W referacie doktor Wiesławy Żyszkowskiej „Wkład geoinformatyki do kartografii" czytamy, że od pojawienia się techniki komputerowej w kartografii wielu specjalistów z niepokojem obserwowało wpływ tej techniki na zawód kartografa i na jakość produktów. Równocześnie jednak pojawiło się grono entuzjastów penetrujących możliwości wykorzystania metod kartografii komputerowej w celu przyspieszenia i polepszenia procesu opracowania mapy. Nowa technika wprowadziła istotne zmiany na lepsze poprzez zastosowanie baz danych, grafiki komputerowej, systemów informacji przestrzennej, sztucznej inteligencji oraz internetu. Wprowadzono automatyzację procesu rysowania mapy, automatyzację generalizacji treści mapy, wykorzystanie jednej bazy danych dla redakcji map różnoskalowych i map tematycznych. Wykorzystanie metod sztucznej inteligencji pozwala na opracowanie zautomatyzowanych systemów komputerowych służących do opracowania map dostosowanych do specyficznych potrzeb różnych grup użytkowników. Autorka stwierdza, że kartografia nie tylko wkroczyła w nowy okres rozwoju, ale także staje przed nową szansą, jaką jej daje powiązanie z techniką komputerową. Tą szansą jest większy udział map w życiu społeczeństw, a co za tym idzie, zwiększenie społecznej roli kartografii.

W referacie „Geoinformatyka w naukach geologicznych" opracowanym przez profesora Zbigniewa Kasinę i doktora Mariana Granicznego przedstawiono różne aspekty zastosowań geoinformatyki w naukach geologicznych w Polsce. Szeroki krąg zagadnień, dyskutowanych wcześniej i publikowanych w ramach działalności Komisji Geoinformatyki PAU, objął zarówno zastosowania geologiczne (prognozowanie skutków przekształceń gleb pod wpływem eksploatacji górniczej za pomocą sztucznych sieci neuronowych, zwiększenie szybkości pomiarów geometrycznych struktur skał na drodze zastosowania metod komputerowej analizy obrazów, zastosowanie analizy przestrzennej do badania rozmieszczenia metali ciężkich, zastosowanie metod geostatystyki liniowej do przetwarzania danych z monitoringu środowiskowego, zastosowanie metody rozpoznawania obrazów do określania zasięgu ciał rudnych i poszukiwania obszarów akumulacji węglowodorów), jak i geofizyczne (wykorzystanie funkcji ryzyka do predykcji silnych wstrząsów górniczych, zastosowanie analizy entropii zmiennej losowej do badania procesu pękania górotworu, wykorzystanie metody grupowania zjawisk podobnych do lokalizacji źródeł esmisji sejsmicznej, zastosowanie satelitarnych badań georadarowych do rozpoznawania właściwości utworów przypowierzchniowych). Szczególną uwagę poświęcono różnym aspektom akwizycji, przetwarzania i interpretacji przestrzennej informacji o Ziemi pozyskiwanej z zastosowaniem metody sejsmicznej. Uwypuklono rolę sejsmiki trójwymiarowej i tomografii sejsmicznej w przestrzennym rozpoznawaniu złóż oraz w badaniach Ziemi w skali globalnej. Przedstawiono także metody wizualizacji trójwymiarowej oraz zakres wykorzystania narzędzi informatycznych (sieci neuronowe, algorytmy genetyczne, algorytmy wyżarzania symulowanego, kryteria informatyczne w teorii sygnału) w przetwarzaniu danych sejsmicznych.

Oprócz referatów zaproszonych, w czasie sympozjum przedstawiono szereg referatów obrazujących indywidualne zainteresowania, prace i osiągnięcia przedstawicieli różnych środowisk.

Prezentację 59 referatów opracowanych z inicjatywy uczestników sympozjum zgrupowano w następujących sesjach plenarnych:

„Geoinformacja w badaniach atmosfery oraz form i procesów lądowych i morskich"

„Geoinformacja w badaniach zasobów odnawialnych i nieodnawialnych"

„Geoinformacja w fotogrametrii i teledetekcji, systemy informacji geograficznej i edukacja geoinformacyjna"

„Geoinformacja w planowaniu przestrzennym i architekturze krajobrazu"

„Geoinformacja w kartografii"

„Geoinformacja w monitoringu i ochronie środowiska"

oraz „interdyscyplinarnej" sesji posterowej.

Skróty referatów w formie okolicznościowego wydawnictwa wręczono wszystkim uczestnikom przed rozpoczęciem obrad.

Tematykę referatów oraz inne problemy nurtujące uczestników sympozjum dyskutowano z dużym ożywieniem, również w czasie spotkań towarzyskich, przygotowanych przez organizatorów.

Ogółem w tym doskonale zorganizowanym sympozjum udział wzięło 114 uczestników, w tym 7 gości zagranicznych.

Recenzowane teksty referatów drukowane będą sukcesywnie w czasopismach: „Fotointerpretacja w Geografii – Problemy Telegeoinformacji" (Polskie Towarzystwo Geograficzne - Warszawa) oraz „Geoinformatica Polonica" (Polska Akademia Umiejętności – Kraków).

Konsultacje przeprowadzone przez współorganizatorów Sympozjum zaowocowały projektem kolejnego interdyscyplinarnego sympozjum geoinformacji przestrzennej i geoinformatyki w roku 2003. Stowarzyszenie Kartografów Polskich wzięło na siebie z własnej inicjatywy trud organizacji tego sympozjum, prawdopodobnie we Wrocławiu.

Józef Jachimski
Zbigniew Kasina

III Krajowa Konferencja:
„Metody i Systemy Komputerowe w Badaniach Naukowych i Projektowaniu Inżynierskim"
19-21 listopada 2001r., Kraków

Przewodniczący Komitetu Programowego:
prof. dr hab. inż. Ryszard Tadeusiewicz.

Organizatorzy:
Akademia Górniczo-Hutnicza przy współudziale Politechniki Krakowskiej i Uniwersytetu Jagiellońskiego.

Sprawozdanie z konferencji:

W dniach 19-21 listopada 2001 odbyła się w Krakowie III Krajowa Konferencja Metody i Systemy Komputerowe w Badaniach Naukowych i Projektowaniu Inżynierskim. Tematyka konferencji obejmowała m. in. następujące dziedziny:

Obliczenia naukowo-techniczne:
- metody analityczne i obliczenia symboliczne,
- wizualizacja i grafika komputerowa,
- metody numeryczne i specjalizowane algorytmy,
- zastosowania matematyki: w finansach, biologii, ekonomii, medycynie.

Modelowanie i symulacja:
- projektowanie interdyscyplinarne i symulacja wielodomenowa,
- modelowanie systemów dyskretnych,
- modelowanie sieci neuronowych i systemów opisywanych logiką rozmytą,
- szybkie prototypowanie i symulacja Hardware in the Loop,
- automatyczna generacja kodu i kosymulacja,
- modelowanie fizyczne: układów elektronicznych (EDA), układów mechanicznych (CAD), układów elektromechanicznych.

Systemy przetwarzania sygnałów i obrazów:
- modelowanie i projektowanie w telekomunikacji,
- algorytmy i aplikacje DSP,
- automatyczne rozpoznawanie i przetwarzanie obrazów,
- specjalizowane architektury sprzętowe.

Programowanie i budowa aplikacji:
- inteligentne systemy przechowywania i wyszukiwania informacji,

•aplikacje sieciowe i rozproszone,
•środowiska rozwijania aplikacji (CASE),
•analiza, weryfikacja i walidacja oprogramowania,
•bazy danych, hurtownie danych, systemy wspomagania decyzji,
•narzędzia wspomagające projektowanie i implementację systemów,
•Linux: narzędzia, aplikacje, zastosowania.

Na konferencję zgłoszono 120 prac. W wyniku selekcji, po recenzjach, do prezentacji i druku zakwalifikowano 105 referatów oraz 9 referatów zaproszonych gości (referaty plenarne). Obrady konferencji odbyły się w ramach 25 sesji tematycznych (od 2 do 8 referatów w sesji). Nowym elementem konferencji było wprowadzenie w tym roku tematyki z zakresu inżynierii wiedzy. Podczas konferencji zaprezentowano szerokie spektrum prac obejmujących zagadnienia modelowania, sterowania, optymalizacji i obliczeń numerycznych, grafiki komputerowej, inżynierii wiedzy, baz danych i inteligencji obliczeniowej, a także elektroniki i zastosowań w wielu ważnych dziedzinach współczesnej techniki, medycyny, ekonomii i naukach społecznych oraz zastosowania wojskowe.

Materiały konferencyjne wydano w formie drukowanej (redakcja R. Tadeusiewicz, A.Ligęza, M. Szymkat, ISBN 83-916420-0-3, Kraków 2001, 596 stron).

Organizację konferencji powierzono firmie „Oprogramowanie Naukowo-Techniczne" z Krakowa, która jest również wydawcą materiałów konferencyjnych.

Ryszard Tadeusiewicz

WSKAZÓWKI DLA AUTORÓW PRAC

Kompletny materiał przeznaczony do druku o objętości nie większej niż 2 arkusze powinien zawierać:

— tekst zasadniczy w języku polskim lub angielskim,
— tytuł w języku polskim i angielskim,
— tabele i rysunki z podpisami w języku polskim i angielskim,
— krótkie abstrakty (do 15 wierszy) i słowa kluczowe w języku polskim i angielskim,
— obszerniejsze streszczenie (do 45 wierszy) w języku alternatywnym (angielskim lub polskim) względem tekstu zasadniczego.

Dyskietkę z wpisanym tekstem należy przekazać do Redakcji wraz z jednym kompletnym wydrukiem przygotowanej pracy na papierze formatu A4. Liczba wierszy i znaków w jednym wierszu jest dowolna. Należy tylko zachować jednowierszowe odstępy między poszczególnymi akapitami.

Tekst powinien być zapisany w jednym z następujących formatów:

ASCII 8 – prosimy o podanie standardu polskich liter (np. Centralno-europejskie, Latin 2, Mazowia),
WORDPERFECT (wersja 5.0, 5.1 i następne),
WORD FOR WINDOWS (wersja 2.0, 6.0 i 7.0).

Na marginesie nadesłanego wydruku prosimy zaznaczyć miejsca wstawienia rysunków i tabel.

Tytuły i podtytuły należy oddzielić od tekstu światłem górnym i dolnym oraz określić stopień tytułu (I rzędu, II, III... . Rozdział zasadniczy – I rz., podrozdział – II rz., tytuł podrzędny – III rz. itd.) na wydruku.

Tabele należy umieścić w osobnym pliku. Na wydruku każda tabela powinna być opisana nazwiskiem Autora i numerem tabeli.

Wszelkie symbole we wzorach i powołaniach na nie w tekście należy pisać pismem prostym. Ważne jest, by 0 (zero) wpisane było przez klawisz cyfrowy, w celu odróżnienia go od litery O (o)

Powołania w tekście na rysunki, tabele, wzory, rozdziały i podrozdziały – zgodnie z numeracją. W powołaniach na literaturę podajemy w nawiasie okrągłym nazwisko autora i rok wydania, np. (Rysiowa 1969) – jeden auttor, (Nowakowski, Kapinos 1992) – dwóch autorów, (Kluz i in. 1972) – więcej niż trzech autorów, a w przypadku prac zbiorowych – tytuł (początek tytułu) i rok wydania (Poradnik...1971).

Rysunki powinny być dostarczone:

— na papierze lub kalce (z podanym nazwiskiem autora i numerem rysunku),
— na dyskietce w jednym z podanych niżej formatów:

a) * .TIF – format zapisu mapy bitowej wykorzystywany przez większość programów obsługujących skanery,
b) * . IMG – pliki tworzone przez programy pracujące w środowisku GEM,
c) * . PLT – rysunki eksportowane z programów typu CAD,
d) * . CGM – format zapisu grafiki wykorzystywany m. in. przez takie programy, jak: HARVARD PACKARD GRAPHICS, APPLAUSE,
e) * . PCX,
f) * . CDR z programu CorelDRAW.

Możliwa jest po uzgodnieniu edycja rysunków kolorowych.

Literatura powinna być umieszczona na końcu pracy z oznaczeniem„BIBLIOGRAFIA".

W trakcie wpisywania tekstu należy przestrzegać następujących zasad:

— nie kończyć poszczególnych wierszy klawiszem ENTER,
— nie stosować zacięć akapitowych za pomocą tabulatora czy spacji,
— poszczególne akapity rozdzielać wstawiając jedną pustą linię,
— nie dzielić ręcznie wyrazów,
— nie justować poszczególnych linii akapitu za pomocą klawisza spacji,
— nie rozspacjowywać wyrazów (np. t y t u ł),
— nie podkreślać wyrazów, zdań (np. podkreślony).

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

Complete material to be published shall not exceed 2 quires and shall include:

— basic text in Polish or English,
— title in Polish or English,
— tables and figures (drawings) with captions in Polish and English,
— short abstracts (not exceeding 15 lines) and key words in Polish and English,
— possibly, at the Authors' discretion, an extensive summary (not exceeding 45 lines) in the alternative language (English or Polish) with respect to the basic text.

A diskette with the text shall be given to the Editorial Staff, together with a complete printout of the prepared work on a paper of A4 format. The number of lines and signs in a line is not limited. A one-line space between individual paragraphs shall be maintained, however.

The text shall be written and saved in one of the following formats:
ASCII 8 – the Authors are requested to specify the standard of Polish letters (e.g. Central-European, Latin 2, Mazovia),
WORDPERFECT (versions 5.0, 5.1 and the following ones),
WORD FOR WINDOWS (versions 2.0, 6.0 and 7.0).
The places where figures, drawings or tables are to be introduced shall be marked on the margin of the printout sent to us.

Titles and subtitles shall be separated from the text with the top and bottom blank and the title category shall be specified (I category, II, III, ... , Main chapter – I category, subchapter – II category, subordinate title – III category , etc.) in the printout.

Tables shall be put in a separate file. Each table in the printout shall be described with the Author's name and the table number.

All symbols in formulas and connected references in the text shall be written in straight writing. It is very important to use 0 (zero) number key in order to differentiate it from the letter O (o).

References in the text that concern drawings, tables, figures, chapters, subchapters – according to numbering. When referring to bibliography the author's name and the year of publication shall be given in brackets, e.g. (Rysiowa 1969) – one author, (Nowakowski, Kapinos 1992) two authors, (Kluz et al. 1972) – more than three authors. In case of team works: the title (the beginning of the title) and the year of publication (Poradnik ... 1971).

Drawings shall be delivered:

— on paper or tracing paper (with the author's name and the number of the drawing),
— on a diskette in one of the formats listed below:

a) *.TIF – format of a bit map system used in the majority of programs for scanners,
b) *. IMG – files generated by programs working in GEM environment,
c) *.PLT – drawing/figures exported from programs of CAD type,
d) *.CGM – computer graphics program used for instance by programs such as: HARVARD PACKARD GRAPHICS, APPLAUSE,
e) *.PCX,
f) *.CDR from program CorelDRAW.

Edition of coloured drawings/figures is possible after consultation.

Bibliography shall be placed at the end with a heading: "BIBLIOGRAPHY"

While writing the text the following principles shall be observed:

— individual lines shall not be ended with ENTER key,
— paragraphs shall not be spaced using tabulator or space key,
— individual paragraphs shall be separated by one empty line inserted,
— words shall not be manually divided,
— individual lines in a paragraph shall not be justified using space key,
— words shall not be spaced (e.g. t i t l e),
— words or sentences shall not be underlined (e.g. underlined)