

Ján PRAVDA

CARTOGRAPHY: THE CHANGES IN STRUCTURE OF KNOWLEDGE

Pravda Ján: Cartography: The Changes in Structure of Knowledge. Kartografické listy, 1999, 7, 3 refs.

Abstract: The quantity and quality of cartographic knowledge has recently considerably increased and the trend continues. Besides the creativity and invention new cartographic knowledge results from interaction with other areas (scientific disciplines and social activities). Cartography at present lives the period of restructuring of its knowledge as related to important changes of technology of map creation and processing. The contribution outlines the development of the cartographic knowledge and identifies the knowledge coming from as many as from 40 areas on example of creation of land cover map.

Keywords: Development of knowledge in cartography, interdisciplinary nature of knowledge in cartography.

Introduction

The number of recent pieces of knowledge in cartography increased and the contents or quality also significantly changed. The amount of knowledge grows while and comprises not only the contemporary period but also the past of cartography. No so long ago the cartographic studies did not reach further than to Classic times and nowadays we have some cartographic knowledge also from older periods: pre-historical and ancient Oriental cultures. Cartography lives a period of reconstruction of its knowledge connected with important changes in map creation and processing technology. The contribution pays attention precisely to the nature of this knowledge and change of its structure.

A brief outline of the development of cartography

The map is and always was an artefact reflecting the level of cognition and technological progress in all stages of the development of a given society. The technology of cutting the maps into the rocks, wood or engraving them in bones (before the existence of writing) in pre-historical period was at the level of the knowledge of the living environment the humanity had possessed. In the period of ancient Oriental culture in Mesopotamia and Egypt with existing writing and map graphics apart from the town plans and maps of mines, also the first map representations of the existing ideas of world were drawn. In the Classic period the Indian ink drawings on the parchment paper spread and the known world (the environs of the Mediterranean Sea) was represented on a map. Surveying of the distances including calculations of the dimensions of Earth started at the same period as reflected by introduction of the geographical network (meridians and parallels). With progress of sea navigation (14th century) and trade with ever more distant countries the origin of portolan maps is connected. In the consequence of more precise knowledge of the Earth's dimensions by triangulation and development of mathematical and geometrical knowledge (cartographic representations) connected with tax and military interests of many feudal rulers in Europe by the beginning of the 16th century relatively detailed topological maps were made which were later remade in larger scales. The trend continues also at the present time in a form of detailed mapping in developing countries as the advanced countries surveyed their territories in medium and large scales practically in mid-20th century. Development of the topographic mapping and general progress of science and technology created space for the development of thematic mapping. Thematic mapping was interesting mainly for the nature science, and particularly the oldest of them, geography, oceanography and geology. Later however also other sciences and humanities, and even some technical disciplines were interested in thematic mapping. The fact that single disciplines

saw in map not only a good method of representation but also a cognitive tool was the decisive one.

This brief historical outline (but also a more detailed knowing of the history of map) suggests that the map as a specific way of expression of objects and phenomena in space was developed by the representatives of various sciences and social activities. At the beginning they were isolated enthusiasts, later Classic scholars, medieval cosmographers, navigators, geologists, meteorologists, botanists, etc. The modern cartographers emerged only with the origin of cartography in the 20th century. Their attitude to map is the same as the one of the linguists to the language: Map, the same as the language, was an objective reality from the beginnings of human civilization (map originated even before writing). The linguists study language and systemize knowledge about language. On the basis of generalized knowledge they can only slightly influence or correct the development of language as it is not their invention but a social phenomenon. The system of knowledge on language is linguistics. Map was not discovered by cartographers either, they only gather and systemize the knowledge on map, its creation, way of its production and use. As map is a complex phenomenon, they study it from different aspects, as the way of expressing (map language or semiotic system), as a technical or even engineering work (requiring special technology), as a model (of objective or virtual) reality or in broader sense as a system (of data, information, knowledge), etc. This is the reason why several interpretation or definitions of map exist.

This brief assessment also suggests that cartography constituted itself as an interdisciplinary area of knowledge.

The interdisciplinary character of cartographic knowledge

Cartography as an independent scientific discipline or as a system of knowledge on map its creation and use originated only in the half of the present century. In the past the activities linked with creation and use of map were part of other disciplines of science (mathematics, geometry, geodesy, geography, etc.) or specific activities like sea navigation, military art, tax administration, mining, speleology, etc. With the development of the thematic map the creation and use of maps expanded also to other sciences branches and humanities and additional activities like construction, air transport, forestry, agriculture, regional administration sport, water management, statistic, state administration, travel, and the like. No wonder then that cartography now is a complex system of knowledge with numerous interdisciplinary linkages.

The interdisciplinary character of cartographic knowledge can be illustrated on example of creation of any kind of maps, for instance the land cover maps of Slovakia in scale 1:500,000 (Feranec and Otahef 1996).

Let us analyse the process of this map which was made in the sense of the methodology of the European project CORINE Land Cover. The process consisted of two relatively independent cycles:

- A. Creation of the land cover database
- B. Creation, processing and publishing of land cover map

Single cycles consist of more detailed stages:

Cycle A consisted of five stages (Heymann et al. 1994):

1. Preparation (procurement of the Landsat TM digital images adjusted in analogue form.
2. Production of colour syntheses with radiometric corrections (removal of differences in taken values of the spectre characteristics) and with geometric corrections (transformation into conform cylindric representation).
3. Analogue interpretation (production of interpretation schemes by map sheets at scale 1:100,000.
4. Digitising of interpretation schemes.
5. Production of database (in the framework of Information system on the environment).

Cycle B consisted of six stages (Pravda 1996):

1. Production of original contours of land cover classes at scale 1:100,000.
2. Cartographic generalization of contours.
3. Reduction to scale 1:500,000 and transformation to equivalent conic projection.
4. Choice of expression means.
5. Creation of cartographic image and cartographic editing.
6. Reproduction processing, print and publishing.

Based in deeper knowledge of single stages of creation of the map of land cover we can say that knowledge of the following fields is applied :

In cycle A:

- 1) digital photography, informatics...,
- 2) photogrammetry, theory of colours, colorimetry, audiometry, geometry, mathematical cartography, information science
- 3) identification, classification, logics..
- 4) geoinformatics...
- 5) GIS...

In cycle B

- 1) cartography (production of cartographic originals), geoinformatics (visualisation of database)
- 2) logic, classification, psychology, perception, distinguishing
- 3) photography, geometry, mathematical cartography
- 4) logic, semiotics, map language, graphic art, psychology, geography, (relief, hydrography, settlements, communications) botany, forestry, water management, agriculture...
- 5) cartography (designing, creation, editing, compilation, technical processing, copying, management...)
- 6) physics (optics, mechanics, materials, chemistry photopolymers, photoreproduction, copying, copyright, publishing, (management, marketing, economy...))

It means that processing a land cover map requires knowledge from at least 40 areas of human knowledge. If the land cover map is combined with another comprehensive or synthetic subject, for instance the map of geological units or the map of soils) the spectre is even wider.

Another factors influencing the change in structure of cartographic knowledge

On the contact of cartography and geodesy, topography and photogrammetry there is the interdisciplinary area called geodesic or topographic cartography (or mapping). It is an area concentrating the knowledge of creation of maps in large or medium scales by geodesic, topographic and photogrammetric methods. This field is influenced by the changes in precision and velocity of the topological and elevational measurement which is reflected then in changes of technology (including automated) used in production of maps.

On the contact of advanced geodesy and cartography the theory of cartographic representations (mathematical cartography) originated. In the last of them there were no revolutionary changes but the onset of automation caused also here that some representations existing in theoretical form only became accessible as they could be realised thanks to the modern computer technology enriching the map creation process. Thanks to computer technology also another important obstacle was removed i.e. transformation of representations. The general theory of cartographic representations was little enriched - except for variavalent projections.

In framework of thematic cartography which originated on the contact of cartography and geosciences and humanities the scale of classes, number and complexity of the thematic maps increased. A large and relatively independent field is the one on the contact of cartography and geography called geographical cartography.

Theoretical cartography was established. In its framework several theoretical conceptions of map originated: information, communication, gnozeological, linguistic), and me-

thodology of cartographic (map) expression was further developed. Application of computer technology was also broadened in all these areas and it introduced into the creation of thematic maps some new map signs: creation and demonstration of weather maps on the TV screen, for instance, uses blinking, moving, rotating, etc. signs.

In the framework of historical cartography (on the contact of cartography and history) the known beginnings of cartographic knowledge were shifted deeper into pre-Classic period, i.e. the Neolithic, or even to the pre-historic era (the Young Palaeolithic).

Recently a new area of knowledge on the contact of remote sensing, cartography, geography or geosciences and information or geomatic, geonic originated. This area is still not precisely defined but we can say that it will require from cartography new knowledge from the area of visualization of geoinformation, up-dating and credibility of topographic information, in the area of distinguishing and systemisation of map errors, etc.

Initiation of relations between cartography and other disciplines is often seen by cartographers as improper subsidiarity of cartography to geodesy, geography or information science. But the reality is different. Along with the service cartography is providing to other disciplines it also gains knowledge on new objects and phenomena cartography and has to verify and correct the expression means and to search for new ways, forms and approaches of expression.

Conclusion

The arsenal of cartographic knowledge is constantly changing. Obsolete knowledge disappears with disappearing material or with obsolete technology and it is substituted by new. An important source of new knowledge in cartography is not only creativity and invention but also interaction with other fields like geosciences, philosophical, mathematical sciences, humanities and numerous other areas.

The article is one of the outputs of the Project no. 5043 Assessment of the contemporary landscape through application of the CORINE Land Cover database by environmental principles at the Institute of Geography of the S.A.S. in 1998 supported by the VEGA Slovak Grant Agency.

References:

- Feranec, J., Otaheľ, J. (1996). Báza údajov o krajinnej pokrývke (land cover) Slovenska. *Geographia Slovaca*, 11, s. 5-83.
- Heymann, Y., Steemans, Ch., Croiselle, G., Bossard, M. (1994). *CORINE Land Cover. Technical Guide*. Luxembourg (Office for Official Publications of the European Communities.)
- Pravda, J. (1996). Slovensko - CORINE - mapa krajinnej pokrývky v mierke 1:500 000. *Geographia Slovaca*, 11, s. 84-95.

R e s u m é

Kartografia: zmeny v štruktúre poznatkov

K súčasnému obdobiu sa výrazne zvýšila početnosť (kvantita) poznatkov v kartografii a významne sa zmenila aj ich obsahová (kvalitatívna) stránka. Poznatky sa stromovito aj naďalej rozrastajú, pričom sa týkajú nielen súčasnosti, ale aj minulosti kartografie. Ešte nedávno kartografické poznanie siahalo nanajvýš ak do antických čias, dnes už máme kartografické poznatky aj zo starších období - z prehistorického obdobia a z obdobia starovekých orientálnych kultúr.

V súčasnosti kartografia prežíva obdobie prestavby svojich poznatkov v súvislosti s významnými zmenami v technológiách tvorby a spracovania máp.

Zo stručného historického náčrtu (ale na základe podrobnejšieho poznania dejín mapy) možno konštatovať, že mapu, ako špecifický spôsob vyjadrenia objektov a javov v priestore, rozvíjali reprezentanti rôznych vedných odborov a spoločenských aktivít. Spôčiatku to boli náhodní "aktivisti", neskôr antickí učitelia, stredovekí kozmografi, moreplavci, geometri, vojaci a ešte neskôr zememerači (geodeti), matematici, geografi, geológovia, meteorológovia, botanici atď. - a kartografi. Pozícia kartografov voči mape je podobná, ako pozícia jazykovedcov k jazyku (reči): tak ako jazyk, aj mapa tu bola ako objektívna realita už od počiatkov ľudskej civilizácie (mapa vznikla dokola skôr ako písmo). Jazykovedci skúmajú jazyk a systematizujú poznatky o ňom. Na základe zovšeobecnených poznatkov môžu rozvoj jazyka len mierne korigovať, pretože jazyk nie je ich vynález, ale celospoločenský feno-

mén. Sústava (systém) poznatkov o jazyku je jazykoveda. Aj mapu nevynašili kartografi, oni tiež len zhromažďujú a systematizujú poznatky o mape, o jej tvorbe, o spôsoboch jej vyhotovenia a využívania. Pretože mapa je zložitý fenomén, skúmajú ju z viacerých hľadísk, napr. ako spôsob vyjadrenia (ako mapový jazyk, či semiotický systém), ako technické až inžinierske dielo (vyžadujúce si špeciálnu technológiu), ako model (objektívnej alebo virtuálnej) reality, resp. v širšom zmysle ako systém (údajov, informácií, poznatkov) ap. Preto aj existuje viac chápaní a teda aj definícií mapy.

Kartografia ako samostatná a svojbytná vedná disciplína, ako systém poznatkov o mape, o jej tvorbe a využívaní, vznikla prakticky až v polovici tohto storočia. V minulosti činnosti súvisiace s tvorbou a využívaním máp patrili do rôznych disciplín (matematiky, geometrie, geodézie, geografie ap.), alebo do špecifických spoločenských aktivít, akými boli najmä moreplavba, vojenstvo, daňová správa, baníctvo ap. S rozvojom tematických máp sa tvorba a využívanie máp rozšírili aj na ďalšie vedné odbory (prírodné, spoločenské, technické vedy) a na ďalšie odvetvia spoločenských aktivít (stavebníctvo, letectvo, lesníctvo, poľnohospodárstvo, vodné hospodárstvo, štatistika, štátna správa, regionálna samospráva, šport, cestovanie ap.). Niet preto divu, že kartografia je teraz zložitý systém poznatkov s množstvom interdisciplinárnych väzieb.

Interdisciplinárny charakter kartografických poznatkov možno ilustrovať na príklade tvorby ktoréhokolvek druhu máp, napr. aj mapy krajinej pokrývky Slovenska v mierke 1:500 000 (Feranec a Otaheľ 1996).

Ak si analyzujeme proces tvorby tejto mapy, ktorá sa vyhotovuje podľa metodiky európskeho projektu CORINE Land Cover, zistíme, že tento proces pozostáva z dvoch relatívne samostatných cyklov:

- z cyklu A: Tvorba bázy údajov o krajinej pokrývke,
- z cyklu B: Tvorba, spracovanie a vydanie mapy krajinej pokrývky.

Jednotlivé cykly pozostávajú z podrobnejších etáp (fáz).

Cyklus A pozostáva z piatich etáp (Heymann et al. 1994):

1. Prípravné práce (získanie digitálnych obrazových záznamov z Landsat TM upravených do analógovej formy).
2. Vyhotovenie farbených syntéz s rádiometrickými korekciami (odstránenie diferencií v nameračných hodnotách spektrálnych charakteristík) a geometrickými korekciami (transformácia do konformného valcového zobrazenia).
3. Analógová interpretácia (vyhotovenie interpretačných schém podľa kladu listov mapy v mierke 1:100 000).
4. Digitalizácia interpretačných schém.
5. Vyhotovenie bázy údajov (v rámci Informačného systému o životnom prostredí).

Cyklus B pozostáva zo šiestich etáp (Pravda 1996):

1. Vyhotovenie originálu kontúr tried krajinej pokrývky v mierke 1:100 000.
2. Kartografická generalizácia kontúr.
3. Zmenšenie do miery 1:500 000 a transformácia do ekvivalentného kuželového zobrazenia.
4. Voľba výrazových prostriedkov.
5. Tvorba kartografického obrazu a kartografické redigovanie.
6. Reprodukčné spracovanie, tlač a vydanie.

Na základe hlbších znalostí jednotlivých etáp tvorby mapy krajinej pokrývky môžeme konštatovať, že sa v nich aplikujú poznatky z týchto oblastí poznania:

V cykle A:

1. digitálna fotografia, informatika...,
2. fotogrametria, teória farieb, kolorimetria, rádiometria, geometria, matematická kartografia, informatika...,
3. identifikácia, klasifikácia, logika...,
4. geoinformatika...,
5. GIS...

V cykle B:

1. kartografia (vyhotovenie kartografických originálov...), geoinformatika (vizualizácia bázy údajov)...,
2. logika, klasifikácia, psychológia, vnímanie, rozlišovanie...,
3. fotografia, geometria, matematická kartografia...,
4. logika, semiotika, mapový jazyk, grafika, psychológia..., geografia (reliéf, hydrografia, sídla, komunikácie...), botanika, lesníctvo, vodné hospodárstvo, poľnohospodárstvo...,
5. kartografia (projektovanie, tvorba, redigovanie, zostavovanie, technické spracovanie, kopírovanie...), riadenie...,
6. fyzika (optika, mechanika, materiály...), chémia (fotopolyméry, fotoreprodukcia, kopírovanie...), autorské právo (copyright), vydávanie (manažérstvo, marketing, ekonómia...).

To znamená, že pri spracovaní mapy krajinej pokrývky sú potrebné znalosti najmenej zo 40 oblastí ľudského poznania. Ak mapu krajinej pokrývky kombinujeme s ďalšou komplexnou, alebo syntetickou tematikou (napr. s mapou geoeologických jednotiek, alebo s mapou pôdnych typov ap.) početnosť poznatkov z rôznych oblastí sa ešte zvýši.

Na styku kartografie s geodéziou, topografiou a fotogrametriou sa nachádza interdisciplinárna oblasť, ktorá sa nazýva geodetická resp. topografická kartografia (alebo rozšírenejším názvom je mapovanie). Je to oblasť, ktorá sústreďuje poznatky o tvorbe máp veľkých a stredných mierok geodetickými, topografickými a fotogrametrickými metódami. Táto oblasť je poznačená zmenami v presnosti a rýchlosti polohopisných a výškopisných meraní, ktoré sa odzrkadľujú v zmenách technológie (vrátane automatizácie) vyhotovenia máp.

Na styku vyššej geodézie a kartografie vznikla už dávnejšie teória kartografických zobrazení (matematická kartografia). V poslednom období v nej síce nenastali žiadne vážnejšie koncepcné zmeny, ale nástup automatizácie aj do tejto oblasti spôsobil, že sa niektoré zobrazenia, existujúce pôvodne len v teoretickej polohe, stali prakticky dostupnými, lebo sa dali realizovať vďaka modernej výpočtovej technike (a tým obohatili mapovú tvorbu). Vďaka výpočtovej technike sa odstránila aj ďalšia dôležitá prekážka (postrach pre manuálne výpočty) - transformácia medzi jednotlivými zobrazeniami. Všeobecná teória kartografických zobrazení sa obohatila len málo (za pozornosť stoja azda variavalentné zobrazenia).

V rámci tematickej kartografie, ktorá vznikla na styku kartografie s geovedami a spoločenskými vedami sa podstatne rozšírila druhovosť a početnosť, ako aj zložitosť tematických máp. Veľkou a relatívne samostatnou oblasťou sa stala oblasť styku kartografie s geografiou, ktorá sa nazýva geografická kartografia.

Vznikla teoretická kartografia a v jej rámci sa postupne rozpracovalo niekoľko teoretických koncepcií mapy (informačná, komunikačná, poznávací, jazyková) a ďalej sa rozvíjala metodika kartografického (mapového) vyjadrovania. Vo všetkých týchto oblastiach sa tiež rozšírila aplikácia počítačovej techniky, ktorá vniesla do tvorby tematických máp aj niektoré nové druhy vyjadrovacích prístupov (3D zobrazenia, animácie ap.) a nových mapových znakov (napr. tvorba a demonštrácia máp počasia na televíznych obrazovkách spopularizovala blikajúce, prskajúce, pohyblivé, rotujúce, pulzujúce, rozplývajúce sa, viactvarové, viacfarebné ap. mapové znaky).

V rámci historickej kartografie (na styku kartografie a všeobecnej histórie) sa doteraz známe začiatky kartografického poznania posunuli ďalej pred antické obdobie - do obdobia starovekých orientálnych kultúr (neolit, eneolit), ba až do prehistorického obdobia (mladý paleolit).

V poslednom období vznikla nová oblasť poznatkov na styku diaľkového priekumu Zeme, kartografie, geografie (resp. geovied) a informatiky, ktorá sa nazýva geoinformatika (tiež geomatika, alebo geonika). Táto oblasť síce ešte nie je presne vymedzená (okotúrená, uzavretá), ale už z doteraz nazhromaždených poznatkov sa dá usudzovať, že od kartografie bude vyžadovať nové poznatky z oblasti vizualizácie geoinformácií, aktualizácie a dôveryhodnosti topografických informácií, z oblasti rozlišovania a systematiky mapových chýb ap. Vstupovanie kartografie do interakcií s inými disciplínami si mnohí kartografi vysvetľujú ako nevýhodnú podriadenosť kartografie týmto disciplínam (geodézii, geografii, informatike ap.), kedy sa kartografia akoby strácala v službe komusi inému. Skutočnosť je však taká, že popri úžitku, ktorý kartografia dáva iným, súčasne od nich aj získava poznatky o nových objektoch, javoch a ich charakteristikách, ktoré ju nútia jednak verifikovať si svoje terajšie vyjadrovacie možnosti a jednak hľadať nové spôsoby, formy, prístupy a prostriedky na ich vyjadrenie.

Arzenál poznatkov v kartografii sa neustále mení. Zastaralé poznatky z rôznych dôvodov zanikajú (napr. z dôvodu zániku niektorých materiálov, nedokonalosti pomôcok a prístrojov, technologických postupov, teoretických prístupov ap.) a nové poznatky neustále vznikajú. Významným zdrojom nových poznatkov v kartografii je nielen vlastná kreativita a invencia, ale aj interakcia s rôznymi inými oblasťami poznania, akými sú geovedy, filozofické, matematické, spoločenské, technické a iné vedy či oblasti poznania.

Príspevok je jedným z výstupov dosiahnutých riešením projektu 5043 "Hodnotenie súčasnej krajiny aplikáciou údajov z databáz CORINE land cover podľa environmentálnych princípov" na Geografickom ústave SAV v r. 1998 za podpory Slovenskej grantovej agentúry VEGA.

Lektoroval:

Doc. Ing. Milan HÁJEK, CSc.,

Katedra mapovania a pozemkových úprav,

Stavebná fakulta, Slovenská technická univerzita,

Bratislava