

Marián JENČO, Dagmar KUSENOVÁ

VÝBEROVÁ DIGITALIZÁCIA MÁP

Jenčo, Marián - Kusendová, Dagmar: Selected digitizing maps. Kartografické listy, 1993, 1, fig. 1, refs. 3.

Abstract: Digitizing of the cartographic data, methods of the vector digitizing of the maps, evaluation selected functions the digitalization software, comparison of two methods digitizing of the maps: on line and on screen.

Key words: selected vectorization of maps - on line and on screen.

Úvod

S rozvojom počítačovej kartografie sa stáva čoraz naliehavejším problém transformácie veľkého množstva grafických údajov obsiahnutých v klasických mapách do digitálnej formy. Problém digitalizácie grafických údajov v systéme rovinných kartografických súradníc sa stal limitujúcim faktorom zakladania kartografických údajových báz.

Dva najpoužívanéjšie formáty digitálnych grafických údajov (vektorový a rastrový) podporili rozvoj technických prostriedkov slúžiacich ku snímaniu grafických predlôh v oboch formátoch. Súčasné scannery a digitizéry dosahujú vysokú rozlišovaciu schopnosť a presnosť. Tieto ich schopnosti spolu s rozvojom podporných programových prostriedkov a programových prostriedkov transformácie medzi vektorovým a rastrovým formátom, nezávisle od zvolenej formy prezentácie digitálnych grafických údajov, nás stavajú z hľadiska zvoleného cieľa pred problém výberu najvhodnejšej techniky digitalizácie. Tak napr. v prípade rozhodnutia pre vektorovú prezentáciu digitálnych kartografických údajov si môžeme vybrať buď priamu vektorovú digitalizáciu pomocou digitizéra alebo vektorizáciu scannerom zosnímaného rastrového podkladu. V súčasnosti existuje celá škála rôznych programových prostriedkov na vektorovú digitalizáciu avšak s nekompletnými a navzájom sa prelínajúcimi schopnosťami. Z tohto dôvodu sa v ďalšom nebudeme zaoberať porovnávaním jednotlivých konkrétnych programových prostriedkov, ale len ich jednotlivými funkciami.

Vektorová digitalizácia sa zatiaľ väčšinou uskutočňuje výberovou digitalizáciou, menej poloautomatickou alebo automatickou [2]. Pod výberovou digitalizáciou bu-

deme rozumieť vektorovú digitalizáciu spočívajúcu na manuálnom výbere všetkých prvkov budujúcich kostru grafickej predlohy. I napriek veľkej časovej náročnosti je výberová digitalizácia najrozšírenejšou vektorovou digitalizačnou technikou, pretože poloautomatická alebo automatická digitalizácia ešte stále naráža na známe problémy dôsledného rozpoznávania jednotlivých prvkov rastrového obrazu.

Výberová digitalizácia pomocou digitizéra

V ďalšom texte sa budeme zaoberať tou časťou digitalizácie, ktorá sa zaoberá bezprostredným prevodom grafickej predlohy do digitálneho vektorového tvaru. Základnou logickou jednotkou vo vektorovom type priestorového dátového modelu je čiara tvorená zoznamom súradníc bodov v podobe údajového záznamu. Individuálny bod v tomto prípade môžeme chápať ako čiaru nulovej dĺžky [1].

Získané digitálne údaje musia tvoriť dostatočnú základňu pre tvorbu objektovo-topologických údajových štruktúr vhodných pre kartografické bázy údajov umožňujúce následnú realizáciu rôznych kartografických aplikácií. Problematikou objektovo-topologickej digitalizácie sa zaoberá práca [2].

Prvým krokom k spineniu uvedeného cieľa je tvorba transformačného kľúča, ktorý umožňuje transformáciu súradníc zdrojovej sústavy (napr. lokálnej sústavy digitizéra vymedzenej polom mapového listu alebo jeho časti) do predmetnej kartografickej súradnicovej sústavy. Úspešnosť súradnicového pripojenia digitalizovanej predlohy závisí od vhodnosti zvolenej transformačnej funkcie a predovšetkým od zvolených lícovacích bodov. Kvôli deformácii mapových listov je mnohokrát nutné štyri rohové body mapového listu so známymi súradnicami doplniť o ďalšie identické body. Ten istý spôsob súradnicového pripojenia prostredníctvom transformácie zobrazovanej sústavy sa dá použiť i v prípade už existujúcich digitálnych grafických dát.

Samotná digitalizácia čiar tvoriacich tematickú vrstvu v mape kladie niekoľko požiadaviek na používané programové vybavenie. V interaktívnych programových systémoch ide väčšinou o štandardné CAD funkcie ako je napríklad funkcia na snímanie individuálneho bodu alebo línie a výber značky, tvorba paralelnej línie, systém okien na obrazovke umožňujúci kontrolu detailov, celý systém funkcií na editáciu zosnímaných bodov a línií. Z hľadiska účelu digitalizácie, ktorá má vyústiť do tvorby topologickej štruktúry, je veľmi dôležitá funkcia pripojovania línií. Táto funkcia umožňuje, v oblasti definovanej veľkosťou medze pripojenia, preniesť posledný zosnímaný bod novej línie do bodu, ktorý tvorí koniec alebo "telo" starej línie, avšak ešte bez vytvorenia vzťahu medzi týmito dvoma líniami [3]. Po zosnímaní grafickej predlohy tvoriacej predmetnú vrstvu je však už vhodné, pred jej konečnou úpravou, uplatniť funkciu súvisiacu s tvorbou topologickej štruktúry, ktorá spočíva v skúmaní vzájomných väzieb krížiacich a dotýkajúcich sa línií a vyhľadávaní uzlov topologickej siete. Po uplatnení tejto funkcie si môžeme zobrazit voľné konce línií a pospájať nespojené línie alebo odstrániť prečnievajúce línie. Takýmto spôsobom

dostaneme konečnú geometrickú podobu snímanej grafickej vrstvy bez toho, aby sme sa v procese snímania predlohy sústreďovali na dôsledné napájanie línií.

Keďže tento spôsob digitalizácie je časovo veľmi náročný, je dôležité pri jej realizácii využívať všetky zjednodušenia šetriace prácu operátora. Operátor je nútený pracovať s dvoma samostatnými zariadeniami - počítačom a digitizérom. Aby sa operátor mohol plne sústreďiť na plynulé snímanie vybraných prvkov predlohy je vhodné používať pri snímaní viactlačtkový digitizér s naprogramovanými najčastejšie používanými funkciami. Tým operátorovi odpadá práca s klávesnicou počítača a stačí len správne umiestnená obrazovka, na ktorej je možné kontrolovať priebeh snímania predlohy.

Rýchlosť digitalizácie danej vrstvy v mape samozrejme závisí predovšetkým od množstva bodov, ktoré sme nútení zosnímať. Z hľadiska digitalizácie môžeme v mape rozlíšiť úseky línií, ktoré sú tvorené priamymi spojnicami lomových bodov alebo úseky, ktoré sú tvorené "hladkými" krivkami. V prípade týchto kriviek, napr. vrstevníc nemá operátor v predlohe jednoznačne určené, ktoré body má snímať. Aby bola zachovaná vizuálna hladkosť grafickej prezentácie týchto digitálnych údajov v mierke predlohy, je operátor nútený zvyšovať počet zosnímaných bodov. Tomu sa dá predísť zavedením vhodných interpolačných funkcií, ktoré automaticky zahustia zoznam súradníc bodov tvoriacich úseky línie medzi zosnímanými bodmi. Na rozdiel od väčšiny CAD systémov je v tomto prípade nutné zabrániť náhodnému spojeniu vedľa seba prebiehajúcich línií.

Vektorizácia rastrového podkladu

Vektorizácii rastrovej predlohy musí predchádzať prevod mapy do rastrového formátu. Z hľadiska identifikácie bodových a líniových prvkov v mape, teda i hraníc plošných prvkov a pamätevej náročnosti je najvhodnejší dvojúrovňový, čierno-biely rastrový obraz (binárna mapa). Pri správnom nastavení parametrov scannovania môžeme odfiltrovať všetky nežiaduce prvky, ktoré prekrývajú líniové prvky v mape akými sú napríklad farebné plochy vôd, záhrad, lesov a podobne (obr. 1).

Pri snímaní mapovej predlohy na veľkoformátovom scanneri dochádza k deformácii rastrového obrazu oproti zosnímanej predlohe. Táto deformácia spolu so zrážkou papiera mapového listu kladie väčšie nároky na geometrickú transformáciu rastrového obrazu. Aj pri výbere vhodnej transformačnej funkcie v tomto prípade nevystačíme s transformáciou vzhľadom na rohové body mapovej predlohy, ale tieto musíme doplniť o ďalšie identické body so známymi súradnicami.

Po súradnicovom pripojení transformovaného rastrového obrazu môžeme začať výberovú digitalizáciu priamo na obrazovke (on screen) s využívaním tých istých funkcií, ktoré boli uvedené v predchádzajúcej časti. Vektorizácia na obrazovke nám umožňuje využitím systému okien sledovať rastrový obraz jednotlivých snímaných líniových prvkov mapového podkladu v oveľa väčších detailoch ako pri priamej digitalizácii mapového podkladu. Použitie ukazovátka (myši) robí prácu operátora



Obr. 1 Binárna mapa

pohodlnou, avšak veľká citlivosť kurzoru, ktorým operátor pohybuje na obrazovke vzhľadom k situácii na nej neumožňuje podstatne zrýchliť snímanie bodov oproti ich snímaniu kurzorom digitizéra. Táto technika digitalizácie sa dá podstatne zrýchliť uplatnením procesu centrovania, ktorý spočíva v schopnosti používaného programu preniesť kurzor, nachádzajúci sa v okolí rastrového obrazu tela snímanej línie, do stredu tohto obrazu. Na zdokonalení tohto princípu sú založené aj programové prostriedky na poloautomatickú vektorizáciu (line following), u ktorých stačí kurzorom určiť len počiatočný bod snímania a ďalej sú schopné samé sledovať vybranú líniu. Poloautomatická alebo automatická vektorizácia však ešte stále naráža na už spomínaný problém absolútneho rozpoznávania jednotlivých objektov rastrového obrazu, a tak po ich aplikácii je často nutná editácia zvektorizovaných údajov prostriedkami výberovej digitalizácie.

Záver

Rozhodnutie pre priamu výberovú digitalizáciu alebo digitalizáciu nad rastrovým obrazom by mala závisieť predovšetkým od množstva a charakteru potrebných kartografických údajov, ktoré vstupujú do procesu digitalizácie. Ak abstrahujeme od

problému polohovej presnosti snímaných kartografických údajov, kde prevaha **priamej digitalizácie** je stále viac zotieraná aplikáciou stále dômyselnejších techník **geometrickej transformácie** rastrového obrazu, rozhodujúcim faktorom pre výber sa **stáva** rýchlosť digitalizácie.

Z našich skúseností vyplýva, že výhoda výberovej digitalizácie nad rastrovým obrazom je zjavná v prípade snímania grafickej informácie budovanej systémom lomových bodov (napr. katastrálnych máp). V prípade digitalizácie izočiarových kartografických údajov sa prevaha tejto techniky digitalizácie stráca. Jej nespornou výhodou však je, že napriek nákladom na scannovanie mapovej predlohy nie je viazaná na finančne tak náročné zariadenie ako je veľkoformátový digitizér. To častejšie umožňuje jej súbežnú aplikáciu v rámci digitalizačného pracoviska a v prípade prevádzkovania prác v počítačovej sieti, ktorá umožňuje operátorom pracovať súčasne nad jedným rastrovým obrazom aj výrazné zvýšenie celkovej výkonnosti pracoviska.

LITERATÚRA

1. HUSÁR, K.: Základná taxonómia a porovnanie priestorových dátových modelov z hľadiska **geografických** informačných systémov. Geogr. čas. SAV, 44, 1992, 3, s. 306-318.
2. KUSENDOVÁ, D., KAMENSKÝ, M.: Objektovo-topologická digitalizácia máp. Geodet a kart obzor, 1993, č. 7 (v tlači).
3. Help Service Mapping, Lesoprojekt Brandýs nad Labem, Topol ver. 2. 0, príručka.

S u m m a r y

Selected digitizing maps

The digitizing problem great number of graphic data in the system of plane cartographic coordinates became the limiting factor in foundation of cartographic databases. Mostly maps are digitizing manually or semi-automatic by selected digitizing on line by means of digitizer or on the screen by mouse, where the maps are scanning to raster data - bitmaps.

The choice of digitizing method could depend from the number and character of given cartographic data. If we abstracted from the problem accuracy of position scanned data predominance of direct vector's digitizing in choosing

digitizing method is speed and effectivity. On the base of our experiences we can say that selected vector's digitizing on raster maps is the most advantage in the case cartographic information scanning which is built by the quarry points, but it is less advantage in the case of digitizing isoline's cartographic data. The advantage of this digitizing is that it is independent from peripheries devices - digitizer or tablets.

The computer's network allows the common parallel digitizing of scanned maps which rise the effectivity of operator's work in a whole.

Fig. 1. Binary map