

Számítógépes térképszerkesztés — a geológiai elveknek megfelelően*

K É S M Á R K Y I S T V Á N*

A tanulmány az egyszerűbb, egyértékű felületek modellezéséből kiindulva vázolja a több geológiai szintből álló rétegsorok számítógépes modellezésének lehetőségeit, problémáit. Ha az egyetlen felületre alkalmazott apparátust egymástól függetlenül, mechanikusan alkalmazzuk több horizontra, akkor a nem elégséges mintavételezés miatt (általában ez a helyzet), a kapott térkép sorozat ellentmondásba kerülhet a geológiai elvekkel és elképzelésekkel. Például hamis, indokolatlan kiemelések jelenhetnek meg, a térkép olvashatatlanná válik stb. Alkalmas kényszerek bevezetésével ezek a kellemetlen jelenségek elkerülhetőeké válnak.

A szükséges kényszerek alkalmazása (megfelelő elemi feldolgozási műveletssorozatok megtervezése és végrehajtása) adott esetben igen munkai igényessé teszi a térképezést. Bonyolult, vetőkkel szabdaltnak, blokkos szerkezetek esetén ez a munka különösen áttekinthetatlenné válhat. A szükséges lépések formális leírása komoly segítséget nyújtana ahhoz, hogy ezek az összetett műveletssorozatok könnyen programozhatóvá, az összetett térképsorozatok készítése pedig mechanikusabbá váljon.

Mivel az összetett műveleteket egyszerűbb programhívások sorozatára kell/lehet bontani, fontos a programok együttműködésének jó szervezése a fejlettebb oprációs rendszerek szolgáltatásainak igénybevételével.

Основываясь на моделировании гладкой, однозначной поверхности, в статье разбираются проблемы и возможности моделирования на ЭВМ многослойной толщи, включающей несколько геологических горизонтов.

Даже хорошо работающие, устойчивые алгоритмы в случае их механического применения могут привести к неправильному результату (например случаи недостаточной точно определенных выклиниваний, поведение нулевых изолиний карт мощности и т. д.). Необходимы определенные трюки и вынужденные условия, чтобы поведение моделируемых поверхностей соответствовало геологическому представлению.

The paper describes the problems and possibilities of producing geologic maps of multilayered patterns. The simple case of smooth, single valued surfaces is regarded first and more complex cases are discussed at the end. Well proven stable algorithms may fail (for example ill defined pinch-outs or meandering zero thickness isolines etc. may occur), if they are applied mechanically. Certain tricks and constraints have to be applied to enforce proper behaviour of geologic surface models.

Bevezetés

Az utóbbi években, a Magyar Geofizika hasábjain is beszámoltunk a Geofizikai Kutató Vállalatnál kifejlesztett térképezési programcsomag fontosabb műveleteiről, melyek lehetővé teszik geológiai felületek modellezését különféle földtani feladatok megoldásánál. A programcsomagot évek óta rutinszerűen használjuk, elsősorban a gravitációs adatfeldolgozásban. A feladat nehézségi fokát figyelembe véve nem meglepő, hogy a jóval bonyolultabb és munkai igényesebb szeizmikus mélységtranszformációk inkább csak kiemelten fontos kutatási területekre készülnek el, nem kifejezetten rutin jelleggel. Hasonló a helyzet a több réteget tartalmazó, komplikáltabb medence analízisekkel is. Ennek oka a számítógépes erőforrások szűkössége és az operációs rendszer fejletlensége mellett jórészt az elemi műveletekből felépített jobok (programhívás sorozatok) elbonyolódásában keresendő.

* Elhangzott a II. Geomatematikai Anketon, Szegeden, 1988. június 3-án.

* Geofizikai Kutató Vállalat, Budapest

E tanulmány röviden vázolja az egyszerűbb felületekre jól bevált algoritmusok alkalmazási nehézségeit, ha ezeket rétegsorokra kezdjük alkalmazni. Mint látni fogjuk, a nehézségek abból erednek, hogy az elemi számítógépes műveletek automatikusan, kiegészítő kényszerek nélkül nem elégítik ki feltétlenül a geológiai térképszerkesztési szabályokat. Például a térkép adathiányos szélein a felület furcsán viselkedhet, nemkívánatos kiékelődések jelenhetnek meg vagy meanderező nulla értékű izovonal alakulhat ki vastagság térképeken stb.

Részben a rutin és kísérleti jellegű feldolgozások tapasztalatai, részben irodalmi tanulmányok alapján körvonalazom a nehézségek megoldásának és végsősoron a geológiai térképezés iparszerűvé tételének lehetőségeit. A tárgyalás egyszerűsítése érdekében a bonyolultabb háromdimenziós problémákat is csak két-dimenziós, szelvényyszerű vázlatokkal szemléltetem.

A téma megközelítését érdemes egy legalább 20 éves igaz történettel kezdeni. A számítógépes grafika hőskorában végzeték el azt a klasszikus kísérletet, hogy ugyanazt az adatrendszert két geológus csoport tagjainak adták ki térképszerkesztésre annak vizsgálatára, hogy az egyéb, nem számszerű geológiai ismeretek mennyire befolyásolják az eredményeket. Az egyik csoportot úgy informálták, hogy az adatrendszer egy delta üledéknek felel meg, adott behordási iránnyal, a másik pedig avval a hipotézissel dolgozott, hogy az adatok egy homokkőréteg vastagságát írják le. A két csoporton belül meglepően hasonló eredmények születtek. A csoportok eredményei között viszont jelentős eltérés volt a kétféle hipotézisnek megfelelően. A legnagyobb eltérés azonban mindkét csoport eredményei és a számítógéppel készített térkép között adódott. A kísérlet szervezői csak utólag árulták el azt a kegyes csalást, hogy az adatok valójában véletlenszámok voltak.

Az azóta eltelt idő alatt persze jelentős fejlődés volt mind a hardver, mind a szoftver terén. A geostatistikai programok például ma már a térképszerkesztés előtt rutinszerűen ki tudják szűrni az ilyen adatrendszereket. Ennek ellenére elmondható, hogy az olcsóbb programcsomagok képességei általában ma is meglehetősen gyengék és több felület szimultán kezelése még a méregdrága csomagoknál is nehézkes.

Rétegtani rekonstrukció felületek szintézisével

Milyen problémákat vet fel egy többretegű geológiai közeg számítógépes modellezése? Néhány triviálisnak tűnő megállapítással vázolom a rétegtan néhány itt felhasználandó nélkülözhetetlen fogalmát:

– Az altalaj egymástól valamilyen ismérv szerint elkülönülő rétegekből épül fel.

– A rétegek alsó és felső határfelületének egy néhai, a keletkezés idején közel vízszintes és sima üledékképződési felszín felel meg. A felület jelenlegi formáját a későbbi deformációk határozták meg. Az ilyen felületek a deformálódás ellenére a topográfiai felületeknél általában mégis simábbak maradnak. Rekonstruálásuknál legtöbbször a ritka mintavételezés okoz nehézséget.

– A rétegeket létrehozó folyamatos üledékképződés megszakadása, vagy eróziós időszak esetén diszkordancia felületek alakulnak ki. Egy diszkordancia felület is idősebb és fiatalabb kőzeteket választ el, de a felület mentén található rétegek kora szélsőségesen eltérő lehet. A diszkordancia felületek legszembetűnőbb ismertető jege a felület menti kiékelődések rendszere.

– A zavartalanul egymásra települő üledékes rétegek konkordáns (konform) összletet alkotnak, melyet alul és felül diszkordancia felület határol.

– A felső diszkordancia felület felett újabb konform összletek következhetnek.

A töredezés, vetődés jelenségével itt az egyszerűség kedvéért nem foglalkozom.

A fenti igen egyszerű elemekből felépülő rétegtani szerkezet az alábbi tipikus geometriai viszonyokat hozza létre az egyes felületek (réteghatárok vagy diszkordancia felületek) között:

– Egy-egy összleten belül a felületek erős párhuzamosságra való hajlamot mutatnak, bár előfordulhat kis szög alatti kivékonyodás, sőt kiékelődés is. Nyilvánvaló, hogy ilyen konkordáns felületeket nem szabad egymástól függetlenül modellezni, hanem biztosítani kell az információ átadását a felületek között. Bevált eljárás, hogy először a legtöbb ponttal definiált felület digitális modellje készül el (egy szabályos rácshálózatba interpolált számtáblázat alakjában). Ezután képezik egy másik konform felületet definiáló adatok, és az iménti „vezér” felület különbségét. Az így kapható „reziduál” adatokból (szintén szabályos rácshálózatba) interpolált sima felület és a „vezér” felület összege biztosítja a maximális hasonlóságot és a korrekt illeszkedést a mért adatokra. Ugyanilyen elven egyesíthetők különböző forrásból származó (kisebb ellentmondásokat tartalmazó) adatok egyetlen felület térképezésekor.

– Az erős idő- és térbeli korlátozottság miatt a konform összleten belüli speciális eset a zátony és a csatorna esete, ahol a kiékelődés (onlap, downlap) határozott, viszonylag nagy szögű. A modellezési probléma itt éppen a határozott kiékelődés biztosítása, általában hozzáadott pontokkal (fiktív mérési adatokkal).

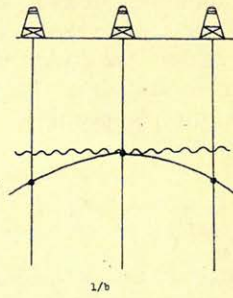
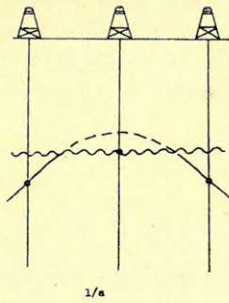
– A konform összleten belüli felületek és az összletet felülről vagy alulról lehatároló diszkordancia felület geometriai viszonyai is tipizálhatók (concordance, truncation, toplap onlap, downlap). A diszkordancia felületek korai felismerése és elsőnek térképezése azért fontos, mert „mértani helyéül” szolgál a kutatás számára különösen érdekes kiékelődéseknek, réteglap elvégződéseknek.

A térképezés alapvetően fontos célja, hogy a rendelkezésre álló adatokból helyesen rekonstruáljuk a rétegtani szerkezetet és ezáltal lehetővé tegyük a helyes következtetést a terület földtani fejlődéséről. Ahhoz, hogy a rétegtani szerkezet a rendelkezésre álló adatokból helyesen legyen felépíthető, az alábbi feltételeknek kell teljesülni:

– A térképezés megkezdése előtt világosan szét kell választani a diszkordancia felülethez és a réteghatárokhöz tartozó adatokat. Mivel egy réteg felső határa lehet egy rétegtani szint, de egy diszkordancia felület is, nyilvánvaló, hogy a két felület adatainak keveredése esetén helytelen eredményekhez jutunk. Az *1. ábrán* látható, hogy egy szerkezet eltérően értelmezhető attól függően, hogy figyelembe vesszük-e, hogy a középső fúrás egy vízszintes diszkordancia felületet harántolt (*1/a ábra*), vagy sem (*1/b ábra*).

– A mélység adatoknak a korrekt sorrendbe rendezetteknek kell lenni.

– Azonos mélységhez csak egy horizont tartozhat. Ez természetesen csak az interpolációval közvetlenül előállított felületek miatt fontos. (Ezek ugyanis az interpoláció matematikai megfogalmazásából eredően sima, folytonos függvények.) A *2. ábrán* látható kiékelődésnél biztosítani kell, hogy a szagatott vonallal jelölt fedő felület mindenütt a feké alatt fusson, ahol az adott réteg nem létezik. Tértfogatszámításakor viszont logikai műveletekkel (minimum, maximum kép-

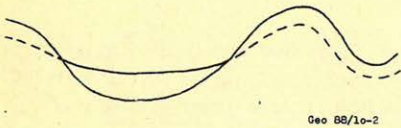


Geo 88/10-1

1. ábra

Рис. 1.

Fig. 1.

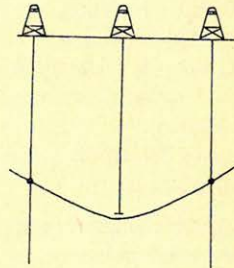


Geo 88/10-2

2. ábra

Рис. 2.

Fig. 2.



Geo 88/10-3

3. ábra

Рис. 3.

Fig. 3.

zéssel) kell biztosítani, hogy a fedő egybeessen a feküvel, ahol a réteg nem létezik.

– Az adathiányos területeken és a térkép szélein gondoskodni kell fiktív mérési adatokról a felületek stabil inter- és extrapolálása érdekében.

– Speciális esetekben a felületeknek egyes pontokban egy egyenlőtlenéget kell kielégíteni. Erre a 3. ábra mutat példát, ahol a felület a középső (a felületet nem harántoló) fúrásnál nem lehet magasabb, mint a fúróluk talpa.

Összefoglalás

A rétegtani szerkezet korrekt rekonstruálásának első lépése a diszkordancia felületek felismerése és modellezése szabályos rácsba interpolálással. A diszkordancia felületek külön kezelése azért fontos, mert ezek természetüknél fogva más felületek számára kijelölik az elvégzések helyét. Második lépésben a diszkordancia felületek közötti konform összletek felületei szerkeszthetők meg a szükséges alakinformációk átadásával. A harmadik lépésben a sima (szögletes formák modellezésére alkalmatlan) felületekből kiindulva a csonkítások, rálapoldások, kiékelődések megvalósítása történik, a rácsok közötti logikai műveletekkel. Ekkor szüntethetők meg a geológiai szempontból helytelen felület kereszteződés-

sek. Az így kezelt felületek sorozata korrekten adja meg a rétegtani felépítést, az egyes rétegvastagságok egyszerű, rácsok közötti kivonással származtathatók.

A következő években bizonyára megjelennek azok a szoftverek, melyek a változott műveleteket formális leírás alapján, a szakértői rendszerek elveinek alkalmazásával fogják tudni elvégezni.

IRODALOM

- Késmárky I., Kłoska K., Makáry E., 1975, Színtvonalas térképek gépi előállítására, Magyar Geofizika, 16, No 4, 136 – 146.*
Késmárky I., Makáry E., 1985, Számítógépes időtérkép-mélységtérkép transzformáció, vetők figyelembevételével Magyar Geofizika, 26, No 1, 15 – 24.
Jones, T. A., Hamilton, D. E., Johnson, C. R., 1986, Contouring Geologic Surfaces with the Computer Van Nostrand Reinhold Co.

PÁLYÁZATI FELHÍVÁS

(Kivonat)

A Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetsége,
az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság,
a Magyar Gazdasági Kamara,
az Ipari Szövetkezetek Országos Tanácsa,
az Építésügyi és Városfejlesztési Minisztérium,
az Ipari Minisztérium,
a Mezőgazdasági és Élelmezésügyi Minisztérium, valamint
a Közlekedési Minisztérium

a gazdaságos anyagfelhasználásra irányuló technológiai korszerűsítés programja végrehajtásának elősegítésére, a gazdaságos anyagfelhasználást eredményező technikai megoldások kidolgozásának, bevezetésének és elterjesztésének ösztönzésére pályázati rendszert hirdet

„KORSZERŰ ANYAGOK, KONSTRUKCIÓK, TECHNOLÓGIÁK '88”
címmel.

A pályázati rendszer keretében három pályázat kerül kiírásra :

I. „Új, korszerű szerkezeti- és segédanyagok gyártása és alkalmazása”

II. „Korszerű konstrukciók és termékek”, valamint

III. „Korszerű technológiák”

címmel.

A pályázatok mindegyikében három kategóriában :

1. fejlesztési, szervezési javaslattal,

2. megvalósított fejlesztéssel,

3. megvalósult fejlesztések átvételével, illetve elterjesztésével.

A pályaművek díjazására együttesen 9 M Ft áll rendelkezésre. A 2. kategóriában mindegyik pályázatnál nagydíj (300 E Ft, 500 E Ft, 400 E Ft) kiadására is sor kerül. A részletes pályázati felhívás és a nevezési lap 1988. április 15-től átvehető :

MTESZ Szakértői Iroda

(Budapest II., Fő u. 68. IV. em. 407. sz. szoba)

(Innen postai úton is igényelhető. Postacím: 1371 Bp. Pf. 433)

Felvilágosítás kérhető: a 358-512, vagy a 154-090/530 és 570 melléksz. telefonon, valamint a MTESZ területi és megyei szervezeteinél.

KIÍRÓ SZERVEK

Az összevont szám ára: 65,— Ft