Mélyfúrási geofizikai adatok számítógépes feldolgozása

CZEGLÉDI ISTVÁN

Az egyik legbehatóbban tárgyalt kérdés az ember és a gép viszonya, illetve az, hogy milyen szerepe van az interpretátornak a gépesítés közben és után.

Áttekintve az elmúlt három év hazai fejlődését a szerző leszögezi, hogy a folyamatban levő haladás ellenére is a magyar geofizikusoknak még sok munkát kell végezniök, hogy a feladatokat ne csak lássák, de meg is tudják oldani.

Одным из наиболее важных, подробно оспариваемых вопросов внедрения машинной обработки данных является отношение человека к машине, т. е. роль интерпретатора в процессе и после автоматизации этой работы.

Автор дает обзор развития в нашей стране за последнее три года и при этом утверждает, что несмотря на непрерывный прогресс в этой области, венгерским геофизикам предстоит выполнить еще большой объем работы, чтобы не только видеть задачи, но и найти пути их решения.

Von den mit der Automatisierung der Karottage-Interpretation zusammenhängenden Themen werden hier die wichtigsten Problemgruppen behändelt.

Eine der am eingehendsten behandelten Fragen ist die des Verhältnisses des Menschen und der Maschine, bzw. welche Aufgaben dem Interpretator während der Automatisierung und nach der Automatisierung noch übrig bleiben.

Überblickend die einheimische Entwicklung der letzten drei Jahre stellt der Verfasser fest, dass trotz der vorangehenden Entwicklung die ungarischen Geophysiker noch manches zu erledigen haben, wenn sie Aufgaben nicht nur überblicken, sondern auch lösen wollten.

A karottázs interpretáció gépesítésével foglalkozó vitaindító előadás nem törekszik a teljességre a szerteágazó és igen bonyolult problémákat felvető kérdéscsoportokban. Csak néhány – a szerző által – fontosnak ítélt kérdéssel foglalkozik, figyelmen kívül hagyva, hogy esetleg egyes kérdések tisztázatlanok maradnak.

A kiragadott témakörökben azonban törekszik a szerző az utóbbi 10 év fejlődési irányainak bemutatására, valamint arra, hogy ahol az erre vonatkozó konkrét hazai tervek kialakultak, a magyarországi megvalósításról is beszámoljon.

Az alábbi kérdéscsoportokat tárgyalja:

1. A számítógépi interpretáció néhány elvi problémája (az interpretáció stratégiája).
2. A számítógépi interpretáció előkészítő műveletei. A kiinduló adatok gépbevitelének problémái.
3. Az alkalmazott interpretációs eljárások (interpretációs algoritmusok).
4. Az eredmény megjelenítésének módja.

A gépesítés problémáinak megvitatását az elvi kérdések vizsgálatával kell kezdeni, hiszen itt többek között olyan kérdés kerül elő, mint az ember (az interpretátor) és a számítógép kapcsolata. Másképpen fogalmazva az, hogy milyen feladatok megoldása hárítható át a számítógépre, és melyeket kell az interpretátornak elvégezni.

Az ember főbb feladatai:

1. Az interpretációs cél meghatározása
2. Az algoritmus összeállítása (beleértve annak geofizikai ellenőrzését, hatékonyság-vizsgálatát)
3. Az interpretációhoz szükséges adatok biztosítása.
4. A gépi interpretáció eredményének ellenőrzése, ill. értékelése.

A legtöbb vita az utolsó (4) feladat körül bontakozik ki. Megítélésünk szerint nem is lehet a kérdésnek egységes értelmezést adni, az nagymértékben függ a gépi interpretáció algoritmusától. A legnagyobb értékelő-ellenőrző feladat a konvencionális interpretációs algoritmusok esetén adódik. Pl. komoly ellenőrzést kíván, hogy az Archie formula alapján az általunk megadott konstansok mellett számított porozitás értékek – megfelelnek-e a területi ismereteknek. Ugyanakkor az interpretálandó kútban mért magadatokra támaszkodó regressziós eljárással kapott eredmények ellenőrzése csak egyes formai kérdések vizsgálatára korlátozódik.

Megállapítható tehát, hogy az interpretációs algoritmusok tökéletesedésével, különböző esetekre szolgáló speciális programok kidolgozásával az interpretátor (ember) értékelő-ellenőrző szerepe csökken. Ez azonban nem jelenti az interpretátor felelősségének csökkenését, hisz az interpretációs cél és az ennek eléréséhez szükséges eljárás meghatározása, ill. megválasztása az alapja a megfelelő pontosságú eredmény elérésének.

Az „*Ember-Gép*" kapcsolata mellett fontos kérdés, hogy mit, mennyit, milyen mélységig dolgoztassunk fel gépen. E téren is erősen megoszlanak a vélemények. Vannak akik az elektronikus számítógépet csak elektromos logarlécnek tekintik, ami megkiméli az embert egyes ismétlődő manuális munkától.

Itt azonban sokkal többről van szó. Az elektronikus számítógép amellett, hogy betölti a logarléc szerepét több területen új lehetőséget nyújt. A legfontosabbak:

1. Az interpretációt kiterjesztheti a teljes lyukszakaszra (és nemcsak egyes kiválasztott rétegekre)
2. Az interpretációt lényegesen precizebbé és pontosabbá teheti
3. Kiküszöböli a szubjektív okokra vezethető hibákat
4. Olyan új feladatokat old meg, melyek kézi számítással nem végezhetők el
5. Az interpretációt lényegesen meggyorsítja.

A felsorolt és fel nem sorolt előnyök maradéktalan érvényre juttatása érdekében szükséges, hogy ne kis töredék programokat készítsünk, hanem törekedjünk nagy, átfogó programrendszerek kialakítására. Ez ugyan lassabban valósítható meg, mintha kis töredéket készítenénk, de az együttes munka igénye mégis kisebb, mint a töredékekből összeállított rendszeré.

Az előkészítő műveletek és az input kérdések tárgyalásakor két momentumra érdemes a figyelmet felhívni. A karottázs adatoknak gépbevitelére több módszer alakult ki:

a) Kézileolvasás (rétegenként, vagy pontonként)

b) gépi leolvasás (irodai, vagy terepi szelvény-digitalizálás).

Napjainkban mindkét módszer használatos. Kézi leolvasást általában konvencionális módszerekkel dolgozó programoknál használunk, csak néhány interpretátor által kijelölt szakaszon. A kézi leolvasás rendszerint együtt jár az alapkorrekciók elvégzésével.

A digitalizált szelvények feldolgozása rendszerint hosszú szakaszokon történik, lehetővé teszi tetszetős feldolgozási forma alkalmazását, bonyolult, komplex programok felhasználását.

A két módszer előnyeit, illetve hátrányait az alábbiak mutatják:

	Kézi leolvasás	Gépi leolvasás
ELŐNYÖK	Gyors (rövid szakaszokon)	Lehetőséget ad hosszú szakaszok feldolgozására
	Olcsó	Biztosítja a maximális információ felhasználását
	Szelvényminőség-ellenőrzés, mélység-egyeztetés könnyen megvalósítható	Lehetővé teszi tetszőleges programok alkalmazását
	Irodai terminálok útján azonnali interpretációt biztosít	
HÁTRÁNYOK	Nem alkalmas hosszú szakaszok feldolgozására	Költséges gépi berendezéseket igényel
	Nem nyújt információt a teljes kútszakaszról	Szelvényminőség-ellenőrzés, mélység-egyeztetés körülményes
	Nem használhatók tetszőleges kiértékelési eljárások	Drága

Magyarországon kutatóintézeti szinten kézi leolvasást alkalmaznak, az ipar pedig gépi leolvasási rendszert alkalmaz.

Segédadatok, valamint a programok futását szabályozó utasítások bevitelére általában lyukkártyákat alkalmaznak.

A nyugati államokban, ahol a számítógépi adatfeldolgozást többnyire bérmunkában végeztetik, nem alakult ki komoly adattárolási rendszer, mely biztosítaná a karottázs adatok, segédadatok és interpretációs eredmények archiválását.

A magyar olajiparban kifejlesztés alatt álló karottázs értelmező rendszer *(KÉR)* tervezésének egyik alapvető szempontja a nagykapacitású, könnyen elérhető és a karottázs szelvények komplex interpretálásához szükséges földtani, kőzetfizikai és geofizikai adatokat tartalmazó adattár létrehozása. Egy ilyen adattár szükséges ahhoz, hogy

- az egyes fúrások interpretációjakor figyelembe lehessen venni a szomszédos fúrásokban és területeken szerzett információkat;
- az eredményeket a rétegvizsgálatok adatai alapján, vagy más újabb adatok birtokában újraértelmezzük;
- területi következtetéseket vonhassunk le.

A tervezett adattár felépítése a következő: az ország földtani felépítettségének megfelelően a legáltalánosabb adatokat a regionális adattár tartalmazza. Ezt egészítik ki az ún. területi adattárak *(régiónként max. 99)*, melyek az egy-egy kutatási területre jellemző paramétereket tartalmazzák. Az adattár legnagyobb terjedelmű részei az ún. kútadattárak, melyek az egyes fúrások konkrét földtani, kőzetfizikai, karottázs adatait, valamint a karottázs inter-

pretáció eredményanyagait tárolják. A tényleges adattárakat azonosítótárak egészítik ki.

Az interpretáció stratégiájával, az elért stádiummal szorosan összefüggő kérdés az interpretáció algoritmusának megválasztása.

Az első stádiumban az interpretációt csaknem kizárólag konvencionális eljárások alapján végzik. Ennek bizonyítására elegendő a klasszikus *Comlop* vagy *ULICP* programokat megemlíteni. Az első stádium programjai, még a legátfogóbbak is csak egyes részfeladatok megoldását biztosítják.

A második stádium programjai kezdetben szintén konvencionális eljárásokra épültek, de később mind több új matematikai és geofizikai kiértékelési eljárást vontak be a feldolgozásba úgy, hogy a harmadik stádium programjai gyakorlatilag már mind ilyen alapon dolgoznak.

A fontosabb korszerű eljárások a következők:

1. Tanuló (felismerő) eljárások – Több matematikai megfogalmazásuk ismert. Felhasználási területük az egyes objektumok (paraméterek, rétegek) különböző kategóriákba- sorolása valamely elv szerint. Legelőnyösebb tulajdonságuk, hogy geofizikailag – matematikailag nehezen megfogható kérdésekre is kielégítő pontosságú válaszokat kaphatunk. Pl. sikeresen alkalmazhatók tetszőleges litológiai összetételű (repedezett, kavernásodott, több kőzetkomponensű karbonáttárolók), *CH* tárolók kijelölésére, valamint a beáramlást adó, illetve nem adó rétegek elkülönítésére.

2. Statisztikai eloszlás-vizsgálati eljárások – a tanuló eljáráshoz haszonló módszerek számszerűleg nem definiálható paraméterek meghatározására. Ilyen módszer felhasználásával készül a „*KÉR*" rendszer litológiai tagolására szolgáló rutinja is.

3. Regressziós analízis. Széleskörűen felhasználható módszer különböző számszerűen definiálható mennyiségek meghatározására ismert alapadatok segítségével (porozitás, permeabilitás, anyagtartalom). Alkalmazható, mint független matematikai apparátus kőzetfizikai – geofizikai összefüggések ismerete nélkül is *4–6* geofizikai paraméter szimultán felhasználásával vagy valamely konkrét függvénykapcsolat felhasználásával *1–2* geofizikai paraméterre is. Előbbi variánst sikerrel próbáltuk ki, a „*KÉR*" rendszer porozitás meghatározó rutinjában.

4. Anyagmérleg-egyenletek módszere. Több *(4–8)* geofizikai paraméter adataira felírható kőzetfizikai – geofizikai összefüggés alapján dolgozó rendszer, mely többszöri interációval egyidőben több kőzet fizikai jellemző meghatározására képes (pl. homok-agyagtartalom plusz porozitás). Ilyen anyagmérleg egyenlet az alapja pl. a Schlumberger cég által kifejlesztett SARABAND rendszernek.

A gépi interpretáció egyik alapkérdése, mely meghatározza a felhasználható algoritmusokat az, hogy az adatokat (szelvényeket) pontonként vagy rétegenként (rétegszakaszonként) dolgoztassuk-e fel. A világirodalom alapján a fejlődés a pontonkénti feldolgozás irányában halad. A fő stádiumok a következők:

I. Egyes kiválasztott rétegek interpretációja
II. Valamennyi réteg (rétegszakasz) feldolgozása
III. Valamennyi pont önálló feldolgozása.

Egyes stádiumok megvalósítási feltételei és eredményei a következők:

	fejlődés feltételei	eredménye (következménye)
I. – II.	– gépi digitalizáló berendezés – réteghatárok (rétegszakaszok) kijelöléséhez szükséges algoritmus – eredmény-megjelenítő berendezés	– teljes kútszakaszok feldolgozhatók – jobb információ hasznosítás – könnyen kezelhető grafikus eredménykihozatal – feldolgozási időigény és költségnövekedés
II. – III.	– nagyobb követelmény a szelvényezési eljárások felé – megfelelő algoritmusok és programok – nagyobb teljesítményű számítógép	– rétegen belüli részletes feldolgozás – korszerű matematikai módszerek alkalmazási lehetősége – pontosabb eredmények biztosítása – magadatok és a szelvények közötti ellentmondások könnyebb feloldása – tetemes költségnövekedés – látványos eredmény-megjelenítés

Az *OKGT*-ben kidolgozás alatt álló „*KÉR*" rendszer hibrid megoldású.

Megítélésünk szerint részint a hazai szelvényező berendezés-állomány nem teszi lehetővé a *III.* kategória megvalósítását, részint a rendelkezésre álló geofizikus – matematikus apparátussal egy ilyen rendszer kidolgozása legalább öt évet igényelne. Ezért helyesnek tartjuk egy *II.–III.* kategóriájú „*hibrid*" programrendszer kidolgozását, mely jobban illeszkedik a hazai szelvényezési komplexumhoz, kevésbé munkaigényes és így hamarabb létrehozható. Az egyszerűbben megvalósítható litológiai tagolást, valamint a porozitás meghatározását kívánjuk első lépcsőben pontonként megoldani, míg a többi paraméter (olaj, gáz szaturáció stb.) meghatározását rétegenként. A programváz gerinc azonban úgy készül, hogy a későbbiek folyamán teljesen áttérhessünk a pontonkénti interpretációra.

Az eredmények megjelenítésének módja ma már eldöntött. A karottázs interpretációs célokat szolgáló gépeket világszerte plotterekkel szerelik fel, melyek segítségével 4–12 eredménygörbét lehet egyidőben kirajzolni.

Az elmúlt három év fejlődése sok problémát tisztázott. Ma a karottázs interpretáció gépesítésének alapvető útjai ismertek. A magyar geofizikusoknak azonban még sok munkát kell végezni, hogy a feladatokat ne csak lássák, hanem meg is tudják oldani.