

Az OKGT Geofizikai Üzem TIOPS-880A digitális szeizmikus adatfeldolgozó központjának ismertetése

CSAPÓ JÁNOS – VÉGES ISTVÁN

I. Csapó János: Általános leírás

II. Véges István: Programrendszer

Описание ЭВМ типа Тайпс – 880/A применяющейся Геофизическим предприятием Тресте нефтяной и газовой промышленности для цифровой обработки сейсмических данных.

I. Чапо Я.: Общее описание

II. Вегеш И.: Система программ

Besprechung des digitalen seismischen Rechenzentrums TIOPS – 880 A, das im Geophysikalischen Betrieb des OKGT eingesetzt wurde.

I. J. Csapó: Allgemeine Beschreibung

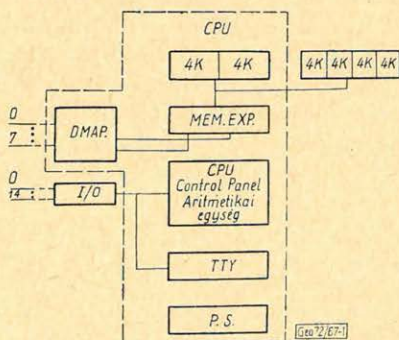
II. I. Véges: Programmsystem der Maschine

I. Általános leírás:

Az OKGT Geofizikai Kutatási Üzemben 1971. áprilisában került sor a cég által a Texas Instruments-nél vásárolt számítógép felállítására.

A számítógép felállítását a T. I.-től érkezett mérnök végezte. A gép üzemképes működését ellenőrző vizsgálóprogramok futtatására két napon belül sor került.

Ezen leírás célja, hogy ismertesse a felállított számítógép főbb műszaki jellemzőit és az eddigiek során szerzett tapasztalatokat (1. ábra).



1. ábra. A számítógép tömbvázlata
Фиг. 1. Схема ЭВМ

Fig. 1. Schema der Rechenmaschine

A szaggatott vonallal határolt rész lényegében az aritmetikai, a vezérlő és kijelző, valamint $2 \times 4K$ – ferritmemóriát tartalmazó számítógép.

A CPU 980-as típusszámot viselő számítógép technológiai tulajdonságait a következőkben foglalhatjuk össze. A felhasznált logikai elemek a TI: 74-TTL sorozat tagjai. MOS és LSI read-only memóriákat alkalmaztak a mikroprogramok számára. A rendszer teljesen integrált, LED diódák szolgálnak kijelzési célokra.

A CPU főbb jellemzőiről a következőket mondhatjuk. Fixpontos, kettes komplement aritmetika, párhuzamos működés, egycímes utasításrendszer szószervezésben.

Felépítése:

16 bit + paritás ferrit memória,
4K szavankénti tömbökben,
8K beépítve a CPU-ba,
1 μ s-os ciklusidő,
9 db 16 bites programozható regiszter,
három megszakításszint: belső DMAC, I/O,
85 utasítás.

Az utasítások megoszlása:

	pl:	idő μ s
Regiszter-memory	ADD	2
Regiszter-regiszter	ADD	1,25
Regiszter-skip	SMI	1, 0,25 skip
		esetén
Shift	LLA	0,75 + shift 4
I/O	RDS	2 – 3
ATI	ATI	2,5 S
Vezérlés	IDL, LSB, SSB	

A CPU megszakításszintek fölötti abszolút elsőbbséggel rendelkező hálózat-kimaradási rendszerrel rendelkezik. A vezérlőegységről és az összes többi egységről meg kell említenünk, hogy 115V/60 Hz-ről üzemel.

A gyorsműködésű periféria-egységek csatlakozását a DMAP-kapun keresztül biztosították. A DMAC egyes perifériái azonosító számozási-sorrendjüknek megfelelően a következők:

- 0 – Disc. Teljes tárolókapacitás 393216 szó.
- 192 fix fejjel rendelkezik. Lemezei nem cserélhetők.
- Maximális hozzáférési idő 17 μ s.
- 1 track = 64 sector
- 1 sector = 32 szó
- 1 szó = 16 bit + paritás.

A disc és a számítógép kapcsolatát biztosító vezérlőegység működési tekintetben különleges. A nagyobb sebességű szeizmikus adatfeldolgozás érdekében a mágneslemezmemóriába történő beírás és kiolvasás a szeizmikus feladatoknak legjobban megfelelő formákban történhet. A megvalósítható főbb címzési műveletek:

a) Soros memóriacímzés

A soros memóriacímzés teljesen megegyezik a szokásos disc-rendszerek címzési módjával. Az utasításban megadjuk a ferritmemória címét (ahonnan a kiírást a disc. felé, vagy beolvasását a disc-ről el akarjuk kezdeni), valamint a beírásra, vagy a kiolvasásra kerülő szektorok számát, (ami lényegében a szavak számát foglalja magában, de tört számú szektor nem alkalmazható).

A disc-vezérlőegység gondoskodik a sávok és szektorok automatikus váltásáról. Az utolsó sávról az elsőre nem lehet visszatérni automatikus vezérléssel.

b) Kétgyűjtős FFT

Az FFT egység működése közben bizonyos adatújrarendezések szükségesek. Az adatok újrarendezését hardware címgenerálással segítik elő. A vezérlő-

egység ezen üzemmódjában az egymást követő memóriacímek a következők lesznek: (a ferritmemória címeit hexadecimális számokban adjuk meg):

1000
1001
1800
1801
1002
1003
1802
1803

.

17 FE
17 FF
1 FFE
1 FFF

A vezérlőegység ezen működése közben nem igényel listát.

c) Négygyűjtős *FFT*.

A négygyűjtős üzemmód ugyanazon blokkból került beépítésre, mint a kétgyűjtős. Az itt alkalmazott címek:

1000
1001
1800
1801
2000
2001
2800
2801
1002
1003
1802
1803
2002
2003
2802
2803

.

17 FE
17 FF
1 FFE
1 FFF
27 FE
27 FF
2 FFE
2 FFF

d) 32×64 egyszavas demultiplexing

Az itt alkalmazott hardware címgenerálás nagymértékben elősegíti a multiplexelt adatok demultiplexelését. Ezen címzési móddal aránylag könnyen lehetővé válik az egyes csatornák egymást követő mintáinak a szétválogatása.

A címzési sor:

N
N + 32

$N+64$

.

.

$N+20/6$

$N+1$

$N+33$

.

.

$N+2048$

e) 32×32 kétszavas demultiplexing

A kétszavas üzemmód célja megegyezik az egyszavasnál említettekkel, azzal a különbséggel, hogy erősítés szó rögzítése esetén lényegében két szó tartozik egy csatorna egyetlen mintapontjához. Amennyiben ezeket a duplaszavakat akarjuk multiplexelt adattárunkból kiemelni, úgy ezt az üzemmódot választjuk.

A generált címek:

N

$N+1$

$N+64$

$N+65$

.

.

$N+1984$

$N+1985$

$N+2$

$N+3$

$N+66$

.

.

$N+2047$

$N+2048$

1. — Nincs felhasználva.

2. $1/2''$ szalagmemória. *TI* — gyártmány, 9 csatornás *IBM* — formátumú szalagot készít 800 bpi. adatsűrűséggel.

$75''/\text{sec}$ — szalagsebesség.

3. $1/2''$ — szalagmemória. *TI* — gyártmány, 9 csatornás *IBM* formátumú szalagot készít 800 bpi. adatsűrűséggel.

$75''/\text{sec}$ — szalagsebesség.

4. *A/D* konverter/multiplexer egység.

A konverter/multiplexer egység lényegében megegyezik a *TI DFS III*-as terepi műszerében alkalmazott egységgel. A berendezés 31 csatornát multiplikálhat.

Az *A/D* átalakítás 14 bit + előjel nagyságú szavakat eredményez.

A megvalósítható mintavételi idők:

1, 2, 4 *mS*, amelyek program segítségével állíthatók be.

5. *D/A* konverter/demultiplex egység.

A konverter/demultiplexer egység is azonos a *DFS III*-ban levő egységgel.

A berendezés 31 csatornát demultiplikálhat.

A D/A – átalakítása során 10 bit + előjel – bit nagyságú szavakat alakít a berendezés analóg jellé. A mintavételi időköz itt is programozható és 1, 2., 4 μ s-os értékek lehetnek.

6. 1'' – szalagmemória. TI gyártmány, 21 csatornás TIAC formátumú szalagot produkál. A szalagmemória 356 bpi. adatsűrűséggel dolgozik. A szalag sebessége 90''/sec.

7. Gyors Fourier-transzformáló egység (FFT). Mint a disc, ugyanúgy az FFT egység is a nagysebességű szizmikus adatfeldolgozást segíti elő különleges adottságaival. Az FFT-egység szabványos ATI (automatikus átviteli utasítás-sal hívható).

Az FFT-hardware-transzformáló egység az alábbi műveletek elvégzésére alkalmas:

- a) Fourier transzformáció
2K, 4K, 8K hosszúságú adatsoron.
- b) Inverz Fourier transzformáció
2K, 4K, 8K hosszúságú adatsoron.
- c) VDP(Vector Dot Point) művelet.
- d) DCP (Direct Cross Product) művelet.

A 4–5-ös számú egységekhez csatlakozik, egy SDW 300-as papírregisztráló, illetve egy Video Monitor (képmegfigyelő) egység. Mindkét egységről indítható a D/A konverter.

A Vállalat birtokában levő nagymennyiségű analóg mérési eredmény digitális feldolgozását biztosítja a CS – 621, SERCEL berendezés összekapcsolása a TIOPS A/D konverterével.

A számítógép I/O bemeneteire a viszonylag lassúbb működésű perifériák kerültek. A CPU közvetlen bemenetet (kimenetet) biztosít egy ASR 33-as típusú konzolirógép számára.

Az ASR 33- főbb adatai:

10 kar/sec, simplex üzemmód.

115V/60 Hz táplálás.

Gyors lyukszalag lyukasztó

TALLY 60 kar/sec

115V/60 Hz

Gyors lyukszalagolvasó

REMEX 300 kar/sec

115V/50 Hz

220V/60Hz

Sornyomtató

DATAPRODUCT

356 sor/perc, 80 oszlop.

A számítógép táplálását egy motorgenerátor-egység biztosítja. A motor-generátor bemeneti táplálása 380/220V 50Hz-hálózatról történik. A generátor kimenete 115V/60Hz feszültséget szolgáltat. A maximális terhelhetőség 11,5 KW.

A generátor kimenő feszültsége elektronikusan szabályozott a beállítható névleges értékre.

A számítógép hőmérséklet- és klímakövetelményeit a KARL WEISS cég által szállított 20/60-as klímaberendezés biztosítja.

A *TIOPS* – rendszerhez érkezett hardware diagnosticokat három nagy csoportba foglalhatjuk:

CPU – diagnostic

Ez a diagnostic magában foglalja a következő ellenőrzéseket:

utasítások

megszakítások

TTY

24K ferritmemória.

TIOPS – diagnostic tartalma:

DMAC

A *BMAP*-on levő összes periféria vizsgálatát biztosító program-család.

FFT – rendszerdiagnostic

18 önálló diagnosticprogramot tartalmaz az egyes működési módok vizsgálatára.

A *TIOPS 880* számítógéppel eddig szerzett tapasztalatok:

A számítógépben alkalmazott magas technológiai szintnek megfelelően az elektronikus meghibásodás aránya igen alacsony.

A perifériák – főleg a bonyolult mechanikát tartalmazók – okozták idáig a legtöbb problémát.

Az alkatrészek kopásából, illetve öregedéséből eredően rendszeres utánállítást és beszügyalozást igényel a szalagmemória, a lyukszalag-lyukasztó, illetve a lyukszalagolvasó, valamint a *TTY*.

II. Programrendszer:

Az OKGT Geofizikai Kutatási Üzem számítógép-beruházásában jelentős szempont volt, hogy a gép alapvető szeizmikus programrendszerrel legyen felszerelve, amelyre építve az Üzem fő-profilját jelentő szeizmikus kutatás digitális adatfeldolgozási munkáit megkezdhetjük. A megajánlott programokból, de a feldolgozási eljárások gyors fejlődéséből, továbbá a szeizmikus kutatás egyre bonyolultabbá váló geológiai-geofizikai feladataiból is világosan látható, hogy egyetlen programrendszer sem tekinthető lezárt egésznek, amellyel a most és a jövőben felvetődő minden feladatunkat meg tudjuk oldani. Ezért lényeges szempont volt, hogy a gép programozhatósága és egész konfigurációja lehetővé tegye a korszerű szeizmikus feldolgozási eljárások kidolgozását.

A számítógéppel együtt kapott szeizmikus programok biztosították, hogy a rutinszerű feldolgozást viszonylag rövid időn belül elkezdhetjük; a gép programozását egyszerűsítő és elősegítő általános programrendszer pedig a fejlesztési munkákhoz teremtette meg az alapot.

A programok általában rendszerbe szervezettek, így kezelésük egyszerűbb. Három nagy programrendszer van: az általános programok a *BATCH*, a szeizmikus előfeldolgozási műveletek a *SYTAR*, a szeizmikus feldolgozó programok a *GSP* (General Seismic Package) programrendszerbe tartoznak.

A programrendszerek alapvető szervezése egymáshoz hasonló: a rendszer a lemezen van, a szükséges programot lyukszalagról, vagy a konzolirógépről kérhetjük. Egyidejűleg egy rendszer lehet a gépben; a szükségeset a mágnesszalagról egyszerűen, gyorsan beolvashatjuk a lemezre.

A következőkben ismertetem az általános és a szeizmikus programrendszereket, majd eddigi fejlesztési eredményeinket.

Általános programrendszer

A programozást és programjavítást egyszerűsítő programok a Batch rendszerben működnek, Monitor szervezés alatt. Ide tartozik a *SAP-I* (Symbolic Assembly Program) assembler és a *Fortran IV*. fordítóprogram is. A Fortran az *ASA* (American Standard Association) szabványa szerint készült. A Fortran könyvtári programok (formátum konverziók, lebegőpontos aritmetikai műveletek, standard függvény-rutinok) mágnesszalagon vannak összegyűjtve. Lehetőség van ezek assembly-programokban való felhasználására, valamint Fortran- és assembly-programok összeépítésére is. A külső hivatkozások feloldását, a programok összeépítését a Linkeditor nevű programmal végezhetjük el.

Az általános programrendszerbe tartozik még a szubrutinokat mágnesszalagra generáló, könyvtárkészítő program, a forrásprogram javítására szolgáló korrekciós program, forrás, illetve célprogramot másoló programok stb.

Az assembly-nyelven írt programok vagy stand-alone (önmagukban végrehajtható), vagy valamely rendszerbe írt, abban futtatható programok. A Fortran-nyelven írt programok csak az *RT* Monitor alatt hajthatók végre.

A Monitor rutinjai és egész szervezési rendszere nem szeizmikus, hanem általános feladatokra orientált.

A számítógép matematikai, tudományos programkönyvtárral nincs felszerelve.

Szeizmikus előfeldolgozást végző programok

A rutin szeizmikus programok assembly-nyelven vannak írva. Az általánosan használt szabványos digitális terepi mágnesszalag-formátumok közötti konverzióra az alábbi programjaink vannak:

SEG B-ről SEG A,

SEG A-ról DFS 10k,

SEG B-ről DFS 10k formátumra történő konverzió.

Ezek különálló, nem rendszerbe szervezett programok.

A demultiplexezés, valódi amplitúdó-visszaállítás és a vertikális összegzés műveleteit végrehajtó programok a *SYT AR* rendszerbe tartoznak. A *SEG A*, a *DFS III* és a *DFS 10k* formátumokra egy-egy külön programrendszer van. A feldolgozandó felvételek sorrendjét, az alkalmazandó műveletet és a szükséges paramétereket lyukszalagon kell megadni.

Itt említem meg az analóg felvételek digitalizálását, bár a program a *GSP* rendszerbe tartozik. A konverziót vezérlő program a digitált adatokat a *SYTAR* programrendszer kimenetével azonos, a *GSP* rendszerrel kompatibilis formátumban írja mágnesszalagra.

A szeizmikus feldolgozási műveletek a *GSP* programcsomaggal végezhetők el.

Szeizmikus feldolgozó programok

A *GSP* programcsomagba az alábbi feldolgozó programok tartoznak:

Dinamikus korrekció program – lineáris interpolációval.

Statikus korrekciós program – lépcsős interpolációval.

Közös mélységpontú csatornákat összegező program — maximum 12x-es fedésszámig.

Sávszűrő tervező program — a kívánt vágási frekvenciájú és meredekségű szűrőt megtervezi és csonkítja.

Szűrést végrehajtó program — az elkészített szűrőt szeizmikus csatornákra alkalmazza.

Dekonvolúciós program — Levinson algoritmussal spike dekonvolúciós operátort tervez és alkalmaz.

A programok 2 vagy 4 msec mintavételezésű, 1, 2, vagy 3K hosszúságú csatornák feldolgozására alkalmasak.

A műveletek egy-egy feldolgozási lépés után elektrosztatikus kamerán, vagy a TNR szelvényrajzolon történő kijátszással ellenőrizhetők.

Jelenleg a sebességfüggvény és a statikus korrekciók meghatározása az analóg technikában is alkalmazott speciális mérésekkel és fáradtságos, kézi kiértékelési módszerekkel történik. A kapott programrendszer a gépi lehetőségeket korántsem meríti ki, a digitális szeizmikus feldolgozás jelenlegi nemzetközi szintjétől is elmarad.

Ez a programrendszer azonban biztosította, hogy késlekedés nélkül elkezdhesük a digitális adatfeldolgozást, az új technika alkalmazásával gyakorlatra tegyünk szert és tapasztalatokat szerezzünk a további fejlesztési munkához.

A programrendszer nem minden tekintetben elégitette ki várakozásunkat. Kezelése kissé nehézkes volt, hibajelzései nem mindig tették lehetővé a hiba gyors azonosítását, a bemenő paraméterek megadása nem mindig a legcélszerűbben volt megoldva.

A hibákat, hiányosságokat kijavítottuk, a rendszer kezelését leegyszerűsítettük és rövid időn belül elértük a rutinszerű tömegtermelés szintjét. Ezután láttunk hozzá a fejlesztési munkákhoz.

Fejlesztési eredmények

Kidolgoztunk egy szeizmikus alaprendszert, amely a jövőben elkészítendő hatalmas adattömegeket mozgató, számításigényesebb eljárások célszerű, hatásos elvégzésére is alkalmas.

Elkészítettük azokat a szerviz-programokat, amelyek lehetővé teszik a rendszer gyors, kényelmes kezelését, bővítését.

Az egyre időigényesebb eljárások kidolgozásával rövid időn belül nagyon lényeges lesz a programok futási ideje, ezért a rendszer szervezésében és az egyes programokban is törekedtünk a futási idő minimalizálására.

Az eredeti programrendszerrel szerzett tapasztalataink és elméleti vizsgálataink alapján az új GSP-72 programrendszerbe átirtuk, illetve újraírtuk a szeizmikus alapműveleteket végrehajtó programokat. Az új, nagy pontosságú interpolációt alkalmazó korrekciós program a dinamikus és statikus korrekciót egyidejűleg el tudja végezni. A programot úgy terveztük, hogy kompatibilis legyen a kidolgozás alatt álló automatikus sebesség- és reziduál statikus meghatározó programokkal. Lehetővé tettük a dekonvolúció és a sávszűrő együttes elvégzését is.

Az eredeti rendszerben is meglevő programokon kívül elkészült a csatornákat közös mélységpont szerint rendező program, több, az autó- és retrokorrelációs szelvényt készítő program és az időben változó sávszűrés is.

A GSP-72 rendszer rutinszerűen fut.

A megbízható, hatásos eljárások kidolgozásához feltétlenül szükségesek az elméleti és modellvizsgálatok. Tisztázni kell az egyes műveletek korlátait, adott geológiai-geofizikai probléma megoldásában való alkalmazási lehetőségeit.

Ezen kísérleti számítások egy részét Fortranban végezzük. Ehhez szükség volt a standard Fortrantól eltérő szeizmikus formátumú mágnesszalag kezelésére szubrutinokat írni. Bizonyos ki-bemeneti műveletek kizárásával lehetővé tettük, hogy Fortranban írt programokat a *GSP-72* rendszerben is futtathassunk.

Elméleti vizsgálatainkról és eredményeinkről az Egyesület előadói ülésein rendszeresen beszámolunk.

A Geofizikai Kutatási Üzem jelentős szellemi erőt fordít a fejlesztési munkákra. Remélhetőleg a jövőben még az eddiginél is jelentősebb támogatásra számíthatunk. Bízunk abban, hogy egy-két éven belül lehetőségeinkhez képest korszerű, hatásos programrendszert tudunk kidolgozni.

EGYESÜLETI HÍREK

Hibajegyzék a MAGYAR GEOFIZIKA XIII. évf. 3. számában a 104–111. o.

HAÁZ ISTVÁN: „Gravitációs és földmágneses anomáliák háromdimenziós értelmezése” című cikkéhez.

Oldal	Hely	Hibás	Helyes
105	7. sor	gépesítésre	gépesítésre
105	(3) képlet	γ	V (dölt V betű)
107	14 – 15. sor	deriváltjának	deriváltjainak
108	* utáni 2. sor	I (dölt I)	I
108	(19) képlet utáni sor	J_x, J_y, J_z	I_x, I_y, I_z
108	(20) képlet	U_{zx}	u_{zx}
108	(20) képlet	u_{yy}	u_{zy}
108	(21) képlet	U_{xx}	u_{xx}
109	(23) képlet	φ_{zz}	$I_z \varphi_{zz}$
110	(30) képlet	$+ I_z \arctg \frac{ab}{cr}$	$- I_z \arctg \frac{ab}{cr}$