

Kandó Kálmán Villamosipari Műszaki Főiskola,  
Számítástechnikai Tanszék

Konverzációs software LABORHIBRID-TPA-I kisműszámitógépes  
rendszerre

Molnár Ervin, Ivanyos Lajos, Tóth János

A Tanszékünkön Ivanyos Lajos tanszékvezető irányításával kifejlesztett LABORHIBRID komplex periféria elsősorban orvosi mérésekre ill. méréskiértékelési feladatokra használható / (2), (8), (9), (10), (11) /. A periféria tervezésekor a fő célkitűzés az elektronikus orvosi műszerek lehető leg szélesebb körének számítógéphez illesztése volt. Ez a célkitűzés egyrészt a rendszer hardware-jének megfelelő kialakításával, másrészt a széleskörű alkalmazási lehetőségekhez optimálisan illeszkedő software kidolgozásával érhető el.

A hatékony orvosi software kidolgozásának főbb szempontjai:

- 1/ Az orvosi mérés technikának megfelelő adatgyűjtési és tárolási rendszer.
- 2/ Egyszerű programozási és program módosítási lehetőség /a kísérleti, gyakran változó programok gyors realizálása/.
- 3/ Egyszerű elsajátíthatóság /a speciális problémák megoldása elsősorban egészségügyi szakemberek bevonását igényli, akiknek sem idejük, sem lehetőségük nincs a bővebb programozási ismeretek elsajátítására/.

- 4/ A különleges alkalmazási esetekre történő kiterjeszhetőség /a műszerpark hiányosságainak software uton történő pótlása, pl. digitális szűrők és analizátor üzemmód alkalmazása/.

Ezek a feltételek legegyszerűbben egy konverzációs programnyelv alkalmazásával elégíthetők ki. Ezen nyelvek előnye a programozás és a programjavítás ill. módosítás egyszerűsége. A konverzációs nyelvek közismert hibái /lassu program-végrehajtás és rossz tároló-kihasználás/ a méréssorozat kezdetekor a kísérleti stádiumban még nem okoznak problémát ill. a problémák egy része egyszerű eszközökkel elhárítható /pl. a lassu méréskiértékelést megelőző mágnesszalagos vagy papírszalagos kimenetű gyors adatgyűjtés alkalmazása/. Természetesen a már kipróbált, standardizált algoritmusokat célszerű FORTRAN vagy assembly szintű programnyelven megírni.

A TPA-I alap-software rendszerét tekintve két konverzációs programnyelv jöhet számításba:

a/ BASIC programnyelv / (3), (4) /. Ez a programnyelv világszerte elterjedt, sok számítógépen használható, de hibája, hogy alapkiépítésű /8 K operatív tárolóju/ számítógépen csak erős - a nyelv előnyeit nagymértékben csökkentő - megszorításokkal alkalmazható.

b/ FOKAL programnyelv / (4), (5) /. Tetszőleges kiépítésű számítógépen /4...32 K operatív tárkapacitás, mágneslemezes háttértároló/, számtalan, egymással kompatibilis reprezentációban használható programnyelv.

A hardware kiépítéséhez való rugalmas illeszkedése miatt az újonnan kidolgozott programrendszer alapjául a FOKAL konverzációs nyelvet /speciálisan a FOKAL 1971 vál-

tozatot/ választottuk. A munka a továbbiakban a választott nyelv bővítésére ill. módosítására irányult.

Az új utasítások ill. eljárások kidolgozását hardware oldalról a 8 K alapkiépítésű számítógép és a LABORHIBRID eszközállománya /max. nyolc A/D konverterből, két digitális I/O egységből, időzítő órából és analóg kimeneti egységből álló alapmodul, valamint az alapmodul egyes egységet helyettesítő különféle kiegészítő egységek/, software oldalról a tipikus felhasználási feladatok eszközigénye és mérési elve korlátozza. A hardware kiépítést adottnak tekintve a mérési módszerek ill. igények fontosabb csoportjai:

- a/ off-line rendszerű adatfeldolgozás ill. kiértékelés
- b/ lassu mintavételezésű on-line kiértékelés /pl. EEG-jel kiértékelés, kb. 160 minta/sec max. mintavételi sebesség/
- c/ közepes mintavételi sebességű on-line kiértékelés /pl. EKG-jel értékelés, tipikusan 300 minta/sec mintavételi sebességgel/
- d/ gyors mintavételezésű on-line vagy off-line kiértékelés /pl. EMG-jel értékelés, 100...10 000 minta/sec mintavételi sebességgel/

Az utolsó három feladat-csoportnál az adatgyűjtés lehet egy- vagy többcsatornás és megelőzhető egy vezérlőjel hatására kialakuló ingerkeltési folyamat.

A fenti feladatokhoz kidolgozott új utasítások ill. eljárások:

Az off-line adatfeldolgozásnál főleg az adathordozó kezelhetősége és a rendelkezésre álló tárkapacitás jó kihasználása a lényeges. Ezeket az igényeket főképp a LABORH /rövid írásmóddal L/ utasításcsoport beépítése elégíti ki.

LABORH BIN /L B/

tiszta bináris kódu lyukszalagok beolvasását és kezelését lehetővé tevő utasítás.

LABORH DEC /L D/

visszaállítja a szokásos decimális bemeneti adatformátumot

LABORH HALT /L H/

a futó programot leállítja és a vezérlést a kezelőpultnak adja át. A program a CONT. gomb megnyomása után a következő utasítással folytatódik. Az utasítás a mérőrendszer átrendezését vagy a feldolgozandó adatszalagok cseréjét teszi lehetővé.

FNEW /BLK, IND, ERT/

függény a harmadik argumentummal megadott változó értékét elhelyezi a BLK sorszámú adatblokk IND indexű helyére. Az adatblokk 8...32 K tárcapacitás esetén a 2. - 7. tármodulban, disk esetén a disken helyezkedik el. Az elraktározott adat az FNEW/BLK, IND/ típusu két argumentumu függvénnyel /a tárolási hely ismeretében/ hozható vissza az aktiv tármodul szimbólumtáblájába. Minden adatblokk 256 db háromszavas, lebegőpontos számábrázolásu adatot tartalmaz. A blokkok max. száma egy 4 K-s tármodult használó tárolás esetén 16, min. kiépítésü disk esetén /32 K tárolókapacitás/ 128. A függvény használatakor az egyes argumentumok helyén tetszőleges szám vagy aritmetikai kifejezés állhat. Ha az egyes argumentumok tört értékűek, akkor a tényleges argumentumként a program a szám egyrészét értelmezi. A függvény tetszőleges mélységben rekurzivan hívható.

FADC/AO, A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7/

függvény a max. nyolc A/D konverter számlálójának beolvasását és a beolvasott értékek tárolását végzi. Az N. konverterről beolvasott érték az argumentum lista N. helyén megadott azonosító értékeként raktározódik el a szimbólumtáblában. A függvény végrehajtásakor az egyes konverterek számlálói nullázódnak, majd megindul a konvertálás. A számlálók kiolvasását követő értékadás figyelembe veszi a konverter bemeneti erősítőjének és a kvantálás lépésszámának kapcsolóval beállított értékét.

Az argumentum listából a nem használt konverterekhez tartozó argumentum kiírása kötelező. Az elhagyott argumentumok helyére az argumentum listában betűközt kell írni /vagy vég zárójellel befejezni az argumentum listát/. A függvényt a S X=FADC/AO, ...,A7/ alakú FOKAL nyelvű utasításban használjuk és ilyenkor az X változó értéke a konvertálás végén eggyel megnő, ami lehetővé teszi az érvényes konvertálások számának ellenőrzését ill. tárolását.

FDIO/ARG1, ARG2/

a digitális I/O egység kezelését végző függvény. A függvény első argumentuma egy kétjegyű, MN alakú egész szám, ahol M=0 vagy 1 érték a megcímzett egység sorszáma /csak két DIO egység használható alapkiépítésben/ és N a műveletre jellemző kód. Jelenleg csak az N=0 input és az N=1 output művelet használatos /a DIO modul helyére rakható speciális kiegészítő modulok alkalmazása esetén ez a függvény azok kezelésére is kiterjeszthető/. Input /N=0/ esetén a második argumentum elhagyható és a S X=FDIO/MN/ értékadó utasítás az X változóhoz hozzárendeli a DIO modul bemenetére adott

egy byte-nyi információ háromszavas, lebegőpontos számmá konvertált értékét. A továbbiakban az X változó tetszőleges célra használható. Output /N=1/ esetén a második argumentum egy szám vagy egy aritmetikai kifejezés, amelynek értéke - 255... ..+255 tartományba esik. A függvény a binárisan ábrázolt egész szám egyeneseinek megfelelő kimeneti puffer biteket pozitív előjel esetén beállítja, negatív előjel esetén törli. Ha a második argumentum nem egész szám, akkor a függvény a szám egészrészét, ha 255-nél nagyobb akkor a moduló 256 értéket vesz figyelembe. A kimeneti vonalak állapotainak beállítása után a függvény az X változóhoz hozzárendeli a kimeneti vonalak visszaolvasásával kapott aktuális számértéket. Ha a második argumentum értéke nulla /vagy nincs második argumentum/, akkor csak a kimeneti vonalak állapotainak visszaolvasása történik meg. A függvény főleg digitális jelző ill. vezérlőjelek generálására vagy érzékelésére alkalmas.

FPLT/DX, DY, V/

A függvény a növekményes rendszerű rajzoló /plotter/ vezérlésére alkalmas. A DX és DY argumentumok az x és y irányu koordináta-növekmények, amelyek abszolút értéke max. 127 lehet /előjelet tartalmazó egy byte-nyi szám/. Végrehajtás során a függvény kivárja a rajzoló indítható állapotát /az előző rajzolási folyamat végét/, majd átadja az abszcissza és ordináta növekményt, és a vezérlőkód kiadásával indítja a rajzolást. A V vezérlőkód jelentése:

V=0 a toll állapota változatlan

V=1 toll le

V=2 toll fel

V=3 indítás előtt a toll állapota a korábbi állapottal ellentétes állapotba megy át.

A rajzolás elindítása után a  $S Z=FPLT/DX, DY, V/$  formában használt függvény bal oldalán szereplő változó értéke eggyel megnő, ami lehetővé teszi a rajzoló szakaszok számlálását. A függvény argumentumai tetszőleges számok vagy kifejezések lehetnek, a rajzolás mindig az argumentum egészrészének moduló 128-ra vett értékével hajtódik végre.

Az elkészített software rendszer segítségével a LABOR-HIBRID periféria real-time rendszerű adatgyűjtésre is használható. Ezt a lehetőséget a perifériába beépített nagy stabilitású óra teszi lehetővé. Az óra a periféria előlapján beállított időtartamok letelte után programmegszakítást okoz. Ez a programmegszakítás a

LABORH SET /L S/,

LABORH RESET /L R/ és

LABORH VALUE Q /L V Q/ utasításokkal kezelhető.

A L S és L R utasítások az órától eredő programmegszakítások engedélyezését ill. letiltását végzik. Engedélyezett programmegszakítás esetén a megszakításokat a megszakítást kezelő programrendszer számlálja. A számláló rekesz a L S utasítás kiadásakor nullázódik és a számláló tartalma a L R utasítás kiadása után is lekérdezhető. A lekérdezés a L V Q utasítással történhet, ahol Q egy tetszőleges azonosító. Lekérdezés során a számláló tartalma az órajel gyakoriságát beállító kapcsoló állásától függően 1, 10 vagy 100 értékkel szorozva hozzáadódik a Q számértékéhez. A Q változó kezdőértékének beállítása a felhasználó feladata. A leszámítható programmegszakítások száma max.  $1,677 \cdot 10^7$  lehet, ami min. 30 perces mérési időtartamot tesz lehetővé.

A gyors adatgyűjtő rendszer programjai:

Az eddig ismertetett adatgyűjtő eljárások /FADC és FDIO függvények/ az interpretatív programnyelv lassúsága miatt csak kb. 100 minta/sec mintavételi sebességig használhatók. Ennél nagyobb mintavételi sebesség a PERIOD, QUICK és TRIGG szubrutinokkal érhető el. Ezek a programok csak disk alkalmazása esetén használhatók, mivel alapállapotban a disken helyezkednek el és roll-inroll-out rendszerben működnek. Ezzel a működési móddal megkerülhető az interpretatív végrehajtás lassúsága. A programok rezidens /ferrittárban lévő/ része 256 szónyi /két lapnyi/ helyet igényel az 1. tármodulban. Itt helyezkedik el az adatgyűjtő programok és a FOKAL egyes részeinek cseréjét végző program is.

A gyors adatgyűjtő szubrutinok a

LABORH PERIOD/DB, GY, DC, AO, A1, A2, A3, A4, A5,  
A6, A7/ ,

LABORH QUICK/DB, GY, AO, A1, A2, A3, A4, A5, A6,  
A7/ és

LABORH TRIGG/ISM, GY, DC, AO, A2, A3, A4, A5, A6,  
A7/

szintaktikusan helyes utasítások formájában használhatók. Itt AO...A7 a kijelölt adatgyűjtő csatornákra jellemző szimbólum, DB az egyes mintavételi sorozatokban veendő minták száma, GY a mintavételi gyakoriság, ISM a mintavételi sorozatok száma és DC egy adatszámoló rekesz.

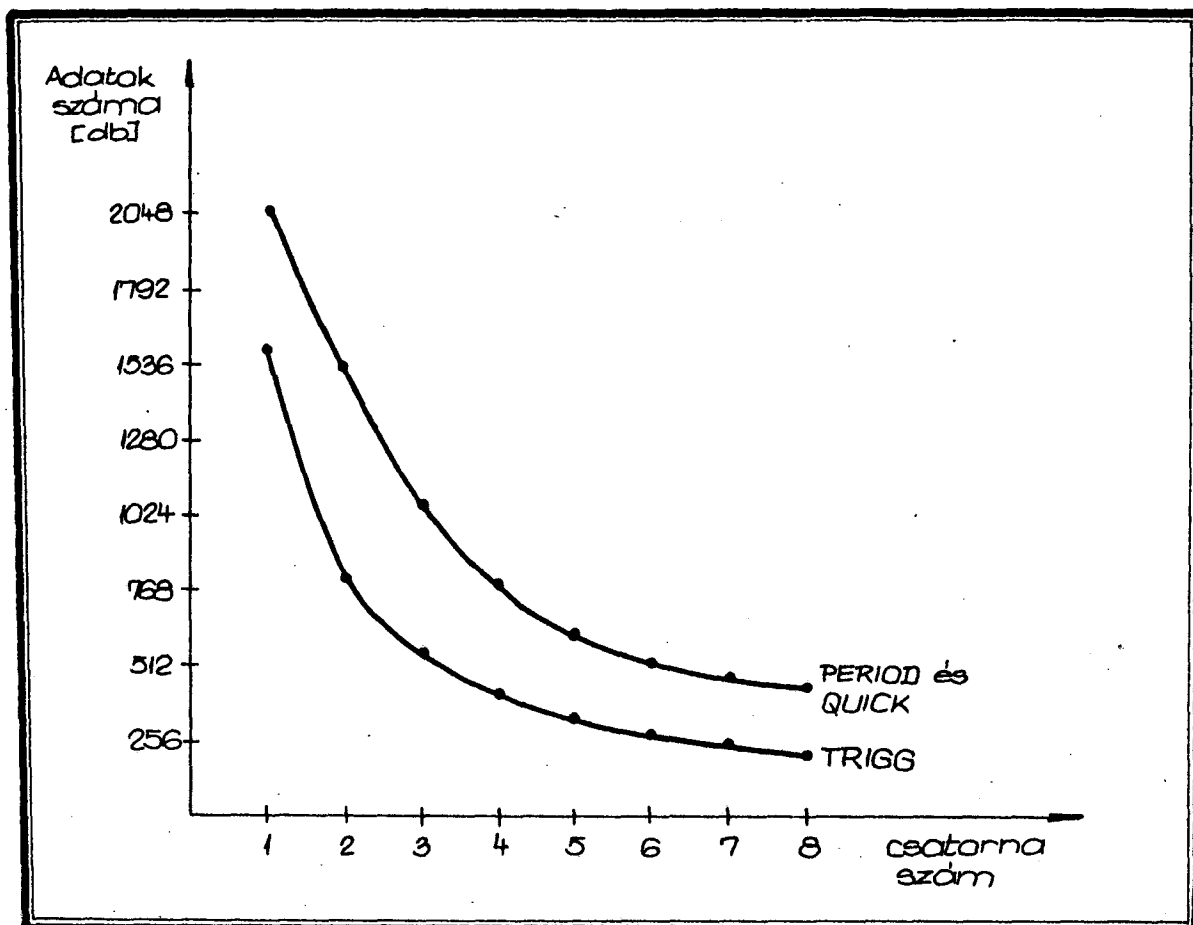
A GY, DB és ISM paraméterek számok vagy értékkel bíró változók lehetnek /kifejezés alkalmazása nem megengedett/. A DC és AO.....A7 paraméterek formája kötött, csak ezek a karakterek használhatók. Az adatgyűjtő csatornák bármelyike elhagyható, ilyenkor a paraméterlistában a helyét betűközzel



kell kitölteni. A paraméterlista az első adatgyűjtő csatorna kijelölése után lezárható.

Az egyes adatgyűjtő eljárások a FOKAL interpreter és a felhasználói program elmentése után a tároló 1. moduljában kijelölt 3328 szavas pufferverezőbe gyűjtik az adatokat, majd az adatgyűjtés befejeztével a kapott adatokat háromszavas lebegőpontos alakra konvertálva elhelyezik a tároló vagy disk FNEW függvényével elérhető adatmezeibe. Ha az adatgyűjtő program hívásakor megadott DB darabszám 256-nál kisebb, akkor a 0. adat csatornáról kapott adatok az FNEW első adatblokkjába, az 1. adat csatornáról kapott adatok az FNEW második adatblokkjába stb. kerülnek. Ha a DB darabszám egy  $K = N \cdot 256$  értéknél /N nagyobb egynél/ kisebb, akkor az egyes adat csatornához rendelt adatgyűjtő területek az FNEW függvény számára hozzáférhető helyen N db összefüggő adatblokkot foglalnak le. A PERIOD szubrutin egy adatgyűjtő csatorna esetén max. 3333 minta/sec, a QUICK szubrutin egy adatgyűjtő csatorna esetén 5000...10 000 minta/sec mintavételi sebességű adatgyűjtésre használható. A TRIGG szubrutin max. 3333 minta/sec mintavételi sebességű, trigger jellel indított összegező adatgyűjtésre használható.

Az egyes adatgyűjtő szubrutinokkal begyűjthető adatok számát a ferrittárban kijelölt /véges méretű/ adatgyűjtő terület korlátozza. A különböző csatornaszámnál begyűjthető adatok számát /a paraméterlistában megadható max. darabszámot/ az 1. ábra mutatja.



1. ábra

A PERIOD és TRIGG szubrutinok paraméterlistájában szereplő DC darabszámláló a begyűjtött adatokat számlálja és ily módon lehetővé teszi a beolvasott adatok átlagértékének egyszerű meghatározását.

A kidolgozott programrendszer elsősorban orvosi adatgyűjtési, kiértékelési és ellenőrzési problémák programozásánál használható, bár alkalmazásával a laboratóriumi munka nagy része is automatizálható lenne. A programrendszer előnye, hogy a számítógép belső szerkezetét nem ismerők

számára is könnyen elsajátítható, interaktív programozási lehetőséget biztosít és a választott utasítás szerkezet egyszerű eszközökkel módosítható. A fenti programrendszer EEG jelek feldolgozására történő felhasználását a (6) és (7), a perinatális magzatészlelési problémák vizsgálatára történő alkalmazását (8) tárgyalja.

Az elkészített speciális LABORHIBRID kezelő programok eredetileg assembly nyelven /SLANG 1 nyelven/ íródtak és így egyszerű módon csatolhatók a FORTAN programkönyvtárhoz.

### Összefoglalás:

A Tanszékünkön folyó munka keretében kidolgozott hardware-software rendszer lehetővé teszi az orvosi-biológiai és pszichológiai problémák nagy részének egyszerű számítógépes feldolgozását. A LABORHIBRID perifériát kezelő software rendszer a FOKAL interpretatív programnyelvet kiegészítő utasításokból, az analóg és digitális input-output műveleteket végző függvényekből, valamint a gyors adatgyűjtést biztosító szubrutinokból áll. A rendszerrel elért kutatási eredmények összefoglalása és a hardware-software rendszer alkalmazási lehetőségeinek elemzése (6)-ban található meg.

A software rendszer kifejlesztésének konkrét eredménye, hogy Tanszékünk a számítástechnikai szolgáltatás keretén belül

- ASCII kódban lyukasztott adatszalagon FORTRAN, FOKAL vagy BASIC programnyelven történő feldolgozását
- bináris kódban lyukasztott adatszalagok FOKAL nyelven történő feldolgozását
- jeltároló magnetofonra készített felvételekről bináris adatszalag készítését,

a tanszéki fejlesztőmunka keretén belül

- adott algoritmusokra FORTRAN, FOKAL, vagy BASIC nyelvű programok készítését
- specifikált feladatokra algoritmusok és programok kidolgozását,

valamint együttműködési szerződés keretén belül az előbb felsorolt feladatok bármelyikének nem pénzbeli, hanem annak megfelelő értékű, oktatásban is hasznosítható ellenszolgáltatás fejében történő megoldását vállalja.

I r o d a l o m

- (1) IVANYOS L.: TPA-I kisszámitógép alkalmazása orvosi mérések adatainak kiértékelésére. 3. Neumann Kollokvium, 1972.
- (2) TÓTH J.: A LABORHIBRID komplex periféria felhasználási lehetőségei az orvosi, biológiai és pszichológiai kutatásban. KKVMF Tudományos ülészsaka, 1973.
- (3) IVANYOS L.: KRAMER G.: Számítógépes technika I. Műszaki Könyvkiadó, 1972 /főiskolai jegyzet/
- (4) DEC.: Programing Languages. 1972.
- (5) - A FOKAL programnyelv. KFKI-EFO, 1972.
- (6) IVANYOS L.: Kandidátusi disszertáció.
- (7) IVANYOS L.; TÓTH J.; MOLNÁR E.: Az IOOL TPA-I - LABORHIBRID rendszer alkalmazása az EEG jel-feldolgozásban. Magyar EEG Társaság XVII. évi tud. ülése, Szekszárd, 1973.
- (8) IVANYOS L.: Számítástechnikai módszerek a perinatális magzatészleléssel kapcsolatos orvosi kutatásban. KKVMF. Tudományos ülészsaka, 1973.
- (9) TÓTH J.; MOLNÁR E.: LABORHIBRID elnevezésű komplex periféria orvosi műszerek és számítógép közvetlen kapcsoltának megteremtésére. Orvos és Technika /megjelenés alatt/
- (10) TÓTH J.; IVANYOS L.; MOLNÁR E.; EEG laboratórium és a számítógép on-line rendszerű kapcsolatának megteremtése LABORHIBRID komplex perifériával. Magyar EEG Társaság XVII. évi tud. ülése, Szekszárd, 1973.
- (11) MOLNÁR E.: A FOKAL programnyelv kibővítése analóg és digitális adatgyűjtési illetve vezérlési feladatok elvégzésére. KKVMF Tudományos ülészsaka, 1973.