

SZOTE Élettani Intézet

Hibrid-számítástechnikai módszerek alkalmazása

a fiziológiai laboratóriumban

Madarász István, Szekeres László

Mary Brazier, a ma élő egyik legtekintélyesebb elektroencephalográfus mondotta néhány évvel ezelőtt egy symposiumon, hogy a neurofiziológusoknak több, mint 40 évre volt szükségük, hogy magukhoz térjenek a megdöbbenésből, melyet az keltett, hogy az agy elektromosságot termel. "Utána azonban rögtön mérni kezdtek" - tette hozzá. Ez a paradox és kissé ön-ironizáló megállapítás azonban reális ellentmondást fejez ki. A neurofiziológusok ugyanis az 1875-ben már felfedezett agyi elektromosság paramétereit csak a század huszas éveiben, az első elektroncsöves EEG készülékek megszerkesztése után kezdhették el tanulmányozni. Az agyi bioelektromosság jelenségének ez az első megközelítése - jelentős gyakorlati hasznossága ellenére - nem adott választ az agyműködés számos, alapvető problémájára. Ma már tudjuk, hogy a további elméleti haladás e téren jelentős részben, éppen a matematikai, fizikai és számítástechnikai módszerek fejlettségének függvénye, sőt az ellentmondás másik oldala is megfogalmazhatóvá vált: a matematika és a számítástechnika további fejlődése egy későbbi időpontban az agyműködést kutató tudományok új ismeretanyagából is merít majd ösztönző impulzusokat.

A fiziológia, mint minden más természettudomány, az objektív valóságot tükröző törvényeket kísérletek, mérések és számítások segítségével tárja fel. E törvények exactsági foka és prediktív ereje azonban - a tanulmányozott jelenségek nagy komplexitása miatt - alatta marad a fizika, vagy matematika törvényeinek. Azoknak az orvosoknak és

fiziológusoknak, akik napjainkban számítástechnikai módszereket is igénybevesznek a biológiai jelenségek kutatásában, fokozottan tudatában kell lenniük a biológiai törvényszerűségek ezen inherens sajátosságának. Az elmondottakból az következik, hogy az adekvát /és lehetőség szerint optimális/ számítástechnikai módszer megválasztását alá kell rendelni az orvosi-biológiai problémának és nem fordítva. Meggyőződésünk, hogy ez a metodológiai elv, legalább is mint tendencia, előbb-utóbb érvényre kell, hogy jusson, ha ennek érvényesülését ma még számos körülmény korlátozza is.

A korszerű élettani, farmakológiai, kardiológiai és hemodinamikai laboratóriumoknak van egy közös sajátosságuk: többnyire nagy mennyiségű és az esetek egyre növekvő számában automatikusan megjelenő kimeneti adatmennyiséget produkálnak nap, mint nap, az állatkíséreltet, vagy a beteg műszeres vizsgálatának eredményeként. Ez az adatosság az e laboratóriumokban alkalmazott módszerektől függően, a különféle élettani jelenségeket többnyire folyamatos időfüggvényként, ritkábban mintavételezéssel, de minden esetben redundáns módon tükrözi, helyesebben a vizsgáló által megkívánt, vagy azonnal értékesíthető információmennyiségnél - ha latens módon is - mindig többet tartalmaz. Korszerű számítástechnikai módszerek nélkül ez az adatmennyiség gyakorlatilag elvész, megfelelő módszerek birtokában viszont a fiziológus többféle módon is hasznukat veheti.

Akkor, amikor azt mondjuk, hogy a laboratóriumban alkalmazott számítástechnikai módszernek adekvátnak és lehetőség szerint optimálisnak kell lennie, szükségszerűen valamilyen kompromisszumban realizálódó megoldásra utalunk. E megoldás aktuális formája az igen heterogén fiziológiai, orvosi problematika egyes eseteiben változatos lehet, és kell is, hogy legyen, de bizonyos közös vonásai elég jól felismerhetők. Mindenekelőtt: a számításoktól, adatfeldolgozási eljárásoktól megkívánt pontosság ritkán nagyobb, mint 3-4 decimális jegy. Másik jellegzetesség a többnyire jelentékeny szórás és az átlag-értékek ebből eredő fontossága. Ez viszont szükségessé teszi, hogy egy vizsgálatot sokszor /esetenként néhány százszor is/ megismételjünk. A sokszor ismételt vizsgálatok eredményei között mindig lesznek már első rátekintésre is

értékelhetetlen adatok; az ezekkel való számolás szükségtelen. Gyakran szükség van arra, hogy egy vizsgálat /kísérlet/ legjellemzőbb paramétereinek alakulásáról menet-közben tájékozódhassunk, mert ez a kutató számára fontos döntések meghozatalát teszi lehetővé. Az optimalizálás legfontosabb feladata éppen annak eldöntése, hogy az adott fiziologiai-orvosi probléma szempontjából, még élesebben fogalmazva: a keresett biológiai összefüggés elérése érdekében laboratóriumunk napi, vagy havi "termelési" adataiból mit és milyen módszerrel processzáljunk ?

Nyilvánvaló, hogy univerzális digitális számológépekkel minden logikailag megfogalmazható adatfeldolgozási és számítási igény kielégíthető. Mi azonban a fentiek alapján, a külföldi tapasztalatokkal egybehangzóan, a fiziologiai típusu laboratóriumok számára nem valamely számítóközpontozóhoz való on-line, vagy off-line csatlakozást tartjuk optimálisnak. A jelentős adatmennyiség "termelésére" képes fiziologiai típusu laboratóriumoknak véleményünk szerint saját, hibrid-adatfeldolgozó és számolókapacitással kell rendelkezniük. Nem célja ezen előadásnak, hogy az egymással gyakran ütköző, divergáló igényeket és tendenciákat valamilyen rendszerbe foglalva, általános programot adjon ezen optimalizálás elérése céljából. A már kifejtett szempontokhoz csupán egyet, a flexibilitás követelményét kívánjuk még hozzátenni, mert a kutatóknak akkor, amikor problémájuk megoldásához vezető számítási-adatfeldolgozási eljárást választ, már a laboratóriumban bizonyos választási, sőt menetközbeni változtatási szabadsággal kell rendelkeznie.

Az elmondottak illusztrálásaként szabad legyen ezek után saját, elsősorban elektrofiziologiai profilu laboratóriumunk tapasztalataiból néhány, hazai viszonyok között, tehát hangsúlyozottan "hic et nunc" járható lehetőségekre rámutatnunk. Az ismertetésre kerülő adat-előkészítő és adatfeldolgozó rendszer, amely analóg és digitális elemeket a megfelelő kombinációban tartalmaz - úgy gondoljuk - a jelen viszonyok között, sőt még jó néhány évig is kielégíti az ilyen típusu laboratóriumok minimális igényeit.

Az elektromos jellé átalakított, vagy eleve elektromos jel formájában adott élettani paraméterek rögzítésére - a szokásos grafikus, vagy oscilloscopos kijelzés mellett - analóg jeltároló magnetofont alkalmazunk. Ez a rendszer rendkívül fontos eleme, mert a többszörös, időben dilatált, vagy sűrített adatfeldolgozást teszi lehetővé és a nem kívánt adatok kiszелеktálásának is kényelmes eszköze. Mintavételezéssel operáló kísérleti berendezéseknél /főleg lassu folyamatok esetén/ az analóg jeltároló helyett, rendkívül előnyös a nem túl nagy költséggel elkészíthető digitális mágneses jeltároló, amely a biológiai méréseknél megkívánt pontosságot és a gazdaságos üzemmódot egyaránt lehetővé teszi.

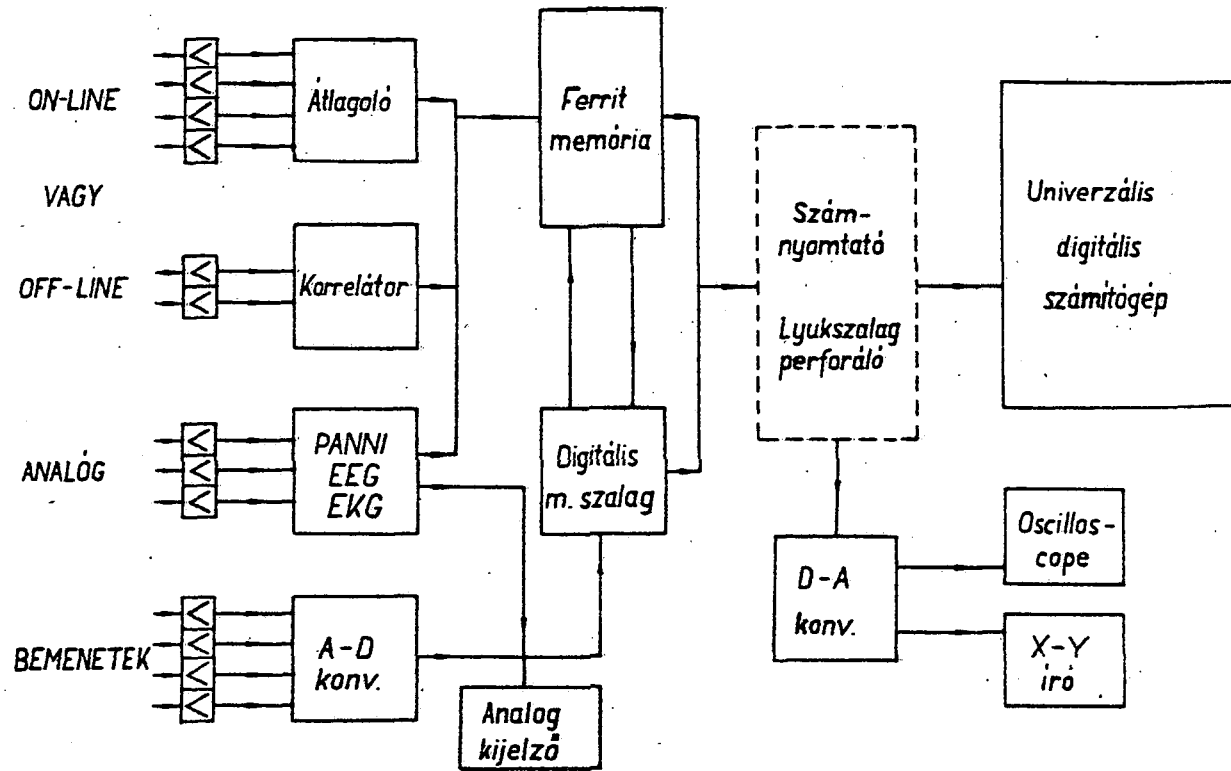
A hibrid adatfeldolgozó berendezés mintájaként egy jelenleg elsősorban EEG görbék periodicitásának tanulmányozására kialakított, de egyéb feladatokra is aránylag könnyen felhasználható periódusanalizátort mutatunk be, melyet a belkereskedelemben kapható logikai áramkörökből magunk építettünk. Az EEG készülékből nyert idő-feszültség görbét az alfa, béta és theta sáv szélességre hangolt kettős T szűrőkkel bontjuk fel, majd e szűrők kimenő jeleit kettős egyenirányítás és szintkomparálás után a félperiódus-időket tükröző jelsorozattá alakítjuk. Az egyes EEG-sávokban a jeleket megfelelő módon /digitális számlálóláncon/ megszámlálva és kapuzva, végül is egy KFKI gyártmányu 512 csatornás analizátor ferrit tárolójába írjuk, ahonnan periódus-idő-histogramok formájában olvashatók ki. Számos esetben elegendő, hogy az így nyert periodogramokat egyszerűen X-Y íróval papírra rögzítsük és azokon a legjellemzőbb értékeket közvetlen mérés útján /milliméter papíron/ megállapítsuk. A real-time üzemmódban dolgozó periódusanalizátor ily módon már kísérlet közben is azonnal értékelhető adatokat szolgáltat. Már a papírra rajzolt periodogramok is az EEG olyan részletfinomságait tárják fel, amelyek pusztán szemmel való megtekintésekor még a rutinos vizsgáló elől is rejtve maradnak, tehát alkalmazásuk élettani szempontból jogosultnak mondható. Ugyanakkor, a ferrit tárolóból a számszerű értékek lyukszalagra is kerülhetnek és így a további gépi adatfeldolgozási és számítási eljárásokhoz közvetlenül bemenő adatként értékesíthetők. A lyukszalagnak egyéb előnyei is

vannak. Segítségével a kísérleti adatok visszatáplálhatók a KFKI analízátorba, ahol visualisan megjeleníthetők. Ez által egy kísérletso-rozat részeredményei a nagy számítógép igénybevétele nélkül csoportosíthatók, szelektálhatók, sőt bizonyos matematikai feldolgozásnak is alávetethetők.

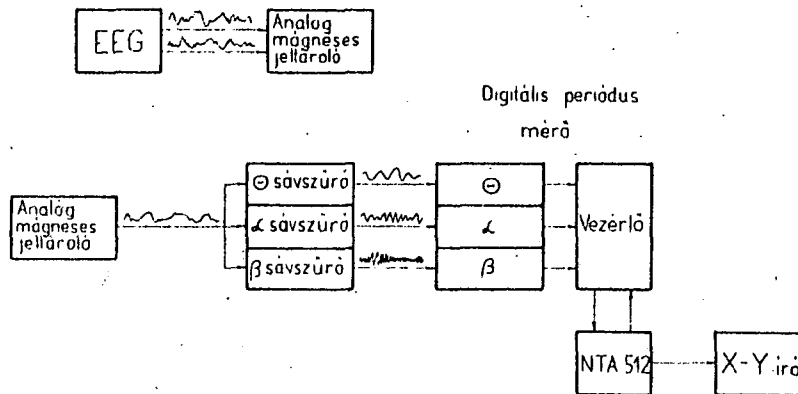
További részletek ismertetése nélkül is látható, hogy a példaként leírt digitális periódusanalízis folyamatához hasonlóan nagyszámu, más jellegű biológiai történés esetében is lehetőség van hasonló kombinált adatrögzítő, adatelőkészítő és feldolgozó lánc alkalmazására. Kitűnően kiegészíti az itt vázolt eljárásokat egy néhány /10-20/ műveleti erősítőből és megfelelő passiv elemekből felépített kis analóg számológép, amellyel tetszés szerinti pontossággal lehet egyszerűbb műveleteket on-line vagy off-line üzemmódban elvégezni. Ez a gép nemcsak számolási feladatokra, hanem sok esetben, mint egy szabályozó kör része, kísérletek automatikus irányításában is használható ott, ahol az automatizálást a probléma természete lehetségessé teszi.

Ugy véljük, hogy az általunk leírt laboratóriumi szintű adatfeldolgozó rendszer egy hazai viszonyok között megvalósítható realizálódása annak az optimalizálási igénynek, amely a kísérletező orvos téma-felvetési szabadságát a legkevésbé korlátozza, ugyanakkor a nagytömegű kísérleti adat többlepcsős feldolgozását, valamint a nagy számítógépekkel való kommunikációt gazdaságos módon lehetővé teszi.

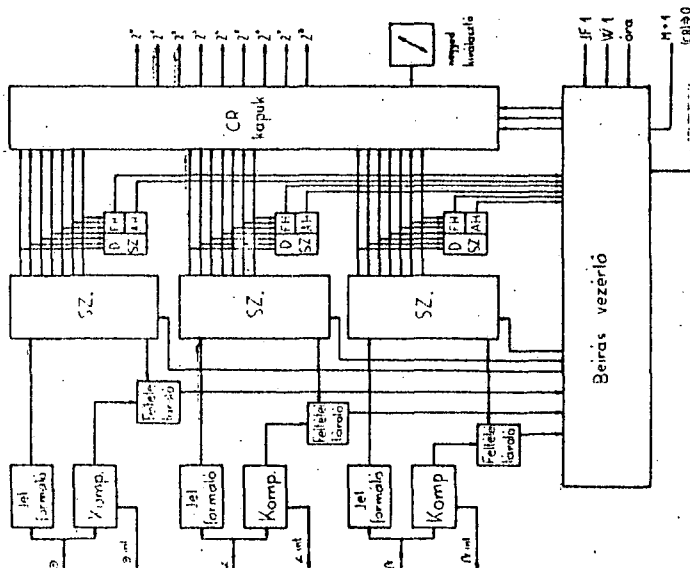




1. ábra



2. ábra



3. ábra