

POTE Egészségügyi Szervezési Intézet

Számítástechnika az orvostudományban

Gaál Aladár

Korunkban általános jelenség a határtudományok jelentkezése. A tudományok felosztását, nem egyszer önkényes elkülönítését készen kaptuk a korábbi századoktól. Viszont a problémák sokkal összetettebbek, mint sem beszoríthatók lennének valamely jól körülhatárolt tudomány korlátai közé. Így merült fel az egyes területeket összekötő, át-hidaló tudományok megteremtésének igénye. Ilyen a mindannyiunk által jól ismert biokémia, biofizika, stb., melyek nevükkel is utalnak határtudomány jellegükre. Napjainkban van születőben, szemünk láttára alakul ki egy nem kevésbé fontos új összekötő terület, a biológia és matematika között: a biomatematika.

A tudományok többsége - igényt tartva az exaktságra, már eddig is nagymértékben használta a matematikai apparátust. Nem vitás, hogy nem minden tudomány írható le mennyiségi összefüggések felhasználásával. Viszont számos tudomány - így a biológia, s az orvostudomány - sem használja ki azokat a lehetőségeket, amelyek a kvalitatív szemléleten túl, a kvantitatív tárgyalásmódban rejlenek. Kétségtelen azonban, hogy a számítógépek elterjedése óta egyre nagyobb az igény ezek, s általában a számítástechnika felhasználására az orvostudományban is.

Ezt azonban számos gazdasági tényező megnehezíti: így többek között az a tény, hogy az egészségügyi szervek nem rendelkeznek akkora beruházási összegekkel, mint az ipari tárcák alá tartozók, következésképpen nehezebben tudják önerejükkel beszerezni a viszonylag drága számítógépeket, illetve fizetni azok magas bérleti díját.

Ezzel magyarázható az, hogy a problémák megoldásánál nem mindig a jobb, tökéletesebb, u.n. "feladat-orientált" megközelítéseket alkalmazhatjuk, hanem meg kell elégedniük a már kész /programozott/ matematikai modellekkel - ezekhez igazítva a tényleges problémákat /"eljárás-orientált" megközelítés%.

Az orvosi-, biológiai tudományokban felmerülő számítástechnikai problémák két, aránylag jól elkülöníthető csoportra bonthatók:

- az egyik: főleg a klinikákon, közegészség- és járványügyi, stb. intézetekben felhalmozódó nagymennyiségű adat kiértékelése, ill. gépi diagnosztika;
- a másik: többnyire a kutatásokban előforduló kérdések matematikai modellezése.

Az adatfeldolgozásnál viszonylag egyszerűbb matematikai apparátussal, de nagyobb tömegű adattal; a modellezésnél ezzel szemben kevesebb adattal, de bonyolultabb számítástechnikával kell dolgoznunk.

Ennek megfelelően történt a számítógépek kifejlesztése is. Az elsősorban adatfeldolgozásra konstruált célgépek másfajta feladat megoldására kevésbé alkalmasak. Hasonlóképpen csak az adott speciális feladat elvégzésére alkalmasak a biológiai folyamatot fizikailag modellező analóg számítógépek.

Általánosan igaz: minden feladathoz - ha tehetjük - a feladat jellegéhez jól illeszkedő számítógépet válasszunk. Természetesen a nagy, univerzális elektronikus digitális számítógépek /computerek/ bármilyen feladat elvégzésére alkalmasak. Hogy milyen fajta feladatra szeretnénk inkább használni - az pusztán periferia kérdése. Alkalmas szimbólikus programozási nyelvel, fordítóprogrammal /compiler/ mind gazdasági, mind műszaki jellegű problémák könnyen kezelhetők velük.

A klinikákon felhalmozódó kórlapok adatainak feldolgozásánál általában a kódolt formában adott

A, B, C, D, E, .....n

tünetből kiválasztható 1-es, 2-es, 3-as, 4-es, stb. csoportok relatív gyakoriságát kell legelőször kigyűjteni. Ezek száma exponenciálisan nő a vizsgált tünetek számával.

A kiválasztott csoportok számát, illetve ezek összegét a kombinatorikai alapösszefüggések értelmében - ismétlés nélküli kombinációról lévén szó - a következőképpen adhatjuk meg:

$$\binom{n}{0} + \binom{n}{1} + \binom{n}{2} + \binom{n}{3} + \dots + \binom{n}{n} = (1+1)^n = 2^n$$

ami  $n = 30$  esetén már több, mint egy milliárd kiválasztható csoportot jelentene. Ebből következik, hogy nem helyezkedhetünk arra az álláspontra, hogy a computernek nagy tárolókapacitása lévén - minden előzetes selectio nélkül adagoljuk a tünetek százait, ezreit, hiszen az indokolatlanul nagy eredményhalmaz még az áttekintést, kiértékelést is megnehezíti; illetve amennyiben ezeket a számítógépre bizzuk, úgy feleslegesen a gépidőt pazaroljuk.

Általában is igaz: a computeres feldolgozás nem nélkülözheti a gondolkodó embert! Ne fetisizáljuk a számítógépet, mint ahogy azt a laikus - de egyben fantáziadus ujságíróktól lépten-nyomon hallani!

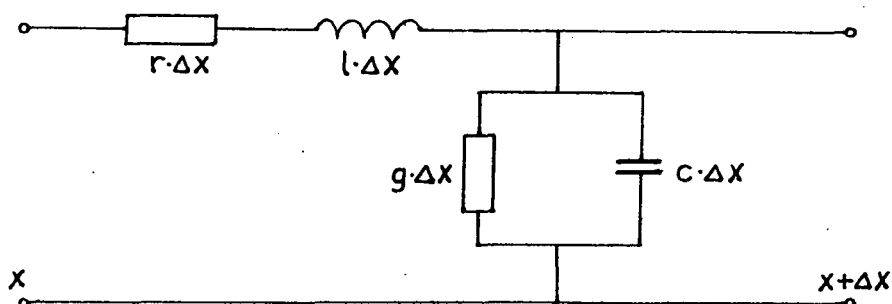
A számítógép segédeszköz. Nem pótolhatja az embert mindenben; de ahol lehet - ott kell is használni, hogy tehermentesítsük - elsősorban a rutinmunkában az emberi agyat.

Az adatfeldolgozás során, a további lépésekben elvégezzük a matematikai statisztikai próbákat /Pearson-féle  $\chi^2$ -test. Student-próba, stb./, és a regressio analízist.

Más a helyzet a biológiai-orvosi kutatómunkában. Itt először a jelenség lényegét megértve, abstrahálunk, elvonatkoztatunk az adott esetben kevésbé fontos tényezőktől - azaz megalkotjuk a jelenség modelljét, amit aztán alkalmas matematikai apparátussal már quantitative is jellemezhetünk. Ehhez viszont feltétlenül szükséges a különböző tudományok szakembereinek az összefogása: team-ek szervezése. Hiszen korunkban - talán eddig soha nem tapasztalt mértékben bővülnek az ismerete-

ink - de csak vertikálisan, horizontálisan nem. Napjainkban egyre ritkább a több tudományterületet átfogó nagy conceptioju, de ugyanakkor elmélyült tudásu szakember. Hogy mennyire hasznos egy-egy probléma megoldására a különböző képzettségü embereket összevonni team-ekbe, annak illusztrálására szolgáljon az alábbi példa:

Ha az aorta vérnyomásának hely - és időfüggését vizsgálva, quantitativ képet szeretnénk kapni, ugy - felismerve az analógiát, a villamosságtanban használt távvezeték-hálózat és a véreredényrendszer között, - a következő elektromos modellt használhatjuk:



1. ábra

ahol az

- x = egy tetszőlegesen választott origótól  
/pl. aorta-eredet/ levő távolság
- v = az /ér/hálózat tetszőleges pontjának nyomása.
- i = az áramlási sebesség
- r = a hosszegységre eső hidraulikus ellenállás
- g = a hosszegységre eső hidraulikus vezetés
- c = a hosszegységre eső hidraulikus kapacitás
- l = a hosszegységre eső hidraulikus induktivitás

Az analógiában a vérnyomás megfelel a villamos modell feszültség értékének, a véráram pedig az áramerősségnek. A többi paraméter is hasonló-

képp - értelemszerűen - analóg a megfelelő villamos paraméterekkel. Tehát egy elosztott paraméterű modellünk van, melynek egy elemi szakaszát az 1. ábrán mutatjuk be.

Miként a táviró egyenletek levezetésénél, az elemi szakaszra itt is fennáll:

$$v / x + \Delta x / = v / x / - r \cdot \Delta x \cdot i - l \cdot \frac{\partial i}{\partial t} \cdot \Delta x.$$

$$i / x + \Delta x / = i / x / - g \cdot \Delta x \cdot v - c \cdot \frac{\partial v}{\partial t} \cdot \Delta x$$

Ahonnán határátmenetben:

$$\frac{\partial v}{\partial x} = - r \cdot i - l \cdot \frac{\partial i}{\partial t}$$

$$\frac{\partial i}{\partial x} = - g \cdot v - c \cdot \frac{\partial v}{\partial t}$$

Ezt Laplace-transformálva:

$$\frac{\partial v / x, p /}{\partial x} + [r + pl] \cdot I / x, p / = l \cdot i / x, 0 /.$$

$$\frac{\partial I / x, p /}{\partial x} + [g + pc] \cdot V / x, p / = c \cdot v / x, 0 /.$$

Deriválás után, a fentiek felhasználásával:

$$\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} - Z Y V = l \cdot \frac{\partial i / x, 0 /}{\partial x} - c \cdot v / x, 0 /.$$

$$\frac{\partial^2 I}{\partial x^2} - Z Y I = c \cdot \frac{\partial v / x, 0 /}{\partial x} - l \cdot i / x, 0 /.$$

ahol:

$$\begin{aligned} Z &= r + pl & l & \\ Y &= g + p \cdot c & /g &= 0/ \end{aligned}$$

és

$$v /x,0/ = i /x,0/ = 0$$

Igy felhasználva a

$$\gamma /p/ = \sqrt{Z Y} \quad Z_0 = \sqrt{Z/Y} \quad \text{/karakterisztikus impedancia/}$$

Kapjuk:

$$\frac{\partial^2 v /x,p/}{\partial x^2} - v \cdot \gamma /p/ = 0$$

melynek megoldása:

$$v /x,p/ = v_+ /p/ \cdot e^{-\gamma /p/ \cdot x} + v_- /p/ \cdot e^{\gamma /p/ \cdot x}$$

$$v /x,p/ = I /x,p/ \cdot Z_0 /p/$$

Ezt visszatranszformálva az időtartományba:

$$v /x,t/ = i /x,t/ \cdot \left\{ \mathcal{L}^{-1} \left[ \sqrt{Z/Y} \right] \right\}$$

Tehát a karakterisztikus impedancia és áramlási sebesség inverz Laplace-transzformáltjának konvolúciója a vérnyomás hely- és időfüggését adja. Azaz a vérnyomást egyrészt a véráramlási sebesség, másrészt a véráramlási rendszer fizikai adatai /pl. viszkozitás/ határozzák meg.

Mint látható, a feladat megoldásánál - főleg, ha az elektronikus számítógép felhasználásával történik - szükség van a villamosmérnök, a matematikus, a programozó, a biofizikus, az orvos, stb. egymást kiegészítő tudására, kölcsönös segítségére.

Az univerzális digitális számítógépek elterjedése azonban nem szorítja ki teljes mértékben az egy-egy feladatfajta tervezett célgepeket - így pl. az elektronikus felügyeletben jutnak szerephez

az analóg számítógépek. A figyelt test-funkciókban /hőmérséklet, vérnyomás, pulzus, légzésszám/ jellemző adatokban /pl.EKG./ beállító változásokat a gép "értékeli", összeveti a megengedett, előírt értékekkel - a szükség esetén riasztja a személyzetet.

Hasonlóképpen komoly segítséget jelentenek a célgépek a laboratóriumi mérések kiértékelésénél. Hasznosságukat egyre szélesebb körű elterjedésük igazolja.

A számítógép off-line formában történő felhasználását egyre inkább az on-line módszer váltja fel.

Meglehetősen közkedvelt külföldön a számítógép használata a diagnosztikában; de a "jószemű" embert a legkorszerűbb computer legjobb programja sem mellőzheti. Egy tehetséges diagnoszta nem egyszer szinte intuitive ismeri fel az összképből a betegséget, amire a résztüneteket mechanikusan összegző gép képtelen. Ez természetesen nem jelenti azt, hogy nem nyújthat nagy segítséget a szóba jöheto diagnózisok körének leszűkítésénél. E téren az oktatásban is komoly segédeszköz lehet.

Hathatós támogatást nyújt a számítógép a kórházi adminisztrációban is/ ágynyilvántartás, raktárkészlet-figyelés, stb./.

Hazánkban a számítógépek használata az orvostudományban most kezd elterjedni, míg külföldön 10-15 éves multra tekinthet vissza.

A fejlődés meggyorsítása érdekében az egészségügyi szervezeteknek - a számítástechnika felhasználását támogató kormányprogram értelmében - mindenekelőtt két fontos teendőjük van:

- korszerű géppark megteremtése,
- a hazai szakemberek továbbképzése, szükség és lehetőség esetén az egész team külföldi tanulmányutra való küldésével.

I R O D A L O M

Singer, Alvin: Systems engineering analysis of  
aortic root blood pressure.  
Bulletin of mathematical biophysics  
Vol. 31, /1969./ p.453.

Stacy-Waxman: Computers in biomedical research.  
Academic Press. New-York, London  
/1965./



Balatonfüredi Állami Szivkórház

A cél-komputerek jelen helyzete és jövőbeni szerepe  
a klinikumban

Horváth Mihály

A számítógépek /továbbiakban szg./ felhasználása a klinikai orvoslásban többirányú:

- 1./ Univerzális digitális szg. a vonatkozó matematikai összefüggés ismeretében és megfelelő kódolás alapján tetszőleges feladatra,
- 2./ cél-szg. rendszerint az automatikus kiértékelhetőséghez, a kiválasztott jelenségre érvényes matematikai függvény felhasználásával,
- 3./ a biológiai történés elektronikus modellezése, legegyszerűbben analóg módon.

A különféle felhasználások szükségképp egészítik ki egymást, a feladat problematikájától és a rendelkezésre álló anyagi erőforrásoktól függően. Megjegyzem azonban, hogy nagy univerzális digitális szg.-parkkal rendelkező országokban is változatlanul súlyt helyeznek a cél-komputerekre, egyébként is folyamatos a software program felé való átmenet.

A korábban szokványosnál pontosabb jelalak-analízis a bioelektromos jelekben ezideig rejtve maradt hasznos klinikai információ-tartalom kifejtetősége révén vált gyakorlati szükségességgé. A feladat a kedvezőtlen, vagy ellenőrizhetetlenül változó jel/zaj-viszonyból származó torzulások eltüntetése és megoldása különféle jel-átlagoló módszerekkel történik.