

Kalmár László: Digitális számológépek és célgépek alkalmazása az orvosi diagnosztikában, Orvos és Technika, (1966), 1-6.

"... a gépi (pontosabban gép által segített, computer aided) diagnosztika mindazokat a módszereket alkalmazhatja, amelyeket a kibernetika az alakfelismerés problémájának megoldására felsorakoztatott. Ezek közül röviden ismertetek néhányat, a részleteket illetően utalva néhány, a kérdéses módszernek speciálisan a gépi diagnosztikában való alkalmazására vonatkozó szakirodalmi helyre."

KALMÁR LÁSZLÓ

egyetemi tanár

József Attila Tudományegyetem

Digitális számológépek és célgépek alkalmazása az orvosi diagnosztikában*

Felesleges bizonyítani, hogy a digitális elektronikus számológépeknek az orvosi differenciáldiagnosztikai munka megkönnyítésére és objektívebbé tételére vonatkozó alkalmazásával foglalkozni korszerű feladat. Akik húzódoznak az új módszerek alkalmazásától, ez a cikk úgysem tudja megnyugtatni; azok számára viszont, akik ismerik az erre vonatkozó szakirodalmat és abból látják, hogy ezzel a kérdéssel évről évre mind többen foglalkoznak, keleti és nyugati szakemberek egyaránt, nyilvánvaló, hogy ezek a módszerek minden húzódozás ellenére diadalmaskodni fognak. Hangsúlyozni szeretném, hogy a digitális elektronikus számológépeknek, vagy célgépeknek, az orvosi diagnosztikában való alkalmazása korántsem jelent az orvos tudásának, gyakorlatának vagy - én nem félek ennek említésétől sem, habár nem kétséges, hogy nem eléggé tisztázott jelentésű kifejezésről van szó - intuíciójának gépek működésével való pótlására irányuló törekvést. Az univerzális digitális számológépek vagy a célgépek éppúgy csak eszközei lesznek az orvosnak, mint ahogy a röntgenkészülék, vagy az EKG ma is eszközei. Eszközei lesznek avégett, hogy a diagnosztizálás munkájában kétségtelenül fellelhető gépies elemeket elvégezzék helyette, felszabadítsák idejét és energiáját a magasabbrendű, mintegy alkotó munkára; de eszközei lesznek abban az értelemben is, hogy nálánál magasabb szakképzettségű, vagy nagyobb gyakorlattal, esetleg biztosabban működő intuícióval rendelkező orvosok ezekből eredő képességeit beépítve a gépi programba vagy a célgép szerkezetébe, ugyanolyan jó hatásokkal legyen képes diagnosztizálni, mint azok.

A kibernetika szemszögéből az orvosi diagnosztizálás az úgynevezett alakfelismerési (pattern recognition) probléma körébe tartozik. Alakfelismerésen ugyanis a kibernetika nemcsak vizuális alakok felismeréséi érti, tehát pl. nyomtatott vagy akár írott szöveg elolvasásának kérdését (gondoljunk pl. nem mindig olvasható írással írt recept elolvasására). Hanem ide tartozik - de csak másik példaként akusztikus jelek felismerése is, pl. emberi beszédé, vagy üzemi baleset által kiváltott sikolyé, amelyet megfelelő gépen berendezés alkalmazásával fel lehet használni a gépterem összes mozgó berendezésének azonnali leállítására és áramtalanítására, ezzel a baleset súlyosságának csökkentésére.

Általánosan fogalmazva azonban az alakfelismerés a következőket jelenti. Tekintjük materiális jelenségek egy osztályát; ennek példái lehetnek többek között a vizuális minták, vagy az akusztikus jelek. A szóban forgó materiális jelenségeket több, páronként közös elem nélküli részosztályba, típusba kívánjuk sorolni, ezeket nevezzük alakoknak; így pl. a vizuális minták közül egy alakot képviselnek azok, amelyeket a betűnek, vagy valamely más betűnek kell felismerni, vagy az akusztikus jelek közül azok, amelyek adott beszédhangnak, vagy akár szónak képviselői. Ebből talán érthető, hogy maukat az egyes konkrét materiális jelenségeket (pl. egyes a

jelen dolgozat szedéséhez használt betűtípusú a betűt, vagy egy konkrét személy által konkrét alkalommal kiejtett a fonémát) a megfelelő alakok képviselőinek tekintjük. Ezért magukat az egyes materiális jelenségeket alakpéldányoknak, vagy röviden példányoknak fogjuk nevezni. Az alakfelismerés problémája ezek alapján így fogalmazható meg általánosan szerkesszünk olyan berendezést, amely bármely megadott példány esetén képes megállapítani, hogy az melyik alaknak példánya.

Világos, hogy az orvosi diagnosztizálás az ilyen általánosan fogalmazott alakfelismerés problémájának speciális esete. A példányok ebben az esetben egy-egy konkrét páciensen felismerhető tünetek összességei, ahol a tünet kifejezést általánosabb értelemben használjuk, mint ahogy azt az orvosi praxisban szokás, így pl. az anamnesis, vagy a páciens szemrevételezése szolgáltatja adatokat (tehát pl. a panaszokat, a jól tápláltság fokát, vagy, akár az életkort és azt is, hogy férfi-e vagy nő a páciens), szintén a tünetek közé számítjuk, általában minden adatot, amit az orvos konkrét páciens esetében a diagnózis felállításához felhasználhat. Hasonlóan eltérünk a szokásos orvosi szóhasználatától, amikor az ilyen értelemben vett tünetek összességét a rövidség kedvéért syndromának nevezzük. Az alakok pedig maguk az egyes lehetséges diagnózisok, természetesen a differenciáldiagnosztika értelmében véve. Itt is arról van szó, mint az alakfelismerés kérdésében mindig, hogy megadott példány, jelen esetben megadott syndroma alapján állapítsuk meg, hogy az melyik alakra, esetünkben melyik diagnózisra utal.

Ebből következik, hogy a gépi (pontosabban gép által segített, computer aided) diagnosztika mindazokat a módszereket alkalmazhatja, amelyeket a kibernetika az alakfelismerés problémájának megoldására felsorakoztatott. Ezek közül röviden ismertetek néhányat, a részleteket illetően utalva néhány, a kérdéses módszernek speciálisan a gépi diagnosztikában való alkalmazására vonatkozó szakirodalmi helyre.

Az egyik ilyen módszer a geometriai, vagy fázisteres módszer. A geometria szó hallatán, ha nem is a földmérésre, amelyet eredetileg jelentett e görög szó, de legalábbis valami szemléletes képre gondolunk talán. Pedig a matematikus ma már geometrián nem csak a szemléletünk számára hozzáférhető sík és háromdimenziós tér geometriáját érti, hanem az absztrakt konstrukcióval létrejött, de a gyakorlati alkalmazásokban nagyon hasznosnak bizonyult többdimenziós tér, sőt a különböző absztrakt terek geometriáját is. Nos, a geometriai módszer alkalmazásakor - mindig csak a diagnosztikai alkalmazásokra szorítkozva - az egyes tüneteket számokkal fejezzük ki. Ez persze természetesnek tűnik olyan esetben, amikor olyanféle tünetekről van szó, mint a vérnyomás, a vércukorszint, vagy akár a pulzuszfrekvencia. Más esetben valamely reakció pozitív vagy negatív volta képviseli a lehetséges eseteket; ekkor azt lehet mondani, hogy +1, ill. -1 a megfelelő számok. Természetesen lehet a reakció erősebben pozitív, mint amit a +1-gyel fejezünk ki, ez esetben +2 lehet a mértéke (?két keresztes"). Az egyes tünetekhez tartozó számadatokat egy többdimenziós térbeli pont koordinátáinak tekintjük; a dimenziószám akkora, ahány tünetről van szó. Ily módon minden syndromának egy pontot feleltetünk meg a többdimenziós térben. Azok a syndromák, amelyek ugyanahhoz a diagnózishoz tartoznak, egy-egy ponthalmazt, feltehetően tartományszerűt alkotnak. A feladat az, hogy ezeket a tartományokat elhatároljuk egymástól. Síkbeli tartományok esetén az elhatárolást vonalak, térbeli tartományok esetén felületek segítségével végezhetjük. Az általános, sok tünetet figyelembe véve, tehát sok dimenziós térben "ábrázolt" esetben ezek szerepét ún. hyperfelületek veszik át. E hyperfelületeket megfelelő, többé-kevésbé plauzibilis hipotézisek alapján határozzák meg. Ehhez természetesen az kell, hogy a syndromák ábrázolására használt többdimenziós tér, ún. fázistér sok pontjáról tudjuk, hogy melyik tartományhoz tartozik, más szóval, sok olyan köreset legyen adva, amikor minden egyes tünet is ismeretes és a diagnózis is biztosan meg van állapítva. Újabb köresetben, amikor csak a tünetek vannak adva és a diagnózis a keresett, a fázisérték egy újabb pontjáról kell meghatározni, hogy melyik tartományhoz tartozik. Ez az egyes tartományokat elhatároló hyperfelületekhez képest elfoglalt helyzete alapján állapítható meg. Az ember nem lát a többdimenziós térben, de logikájával megállapította azokat a számolásmódokat, amelyeket egyrészt az elhatároló hyperfelületek meghatározásához, másrészt a fázistér egy újabb pontjának e hyperfelületekhez képest elfoglalt helyzetének megállapításához kell végezni. És egy számológép valóban el is tudja végezni ezeket a számításokat, ha a módszert jól ismerő matematikus által készített programmal látjuk el. A gyors működésű számológépek alkalmazását az indokolja, hogy jó diagnózis felállításához természetesen ilyen módszer alkalmazása esetén is sok tünet figyelembevételére van szükség, tehát sok koordinátával kell bonyolult számításokat végezni; és avégett, hogy az elhatároló hyperfelületeket megbízhatóan megállapíthassuk, ezeket a bonyolult számításokat is sok olyan esetben kell elvégezni, amelyek az egyes ismert, ellenőrzött diagnózissal együtt megadott köreseteknek felelnek meg. Ennélfogva kézi számítással, vagy akár asztali számológéppel is olyan hosszú időt venne igénybe a diagnózis ily módon való megállapítása, hogy közben a páciens vagy meggyógyulna, vagy meghalna. E módszert illetően legyen elegendő az irodalomjegyzékben (1) és (2) alatt hivatkozott dolgozatokat említenem.

A geometriai módszernél sokkal gyakrabban használják a valószínűségi számítási módszert. Itt is természetesen sok olyan köresetből kell kiindulni, amikor a tünetek is, a diagnózis is ismeretes (amibe mindig beleértendő az is, hogy jól ellenőrzött). Ezeket azonban másképpen használjuk fel, mint a geometriai módszer esetén. A cél is más: nem egyértelmű diagnózis felállítása, hanem minden egyes szóba jöhető diagnózis esetén annak megállapítása, hogy mennyire valószínű, hogy a kérdéses diagnózis a helyes. Ennek különösen abban az esetben van

jelentősége, ha azt már tudjuk, hogy melyik betegségcsoport jöhet egyáltalán szóba, és ezen belül differenciáldiagnózist kívánunk felállítani. A valószínűségi azonban ebben az esetben nem azt jelenti, hogy

Amikor a diagnózisot kívánjuk felírni, a valószínűség azonban ebben az esetben nem az egyetlen, hanem általában mennyire valószínűek az egyes differenciáldiagnosztikai lehetőségek, hanem, hogy az adott esetben, az adott syndroma mellett melyik lehetőségnek mi a valószínűsége. Más szóval, nem feltétlen, hanem feltételes valószínűségről van szó, azon feltétel mellett, hogy a tüneteknek megfelelő számértékek akkorák, amekkorák ténylegesen az adott esetben. Vagyis az egyes (differenciál)-diagnózisok feltételes valószínűségét keressük az adott tünetegyüttes feltétele mellett. Nos, a valószínűség számításnak van egy olyan tétele, az ún. Bayes-tétel, amely e feltételes valószínűségek meghatározását visszavezeti az egyes tünetek feltételes valószínűségének értékeire egy-egy adott diagnózis feltétele mellett. Épp ezeket az utóbbi feltételes valószínűségeket lehet nagyszámú olyan köreset alapján meghatározni, amelyekben a tünetek is, a diagnózis is ismeretesek. Ez egyszerűen úgy történik, hogy megvizsgáljuk, hogy egy-egy tünet azon esetek hány százalékában jelentkezik, amelyekben a feltételként szereplő diagnózis a helyes. Az így előálló, ún. feltételes relatív gyakoriságok azonosítása a feltételes valószínűségekkel nem magától értetődő és a valószínűség számítás törvényei értelmében csak az esetben jogos, ha minden egyes diagnózishoz nagyszámú köresetet veszünk figyelembe és ezek közül még mindig nagyszámú tartozik egy-egy szóba jöhető tünethez is. Ezenkívül a Bayes-tételnek a fentiekben röviden, matematikai képletek nélkül vázolt alkalmazása is egy hipotézisen alapul, azon, hogy az egyes figyelembe vett tünetek egymástól függetlenek. Ha ez a hipotézis nem teljesül, ami praxisban bizony gyakori eset, akkor ezt az eljárást csak módosított alakban lehet alkalmazni, ami még több számítást igényel, mint eredeti alakjában, tehát még inkább gyors működésű számológépet kíván.

Ha aztán a szóba jöhető diagnózisok közül az egyiknek jóval nagyobb a valószínűsége, mint a többieknek együttesen, akkor ezt fogadjuk el helyes diagnózissal; ellenkező esetben be kell vallanunk, hogy több diagnózis között habozunk és csak valószínűség-ítéletet mondhatunk arra nézve, hogy melyikük a helyes.

A valószínűség számítási módszerhez rokon és annak módosításaként jött létre az információelméleti módszer. Az információelmélet, a valószínűségszámítás törvényeit felhasználva, mértéket állapít meg arra nézve, hogy valamely új ismeret mekkora információt szolgáltat. Ilyen új ismeret lehet pl. éppen a tünetegyüttes ismerete. Az információmennyiség mértékének figyelembevételével meg lehet állapítani, hogy egy-egy diagnózishoz mely tünetek szolgáltatnak legtöbb információt, tehát el lehet kerülni az adott esetben irreleváns, a páciens minden diagnosztikai haszon nélkül megkínzó vizsgálatokat, ha az azok eredményeként számszerűen kifejezhető tünet felesleges (vagy valószínűleg majdnem felesleges) a diagnózis megállapítása szempontjából. Természetesen az egyes tünetek (vagy tünetpárok, tünethármak, stb.) információtartalmának, a szóba jöhető diagnózisok szempontjából, a megállapításhoz ez esetben is nagyszámú olyan köresetet kell felhasználnunk, amelyekben ismerjük a biztos diagnózist; és ezeknek az információmennyiségeknek kiszámításához megint csak indokolt gyors működésű számítógép felhasználása. Többet, képletek felírása és, ami még ennél is riasztóbb lenne, az információelmélet fogalmai és tételei ismeretének feltételezése nélkül, nemigen mondhatók erről a módszerről, pedig amit mondtam, nagyon kevés ahhoz, hogy a konferencia résztvevőn képet alkossanak maguknak erről a módszerről. Ami a további ismereteket illeti, az irodalomjegyzék (3), (4), (5), (6) és (7) tételeire hivatkozom. Megemlítettem, hogy a valószínűség számítási módszernek sok más változata is alkalmazható, olyanak is, amelyek nem a Bayes-tételen, hanem a valószínűség számítás más törvényein alapulnak.

A két eddig említett módszer a kiinduló adatokat, ti. azokat a köreseteket, amelyekben a tünetek a diagnózissal együtt ismeretesek; lényegében pusztán statisztikailag kezeli, tehát úgy, mintha azok teljesen véletlenszerűek lennének, vagyis az egyes syndromákhoz pusztán véletlenül tartozna a megfelelő diagnózis, nem pedig tudományosan megállapítható fiziológiai, vagy helyesebben patológiai törvények alapján. A logikai módszer kísérletet tesz arra, hogy az orvosi elméletet is beépítse a gépi diagnosztikába. Enélkül nem remélhető ugyanis, hogy a gép megközelítőleg is hasonló hatásfokkal tud diagnosztizálni, mint az elméletet ismerő orvos. Ez a módszer sorra veszi az elmélet szolgáltatott ismereteket és igyekszik belőlük kihámozni olyan törvényeket, amelyek a tünetek és a diagnózisok között fennálló logikai viszonyokat fejezik ki. Pl. ilyeneket: ha vagy az S1 és S2 tünetek együttesen, vagy az S3, S4 és S5 tünetek, de az S6 tünet nélkül, együttesen jelentkezik, akkor vagy a D1, vagy a D2 diagnózis a helyes; vagy pedig: a D1 diagnózis csak úgy lehet helyes, ha vagy az S1, S2 és S3 tünetek együttesen jelentkezik, vagy az S1 nem jelentkezik ugyan, de vagy az S2 és S4, vagy pedig az S3 és S5 tünetek jelentkezik együttesen, azonban az utóbbi esetben az S6 tünet nem jelentkezik. Természetesen a valóságban nem 5-6 tünetről és 1-2 diagnózisról van szó, hanem sokkal többről az ilyen törvényekben, és anyaguk a törvények is ennek megfelelően sokkal bonyolultabbak. Nos, a programozás elmélet, a matematikai logikai formalizálás módszerére támaszkodva, a megfelelő módszereket szolgáltatott arra, hogy az összes ilyen szerű törvényeket együttesen betápláljuk a számológépbe, továbbá megfelelő programmal képessé tegyük arra, hogy azok alapján logikai következtetéseket végezzen, amelyek arra az eredményre vezetnek, hogy adott esetben az észlelt tünetekből egyik vagy másik diagnózissal, rendszerint azonban inkább több diagnózis alternatív lehetőségére következtessen a gép. Mindenesetre hátránya ennek a módszernek hogy több lehetséges alternatíva esetén nem tájékoztatja az orvost az egyes alternatívák valószínűségéről. Ezen persze a logikai és a valószínűség számítási módszer kombinált alkalmazásával lehet segíteni. Az irodalomjegyzékben (3), (4) és (5) alatt, szereplő dolgozatok a logikai módszer alkalmazásáról is tájékoztatnak.

Ez év (1967) februárjának végén és márciusának elején módomban volt részt vennem Szuhánovóban, Moszkva mellett, egy meglehetősen szűk körű szimpóziumon az agy tevékenységének számológépek segítségével való imitációjáról, amelyen az alakfelismerés kérdése előkelő helyet foglalt el a diskusziókban. Itt értesültem

imitációja, amelyen az alakfelismerés kérdése előkező nyelvet foglalt el a diskuszióban. Itt értesített szóbelileg M. A. Ajzerman, E. M. Braverman és R. Narasimhan professzoroktól, hogy újabban matematikai nyelvészeti módszereket is alkalmaznak az alakfelismerés problémájának megoldására. Hogy miről van szó, azt talán a következőképpen lehet különösebb előismeretek feltételezése nélkül elmagyarázni. Nemcsak a köznapi értelemben vett nyelvek, mint a magyar, az angol, vagy az orosz tekinthetők természetes nyelveknek, hanem pl. az a "tünet-nyelv" is, amelyen a beteg szervezet arról "beszél", hogy mi a baja. A fent ismertetett valószínűség számítási módszer úgy tesz, mintha ez a nyelv teljesen ismeretlen volna, akárcsak az a kihalt nyelv, amelyen valamely, a régész által éppen napvilágra hozott felirat volt megírva, amikor is egyedül a statisztikai módszerekre támaszkodhatik az, akinek ezt a nyelvet meg kell fejtenie. Valójában azonban a jó orvos többé-kevésbé ismeri e nyelv syntaxisának és szemantikájának szabályait. A matematikai nyelvészet éppen azzal foglalkozik, hogyan lehet szabatosan megfogalmazni az ilyen nyelvi szabályokat és azokból következtetéseket levonni a kérdéses nyelv valamely szövegének jelentésére nézve, evégett a nyelvet bonyolult struktúrájú rendszernek tekinti, amelynek vizsgálatára igénybe veszi a matematikusnak azokat az évszázadok során felhalmozott tapasztalatait, amelyeket teljesen más, eleinte számokból, később vektorokból, függvényekből és lassanként teljesen tetszőleges elemekből álló, ugyancsak bonyolult struktúrájú rendszerek vizsgálata közben gyűjtött össze. Így a matematikai nyelvészeti módszer még hatékonyabb abból a szempontból, hogy az orvos elméleti tudását beépítse a gépi programba, vagy a célgép struktúrájába, mint a logikai módszer.

Természetesen nem önkényes dolog, hogy melyik módszert alkalmazzuk a gépi diagnosztikában. Minden módszernek megvan a maga előnye és hátránya, vagy úgy is lehet mondani, hogy megfogalmazhatók azok a feltételek, amelyek mellett egy-egy módszer előnyösen alkalmazható, és természetesen azt is meg kell vizsgálni, hogy adott esetben, pl. adott betegségcsoport differenciáldiagnosztikája esetében melyik módszer előnyös alkalmazásának feltételei teljesülnek. Ha egyiké sem, akkor új módszert kell keresnünk, esetleg több ismert módszer kombinációja útján.

Ha ily módon kiválasztottuk a követendő rendszert és feldolgoztunk nagyszámú ismert kóresetet, amelyekben a tünetek a diagnózissal együtt ismeretesek, akkor ennek eredményeként olyan gépi programot kapunk, amelyet megpróbálhatunk további kóresetek tünetei alapján a diagnózis felállítására használni. Gépi programunk rendszerint csak első közelítésben fogadható el, mert sok esetben hibás diagnózist szolgáltat. Ilyenkor meg kell adni a gépnek a helyes diagnózist és, hogy azt programja javítására felhasználhassuk, külön programmal kell ellátni, amely arra vonatkozik, hogy hogyan használja fel az ilyen újabb, korrigált diagnózissal ellátott kóreseteket. Ilyen korrigáló program összeállítása lehetséges, mert, mint ismeretes, a korszerű digitális számológépek képesek saját programjuknak módosítására, természetesen adott "superprogram" segítségével, amely maga is módosítható hasonló módon stb. Nagyon sok ilyen korrekcióra van szüksége a gépnek, míg programja annyira javul, hogy ritkán esik meg, hogy az általa szolgáltatott diagnózist korrigálni kelljen. Ha ehhez a fokhoz eljutottunk, akkor már használhatók lesznek a gép szolgáltatotta diagnózisok.

A korrigáló programnak azt is lehetővé kell tennie, hogy a gép szükség esetén kérdéseket tegyen fel. Pl. egyik esetben elfogadták a diagnózist, vagy esetleg az eredetileg betáplált, ellenőrzött diagnózissal ellátott kóresetek közé tartozott. Egy másik esetben, amikor ugyanazok voltak a tünetek és ugyanazt a diagnózist adta a gép, ezt helytelennek minősítettük és más diagnózist adtunk meg helyette. Ilyenkor módot kell adni arra, hogy a gép (írásban) megkérdezze, hogy lehet az, hogy pl. a 3476. beteg esetén más a diagnózis, mint a 2904. beteg esetén, holott valamennyi tünet megegyezik. Ilyenkor válaszolnunk kell a gépnek. Vagy azt, hogy tévedtünk, igenis ugyanaz a diagnózis mindkét esetben. Vagy azt, hogy a tünetek csak közelítőleg egyeznek meg és valamelyik tünetben a csekély eltérés már más diagnózishoz vezet. Ennek az kell, hogy legyen a hatása a gépre, hogy ezentúl finomabb distinctiókat tegyen, nagyobb pontossággal vegye figyelembe a tünetek számszerű kifejezéseit. Vagy azt válaszoljuk, hogy az eddig figyelembe vett tünetekben megegyezik ugyan a két beteg, de egy további tünetben eltérnek egymástól és ez okozza a két diagnózis eltéréseit. Ettől kezdve a gép figyelembe fogja venni a kérdéses további tünetet is, ami azt jelenti, hogy a fázistér dimenziószámát emeli, sőt, megkérdezi az összes eddig betáplált kóresetekben a kérdéses újabb tünetnek megfelelő számértéket is. (Lehet, hogy ezzel ugyancsak zavarba hoz bennünket, esetleg azt kell neki válaszolnunk, hogy ezt nem ismerjük, tehát hagyja figyelmen kívül azokat az eseteket, amelyekben ez a számérték ismeretlen, vagyis újra kell kezdenünk a gép "tanítását" csupa olyan kóreset alapján, amikor az újabb tünetnek megfelelő számérték is ismeretes.)

Eddig többnyire feltételeztük, hogy az a gép, amelyet a diagnosztizálás segítségére felhasználtunk, gyors működésű, programvezérlésű, univerzális digitális számológép. A vázolt módszerek alkalmazásához és főleg a diagnosztikai program fokozatos korrigálásához szükséges sok számítás és döntés, utasításmódosítás bőven indokolja ezt a feltételezést. Legalábbis annyiban, hogy a gépbe betáplált kiinduló kóresetek feldolgozását és a program javítását ilyen gyors működésű, programvezérlésű, univerzális digitális számológéppel kell végeznünk. Mihelyt azonban eljutottunk a jó diagnózist szolgáltató programig, felhasználhatjuk azt a tényt, hogy egy-egy újabb kóresetben a diagnózisok (vagy a szóba jöhető diagnózisok valószínűségének, esetleg annak a ténynek, hogy az adott kóreset annyira atipikus, hogy a gép az általa eddig megismert esetek alapján nem kockáztathat meg diagnózist) megállapításához aránylag egyszerű számítások elegendők. Pl. a geometriai módszer egyik

változata pusztán azt kívánja, hogy a "tünetvektornak", vagyis annak a többdimenziós vektornak, amelynek komponensei az adott kóresethez tartozó syndromát reprezentáló többdimenziós térbeli pont koordinátái, kiszámítsuk a skaláris szorzatát egy, az eredetileg betáplált kiinduló kóresetek feldolgozása és a diagnosztikai

programjainak javítása során kialakult matrix oszlopvektoraival és megállapítsuk, hogy ezen skalaris szorzatok közül melyik a legnagyobb. Az ilyen számítást el lehet végezni az univerzális digitális számológépeknél több nagyságrenddel olcsóbban előállítható célgéppel is, amely célszerűen nem a digitális, hanem az analógias elv alapján működik. Hazánkban aránylag korán felvetették, Levendel László tüdőszakorvos és Fenyő István matematikus, olcsón előállítható (igaz, digitális) célgép alkalmazhatóságát a diagnosztikában, nevezetesen tbc-s betegségek differenciáldiagnosztikájában, a subcompensáltság vagy decompensáltság fokának megállapítására (8). Úgy gondolom, kettőjük kezdeményezése irányt mutató a gépi diagnosztika jövődő fejlődése szempontjából: univerzális, programvezérlésű digitális számológépek segítségével feldolgozott nagyszámú, ellenőrzött diagnózissal ellátott kóreset alapján felállított, majd nagyszámú további kóreset segítségével ellenőrzött és fokozatosan javított program alapján fognak majd olyan célgépeket előállítani olcsó tömeggyártásban, amelyek ugyanazt a számítást végzik, tehát ugyanazt a diagnózist szolgáltatják, mint a digitális számológép javított programja. Ilyen célgépekkel, amelyek természetesen csak egy-egy betegségcsoporton belül alkalmazhatók, akár minden egyes rendelőintézetet el lehet majd látni és azok segítségével az általános orvos diagnosztizálási szintjét a szakorvos, vagy akár szakorvosok konzíliuma diagnosztizálási szintjére lehet majd emelni.

* Az előadás elhangzott a Magyar Orvostechikai Konferencián.