

Távközlési Kutató Intézet

EKG görbék automatikus kiértékelése és szeparálása tanuló algoritmusok  
felhasználásával

Bak Miklósné, Kobzos László és Gulyás Ottó

A Távközlési Kutató Intézet az Országos Kardiológiai Intézettel együttműködve dolgozik egy kisszámítógép (CII-10010) körüli orvosi diagnosztikai mintaállomás megteremtésén. Ebben a dolgozatban ezeknek a feladatoknak a software vonatkozásait tárgyaljuk. Összefoglaljuk a diagnosztikai állomás software rendszerét, majd ezen belül részletezzük az egyes feladatokat. Így beszámolunk az EKG regisztrátumok tárolásáról, az adatok ellenőrzéséről, korrigálásáról, az EKG regisztrátumok különböző kódrendszerben (Lindeman (1), Specht (2), Caceres (3)) kijelölt paramétereinek automatikus uton történő meghatározásáról. Bemutatjuk az automatikus lényegkiemelés számítógéppel történt végrehajtásának eredményeit (4). Beszámolunk tanuló algoritmus programrendszerünkről, melyet felhasználunk az EKG felvételek osztályozására két vagy több kategóriában.

Folyamatban van az OKI ambulanciájára kihelyezett pult és a TKI-ban már működő CII-10010 számítógép összeköttetésének megvalósítása, az ambulancián jelentkező betegekről három-elvezetéses ortogonális rendszerben felvett EKG görbék leletanyagának elkészítése, és ennek alapján a pácienseket a tanuló algoritmusok felhasználásával kategorizálni megadott osztályokba. (6).

A megvalósítás alatt álló diagnosztikai mintaállomás orvosi, software és hardware rendszere egyttal további szolgáltatások alapját képezi. Így bizonyos módosítások után a rendszer alkalmassá tehető populációs vizsgálatok, szűrés, intenzív őrzés és kutató jellegű munkák elvégzésére.

### Lényegkiemelés és szeparálás

A hardware jellegű feladatok az előbbieken említett témával kapcsolatban akkor kezdődnek, mikor a betegre felhelyezik az elektródákat, majd biztosítaniuk kell az adatátvitelt az OKI és a TKI között, meg kell teremteni a számítógép-orvos interaktív kapcsolatát és meg kell valósítani az EKG görbék digitalizálását és számítógépbe vitelét (1. ábra). Ezeket a feladatokat itt most nem tárgyaljuk, az (5) irodalomban megtalálható részletes leírásuk.

A számítógépes EKG diagnózissal kapcsolatos software feladatok két, egymástól jól elkülöníthető részre bomlanak.

Az egyik feladat a leletanyag automatikus uton való előállítás.

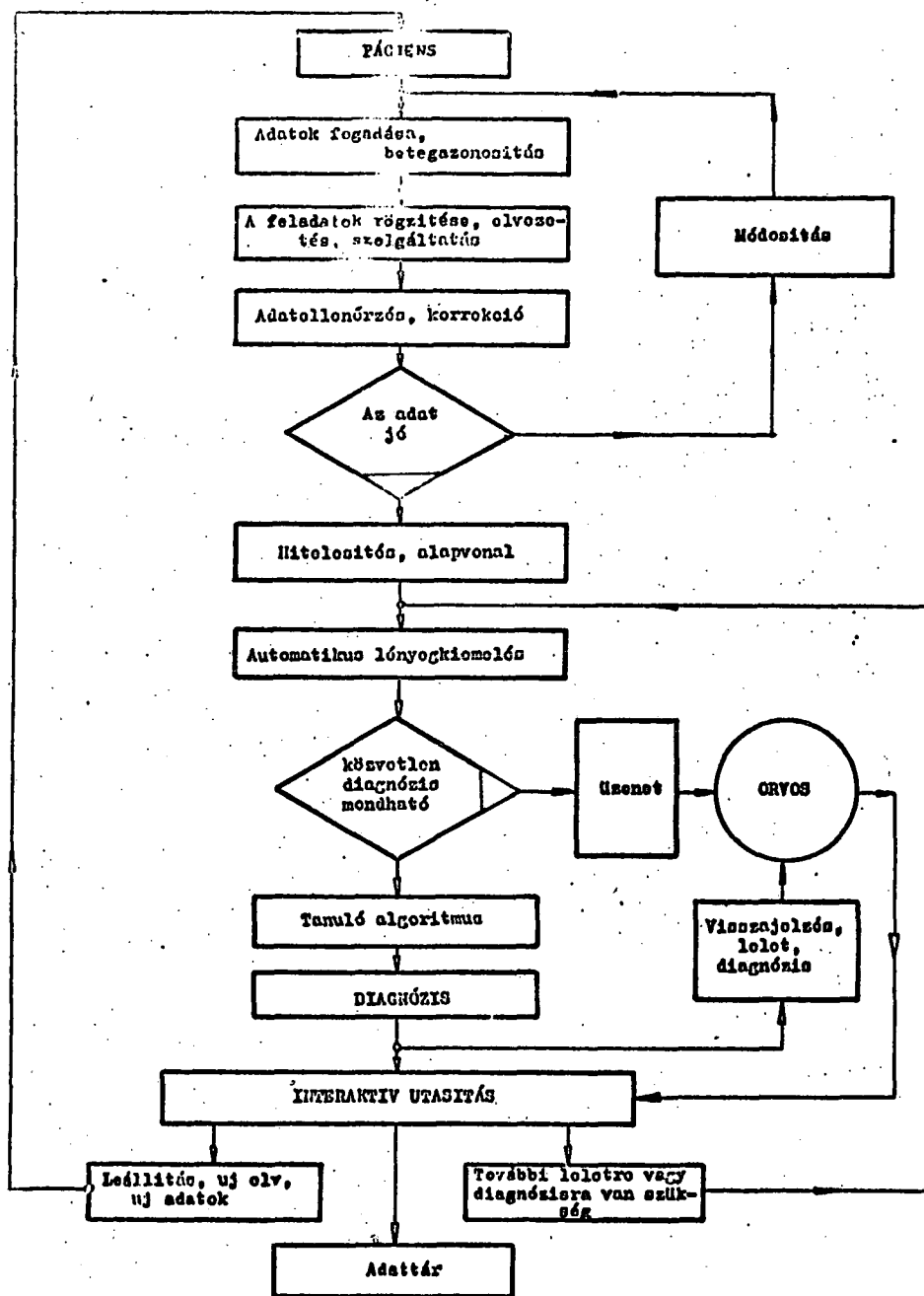
#### 1.) Lényegkiemelés

A számítógépes tanulásnál előforduló gyakorlati feladatok nagy részénél (meteorológiai előrejelzés vagy közlekedéskutatás) rendelkezésünkre áll a tanuló-pontok halmaza. Ez az EKG görbék alapján (figyelembe véve a kísérő adatok közül is néhányat) történő szeparálás esetén nem áll fenn, ugyanis az EKG paraméterek meghatározása kézi uton rendkívül fáradságos, pontatlan és nehézkes lenne. Szükségessé vált az EKG görbék paramétereinek automatikus meghatározása, tehát egy olyan paramétervektor előállítása, mely a görbét jó közeli közelítéssel írja le, a számítógép számára egyszerűen kezelhető és lehetővé teszi a kifűzött klasszifikálást. Ezt az eljárást nevezzük lényegkiemelésnek és a folyamat eredményét leletanyagoknak.

Ez esetben leletanyagban még csak az EKG görbékből leolvasható paramétereket értjük, mint ahogyan azt a 2. ábra mutatja. Ezeket a paramétereket azután csoportosíthatjuk tetszőleges kódrendszer szerint. Ilyen kódrendszerek például a Caceres által vizsgált 17 paraméter vagy a Lindeman-féle egy-elvezetési rendszerben felvett görbékről leolvasható 14 paraméter vagy akár a Specht-féle kódok, aki csak a QRS-komplexust vizsgálta. Mi mind a három fent felsorolt kódrendszert meghatároztuk teljesen automatikusan. Egy példás egy periódusára vonatkoztatott leletanyag látható a 3. ábrán.

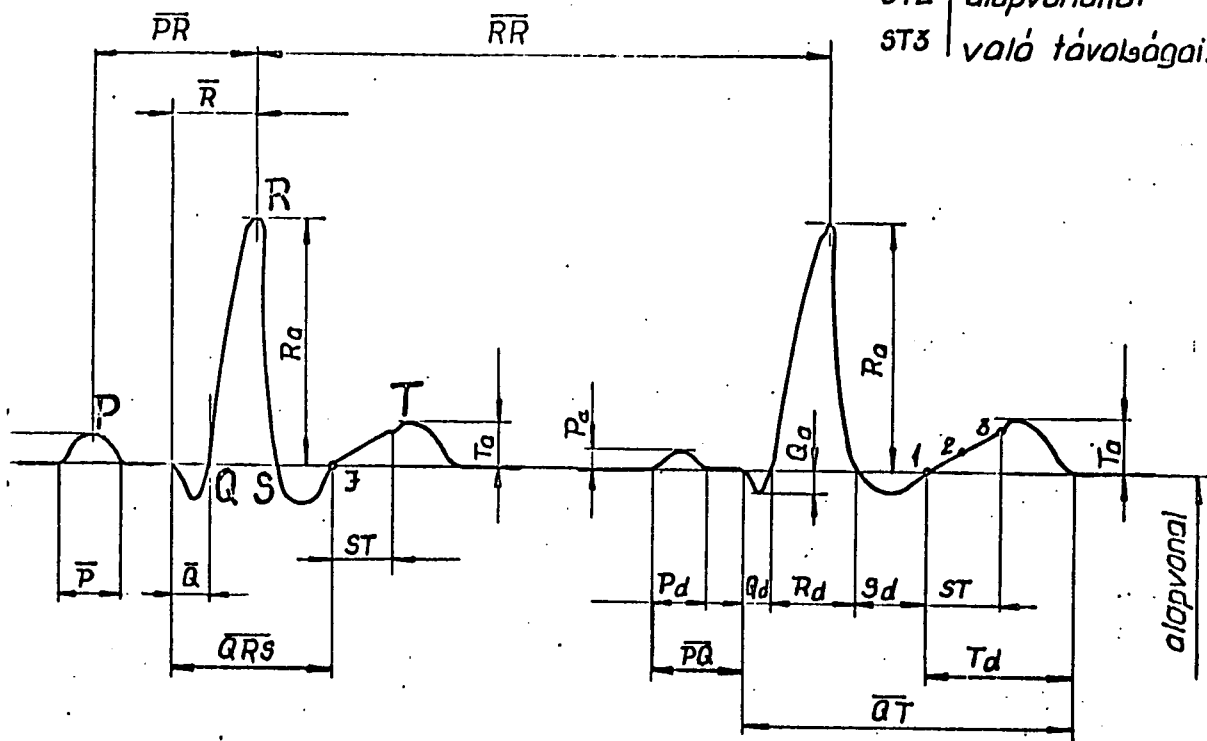
Ahhoz, hogy bármelyik kódrendszer szerinti lényegkiemelést végrehajtsuk, az ezt megvalósító programnak a következő feladatokat kell elvégezni (4. ábra):

- a.) az adatokat ellenőrizni kell
- b.) amennyiben software uton korrigálható hiba fordul elő, úgy ezt a korrekciót végre kell hajtani
- c.) a hitelesítő négyszögimpulzust, amely minden egyes felvétel előtt megtalálható, a számítógépnek fel kell ismernie, meg kell határoznia az amplitúdó értékét és tárolnia kell a későbbi számítások elvégzéséhez



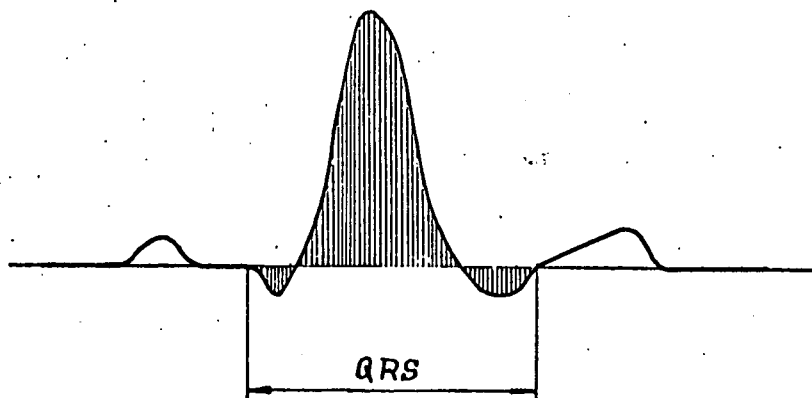
1. ábra

ST1 | 1, 2, 3 pontok  
 ST2 | alapvonaltól  
 ST3 | való távolságai.



LINDEMANN-kód.

CACERES-kód.



SPECHT-kód.

- d.) az EKG periódus egy biztos pontját (pl. az R csúcs helye) egyértelműen fel kell ismerni. A gép számára - különböző zajok miatt - ez nem egyszerű feladat, ezért nemcsak egyszerű logikai uton való felismeréssel, hanem egy etalon alkalmazásával több analitikus lépésben biztosítjuk az R csúcs helyének pontosságát
- e.) a P, Q, S, T komplexusokhoz tartozó paraméterek meghatározása csak az EKG görbe simítása után (legkisebb négyzetek módszerével) vált lehetségessé. Az automatikus lényegkiemelést megvalósító program lyukszalagra is kilyukasztja a 3. ábrán látható eredményt, mely közvetlenül felhasználható a tanuló algoritmusok inputjaként. Miután mindezeket a feladatokat végrehajtottuk, akkor a kívánt kódrendszerben előforduló paramétereket a sornyomtatóra kinyomtattuk táblázatos formában (3. ábra) és lehetőséget adtunk a lelethez tartozó EKG görbe kirajzoltatására is. A kirajzolt görbén a gép automatikusan megjelöli a P, R, T hullámok helyét (lásd függelék).

A későbbiekben a leletanyagon nemcsak az EKG görbékől leolvasható paramétereket értjük, hanem az u.n. kísérő adatokat is. Ilyenek pl.: nem, kor, testsúly, testmagasság, hőmérséklet, vérnyomás, stb. Ezeknek egy részét felhasználjuk a tanuló algoritmusok bemenő adataiként is.

## 2.) Szeparálás (7)

Az elektrokardiogramok osztályba sorolásához az orvos számára nagy segítséget nyújthat a tanuló algoritmusokkal történő szeparálás. Ezen algoritmusok képesek előzetes minták alapján döntést hozni. A TKI-ban már megvalósított tanuló algoritmusok főbb típusai a következők:

- a.) lineáris és szakaszonként lineáris szeparálás (committee machine)
- b.) legközelebbi szomszéd szerinti döntés (Nearest Neighbor)
- c.) potenciálfüggvényes algoritmusok
- d.) Parsen-becslésen alapuló különböző algoritmusok

A b.) és c.) pontban említett tanuló algoritmusok kipróbálása az EKG adatokra éppen e dolgozat megírásának idején van folyamatban. A tanuló algoritmus rendszer programjait már sikeresen alkalmaztuk a zivatarelőrejelzés feladatára (8).

Az automatikus lényegkiemelést megvalósító program a MAVEMI GIER típusu számítógépén működik és ALGOL programnyelven íródott. Átírása a diagnosztikai berendezés alapgépére, a CII 10010-es gépre a közeljövőben fejeződik be. A tanuló algoritmus programrendszer átírása már megtörtént.

Speant kod:

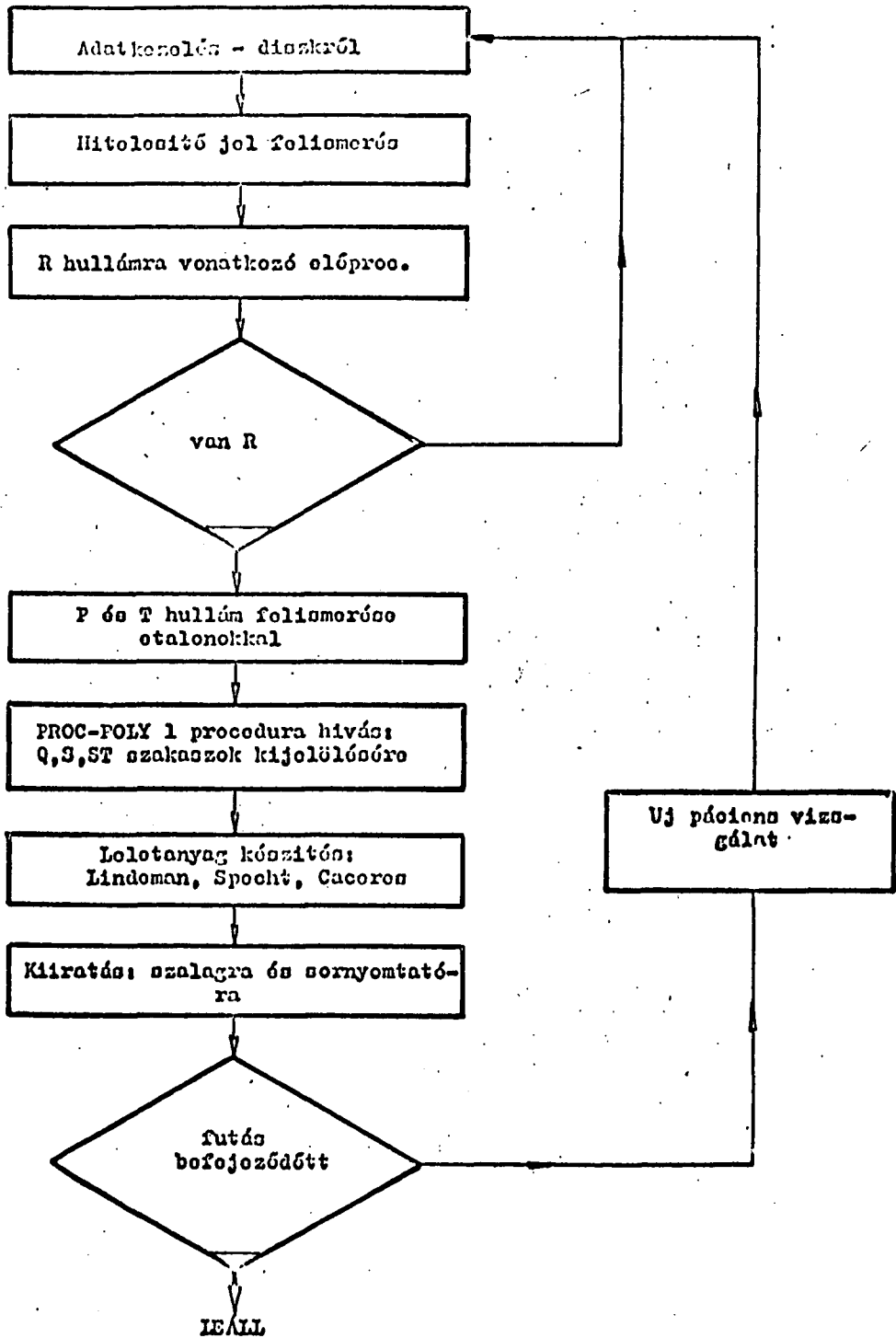
0.135,  
-0.039,  
-0.079, -0.066, -0.132, -0.132, 0.276, 0.829, 1.039, 0.724,  
0.263, 0.092, 0.000, -0.013, -0.053, -0.053,

Lindemann kod:

P forma: +1,  
P amplitudo: 0.316,  
P tartam: 0.078,  
P-R tartam: 0.150,  
QRS forma: +1,  
QRS tartam: 0.135,  
Q tartam: 0.027,  
Q amplitudo: -0.158,  
R amplitudo: 1.039,  
R csucsido: 0.051,  
R-ST junction: 0.000,  
ST szakasz: 0.066,  
T forma: +1,  
T amplitudo: 0.421,

Caceres kod:

Pa=0.316,	Qa=-0.158,	Ra=1.039,	Sa=-0.066,	Ta=0.421,
ST1=-0.039,	STm=0.066,	ST2=0.013,	Pd=0.078,	Qd=0.027,
Rd=0.063,	Sd=0.045,	Td=0.186,	PQ=0.135,	ST=0.084,
QT=0.393,	RR=0.861,			



4. ábra

Az OKI és TKI közötti összeköttetést - melynek feladata biztosítani az orvos és a számítógép kapcsolatát - szervező programok kidolgozása megkezdődött.

A tanuló algoritmusok alkalmazásának tipikus példája az EKG görbék kategorizálása. Jelöljön  $X_1, X_2, \dots, X_n$  bizonyos EKG görbékhez tartozó paraméterek által alkotott vektort, és  $\hat{X}_n$  jelentse az  $X_n$ -nek az orvos által meghatározott kategóriáját.

Az a.) - d.) pontokban felsorolt tanuló algoritmusok feladata olyan  $f_n(X, X_1, \dots, X_n, \hat{X}_1, \dots, \hat{X}_n) = f_n(X)$  döntési szabály kialakítása, amelyik az  $n$  minta alapján valamilyen értelemben (pl. Bayes-i értelemben) jó döntést hoz. (Részletesen lásd: (4), (7)). Az  $\hat{X}_i$  vektor pontjait az előzőekben tárgyalt lényegkiemelési algoritmus és a kísérő adatok egy része határozza meg. Az  $\hat{X}_i$  tanítást az orvosok adják meg a (6) alapján.

### I R O D A L O M

- (1) Lindeman, R. D., J. D. Kijariacopoulos, L. L. Conrad:  
Evolution of new single, oblique chest lead for the rapid screening of electrocardiographic abnormalities in large population, Amer. Heart J. 65, 24, 1963.
- (2) Specht, D. F.: Vectorcardiographic diagnosis using the polynomial discriminant method of pattern recognition, IEEE Trans. on Bio-Medical Engineering vol. BME-14. No. 2, pp. 90-96. April, 1967.
- (3) Caceres, C.A., L.S. Dreifus: Clinical electrocardiography and computers, 1970.
- (4) TKI Intézetű tanulmány, 1971. II. C. 4. (Bak M.né, Gulyás O.)
- (5) TKI Intézetű tanulmány, 1970. 2. A. (B. Nagy A., Balogh B.)
- (6) TKI Intézetű tanulmány, 1971. II. C. 3. (dr. Ghyczy K.)
- (7) Gulyás O., Csibi S., Molnár L., Németh J.: Tanuló-felismerő eljárások 1., Mérmöktovábbképző Intézet, 1971. márc.
- (8) Szalay G., Molnár L., Gulyás O.: Tanuló algoritmusok alkalmazása a meteorológiában a konvektív aktivitás előrejelzésére, Acta Cybernetica, 1970. szept.



