

BALKAMRA RÖNTGENFELVÉTELEK KIÉRTÉKELÉSE KÉPFELDOLGOZÓ BERENDEZÉSSEL

Surján Péter, Naszladý Attila

Videoton Fejlesztési Intézet, Országos Korányi Tbc és Pulmonológiai Intézet Kardiológiai Belosztály és Kardiopulmonális Laboratórium

A szív- és érbetegségek, valamint légzőszervi betegségek felismerésében a képkalkoló eljárások nélkülözhetetlenek. Ám ezek kvantitatív tétele és számítástechnikai kezelhetősége csak most van kialakulóban. A mellkasröntgen natív és kontrasztanyagossal felvételein a szűrkeségi szintek kvantitatív meghatározhatósága e síkbeli képek térbelivé tételét jelenti.

A szív működéséről készített felvételsorozatok egyetlen szivciklusról annyi adatot tartalmaznak - térfogat, áramlás -, hogy ezek papir-ceruza módszerrel aligha vizsgálhatók. De még a fényceruzás grafikus adatbevitel is jelentős emberi interaktív munkát köt le. Ezért - egyéb alakfelsimerési programok egyik részeként - a szív alakváltozásainak automatikus követésének számítástechnikai megoldására tettünk kísérletet. Az alábbiakban ennek megoldásáról lesz szó.

Az első kísérletet ebben a témában Warner és Harris [1] tették, majd az európai centrumok közül Hugenholtz és munkatársai folytatták, azonban egyik megoldás sem automata s automatikus megoldást a többi [3-18] sem közölt eddig.

A röntgenfelvételek képmagnón állnak rendelkezésre, a képmagnó képernyőjén levő kép kerül digitalizálásra. A kiértékelés egy összehúzó alatti több kép [7-15] alapján történik részben az IPS képfeldolgozó berendezésben /konturmeghatározás/, részben a HP 85 számítógépben /adatfeldolgozása és megjelenítése/. Az IPS általános célú képfeldolgozó berendezés, amely az Egészségügyi Minisztérium megbízásából a BME Folyamat szabályozási Tanszékén került kifejlesztésre. A berendezés 16 szűrkeségi-szintű ill. bináris képet tud előállítani. A maximális térbeli felbontás 768x576 képpont, ez sor- és képirányban felére, negyedére vagy nyolcadára csökkenthető. A képmegzőt sor- és képirányban felére vagy negyedére lehet csökkenteni s a kijelölt szegmens a legkisebb felbontásnak megfelelő lépésenként tetszőlegesen pozicionálható. Az analóg és digitális real-time kép valamint a memóriában tárolt kép kijelzésére tetszőleges TV készülék használható. Ha a kijelzéshez színes TV-t használunk, a 16 szűrkeségi-szintű digitális kép úgy jeleníthető meg, hogy az egyes szűrkeségi szintekhez különböző színeket rendelünk hozzá. A berendezés programjai INTEL assembly nyelven készültek R10 számítógépen futó INTEL 80/85 assembler segítségével.

A HP 85 asztali számítógép BASIC nyelven programozható. Kétfajta háttértárolóval rendelkezik /floppy disc és kazettás egység/ és sornyműtató van hozzá illesztve. A számítógép display-je alfanumerikus és félgrafikus üzemmódban is használható. A két berendezés egy programozható illesztőegység segítségével össze van kapcsolva, adatok, képek és programok átvitelére van lehetőség.

A balkamra kontur meghatározása

A konturmeghatározó program a kiértékelő program számára a balkamra konturjának lánckódját állítja elő negatív körüljárási irány-

ban. A feldolgozásnál kitüntetett szerepe van a kezdőpontnak - ennek minden képen a sziv azonos helyén kell lennie - , ezért egyik lépés ennek kijelölése, a másik a kontur meghatározása. Az egyes programrészek több, különböző interaktivitást igénylő változatban készültek ill. állnak jelenleg fejlesztés alatt, ezekből az operátor választja ki a kép minőségének megfelelő rutint. A kontur az operátor választásától függően fehér vagy fekete színnel jelenik meg a képernyőn. A lánckód mellett az átírt képpontok eredeti szürkeségi szintje is tárolásra kerül, így az eredeti kép visszaállítható és a konturmeghatározás egy másik rutin segítségével újból elvégezhető.

A program a következő eljárásokat foglalja magába:

- kézi kezdőpontmegadás és konturkövetés
- konturmegadás küszöböléssel
- kezdőpont automatikus meghatározása az előző kép kezdőpontjának segítségével.

Kézi kezdőpontmegadás és konturkövetés

Az eljárás egy általános vonalkövető előfeldolgozó rutin, melyben az operátor a \uparrow , \rightarrow , \downarrow , \leftarrow , billentyűkkel egy kurzort mozgathat a képen. A megfelelő gomb lenyomásával határozható meg, hogy a kurzor színe fekete vagy fehér legyen, illetve hogy a kijelölt vonal átírja-e a képet /konturkövetés - ekkor a lánckód tárolásra kerül a memóriában/, vagy ne /kezdőpont kijelölése/. Lehetőség van tetszőleges számú visszalépésre is, a törölt pont helyén az eredeti szürkeségi szint állítódik vissza. A rutin alkalmazható más módon meghatározott hibás kontur javítására is.

Konturmeghatározás küszöböléssel

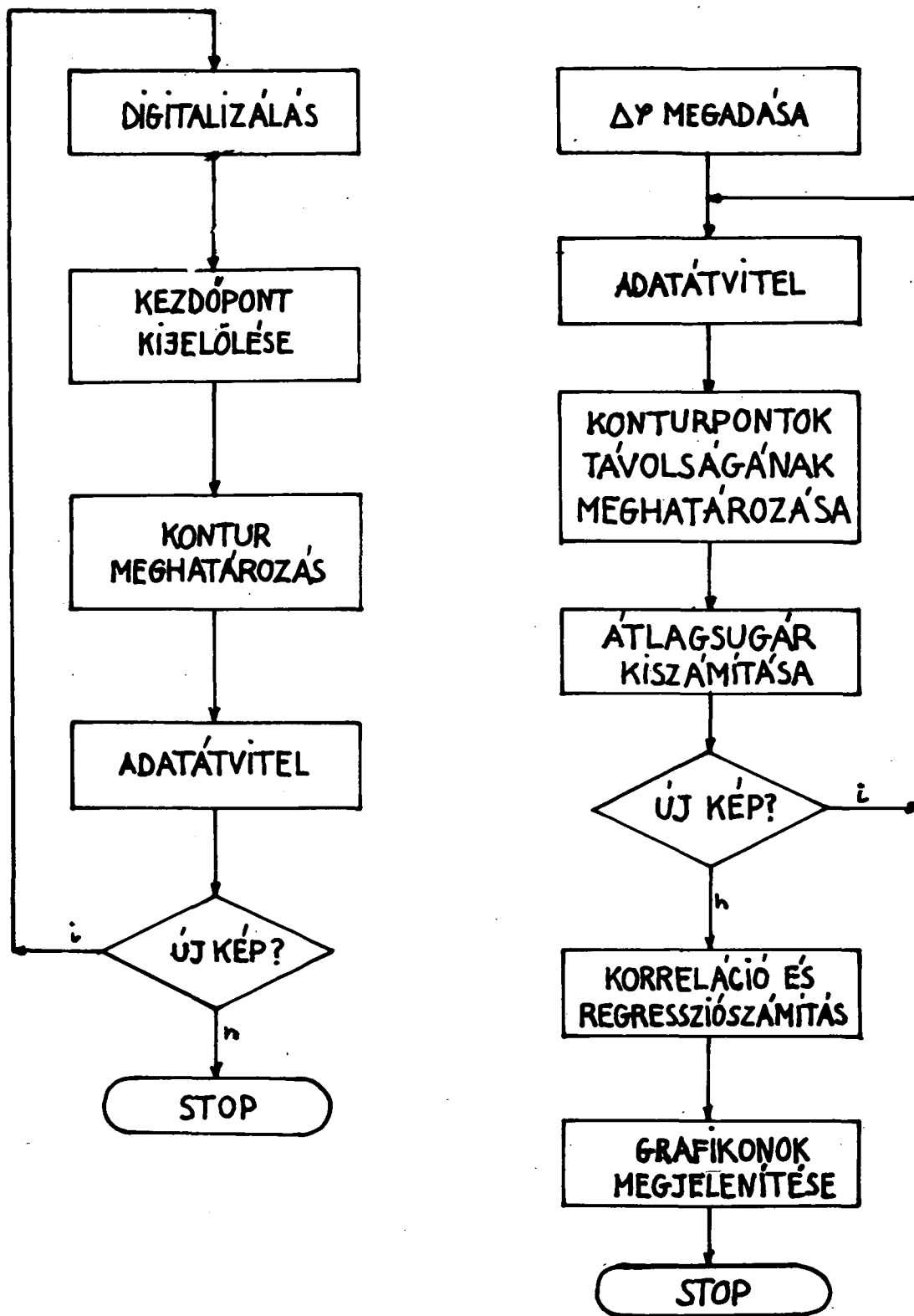
A küszöbérték meghatározása kétféleképpen történhet - vagy a program számolja ki a bimodális hisztogram két csúc közötti minimumérték megkeresésével, vagy az operátor adja meg.

A konturmeghatározás algoritmus a következő:

Határpontnak tekintjük azokat a pontokat, amelyek nem tartoznak hozzá az alakzathoz és van az alakzathoz tartozó szomszédjuk. A kezdőpontból kiindulva egyenként történik a szomszédos határpontok megkeresése felhasználva azt, hogy a körüljárás iránya negatív, így az alakzat mindig a kontur jobb oldalán van. A következő határpontot úgy határozzuk meg, hogy az előző határpontból kiindulva pozitív irányban megkeressük az első háttérhez tartozó szomszédos pontot. A zárt kontur meghatározása után az operátor indíthatja az átvitelt a HP számítógépbe ill. lehetőség van a határvonal módosítására.

A kezdőpont automatikus meghatározása

Automatikus kijelölésnél az alakzat legfelső, ezek közül is a legjobboldali pontját tekintjük a kezdőpontnak. A program az előző kép kezdőpontjának helyétől lefelé lép a kurzorral addig, ameddig az alakzathoz tartozó pontot nem talál, majd a felette levő pontból kiindulva a konturvonalon mindkét irányban addig halad, amíg nem kényszerül lefelé lépni. Ha az utolsó lépés/ek/ balra történt/ek/, ez/ek/e/törli. Az így kapott két pont közül a feljebb levő - mivel az alakzat a kezdőpont környezetében konvex - a kezdőpontot jelöli ki. A program



1. ábra. Az IPSE-n és a HP-85-ön futó program folyamatábrája

operátori jóváhagyás után indul tovább és lehetőség van a kapott kezdőpont módosítására is.

Az adatok feldolgozása

Az adatok feldolgozása Harris és munkatársai munkájának továbbfejlesztésével történik. A balkamra kontur meghatározása után kiszámoljuk a konturvonal távolságát a referenciaponttól mindig adott szöggel $|\Delta\varphi|$ továbbhaladva. A referenciapont Harrisnál a szívcsucson átmenő tengely felezőpontja, a mi esetünkben a kamra súlypontja - így a szív mozgását jobban figyelembe tudjuk venni. A távolságok számtani közepe adja az átlagos sugarat. Az összetartozó képek feldolgozása után meghatározzuk a különböző képeken azonos szöghöz tartozó sugarak és az átlagos sugarak korrelációs együtthatóját és a regressziós egyenes meredekségét.

A program első lépéseként az operátor megadja a $\Delta\varphi$ értéket, amely a program futása során már nem változtatható. A konturvonalat alkotó lánckód kiértékelése képenként történik, ezalatt az IPS-en újabb kontur meghatározása folyhat.

A lánckód feldolgozása két menetben hajtódik végre. Először a program ellenőrzi, hogy a görbe zárt-e, meghatározza a görbe által bezárt területet T , kiszámolja a kép első sorára és oszlopára vett másodrendű nyomatékot $[p_x, p_y]$, majd ezekből a súlypont koordinátáit

$$s_x = [p_x / T + 0,5]$$

$$s_y = [p_y / T + 0,5]$$

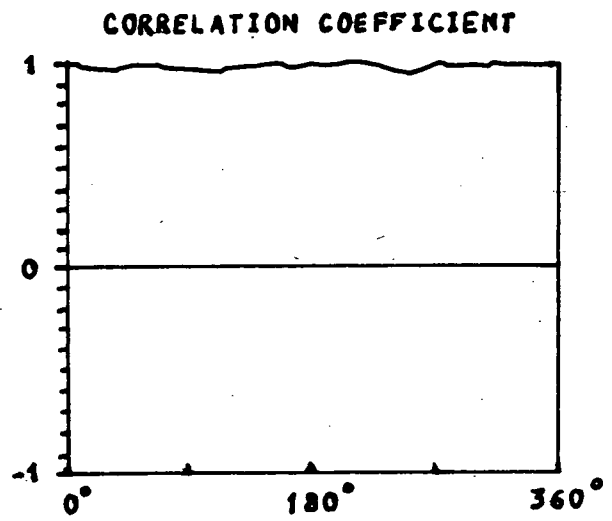
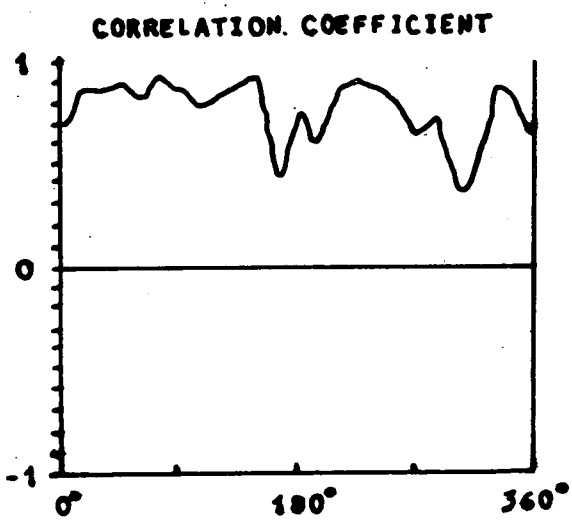
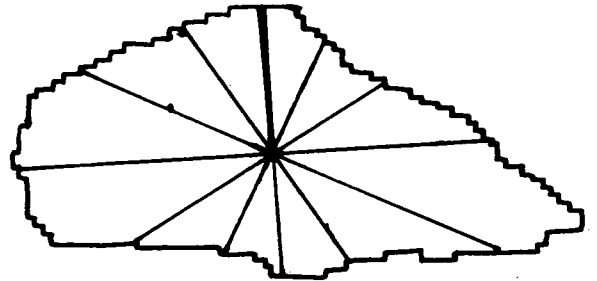
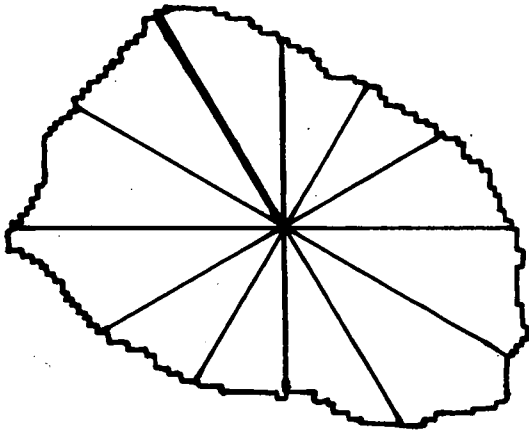
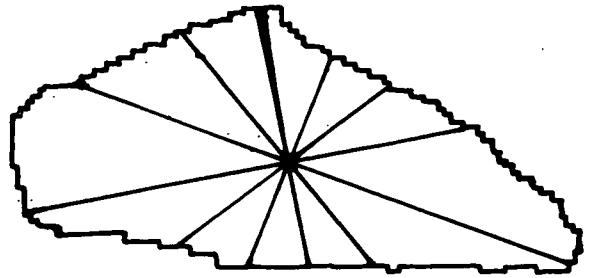
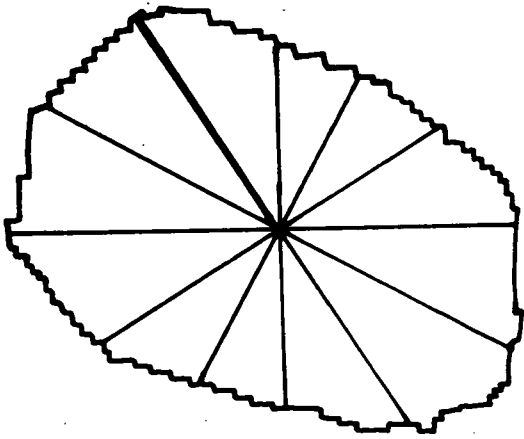
A második menetben a koordinátarendszer origóját a súlypontba helyezi és a lánckód kezdőpontjától kezdve - ezt tekinti O^0 -nak - minden pontra kiszámolja, hogy a ponthoz tartozó sugár milyen szöget zár be a O^0 -hoz tartozó sugárral. Ha ez eléri, vagy éppen meghaladja az operátor által megadott szög egész számú többszörösét $|i\Delta\varphi|$, akkor kiszámolja a pont távolságát az origótól és ezt tárolja a memóriában j képen $r_{j,i}$. Számolás közben a félgrafikus display-n kirajzolja a konturt és a meghatározott sugarakat. Végül kiszámolja az alakzat átlagos sugarát

$$R_j = \sum_{i=1}^n r_{j,i} / n$$

ahol n a meghatározott sugarak száma.

Az összetartozó képek feldolgozása után az átlagos sugár időbeli változásának grafikonja jelenik meg a display-n. Ezután következik a különböző képeken azonos szöghöz tartozó sugarak és az átlagos sugarak $|r_{j,i}|$ ill. R_j korrelációs együtthatójának valamint a regressziós egyenes meredekségének kiszámítása és megjelenítése a display-n. Lehetőség van az adatok sornyomtatón történő kinyomtatására is.

A mellékelt ábrán egy egészséges és egy beteg szív balkamrájának két-két konturja és a korrelációs együttható grafikonja látható. Az egészséges falrészekhez tartozó szögeknél a korrelációs együttható közel 1, dyskinetikus vagy akinetikus részekenél kis pozitív érték, a paradox mozgást mutató helyeken pedig negatív.



A módszer legfőbb előnye, hogy kvantitatív módon jelöli meg a mozgászavar helyét és mértékét.

Irodalom

- [1] Warner H. and Harris, személyes közlés
- [2] Hugenholtz, P.G. *et al.*, Progress in Cardiology, Collected Papers, Rotterdam 1977, 165-183
- [3] Als, A. V. *et al.*, Radiology, 126, 511, 1978
- [4] Bove, A. A. *et al.*, Am. J. Cardiol., 41, 1239-1248, 1978
- [5] Cole, J. S. *et al.*, Cath. Cardiovasc. Diag., 2, 185-197, 1976.
- [6] Dodge, H. T. *et al.*, Am. Heart J., 60, 762, 1960.
- [7] Dodge, H. T., Radiol. Clin. Nort. Am., 9, 459, 1971.
- [8] Gelberg, H. J. *et al.*, Circulation, 59, 991-1000, 1979.
- [9] Gentzler, R. D., *et al.*, Circulation, 48, 352, 1973.
- [10] Herman, M. V. *et al.*, N. Engl. J. Med., 277, 222-32, 1976.
- [11] Leighton, R. F. *et al.*, Circulation, 50, 121-27, 1974.
- [12] McDonald, I. G., Am. J. Cardiol., 26, 221-30, 1970.
- [13] Naszlady A., Doktori értekezés, 1979.
- [14] Naszlady A., Kórház és Orvostechnika, 19, 114, 1981.
- [15] Priest, M. F. *et al.*, Circulation, 58, Suppl. 1, 62-68, 1978.
- [16] Ruttley, M. S. *et al.*, Circulation, 50, 306, 1974.
- [17] Ueda, H. *et al.*, Jap. Heart J., 10, 95-112, 1974.
- [18] Wynne, J. *et al.*, Am. J. Cardiol., 41, 726-32, 1978.

2. ábra. Balkamrafal dyskinesis kvantitatív, finomfelbontású elemzése
Baloldalt az egészséges, jobboldalt egy kóros balkamra kontur meghatározás-sorozat két-két mintája. A súlypontból kiinduló sugarak ($\Delta\varphi=15^\circ$, a rajzon csak minden második szerepel) és az átlag sugár közötti korrelációs együttható értékét tünteti fel a grafikonon (legalul) a φ szög függvényében.