

Strokovno-znanstveni prispevek ■

Primerjava 2-D in 3-D slik vidnega polja v načinu "threshold" z diferenčno metodo

Comparing 2-D and 3-D campus images in threshold mode using difference method

Andrej Ikica, Uroš Prelesnik, Branko Ikica

Izvleček. V članku opisujemo metode za obdelavo podatkov o vidnem polju pacienta, ki jih vrača naprava HFA (Humphrey Field Analyser). Ta naprava deluje v dveh načinih: "threshold" in "screening". V članku opisujemo "threshold" način preiskave pacienta, kjer nam naprava vrača različne vrednosti vidnega polja v decibelih. Te podatke zajamemo, jih obdelamo ter prikažemo v dvo- ali tri-dimenzionalnem prostoru. Za zdravnika je ključnega pomena primerjava posameznih vidnih polj pacienta, saj lahko na podlagi le-te postavi pravilno diagnozo (glavkom, tumor...) ^{1,2}. Razvili smo dve metodi primerjave vidnih polj. Prva temelji na primerjavi poljubnih dveh slik vidnega polja, kjer v vsaki točki izračunamo medsebojno razliko vrednosti. Druga metoda temelji na primerjavi vidnega polja z optimalno ploskvijo. Ker se le-ta s starostjo spreminja, jo je potrebno prilagajati glede na starost pacienta.

Abstract. In this article we present methods for processing campus data of a patient. The data is received from HFA (Humphrey Field Analyser). HFA works in two modes: threshold and screening mode. We focused our work on threshold mode, where HFA provides numerical values (intensities) of campus. We capture HFA data, process it and display it in 2-D or 3-D space. Possibility to compare different campuses of patients is essential to medical staff. It is a powerful tool for diagnostics. We developed two different methods for comparing campuses. First is based on comparison of two different images of campus, where difference is computed for every pixel in image. Second method compares image of a campus with an "optimal" surface of campus, campus of an average patient. Optimal surface varies with patient's age, so we have to modify it in a regular way.

Institucija avtorjev: Iks d.o.o., Trbovlje (AI, BI) in ZD Trbovlje (UP).

Kontaktna oseba: Andrej Ikica, Iks d.o.o., Obrtniška cesta 0N, 1420 Trbovlje. email: andrej.ikica@iks-doo.com.

■ **Infor Med Slov:** 2005; 10(1): 73-78

Uvod

V okulistični ordinaciji Zdravstvenega doma Trbovlje je nameščena naprava Humphrey Field Analyser (v nadaljevanju HFA). Naprava deluje v načinu "threshold" (v nadaljevanju prag) na naslednji način: v času posameznega pregleda, ki traja približno 20 min., naprava naključno prižiga eno od točk, ki so razporejene v obsegu vidnega polja pacienta (slika 1). V primeru, da pacient lučko vidi, pritisne gumb. V nasprotnem primeru naprava smatra dogodek kot zgrešitev. Po opravljenem pregledu naprava izračuna število zadetkov v posameznem delčku komore. Rezultat je podan v decibelih.

Ilustrirajmo povedano na primeru. Recimo, da je naprava na določenem delčku komore prižgala luč 10-krat. Če jo je pacient videl 7-krat, naprava to vrednost statistično obdela in za to mesto mreže vrne vrednost, ki predstavlja jakost zadetka.

Na napravi HFA že teče tovarniški program, ki vizualno predstavi vidno polje, vendar so se v ZD Trbovlje odločili za izgradnjo lastnega programa, ki bo odpravljal pomanjkljivosti omenjenega programa:

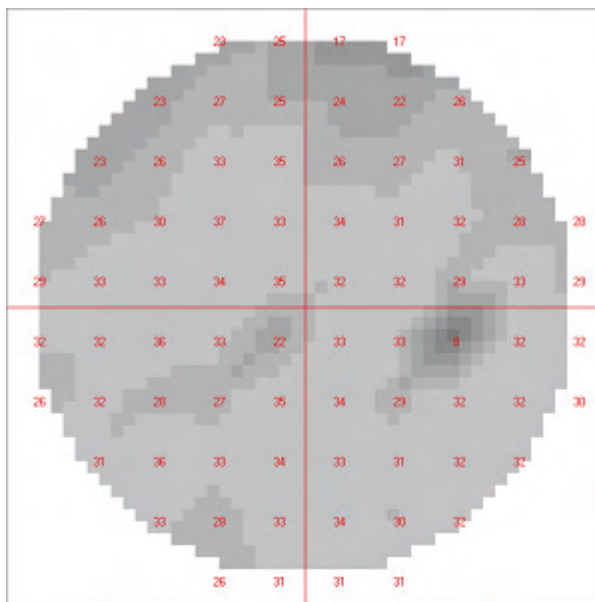
- nezdružljivost podatkovne baze zdravstvene ustanove in naprave HFA (neujemanje šifer pacientov),
- nefleksibilnost programskega dela HFA.

Omenjene slabosti smo z razvojem novega programa odpravili.

Zajem podatkov

Zajem podatkov iz naprave HFA poteka preko vrat RS-232C. Podatki o vidnem polju, ki jih dobimo v osebni računalnik, so v obliki matrike 10x10, vsak element le-te pa predstavlja jakost v decibelih.

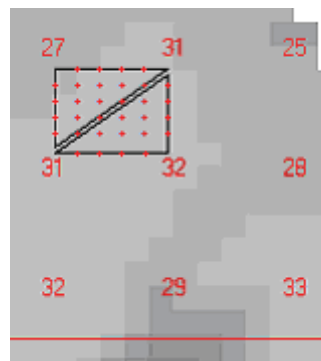
Vizualno si podatke lahko predstavljamo v obliki mreže na sliki 1.³



Slika 1 Točke predstavljajo jakost posameznega dela vidnega polja.

Predstavitev podatkov

Podatke vidnega polja prikažemo tako, da vsaki točki mreže (x,y) priredimo koordinato z , ki predstavlja skalirano vrednost vidnega polja. Podoben prikaz se uporablja za upodobitev višine terena na zemljevidih.



Slika 2 Triangulacija (z rdečo so označene interpolirane točke).

Za učinkovit prikaz vidnega polja (predvsem v 3-D) smo morali opisani postopek nekoliko modificirati: matriko vrednosti vidnega polja velikosti 10x10 smo s pomočjo triangulacije razširili na matriko 50x50. Postopek triangulacije je preprost in ga prikazuje slika 2.

Pri postopku triangulacije interpoliramo zgornjo (zgornji trikotnik) ter spodnjo (spodnji trikotnik) ravnino, ki ju napenjajo 4 sosedne točke. Iz enačbe ravnine dobimo med sosednima točkama v vsaki dimenziji 4 nove točke. Opisani postopek nam da gostejšo matriko (50x50), ki se je izkazala za učinkovito pri prikazu podatkov, zlasti v 3-D prikazu so zaradi tega ploskve bolj gladke.

2-D predstavitev podatkov

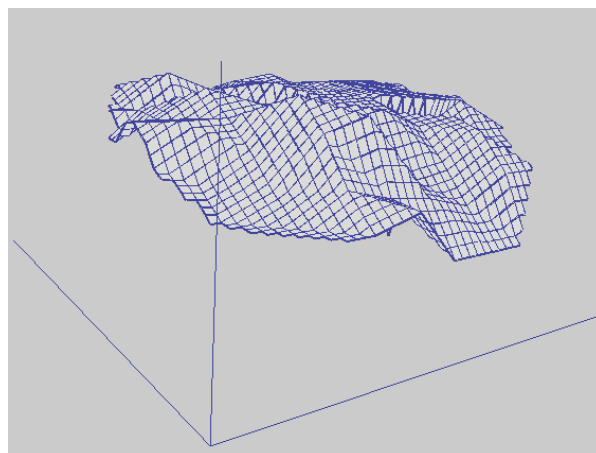
Generirana matrika velikosti 50x50 je izhodišče za 2-D kot tudi za 3-D prikaz. V primeru 2-D prikaza z-vrednosti rangiramo v razrede 0-5, 5-10 itd. Vsak razred predstavimo z določenim odtenkom sive barve. Tako je razred z nižjimi vrednostmi bolj temne, razred z višjimi vrednostmi pa bolj svetle barve. Primer 2-D prikaza je na sliki 1.

Zaradi lažjega pregleda in razumevanja slike vidnega polja ima uporabnik programa možnost pregleda vrednosti osnovne matrike velikosti 10x10, ki jih vrne aparat in niso interpolirane. Vrednosti so vidne na sliki 1 in so označene z rdečo barvo.

3-D predstavitev podatkov

Pri prikazu vidnega polja v 3-D smo postopali podobno kot v primeru 2-D. Namesto z barvo smo v omenjenem primeru razred okarakterizirali z višino določene točke. Za prikaz v 3-D (slika 3) smo uporabili tehnologijo OpenGL.

Uporabniku so v 3-D načinu na voljo funkcije za lažji pregled modela vidnega polja. Te so: drsniki za rotacijo slike v vseh treh dimenzijah, povečava ter pomanjšanje slike (zoom)...

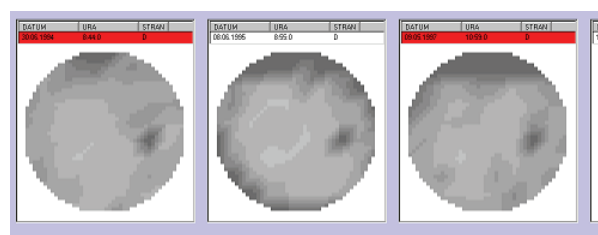


Slika 3 3-D prikaz vidnega polja.

Primerjave vidnih polj

Ključnega pomena za zdravnika pri analizi vidnega polja pacienta je možnost primerjave vidnih polj. Izkazali sta se dve smiselni možnosti primerjave. Prva je primerjava poljubnih dveh slik pacienta za različna obdobja. Tako lahko zdravnik primerja slike zelenih vidnih polj.⁴

Druga oblika primerjave pa temelji na primerjavi vidnega polja pacienta s povprečnim vidnim poljem (vidnim poljem zdravega človeka).

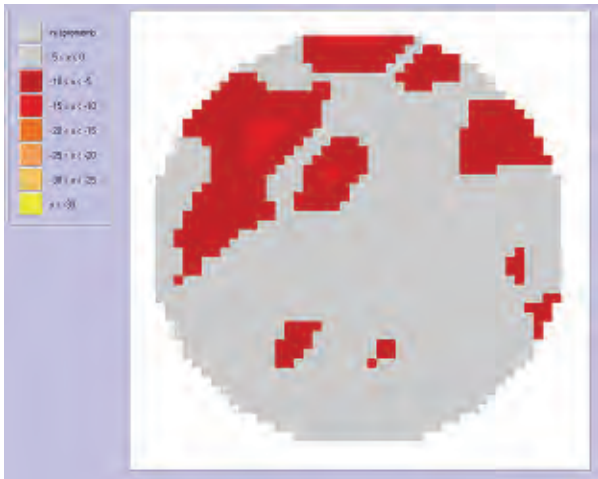


Slika 4 Primerjava vidnih polj (označenih z rdečo barvo).

Primerjava vidnih polj

Po izbiri ustreznega pacienta se uporabniku horizontalno izrišejo pomanjšane dvodimenzionalne slike vidnih polj v naraščajočem vrstnem redu glede na datum pregleda. Uporabnik si izbere poljubni dve sliki (slika 4), rezultat

primerjave pa se samodejno prikaže v posebnem oknu.

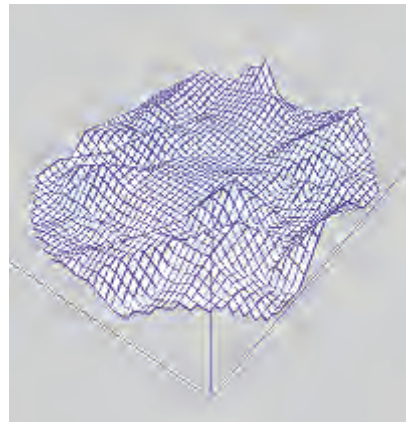


Slika 5 Ploskev sprememb v 2-D.

Pri primerjavi slik uporabljamo diferenčno metodo. Tako v vsakem slikovnem elementu (*angl. pixel*) izračunamo razliko vrednosti. Ta postopek nam vrne ploskev razlik. Kjer so razlike negativne, je prišlo do poslabšanja, drugje je vidno polje nespremenjeno. Za prikaz sprememb smo uporabili naslednji postopek: pozitivne razlike (ni poslabšanja) postavimo na ničlo, pri negativnih razlikah pa uporabimo absolutno vrednost. Tako dobimo invertirano ploskev, ki je pozitivno izbočena le v predelih, kjer je prišlo do poslabšanja. Večja kot je izbočenost, večje je poslabšanje vidnega polja. Sliki 5 ter 6 prikazujeta ploskev sprememb v 2-D in 3-D. Na levi strani je legenda, kjer svetlejša barva pomeni večjo spremembo.

Primerjava z normalo

Učinkovito orodje za odkrivanje poslabšanj vidnega polja je tudi primerjava vidnega polja z vidnim poljem statistične populacije ustrezne starosti. Zamislimo si pacienta, ki se mu skozi daljše časovno obdobje vidno polje ne slabša. V takšnem primeru bi prejšnja primerjava dala vtis, da je z vidnim poljem vse v redu. Izkaže pa se, da obstaja možnost, da je vidno polje že od samega začetka (prvi pregled) globoko pod povprečjem, kar je seveda patološki znak.



Slika 6 Ploskev sprememb v 3-D.

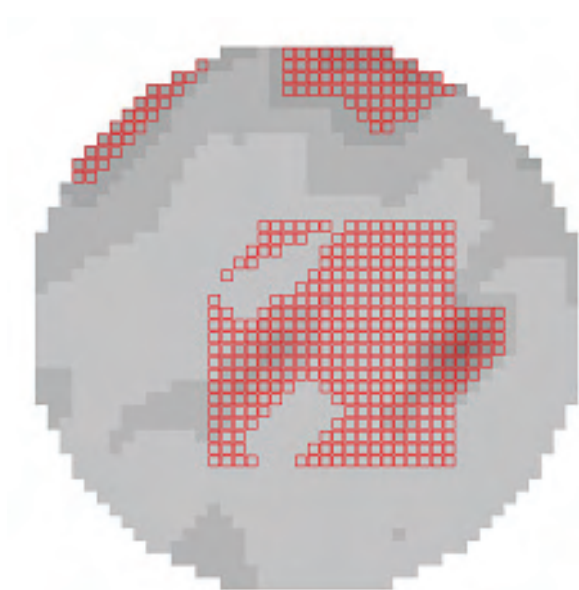
Vidno polje "povprečnega" pacienta se spreminja s starostjo, je določeno empirično in je prikazano v tabeli 1.

Tabela 1 Jakosti vidnega polja "povprečnega" človeka.

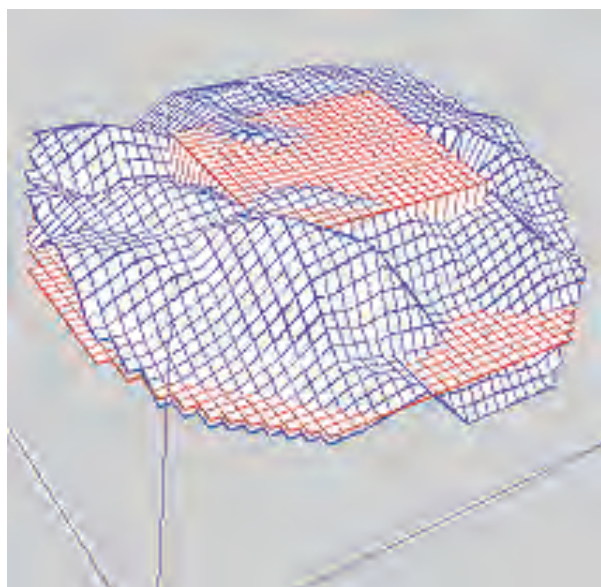
Starost	Jakost vidnega polja (dB)	
	V centru	Na periferiji
do 30 let	34 ali več	24 ali več
30 do 50 let	30 ali več	19 ali več
nad 50 let	26 ali več	15 ali več

Glede na starost pacienta program na podlagi tabele 1 interpolira ploskev "povprečnega" človeka (normalna ploskev). Vrednosti vidnega polja pacienta, ki leže pod njo, predstavljajo področja, kjer so poslabšanja.

Končna diagnoza je odvisna od zdravnika, saj rahlo poslabšanje ni nujno patološko. Pri odločanju o spremembah so pomembne izkušnje zdravnika. Pacienta ne moremo obravnavati kot matematični model, zato opisani postopki predstavljajo le zdravnikov pripomoček pri diagnosticiranju.



Slika 7 Področja poslabšanja v 2-D.



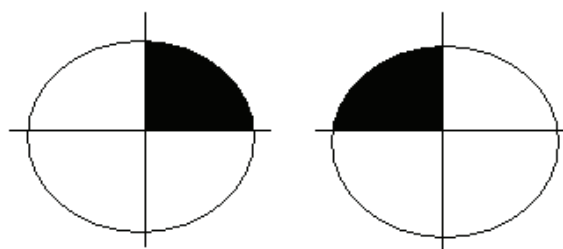
Slika 8 Področja poslabšanja v 3-D (z rdečo je označena normala).

Program HfaWin

Metode in mehanizmi, omenjeni v prejšnjih poglavjih, so implementirani v programu HfaWin, ki je nameščen v očni ordinaciji Zdravstvenega doma Trbovlje.

Program je zasnovan tako, da omogoča neposredno povezavo s podatkovno bazo zdravstvenega doma preko šifre pacienta. To omogoča neodvisnost od HFA. Tako bi isti program lahko uporabili na napravah drugih proizvajalcev, le zajem je potrebno ustrezno prirediti. Ko so podatki iz naprave zajeti, jih obdela program HfaWin in jih poveže z ustrezno šifro pacienta. Tako lahko vedno in iz kateregakoli mesta osebje zdravstvenega doma pregleduje slikovno gradivo vidnega polja pacienta.

Slike 7, 8 in 9 prikazujejo zaslonske slike programa HfaWin.



Slika 9 Analiza kvadrantnih izpadov vidnega polja.

Zaključek

Prednosti programa HfaWin v primerjavi z originalnim programom, ki teče na napravi HFA, so številne. Prva je možnost povezave podatkov s podatkovno bazo ustanove. Druga prednost je fleksibilnost programa, saj ga lahko po želji uporabnika stalno modificiramo, dodajamo nove metode in mehanizme ter ga lahko optimiziramo po željah uporabnika.

Razvoj programa ni zaključen. Poleg slabosti, ki se bodo pokazale skozi čas (interakcija z uporabnikom), bomo dodajali nove metode avtomatičnega diagnosticiranja.

Na podlagi informacije o vidnem polju se da postaviti številne diagnoze. Zanimiv mehanizem, ki ga načrtujemo v prihodnosti, je diagnosticiranje na

podlagi informacije o kvadrantnih izpadih vidnega polja.

V primeru, da so jakosti vidnega polja v določenem kvadrantu blizu ničle (kvadrantni izpad), lahko na podlagi kombinacij kvadrantov, ki nastopajo, ugotovimo, kje je prišlo do okvare na vidni poti. Pri nekaterih kombinacijah kvadrantnih izpadov lahko diagnosticiramo različna možganska obolenja.

Literatura

1. Pavišič Z: Oftalmologija. Medicinska knjiga Beograd-Zagreb 1971; 227, 231-235.
2. Čupak K: Oftalmologija. Jugoslavenska medicinska naklada 1985; 205-215.
3. Humphrey Field Analyser 650 – Owner's manual.
4. Anderson DR: Automated Static Perimetry. Mosby Year Book 1992; 14-25, 32-39.