

Sistem expert de analiză și diagnostic a teleradiografiei de profil computerizate

Autori:

Șef de lucrări Dr. **Georgeta Zegan**¹

Student **Gavriluț Dragoș Teodor**²

Introducere

Inteligența artificială reprezintă un domeniu al științei calculatoarelor, care încearcă să simuleze, cu ajutorul tehnologiilor informatice, caracteristicile inteligenței umane. Acest domeniu include mai multe sectoare de interes: vederea computerizată, sisteme expert, jocuri de calculator, rezolvarea generală a problemelor, învățarea mașinilor, limbajul natural, recunoașterea formelor, robotica, recunoașterea și sinteza vocală, demonstrarea teoremelor. Aceste subiecte extrem de variate au la baza lor un element comun: primirea informațiilor de către calculator, pe seama căroră el trebuie să ia o decizie.

În domeniul biomedical, sistemele de asistare a deciziei medicale sunt în general realizate pentru a asigura sprijinul necesar elaborării diagnosticului și a planului de tratament, în vederea îmbunătățirii calității asistenței medicale.

Aplicațiile computerizate în ortodonție au o istorie destul de îndelungată pe plan mondial, fiind legate în special de realizarea analizei creșterii cranio-faciale, pe baza traseelor cefalometrice. În ultimii ani, pe lângă aceasta analiză, au apărut și programe pentru stabilirea diagnosticului și elaborării unor previziuni privind creșterea masivului facial. O serie de studii cu privire la aceste aplicații computerizate, au indicat o acuratețe asemănătoare specialiștilor umani pentru rezultatele diagnostice și avantajul vitezei mari de lucru. Un sistem care utilizează analiza cu elemente finite, poate realiza și clasificarea formelor scheletale ale anomaliilor dento-maxilare.

Altă direcție a aplicațiilor computerizate în ortodonție o reprezintă identificarea automată a reperelor antropometrice. Imaginea cefalometrică este mai întâi pre-procesată cu un filtru median și se realizează detecția marginilor trasate, apoi intervine un algoritm bazat pe reguli pentru urmărirea conturului și după definirea clară a acestuia, se face calculul pozițiilor și a punctelor antropometrice radiologice de reper.

O altă clasă de aplicații computerizate în ortodonție este reprezentată de asistarea planului de tratament. Un astfel de program poate evalua, de exemplu, gravitatea înghesuirilor dento-alveolare din zona frontală, stabilind dacă este necesară extracția premolarilor și/sau aplicarea unui aparat ortodontic. Un test clinic al acestui sistem, a urmărit modul de rezolvare terapeutică a acestor situații, după care a fost solicitată opinia unor experți neutri, care au arătat că planul de tratament sugerat de aplicația computerizată a fost mult mai bun decât cel aplicat efectiv la pacienții din lotul studiat.

La noi în țară, există o preocupare pentru achiziția programelor de asistare a deciziei medicale de pe piața internațională, însă la un preț considerabil pentru noi. De asemenea, se manifestă un

¹ Disciplina de Ortodonție, Facultatea de Medicină Dentară, Universitatea de Medicină și Farmacie "Gr. T. Popa" Iași

² an IV Facultatea de Informatică, Universitatea "Al. I. Cuza" Iași și absolvent Facultatea de Medicină Dentară, Universitatea de Medicină și Farmacie "Gr. T. Popa" Iași

interes pentru realizarea software-lor de acest gen, dar ele sunt numai de uz intern, în cadrul unor spitale și policlinici, fără a fi prezentate pe piață. Inconvenientul creării software-lor de acest gen, derivă din faptul că, pentru realizarea lor, trebuie formate echipe multidisciplinare la granița dintre științele medicale și cele exacte.

În acest context, lucrarea noastră își propune să facă prezentarea unui software original, care este destinat analizei teleradiografiei de profil, pe baza căreia se stabilește diagnosticul anomaliilor scheletale, alveolare, dentare, tipul de rotație facială și mandibulară.

Material și metodă

Pentru realizarea software-lui, **ortodontul** a selectat din literatura de specialitate, cele mai utilizate analize destinate teleradiografiei de profil și totodată acceptate de specialiștii din domeniu: analizele Steiner, Ricketts, McNamara, Down, Tweed, Sassouni, Schwarz, Rakosi, Björk, Jarabak, McLaughlin, Legan și Burstone, Jarabak, Clark, Holdaway.

Pentru realizarea programului, **informaticianul** a utilizat software-ul Visul C++, din pachetul Visual Studio, folosind tehnologia MFC.

Rezultate

Există o tendință crescută în practica zilnică, de a folosi computerul în analiza teleradiografiei de profil, deoarece prelucrarea, metodele de analiză și interpretarea valorilor măsurate este laborioasă și necesită mult timp alocat din partea ortodontului. Astfel, analiza computerizată a teleradiografiei de profil va deveni o rutină în viitorul apropiat.

În mod obișnuit, teleradiografia de profil nu este o radiografie în sine, ci reprezintă o copie pe hârtie de calc a ceea ce reprezintă relațiile punctelor antropometrice radiologice selectate, în scopul reducerii cantității de informații de pe film, la un nivel acceptabil. Punctele antropometrice radiologice au coordonate specificate, iar introducerea lor poate fi realizată într-un format compatibil cu computerul.

Principiul analizei computerizate a teleradiografiei de profil, nu este diferit de cel manual, ci diferă numai instrumentele folosite, alegându-se cele ale informaticii. Principiul constă în compararea valorilor măsurate pe teleradiografia de profil a unui pacient, cu valorile standard a grupului normal de referință, iar diferențele dintre acestea sunt evidențiate și relevante, permițând astfel stabilirea diagnosticului de anomalie dento-maxilară.

Scopul analizei teleradiografiei de profil este de a evalua relațiile, atât în plan sagital cât și în plan vertical, a celor cinci componente majore ale complexului cranio-facial: craniul și baza craniului, partea scheletică a maxilarului, partea scheletică a mandibulei, procesul alveolar și dențația maxilară, procesul alveolar și dențația mandibulară. În acest sens, orice analiză cefalometrică este o procedură destinată realizării descrierii relațiilor dintre aceste unități morfo-funcționale, care se coroborează cu aspectul părților moi ale profilului facial.

Pentru crearea programului de analiză și diagnostic computerizat a teleradiografiei de profil, **ortodontul** a avut următoarea strategie de lucru, după ce a consultat bibliografia de specialitate:

1. a stabilit și a definit **punctele antropometrice radiologice** scheletale, alveolare și dentare mediene și paramediene, utilizate în toate analizele destinate teleradiografiei de profil;
2. a stabilit și a definit **planurile de referință** trasate pe teleradiografia de profil;
3. a stabilit valorile normale și patologice ale **metodelor unghiulare**, pe baza cărora s-a formulat diagnosticul scheletal, alveolar, dentar și a părților moi;
4. a stabilit valorile normale și patologice ale **metodelor metrice** utilizate în măsurarea elementelor morfologice cranio-faciale;
5. a stabilit valorile unghiulare și metrice care definesc **tipurile de rotație** facială și mandibulară;

6. a prezentat modalitatea de lucru, **interpretarea valorilor** unghiulare și metrice ale fiecărei metode de analiză cefalometrică, pe baza cărora s-a stabilit diagnosticul scheletal, alveolar, dentar, tipul de rotație facială și mandibulară;
7. a stabilit modul de **preluare și prelucrare a datelor** de pe teleradiografia de profil.

Pe baza informațiilor primite de la ortodont, **informaticianul** a creat software-ul de diagnostic și analiză a teleradiografiei de profil computerizate. Elaborarea programului în Visual C, utilizând arhitectura C++, a permis structurarea ușoară pe clase:

1. **clase care gestionează imaginile** (salvări, încărcări de imagini, imprimarea imaginii), tehnica de dublu buffer (asemănătoare celei utilizate de DirectX sau OpenGL), zoom (la orice procent), instrumente de modificare a clarității imaginii (fade, contrast, luminozitate), etc.
2. **clase de calcul matematic** (care se ocupă cu formule din cadrul geometriei analitice), cum ar fi:
 - ♦ distanța dintre două puncte;
 - ♦ unghiul dintre trei puncte;
 - ♦ unghiul dintre două plane;
 - ♦ crearea ecuației matematice a unui plan (folosind două puncte);
 - ♦ calcularea punctului de intersecție a două plane (și pe baza lui posibilitatea de calcul a unghiului dintre două plane);
 - ♦ calculul perpendicularei printr-un punct la un plan;
 - ♦ calculul tangentei într-un punct;
 - ♦ distanțe între plane (paralelism);
 - ♦ puncte coliniare.
3. **clase bazate pe baze de date** (prin care se memorează lista pacienților, a teleradiografiilor și a caracteristicilor fiecărui pacient); tot aici sunt memorate și punctele antropometrice radiologice pentru fiecare pacient în parte (asociate cu data la care sunt efectuate). Pacienții sunt înregistrați în baza de date, iar pentru fiecare pacient vor fi memorate următoarele informații :
 - ♦ nume și prenume;
 - ♦ sex;
 - ♦ data nașterii, după care se stabilește vârsta cronologică (alături de teleradiografiile făcute la acea vârstă). Pot fi înregistrate imagini ale mai multor examinări (tocmai pentru a putea urmări evoluția pacientului, pe parcursul tratamentului). Pentru fiecare teleradiografie, sunt memorate un set de puncte antropometrice radiologice, pe baza cărora se vor realiza analizele;
 - ♦ rasa (caucaziană, neagră, asiatică, etc.). Rezultatele analizei vor fi asociate cu vârsta, sexul și rasa pacientului, pentru a putea crea un diagnostic cât mai corect (fig.1).

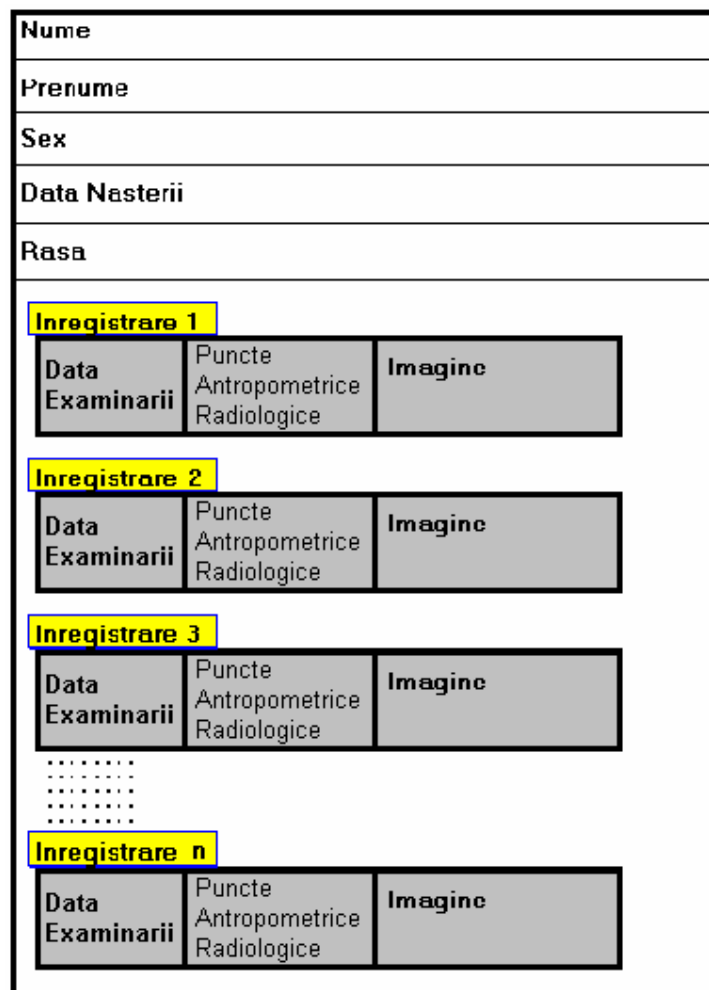


Fig. 1. Structura clasei pentru baza de date.

4. **clase care asigură suportul multilingual** (inițial vor fi implementate două asemenea clase – pentru limba română și engleză - urmând ca apoi să fie dezvoltate clase și pentru alte limbi de circulație internațională). Aceste clase asigură utilizarea limbii selectate pentru:
 - ♦ introducerea datelor (pacienților, punctelor antropometrice radiologice, etc.);
 - ♦ elaborarea diagnosticului;
 - ♦ imprimare;
 - ♦ help.
5. **clase de help** (care conțin ca obiect o clasă virtuală, din care sunt derivate clasele pentru suportul multilingual), care asigură explicarea noțiunilor ortodontice, necesare înțelegerii diagnosticului pus, precum și alte informații care permit elaborarea unui diagnostic de către utilizator.
6. **clase pentru securitate** (care asigură confidențialitatea datelor și a programului). Programul poate fi utilizat în modul multiutilizator, fiecare utilizator având o parolă și neputând accesa datele altui utilizator. Această facilitate permite utilizarea programului pe un singur calculator (util în clinicile universitare). De asemenea, datele sunt salvate codificate, ele putând fi decodificate, folosind doar parola utilizatorului căruia aparțin. Există și un utilizator cu rol de “administrator” (fals administrator), care poate schimba caracteristicile

unor utilizatori (ștergere, adăugare, modificare nume, etc.), dar nu poate accesa datele altor utilizatori.

7. **clase care permit crearea de noi analize individualizate** (în afara celor implicite din cadrul software-ului). În cadrul acestor analize, utilizatorul poate să introducă puncte noi (cu denumire, localizare, caracteristici), iar programul va calcula diversele informații, folosind aceste puncte (dar și cele deja existente). În cadrul analizelor noi (cele definite de un utilizator), nu va exista help, acesta existând doar în cadrul analizelor standard.
8. **clase de zip-are** (pentru compresia imaginilor bitmap). Acestea sunt utilizate în special pentru transportul datelor și salvare pe disc.
9. **clase pentru mouse**, care cuprind, în general, posibilități de creare a diverselor imagini ale mouse-ului, cum ar fi:
 - ♦ imagini standard (mână, lupă, localizare, săgeți, etc.);
 - ♦ imagini ale punctului care urmează a fi marcat (săgeată asociată cu denumirea prescurtată a punctului).
10. **clase de lucru cu șiruri** (formatare, parsare șiruri, eliminare spații, conversii în numere, etc.). Această clasă este o derivată din clasa CString din MFC (la care s-au adăugat unele funcționalități).

Punctele antropometrice radiologice ale teleradiografiei de profil au fost definite prin:

1. poziție (valorile X și Y) dată în pixeli (datele vor fi memorate în pixeli); programul va face automat translația la milimetri sau centimetri;
2. denumirea punctului antropometric radiologic (toată denumirea);
3. localizarea punctului antropometric radiologic (definiția poziției punctului – de exemplu: punctul cel mai inferior de pe marginea anterioară a găurii occipitale);
4. denumirea prescurtată a punctului antropometric radiologic (de exemplu “N” pentru Nasion, “Kdl” pentru Condilion, etc.); denumirea prescurtată nu va depăși 6 caractere și va fi aceeași indiferent de suportul lingual.

Pentru fiecare analiză teleradiografică, programul concepe rezultatele sub formă de tabel, în care sunt afișate variabilele alese, valorile măsurate, valorile normale calculate în funcție de vârstă, sex și rasă, diferența dintre valorile măsurate și cele calculate, diagnosticul local al analizei respective (de exemplu: pentru unghiul SNA, diagnosticul de prognatie/retrognatie) și tipul de rotație facială (care ține cont de diagnosticile locale specifice).

Programul nostru de diagnostic și analiză a teleradiografiei de profil computerizate, astfel conceput, oferă multiple avantaje:

- ♦ urmărește realizarea unor analize teleradiografice specifice ortodonției, într-un interval scurt de timp, facilitând astfel stabilirea ușoară a diagnosticului de anomalie dento-maxilară;
- ♦ poate fi folosit atât pentru studiu (în cadrul diverselor clinici universitare, el fiind capabil să urmărească evoluția în timp a pacienților), cât și în cadrul policlinicilor de specialitate sau a practicii private;
- ♦ urmărește realizarea atât a statisticii, cât și elaborarea unui diagnostic asupra cazului respectiv;
- ♦ este un instrument util de analiză paraclinică, datorită multitudinii metodelor pe care le poate efectua, cât și a ușurinței cu care aceste metode de analiză pot fi realizate de un utilizator mai puțin experimentat;

- ◆ este compatibil cu:
 - orice sistem Windows 9.x (95, 98, 2000, Xp, NT);
 - orice rezoluție grafică (recomandată 800x600 sau 1024x768);
 - orice număr de culori (pentru claritate, sunt recomandate un număr cât mai mare de culori);
 - orice imprimantă instalată pe sistem;
- ◆ imaginile sunt stocate ca fișiere în formatul “.bmp“ (Windows Bitmap);
- ◆ este posibil transferul datelor între doi sau mai mulți utilizatori, precum și urmărirea evoluției în timp a tratamentului (sub forma unui grafic care caracterizează diversele mărimi sau analize raportate la timp); poate prezenta toate analizele și rezultatele sub formă de tabel;
- ◆ analizele și imaginile pot fi salvate pe disc sub forma unui fișier doc/text sau pot fi imprimate;
- ◆ rezultatele sunt calculate la nivel de sutimi, ceea ce asigură un grad foarte ridicat de corectitudine (cu o marjă mică de eroare);
- ◆ ocupă un spațiu relativ mic (dimensiunea software-ului ridicându-se 3-4 MB, în funcție de versiune);
- ◆ baza de date poate ajunge la o dimensiune considerabilă, motiv pentru care s-a recurs la folosirea unei clase de comprimare (zip), pentru imaginile obținute.

În continuare, vom prezenta modul de funcționare a programului, printr-o exemplificare a metodei de analiză a teleradiografiei de profil, utilizată în Clinica de Ortodonție din Iași (fig. 2 și 3).

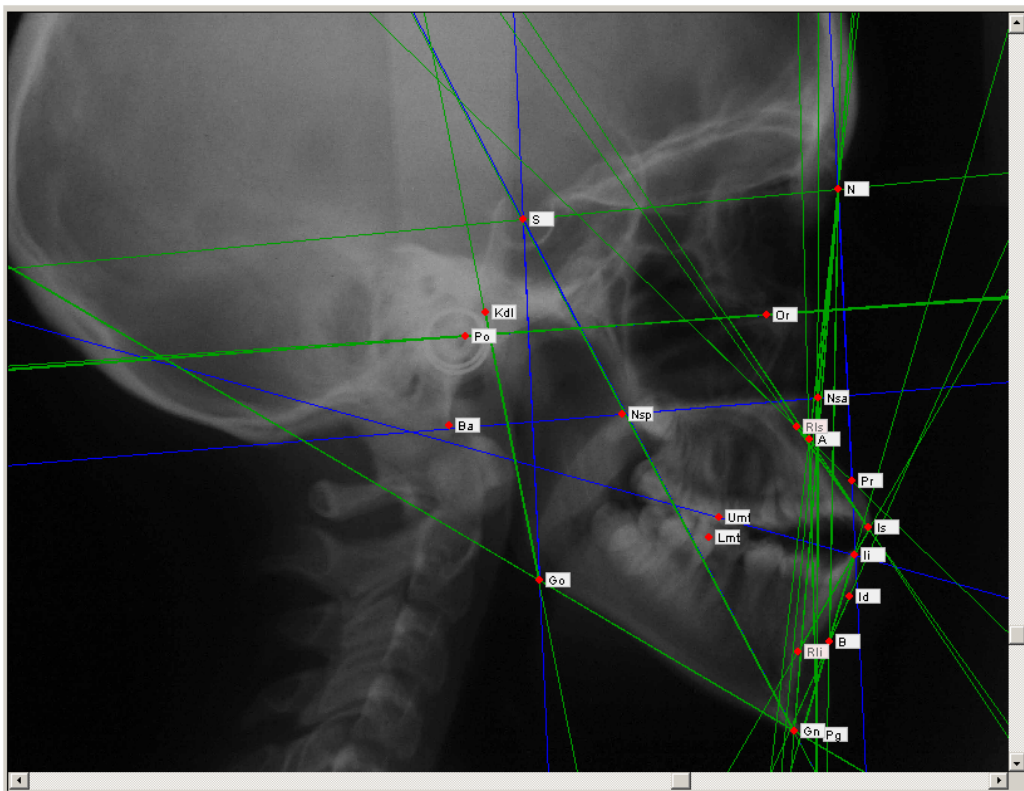


Fig. 2. Prelucrarea teleradiografiei de profil

<i>Variabile</i>	<i>Valori masurate</i>	<i>Valori standard</i>	<i>Diferente</i>	<i>Diagnostic</i>
<i>Relatii scheletale</i>				
NSBa	134.45	130-140	0	-
SNA	77.98	78-82	- 0.02	Retrognatism maxilar
SNB	83.47	76-80	+3.47	Prognatism mandibular
ANB	5.48	2-4	+1.48	Clasa a III-a scheletala
SNGn	79.94	57-67	+12.94	Prognatism mandibular
SNPg	184.23	160-180	+4.23	Prognatie mandibulara
NNsaPg	183.15	160-180	+3.15	Profil anterior concav
SGnF	65.83	60-70	0	-
Go	118.85	110-120	0	-
<i>Relatii alveolare</i>				
PrAF	131.73	105-115	+ 16.73	Proalveolie superioara
IdBM	83.62	75-85	0	
<i>Relatii dentare</i>				
IF	119.80	105-107	+ 12.80	Prodentie superioara
IM	75.93	85-95	- 9.07	Retrodentie inferioara
Ii	114.27	130-140	- 15.73	
<i>Triunghi Tweed</i>				
FMIA	69.45	65-71	0	-
FMA	34.62	16-35	0	-
IMPA	75.93	84-92	- 8.07	Retrodentie inferioara
Rotatie faciala				Normodivergent

Fig. 3. Analiza și diagnosticul teleradiografiei de profil

Discuții

Abordarea orientată a problemei diagnosticului a fost îndelung disputată în medicină, ca și în stomatologie, având ca subiect găsierea unei modalități de a depăși tendința de concentrare a datelor doar pe o anumită latură a afecțiunii pacientului. Cercetările lui Weed privind diagnosticul medical, au fost urmate de numeroase aplicații în medicină și stomatologie. Esența abordării orientate a problemei diagnosticului, constă în dezvoltarea unei baze atotcuprinzătoare de informații pertinente, astfel încât să nu existe probleme trecute cu vederea.

În domeniul ortodontic, stabilirea diagnosticului reprezintă un proces complex, vast și de durată, care necesită un examen clinic amănunțit, coroborat cu o serie de examinări complementare. Examinarea atentă și completă clinică și paraclinică a pacientului, constituie garanția unui diagnostic corect, fiind premisa unui tratament ortodontic eficient. Orice eroare de diagnostic, va atrage după sine aplicarea unui tratament greșit, care va duce în mod cert la o iatrogenie, care nu va mai putea fi controlată. Astfel, diagnosticul ortodontic trebuie să fie cuprinzător, să nu fie concentrat numai pe un aspect singular, ci să conțină informații complexe. Cele trei surse majore care oferă baza de date pentru formularea unui diagnostic ortodontic complet sunt: anamneza pacientului; examinarea clinică a pacientului; evaluarea paraclinică a

datelor obținute prin analiza modelele de studiu, radiografiilor (retrodentare, cu film mușcat, ortopantomografia și teleradiografia de profil) și a fotografiilor pacientului respectiv.

Introducerea teleradiografiei de către Hofrath în Germania în 1934 și de Broadbent în Statele Unite, a reprezentat o inovație în domeniu și totodată găsirea unei unelte paraclinice pentru studiul anomaliilor dento-maxilare și al disproporțiilor scheletice. Scopul inițial al teleradiografiei de profil, a fost de studiere a tiparelor de creștere a complexul cranio-facial. Apoi, teleradiografia de profil a devenit curând o modalitate indispensabilă de evaluare a proporțiilor dento-faciale și de elucidare a cauzei anatomice a anomaliilor dento-maxilare, făcând posibilă analiza rapoartelor existente între componentele masivului cranio-facial (baza craniului, maxilare, alveole, dinți, părți moi).

Necesitatea analizei teleradiografiei de profil în stabilirea diagnosticului ortodontic, derivă din faptul că orice anomalie dento-maxilară este rezultatul interacțiunii dintre pozițiile maxilarelor și pozițiile dinților erupti, care se reflectă în pozițiile de relație intermaxilară. Astfel, două malocluzii, aparent similare după analiza modelelor de studiu, pot fi diferite după efectuarea analizei teleradiografice, din cauza evidențierii disproporțiilor cranio-faciale.

O altă modalitate de utilizare a teleradiografiei este evaluarea schimbărilor relațiilor din structurile cranio-faciale, produse prin efectuarea tratamentului ortodontic. Astfel, teleradiografiile de profil seriate, făcute înaintea, în timpul și după tratamentul ortodontic, se suprapun, studiindu-se schimbările pozițiilor maxilarelor, alveolelor, ale dinților și ale părților moi.

O altă modalitate de utilizare a teleradiografiei este predicția schimbărilor relațiilor din structurile cranio-faciale, produse prin creștere. Astfel, teleradiografiile de profil seriate, făcute la anumite intervale de timp, realizează un plan arhitectural al tiparului de creștere facială. Acuratețea predicției, se bazează pe combinația dintre acuratețea predicției efectelor procedurilor de tratament, cât și a predicției viitoarei creșteri. Din păcate, predicția creșterii și a efectelor tratamentului asupra creșterii, rămân destul de vagi pentru un copil în creștere și este doar o estimare orientativă a status-ului actual. Realizarea computerizată a "obiectivelor de tratament vizualizate" (VTO), folosind teleradiografia de profil, poate fi de mare ajutor în planificarea tratamentului pacienților de orice vârstă, cu probleme complexe. De asemenea, metoda este mandatară în realizarea planului de tratament chirurgical-ortodontic, unde efectele creșterii nu constituie o problemă.

Evoluția tehnicii de calcul și a sistemelor informatice a dus la apariția unor software cu profil medical, care au automatizat cât mai multe probleme legate de pacient (înregistrare, diagnostic, tratament, etc.). Creșterea numărului de pacienți în cadrul unităților sanitare, a impus unele probleme de organizare/stocare facilă a acestora. De asemenea, aflul mare de pacienți, a dus la diminuarea timpului pe care un medic îl poate acorda formulării diagnosticului. Pentru toate aceste probleme, au apărut diverse software, capabile să rezolve în timp scurt atât problemele de diagnostic, cât și pe cele ale stocării datelor.

În ortodonție, multitudinea analizelor care se pot executa pentru o teleradiografie de profil, nu permite medicului să le efectueze manual. Software-le orientate pe acest profil, permit nu numai elaborarea instantanee a tuturor acestor analize, dar și compararea diferitelor diagnostice (ceea ce permite ortodontului să i-a decizia cea mai corectă în alegerea tratamentului).

Printre competențele programului creat de noi, pentru analiză și diagnostic a teleradiografiei de profil, enumerăm: stocarea facilă a pacienților; urmărirea pacienților în timp (evoluția tratamentului); stabilirea diagnosticului de anomalie dento-maxilară, raportat la vârstă, sex, rasa; help integrat (care facilitează înțelegerea noțiunilor simple de ortodonție, chiar și pentru cei neautorizați); suport multilingual; stocarea comprimată a imaginilor; realizarea a peste 50 analize și posibilitatea realizării diagnosticului pentru acestea; instrumente de zoom și corecție a imaginii scanate, ce permit înregistrarea cât mai fidelă a poziției punctului antropometric radiologic;

posibilități de imprimare a imaginii; posibilitatea adăugării unor noi analize individualizate tele-radiografice (în afara celor cu care vine software-ul), care pot fi folosite de mai mulți utilizatori (sau pot fi exportate/importate).

Concluzii

Acest program a fost conceput pentru a veni în ajutorul ortodontului și se dorește a fi un instrument de lucru util în policlinicile de specialitate, atât pentru stabilirea diagnosticului, baza de date, cât și pentru prelucrarea lor statistică.

Bibliografie selectivă:

1. Baskin HN., Cisneros GJ., *A comparison of two computer cephalometric programs*. J. Clin.Orthod., 1997.
2. Bates J., Tompkins T., *Utilizare Visual C++*, Ed. Teora , Bucuresti, 2001.
3. Broch J, Slagsvold O, Rosler M., *Error in landmark identification in lateral radiographic headplates*. Eur. J. Orthod., 1981.
4. Cooke MS, Wei SH., *Cephalometric errors: a comparison between repeat measurements and retaken radiographs*. Aust. Dent. J., 1991.
5. Eriksen E, Solow B., *Linearity of cephalometric digitizers*. Eur. J. Orthod., 1991.
6. Houston WJ., *A comparison of the reliability of measurement of cephalometric radiographs by tracings and direct digitization*. Swed Dent. J., 1982;15(Suppl).
7. Houston WJB., *The analysis of errors in orthodontic measurements*. Am. J. Orthod., 1983.
8. Jamsa K., *Totul despre C si C++*, Ed. Teora , Bucuresti, 1999.
9. Konchak PA, Koehler JA., *A Pascal computer program for digitizing lateral cephalometric radiographs*. Am. J. Orthod., 1985.
10. Lim KF, Foong KWC., *Computed cephalometry - how reliable is it?* J. Dent. Res., 1997.
11. Midtgard J, Björk G, Linder Aronson S., *Reproductibility of cephalometric landmarks and errors of measurements of cephalometric cranial distances*. Angle. Orthod., 1974.
12. Proffit W. R., Fields H. W. Jr., *Contemporary orthodontics*. Edit. Mosby Year Book Inc., St. Louis, 1993.
13. Rakosi T., Jonas I., Graber T., M. *Color atlas of dental medicine- Orthodontic diagnosis*. Edit. Georg Thieme Verlag, 1993.
14. Richardson A., *An investigation into the reproducibility of some points, planes and lines used in cephalometric analysis*. Am. J. Orthod.,1966.
15. Robinson L., *Programarea bazelor de date în Visual C++*, Ed. Teora, Bucuresti, 2001.