

# Analiza Cefalometrica

Cod Pim 10

1<sup>st</sup> Cojocaru Georgiana m1

1309A

2<sup>nd</sup> Lupu Andra m2

1309A

## I. DESCRIEREA TEMEI

Analiza cefalometrică este analiza relației dintre structurile dentare și cele scheletale, în cadrul craniului. Practic, reprezintă o analiză foarte precisă, mult mai precisă decât cea făcută de manual de medic, prin care se măsoară și se analizează prin comparație armoniile și dizarmoniile faciale, maxilare și dentare.

Initial analiza cefalometrică se facea cu hârtie de calc care se suprapunea peste radiografie și se trasează conturul. În timp, au apărut diferite software-uri care simplifică procedeul acesta și da rezultate mult mai precise. Un exemplu de acest tip de software este programul de cefalometrie Audax Ceph folosit de Universitatea de Medicina și Farmacie "Victor Babes" Timisoara.

Scopul proiectului nostru este realizarea unei aplicații cu ajutorul careia, în urma unor masuratori efectuate asupra diferențelor unghiuri și distante de interes de pe o teleradiografie de profil, să putem detecta eventualele anomalii maxilo-faciale. Aceste masuratori vor fi comparate cu anumite intervale standard, iar orice deviație de la acestea poate fi asociată cu o anomalie.

Câteva unghiuri ale analizei Steiner pe care ne propunem să le aflăm sunt relația mandibulei față de baza craniului: unghiul SNB, relația maxilarului și mandibulei față de baza craniului: unghiul ANB și unghiul SNA care evaluatează poziția în plan sagital a maxilarului față de baza craniului și valoarea sa normală este de  $82^\circ \pm 2^\circ$ .

Valori mai mari = prognatism maxilar

Valori mai mici = retrognatism maxilar

Noi ne propunem ca în final să obținem un software usor de folosit, destinat atât medicilor cât și studentilor ce doresc oprofundare a cunoștințelor. În ziua de astăzi, o astfel de aplicație este frecvent utilizată de stomatologi, ortodonti și chirurgi maxilo-faciali ca instrument de planificare a tratamentului.

## II. STUDIU DE PIATA

În anii '50 Dr. Steiner a facut populara printre medici analiza cefalometrică, explicând procesul într-un mod că mai simplu, punând accentul pe că de relevanță este și va fi în viitor aceasta procedură. Spre sfârșitul secolului al XX-lea, datorită evoluției în informatică, medicii au început să

folosească interpretarea teleradiografiilor asistată de calculator, obținând astfel avantaje semnificative în ceea ce privește reducerea erorilor și eficiența timpului.

De-a lungul anilor analiza Steiner a rămas cea mai folosită, deoarece furnizează un set de masuratori esențiale pentru diagnosticuri. Această tip de analiză folosește planul de referință Sella-Nasion, simplificând identificarea punctului Porion.

Nevoia de analize cefalometrică mai precise a dus la apariția mai multor aplicații facute special pentru acest tip de investigații medicale. Câteva exemple ar fi: Dolphin, Romexis Planmeca, AudaxCeph.

În anul 2012 a fost efectuat un studiu de caz asupra unui grup de 60 de persoane (cu varste cuprinse între 8 și 23 de ani), în care le-au fost analizate teleradiografiile atât cu ajutorul calculatorului cât și prin metoda clasică. La final studiile au arătat că rezultatele "moderne" sunt comparabile cu cele "clasice".

## III. STATE OF THE ART AND RELATED WORKS

### A. Computer assisted interpretation of the profile teleradiography steiner analysis

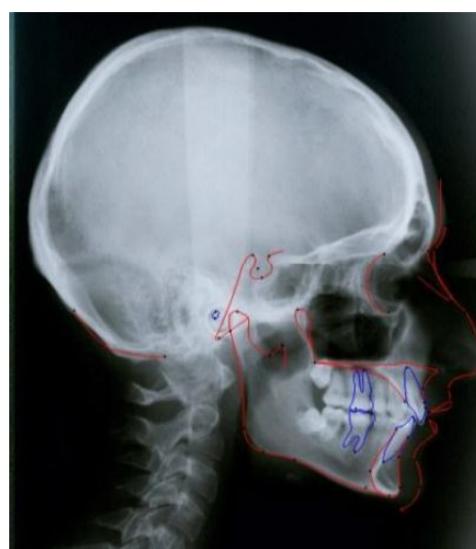


Fig. 1. Computer assisted cephalometric measurements(Orthalis)

In acest articol autorii fac o comparatie intre analiza clasica, care consta in hârtie de calc care se suprapunea peste radiografie si se trasa conturul, si analiza moderna, in care radiografia era introdusa intr-un software specializat. In final experimentul prezinta rezultate comparabile intre cele doua analize. Analiza care se bazeaza pe un software, pe langa faptul ca prezinta rezultate comparabile, este si mai usor de realizat si este gata intr-un timp mai scurt.

Tot in acest articol, este realizat un studiu asupra a 60 de oameni. Rezultatele arata ca 19 oameni prezinta malocluzie clasa I, 37 de oameni au malocluzie clasa II, iar restul malocluzie clasa III. Concluzia finala a acestui studiu arata ca cei mai multi oameni prezinta o malocluzie de clasa a II a, valoarea unghiului ANB fiind 5.46, din cauza subdezvoltarii mandibulei.

#### B. Cephalometric landmark detection by attentive feature pyramid fusion and regression-voting

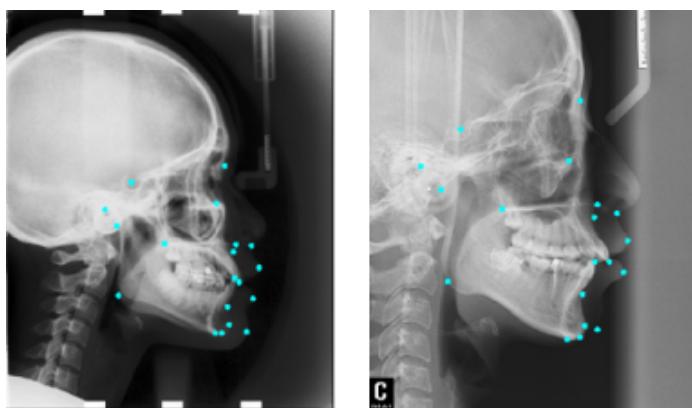


Fig. 2. Data samples of two datasets

In acest articol, autorii si-au propus sa gaseasca o metoda mai precisa si mai eficienta care sa gaseasca punctele de interes de pe o teleradiografie de profil, fara interventia medicilor. Solutiile actuale pot fi clasificate in 5 categorii : knowledge-based, pattern matching-based, statistical learning-based, hybrid-based and deep learning-based methods. Cea din urma, a adus rezultate foarte bune in multe domenii si este foarte folosita in analiza imaginilor medicale. Are potentialul de a depasi metodele anterioare, dar pana in prezent nu a reusit sa produca ceva concret pentru a imbunatatii vizibil metodele deja existente.

Autorii articoului, prin intermediul acestuia, evaluateaza performanta software-ului, comparand rezultatele furnizate de software cu setul de date public din ISBI Grand Challenges 2015. Detectia punctelor are o acuratete de 86.67%, care intra in marja de prezicie de 2.0mm cu o medie de eroare de 1.17mm.

Framework-ul propus de autori atinge performanta la nivelul state of the art pentru toate metricile de evaluare. Acesta este capabil sa primeasca "raw images" si sa identifice punctele in real time fara interventia oamenilor, fapt ce il face foarte util pentru o analiza complet digitala.

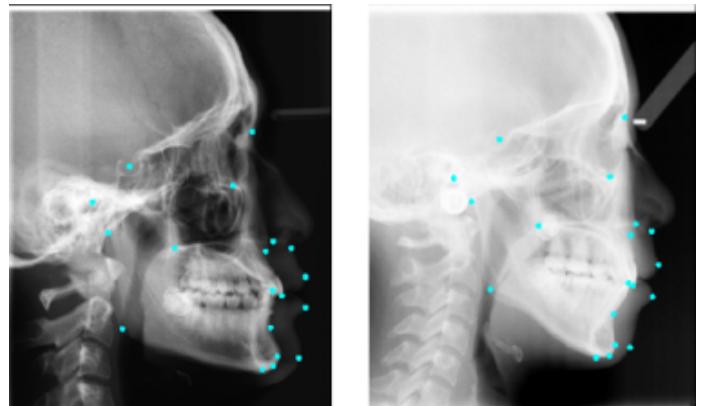


Fig. 3. Data samples of two datasets

#### C. One-Shot Medical Landmark Detection

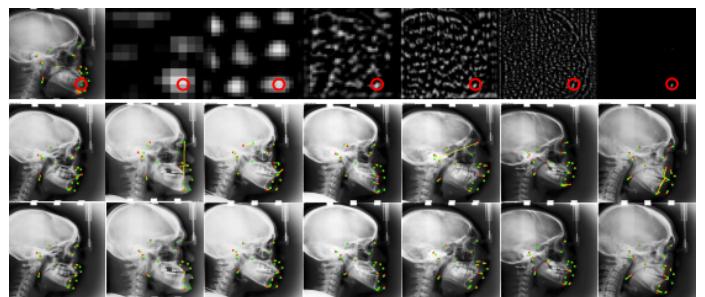


Fig. 4. One-Shot Medical Landmark Detection

In acest articol, autorii isi propun sa trateze cea mai grea situatie, cea in care avem la dispozitie doar o singura imagine medicala adnotata, care defineste numarul de puncte si locatiile acestora. In general se folosesc mai multe imagini medicale care sunt deja marcate de cel putin 2 doctori pentru a avea rezultate cat mai precise. Pentru a aborda aceasta provocare, scriitorii propun un framework numit "Cascade Comparing to Detect (CC2D)". Acest framework consta in 2 parti : Self-supervised learning (CC2D-SSL), Training with pseudo-labels (CC2D-TPL).

In acest studiu este evaluata performanta CC2D pe setul de date public pus la dispozitie de ISBI 2015 Grand-Challenge. CC2D atinge o acuratete de detectie foarte buna de 81.01%(4.0mm). Rezultatele acestea fiind comparabile cu metode state of the art care folosesc mult mai multe imagini.

#### D. An efficient deep learning based coarse-to-fine cephalometric landmark detection method

Cel mai important pas pentru o analiza cefalometrica este gasirea punctelor de interes de pe imagini medicale. In acest articol, autorii isi propun sa gaseasca o metoda eficienta "deep learning-based" pentru a gasi aceste repere anatomici. Metoda "deep learning-based" presupune o abordare "coarse-to-fine"(este o paradigma care asigura o deducere eficienta minimizand pierderea acuratetei).

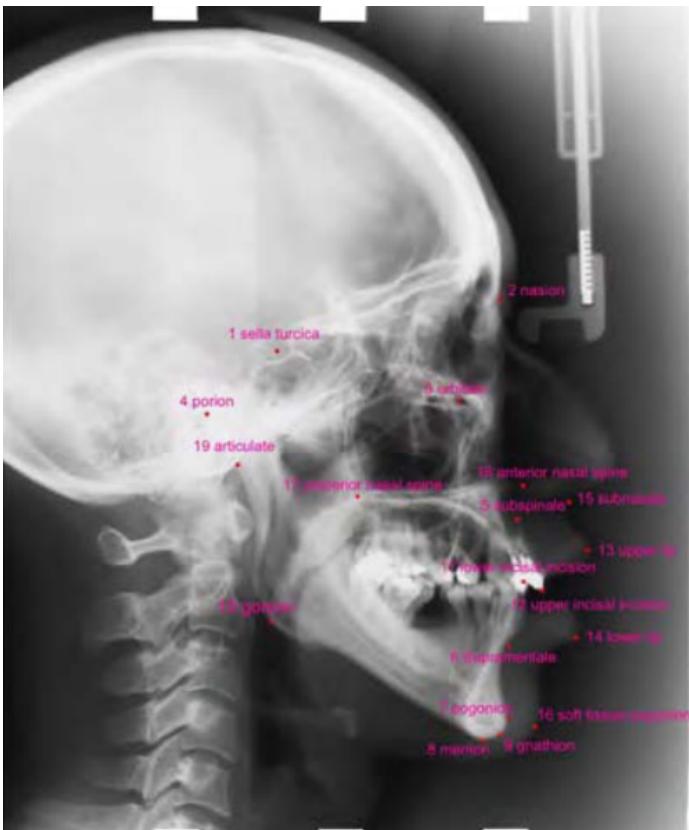


Fig. 5. Example of 19 cephalometric-interested landmarks

În pasul de detectare “coarse”, antrenăm un model de transformare “deep learning-based”, folosind mostre de antrenament. Înregistram imagini de testare folosind modelul antrenat pentru a prezice locațiile reperelor pe imaginile de testare. Astfel, pot fi localizate regiuni de interes care includ repere. În pasul de detectare “fine”, utilizăm rețele neuronale convolutionale(CNN-uri), pentru a detecta repere în regiunile de interes. Pasul “fine” poate fi considerat ca un pas de rafinare sau de reglare fină bazat pe pasul de detectare “coarse”. Am validat metoda propusă pe setul de date publice pus la dispozitie de ISBI Grand Challenges 2015. În comparație cu metoda de ultimă generație, nu numai că a fost obținuta o precizie comparabilă de detecție (MRE este de aproximativ 1,0–1,6 mm), dar a fost scurtat în mare măsură timpul de calcul (4 secunde per imagine).

#### E. Reliability of four different computerized cephalometric analysis programs

Scopul investigației este de a compara metoda de analiza cefalometrică tradițională cu 4 metode digitale diferite. Într-o analiză cefalometrică digitală, unghurile și distanțele sunt calculate automat, fapt ce poate elimina erori ce provin din trasarea liniilor între repere.

Au fost selectate aleator 30 de radiografii cefalometricice pentru a fi folosite în acest studiu. Patru aplicații au fost evaluate : Dolphin Imaging, Vistadent, Nemoceph, Quick Ceph.

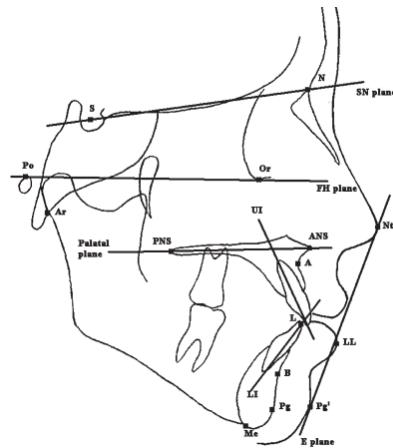


Fig. 6. Cephalometric landmarks and measurements used in the study

Au fost selectați 15 parametri, din care au măsurat 5 distante și 10 unghuri.

Nu s-au regasit diferențe semnificative între aceste metode, însă cand facem comparația cu metoda tradițională cea mai mare diferență a fost gasită la Vistadent, iar cea mai mică la Dolphin.

#### F. AudaxCeph

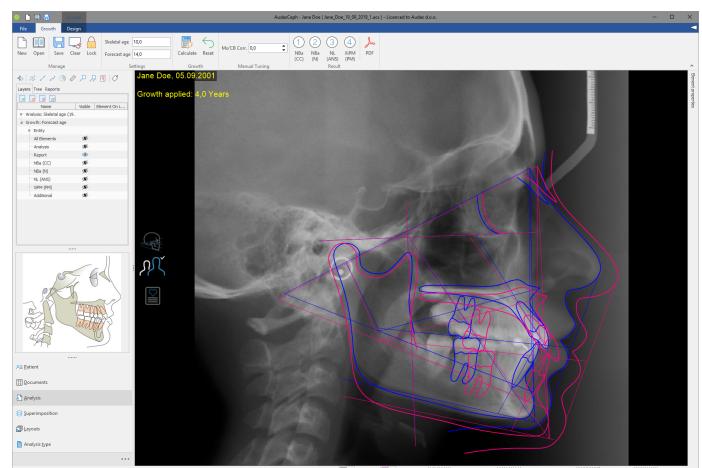


Fig. 7. Analiza folosind AudaxCeph

AudaxCeph este un software ortodontic complet, în care un ortodont găsește instrumentele necesare pentru a gestiona eficient datele ortodontice ale pacienților, precum și posibilitatea trăsării analizelor cefalometrică într-un mod foarte simplu și rapid. Aceasta este un instrument potrivit pentru utilizarea zilnică, dar, de asemenea, și pentru studiul și planificarea tratamentului în cazuri mai dificile. De asemenea, este posibil să particularizați orice tip de analiză cefalometrică.

#### G. Dolphin Ceph Tracing

Acest software permite analiza cefalometrică asupra tele-radiografiei de profil. Utilizat de mii de cabinete private

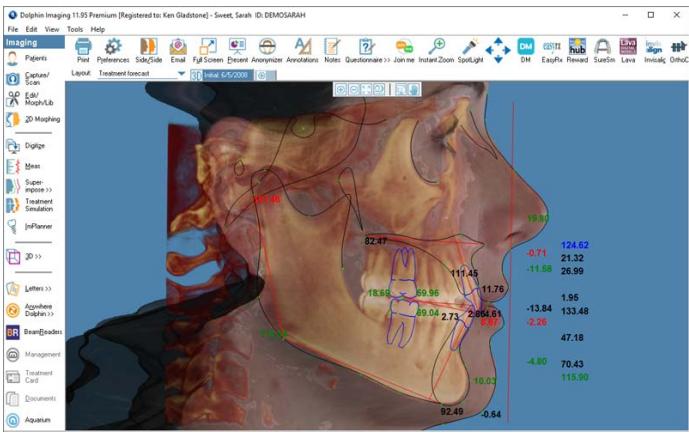


Fig. 8. Analiza folosind Dolphin Ceph

din întreaga lume și de majoritatea programelor de formare în chirurgia ortodontică și orală din America de Nord, software-ul Dolphin Ceph Tracing reduce drastic sarcina obosită și consumatoare de timp a analizei cefalometrice.

#### IV. EXEMPLU ANALIZA STEINER

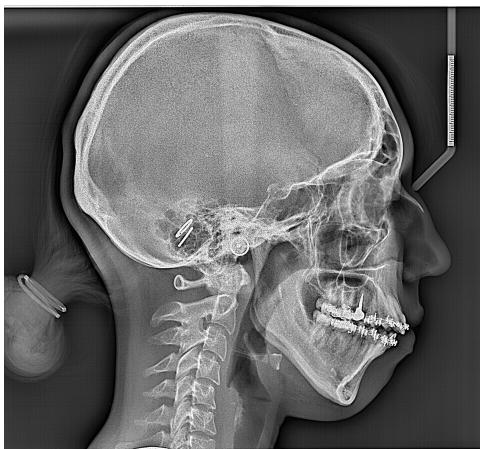


Fig. 9. Teleradiografie

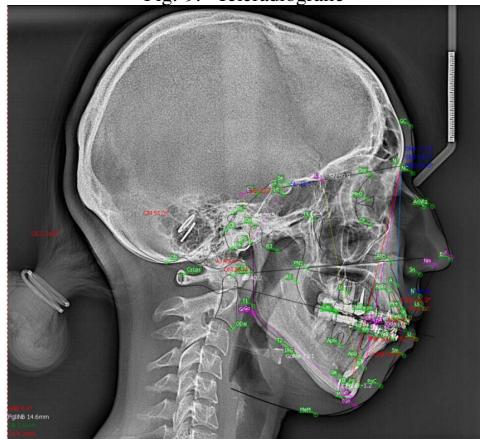


Fig. 10. Teleradiografie analizata Steiner

#### V. REZULTATE PRELIMINARE

Prin intermediul unei interfețe grafice, avem opțiunea de a stoca teleradiografia și informațiile unui pacient într-o bază de date. Totodata, avem și opțiunea de a selecta pacientii introdusi și de a începe prima etapă care constă în selectarea punctelor și afisarea coordonatelor acestora.

Introducerea unui nou pacient în baza de date este realizată prin butonul New Patient, care deschide o nouă fereastră în care introducem datele acestuia și teleradiografia de profil.

Selectarea unui pacient este realizată prin butonul Select Patient care deschide o fereastră nouă. Pe aceasta fereastră putem alege unul dintre pacientii deja introdusi și putem începe analiza printr-un buton denumit Analyze.

Întoarcerea la meniul principal este realizată printr-un buton de Home regasit pe toate ferestrele menționate anterior.

Rezultatele vor fi afisate în 2 tabele, Angles și Distances, în care vom regăsi masuratorile, discrepanțele și intervalul de toleranță.

#### VI. CONCLUZII PRELIMINARE

Aplicația a ajuns într-un stadiu al dezvoltării în care avem implementată o interfață grafică și putem selecta punctele de pe teleradiografie.

Pentru testarea realizabilității software-ului am calculat distanța dintre punctele S, centrul geometric al conturului șei turcești (sella turcica) și N, punctul cel mai anterior pe sutura fronto-nazală în plan medio-sagital. Rezultatul este unul favorabil, fiind comparabil cu cel de pe o analiză deja efectuată.

#### VII. REZULTATE FINALE

Am introdus opțiunea de HELP în care am prezentat punctele și planurile folosite într-o analiză cefalometrică.

Am adăugat un HELPER pentru a impune ordinea în care vor fi selectate punctele.

Am modificat, fata de rezultatele intermediare, ca atunci când selectezi un punct, să ii punem prescurtarea numelui punctului pe teleradiografie în loc de coordonate.

Angles			
Measurements	Discrepancy	Tolerance	
SNA	79.143	2.86	[80.00,84.00]
SNB	71.228	8.77	[78.00,82.00]
ANB	7.915	3.92	4
Distances			
Measurements	Discrepancy	Tolerance	
isNA	6.8	2.8	4
PLS	4.857	9.86	[2.00,6.00]
PLI	8.047	5.05	[1.00,5.00]

Fig. 11. Rezultate

Symbol	Description	Measure U.M.
<b>ANGLES</b>		
SNA	SNA	77.61 °
SNB	SNB	69.49 °
ANB	ANB	8.13 °

Fig. 12. Analiza efectuata de un medic - unghiuri

<b>DISTANCES</b>		
IsNA	Segment 1 - NA	6.37 mm
PLS	Protrusion of sup. labial	4.26 mm
PLI	Protrusion of inf. labial	6.95 mm

Fig. 13. Analiza efectuata de un medic - distante

### VIII. CONCLUZII FINALE

Am calculat 3 distante, IsNA, PLS, PLI, și 3 unghiuri, SNA, SNB, ANB. Rezultatele masurătorilor sunt comparabile cu o analiză efectuată de un specialist folosind softwar-ul OrisCeph.

### IX. MODALITATEA DE LUCRU PROPUȘĂ

**Git repository:** [https://github.com/VedereArtificiala/prelucrarea\\_imaginiilor-proiect-wolfcoat.git](https://github.com/VedereArtificiala/prelucrarea_imaginiilor-proiect-wolfcoat.git)

1-Documentare: studierea cazurilor existente, identificarea metricilor, stabilirea punctelor de interes : m1, m2.

- 2 - Implementarea interfeței grafice : m1, m2.
- 3 - Identificarea punctelor de interes : m2.
- 4 - Calcularea distanțelor : m1.
- 5 - Calcularea unghiurilor : m2.
- 6 - Testare: Verificarea metricilor : m1.
- 7 - Raportare: Calcularea discrepanțelor : m2.
- 8 - Creare documentație : m1, m2.

### REFERINȚE

- [1] <https://www.dentalview.ro/articole/analiza-cefalometrica/ceste-analiza-cefalometrica>
- [2] <https://www.dentalview.ro/articole/teleradiografi-dentare/ceste-o-teleradiografie>
- [3] [https://wikicro.icu/wiki/Cephalometric\\_analysis](https://wikicro.icu/wiki/Cephalometric_analysis)
- [4] [https://www.umft.ro/wp-content/uploads/2021/04/ghid\\_20de\\_20ortodontie\\_20szuhanek.pdf](https://www.umft.ro/wp-content/uploads/2021/04/ghid_20de_20ortodontie_20szuhanek.pdf)
- [5] <https://www.rjor.ro/wp-content/uploads/2012-numarul-2-2012/Computer-Assisted-Interpretation.pdf>
- [6] <https://arxiv.org/pdf/1908.08841v1.pdf>
- [7] [https://www.jstage.jst.go.jp/article/transinf/E104.D/8/E104.D\\_2021EDP7001/\\_pdf/-char/ja](https://www.jstage.jst.go.jp/article/transinf/E104.D/8/E104.D_2021EDP7001/_pdf/-char/ja)
- [8] <https://github.com/runnanchen/Anatomic-Landmark-Detection>
- [9] [https://github.com/MIRACLE-Center/Oneshot\\_landmark\\_detection](https://github.com/MIRACLE-Center/Oneshot_landmark_detection)
- [10] [https://www.dolphinimaging.com/product/ImagingSubcategory\\_OS\\_Safe\\_Name=Ceph\\_Tracing](https://www.dolphinimaging.com/product/ImagingSubcategory_OS_Safe_Name=Ceph_Tracing)
- [11] <https://cbct.ro/audaxceph/>
- [12] <https://arxiv.org/pdf/2103.04527v1.pdf>
- [13] <https://academic.oup.com/ejo/article/34/3/318/425059>