



Artificial Intelligence in Dentistry

From Biomarkers to Clinical
Decision Support

دکتر حسین ربانی

مرکز تحقیقات پردازش تصویر و سیگنال پزشکی

(MISP)

دانشگاه علوم پزشکی اصفهان

The Origin of AI: 80 Years of Evolution



1943 مدل عصبی (McCulloch & Pitts)

1950 آلن تورینگ و طرح پرسش بنیادین هوشمندی ماشین

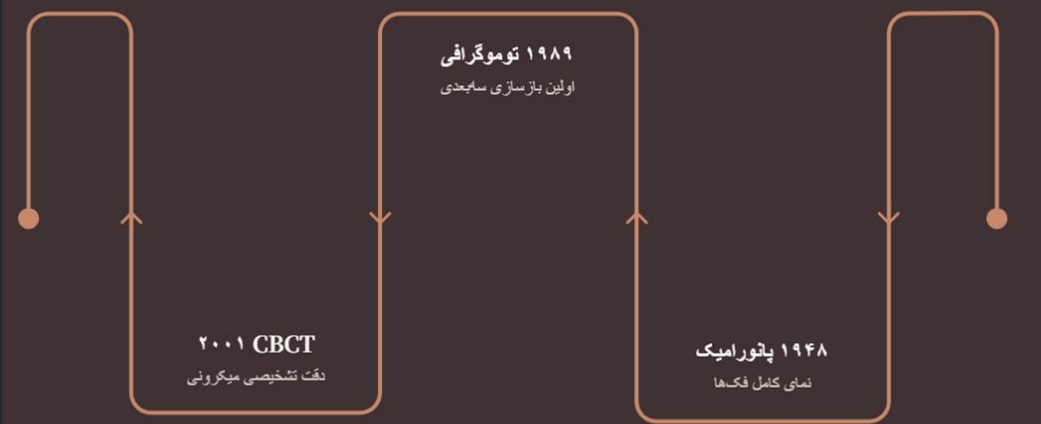
1956 جان مک‌کارتی و تولد رسمی واژه هوش مصنوعی (دارتموث)

1980s سیستم‌های خبره بالینی مبتنی بر منطق و قوانین ثابت

2000s انفجار کلان داده‌ها (Big Data) و آغاز ذخیره‌سازی دیجیتال سلامت

2012 انقلاب یادگیری عمیق (Deep Learning) با AlexNet

2020s مدل‌های پایه (Foundation Models) و هوش مصنوعی مولد



از پانورامیک ساده تا CBCT با دقت میکرونی — هر نسل از فناوری، لایه‌ای جدید از اطلاعات تشخیصی را در اختیار دندانپزشکان قرار داد و دقت درمان را به سطحی بی‌سابقه رساند.



1943

First Computational Artificial Neuron Model



1956

Dartmouth Conference: "AI" Coined



1986

Backpropagation Neural Net Renaissance



2012

AlexNet & Deep Learning Revolution



2022

Generative AI & LLM Era Beginnings

چرا به هوش مصنوعی نیاز داریم؟ محدودیت‌های ذهن انسان

تصور کنید در یک کیس بالینی دندانپزشکی پیچیده، با پارامترهای زیر روبه‌رو هستید:

فشار خون بالینی

سابقه مصرف سیگار

جنسیت و ژنتیک

سن بیمار

هزاران ویژگی تصویری

+۱۰۰ پارامتر آزمایشگاهی

چگالی استخوان فک

کنترل دیابت

یک سؤال حیاتی:

آیا مغز انسان بالینگر (حتی باهوش‌ترین افراد) توانایی آنالیز همزمان، دقیق و بدون خستگی این حجم عظیم از متغیرها را برای یک **Decision Making** بهینه دارد؟

انفجار اطلاعات : Biomarkers Everywhere



امروزه تمامی مدالیت‌های تشخیصی به عنوان کارخانه‌های تولید
بایومارکر عمل می‌کنند:

سیگنال‌های حیاتی الکتروفیزیولوژیک مانند ECG و EEG ✓

مدالیت‌های تصویربرداری پزشکی عمومی MRI و CT ✓

تصویربرداری‌های تخصصی دندانپزشکی CBCT و گرافی‌های ✓

پریکال و پانورامیک.

داده‌های نوین امیکس Genomics و Proteomics ✓

سوابق الکترونیک سلامت (Clinical Records) ✓

The Feature Explosion Problem

مغز انسان در حالت ایده آل فراتر از ** ۷ تا ۸ بایومارکر ** را نمی‌تواند همزمان پایش کند، در حالی که نوع، تعداد و ساختار فیچرها به شدت توسعه یافته است:

دهه ۱۹۹۰: صدها ویژگی آماری ساده

دهه ۲۰۰۰: هزاران ویژگی با ابزارهای پردازش سیگنال سنتی

دهه ۲۰۲۰: میلیون‌ها Feature و بایومارکر عمیق

اینجاست که ماشین نه به عنوان جایگزین انسان، بلکه به عنوان هماهنگ‌کننده میلیون‌ها فیچر به کمک دندانپزشک می‌آید.



چرا هوش مصنوعی دهه‌ها متوقف بود؟ گلوگاه پردازشی

✓ داده‌ها وجود داشتند: تصاویر رادیوگرافی و اطلاعات بالینی سال‌ها ثبت می‌شدند.

✓ الگوریتم‌ها طراحی شده بودند: پایه‌های ریاضی پرسپترون چندلایه و شبکه‌های عصبی از قدیم موجود بود.

⚠️ (CPU) ناتوانی پردازنده‌های مرسوم: چالش اصلی

معماری CPUها توانایی پردازش همزمان، ماتریسی و موازی میلیون‌ها پارامتر و تصویر با ابعاد بالا را نداشت؛ در نتیجه آموزش مدل‌ها سال‌ها به طول می‌انجامید.

شروع عصر نوین: The GPU Revolution

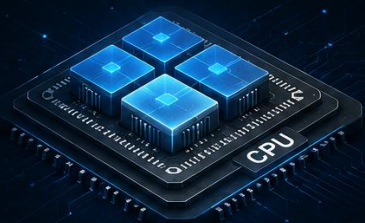
مقایسه معماری سخت‌افزاری

پردازش زنجیره‌ای قدرتمند در مقابل پردازش موازی گسترده

CPU

Central Processing Unit

چند هسته قدرتمند برای پردازش‌های پیچیده و زنجیره‌ای



نحوه پردازش (زنجیره‌ای)



GPU

Graphics Processing Unit

هزاران هسته کوچک برای پردازش‌های موازی و گسترده



نحوه پردازش (موازی)



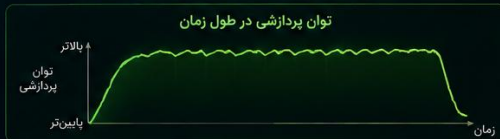
VS

- تعداد هسته‌ها: 4 تا 16 هسته (قدرتمند)
- نوع پردازش: زنجیره‌ای (سریالی)
- عملکرد: بهینه برای کارهای تک‌رشته‌ای پیچیده
- حافظه کش: بزرگ و پیچیده (سطوح چندگانه)
- مصرف انرژی: بالاتر در هر عملیات

- تعداد هسته‌ها: هزاران هسته (کوچک و سبک)
- نوع پردازش: موازی (همزمان)
- عملکرد: بسیار بالا در کارهای چندرشته‌ای ساده
- حافظه کش: کوچک و ساده (سطوح کمتر)
- مصرف انرژی: پایین‌تر در هر عملیات



توان پردازشی در طول زمان



توان پردازشی در طول زمان

- موارد استفاده مناسب
- برنامه‌های سریالی و تک‌رشته‌ای
 - منطق پیچیده و تصمیم‌گیری
 - پایگاه داده و مدیریت داده
 - کاربردهای عمومی و نرم‌افزارهای متنوع

- موارد استفاده مناسب
- یادگیری ماشین و هوش مصنوعی
 - پردازش تصویر و رندرینگ
 - محاسبات علمی و شبیه‌سازی
 - پردازش داده‌های بزرگ و موازی

قدرتمند در انجام یک کار پیچیده در هر لحظه: CPU

قلدرتمند در انجام هزاران کار ساده به صورت همزمان: GPU

ظهور شتاب‌دهنده‌های گرافیکی معماری پردازش را دگرگون کرد:

✓ **Parallel Computing**: پردازش همزمان میلیون‌ها پیکسل

به جای پردازش خطی.

✓ **توسعه معماری CUDA**: برقراری اتصال مستقیم فریم‌ورک‌های

یادگیری عمیق به سخت‌افزار.

✓ **آموزش شبکه‌های گول‌آسا**: کاهش زمان آموزش مدل‌های

۳بعدی مانند CBCT از چند ماه به چند ساعت.

پیام کلیدی: GPU دقیقاً همان قطعه پازلی بود که یادگیری عمیق

برای انفجار در تصویربرداری پزشکی منتظرش بود.

کیفیت تفکر مدل: AI فقط به اندازه داده‌هایش خوب است

**"Bad Data + Good AI
= Bad Decisions"**

High algorithm accuracy is useless without rigid data standardization, robust validation, and ethical acquisition processes.

پیش از توسعه الگوریتم، چرخه حیات داده‌های پزشکی (Medical Data Lifecycle) نیازمند مدیریت و توجه ویژه است:



Clinical Deployment



Processing & AI



Sharing



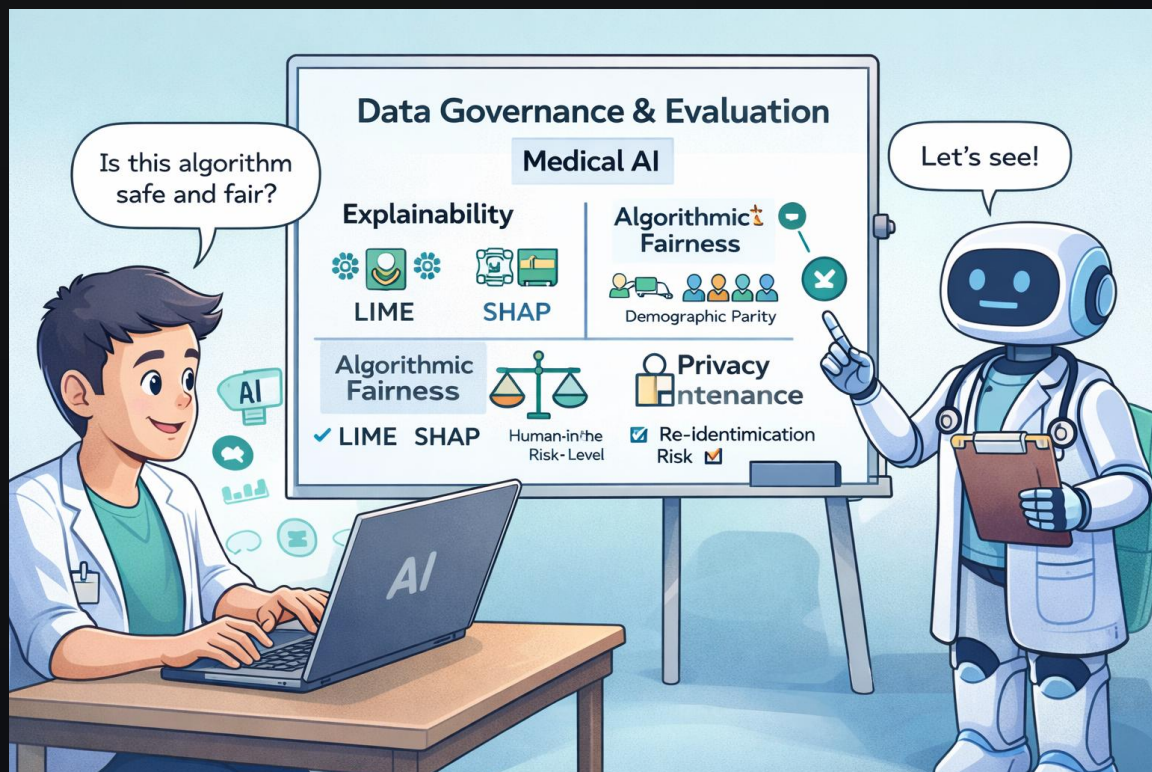
Storage



Acquisition

هرگونه نقص، نویز بالینی یا عدم استانداردسازی در هر یک از این مراحل، مستقیماً منجر به سوگیری و خطاهای فاحش بالینی هوش مصنوعی خواهد شد.

حاکمیت داده (Data Governance) و ارزیابی محصولات AI پزشکی



بر اساس آخرین الزامات آیین‌نامه‌ای طرح‌های پژوهشی هوش مصنوعی در حوزه سلامت، رعایت شاخص‌های ذیل الزامی است:

- ✓ تعیین سطح ریسک سامانه: دسته‌بندی مدل‌ها به سه سطح ریسک پایین، بالا (High-Risk) و غیرقابل قبول (Unacceptable)
- ✓ سازوکار Human-in-the-Loop: تضمین نظارت و بازبینی نهایی بالینگر پزشک بر خروجی‌های خودکار سیستم.
- ✓ توضیح‌پذیری (Explainability): اعمال روش‌های تفسیری مانند SHAP و LIME در فرآیندهای موثر بر تصمیم بالینی.

- ✓ عدالت الگوریتمی و سنجش سوگیری: پایش پیوسته Demographic Parity جهت جلوگیری از سوگیری‌های نژادی، جنسیتی و دستگاهی.

کلیدواژه‌های تضمین داده:

Data Quality | Privacy | Interoperability | Auditability |
Reproducibility | Secure Role-based Access

- ✓ حفظ حریم خصوصی: انجام آزمون ریسک بازشناسایی (Re-identification Risk)

استانداردهای بین‌المللی داده‌های پزشکی

بدون یک زبان مشترک، انتقال داده و بکارگیری مدل در مراکز درمانی مختلف غیرممکن است. ارکان این یکپارچگی عبارتند از:

DICOM



استاندارد جهانی ذخیره و انتقال تصاویر رادیوگرافی، پزشکی و دندانپزشکی، حامل تمام متادیتاهای تصویربرداری.

HL7 & FHIR



استاندارد تبادل اطلاعات متنی بالینی، سوابق الکترونیک و ساختارهای کلینیکال بیمار به صورت امن.

اصول داده‌ای FAIR



ضرورت قابلیت بازیابی (Findable)، دسترسی (Accessible)، هم‌افزایی (Interoperable) و بازاستفاده (Reusable) داده‌ها.

ISO/IEC 42001 & 23894



استانداردهای بین‌المللی سیستم مدیریت هوش مصنوعی و فرآیند مدیریت ریسک در سیستم‌های الگوریتمی.

چرا تصویربرداری فرمانروای هوش مصنوعی پزشکی است؟

اگر به گستره کاربردهای بالینی نگاه کنیم، پردازش تصویر بالاترین

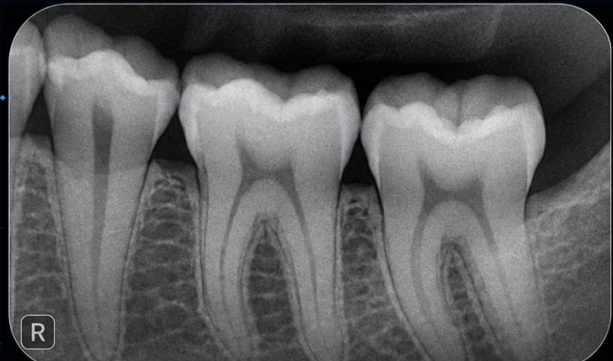
نرخ موفقیت را دارد. دلایل اصلی عبارتند از:

- ✓ بلوغ استاندارد DICOM: داده‌های تصویری سال‌ها پیش از داده‌های متنی ساختار استاندارد بین‌المللی و یکپارچه یافتند.
- ✓ سهولت نسبی در ناشناس‌سازی: حذف پیکسل‌های مربوط به اطلاعات هویتی (De-identification) چالش کمتری نسبت به متون آزاد بالینی دارد.
- ✓ توسعه سریع شبکه‌های CNN: انطباق ساختاری عالی لایه‌های کانولوشنال سخت‌افزاری با آرایه‌های پیکسلی دو و سه‌بعدی گرافی‌ها.

یکپارچگی ساختار تصویر و فراداده‌های استاندارد

DICOM File Structure

Patient ID: 12345678 Study Date: 2025-05-20 Institution Name: Dental Clinic
 Patient Name: رضا احمدی Study Time: 10:30:45 Referring Physician: Dr. Karimi
 Patient Birth Date: 1985-06-15 Accession Number: ACC:20250520-0001 Study Description: Periapical X-Ray
 Patient Sex: M Modality: DX Series Description: Periapical #30



KVP: 70 Image Type: ORIGINAL PRIMARY AXIAL Rows: 1500
 mA: 7 View Position: Periapical Columns: 2000
 Exposure Time: 0.20 s Image Laterality: R Pixel Spacing: 0.08 mm
 Exposure: 1.40 mAs Sensitivity: 200 Bits Allocated: 16

SOP Class UID: 1.2.840.10008.5.1.4.1.1.7 SOP Instance UID: 1.2.840.113619.2.55.3.604688888.20250520103045.1 Transfer Syntax UID: 1.2.840.10008.1.2.1

نمونه‌ای از فراداده‌های DICOM

Tag (Hex)	نام عنصر	مقدار نمونه
(0010,0010)	Patient Name	رضا احمدی
(0010,0020)	Patient ID	12345678
(0010,0030)	Patient Birth Date	19850615
(0010,0040)	Patient Sex	M
(0008,0020)	Study Date	20250520
(0008,0030)	Study Time	103045
(0008,0060)	Modality	DX
(0008,1030)	Study Description	Periapical X-Ray
(0008,103E)	Series Description	Periapical #30
(0020,0060)	Laterality	R
(0028,0010)	Rows	1500
(0028,0011)	Columns	2000
(0028,0030)	Pixel Spacing	0.08\0.08
(0028,0100)	Bits Allocated	16
(0018,0060)	KVP	70
(0018,1151)	Exposure Time	0.20
(0018,1152)	X-Ray Tube Current	7
(0008,0016)	SOP Class UID	1.2.840...1.1.7
(0008,0018)	SOP Instance UID	1.2.840...1045.1

هدر فایل (Metadata)
اطلاعات شناسایی بیمار، مطالعه، دستگاه و تصویر

منطقه تصویر
داده‌های پیکسلی رادیوگرافی (Pixel Data)

اطلاعات نمایش
پارامترهای نمایش، اندازه تصویر و کالیبراسیون

اطلاعات فنی
تنظیمات اکسپوز، نوع حسگر و پارامترهای تصویربرداری

اطلاعات مدیریتی
شناسه‌ها، ارجاعات، و اطلاعات مدیریت داده

استاندارد و یکپارچه

DICOM تضمین‌کننده تبادل امن و یکپارچه تصاویر بین سیستم‌های مختلف

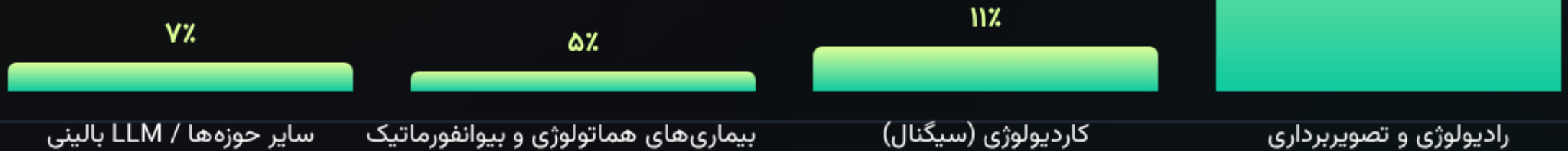
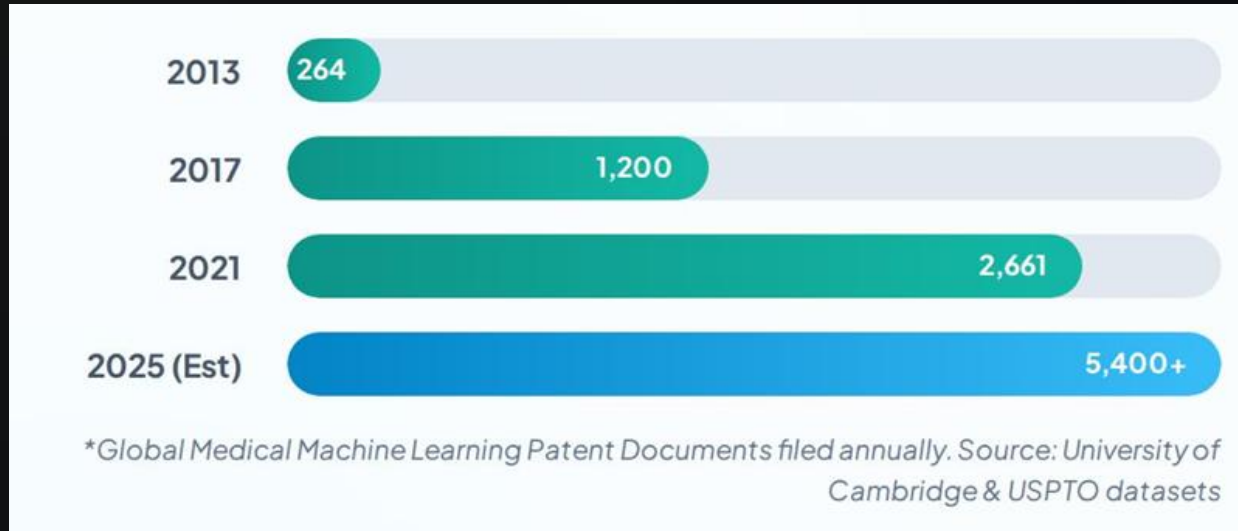
قابل اعتماد و پایدار

شامل تمام اطلاعات ضروری برای تفسیر، مدیریت و آرشیو بلندمدت

قابل جستجو و تحلیل پذیر

فراداده‌های ساخت‌یافته امکان جستجو، هوش مصنوعی و تحلیل‌های پیشرفته را فراهم می‌کند

سهم حوزه‌های مختلف در پتنت های هوش مصنوعی (آمار FDA)



منبع: گزارش رسمی پایگاه داده تجهیزات پزشکی هوش مصنوعی و یادگیری ماشین سازمان غذا و داروی آمریکا (FDA AI/ML-Enabled Medical Devices Summary)
سهم غالب پردازش تصویر ناشی از استانداردهای سازی زود هنگام مدالیت‌هاست.

پردازش و تحلیل اتوماتیک تصاویر دندانپزشکی



فرآیند اصلی هوشمندسازی و آنالیز خودکار تصاویر رادیوگرافی دندانپزشکی شامل ۴ مرحله بنیادین زنجیره‌ای است:



۱. پیش‌پردازش (Preprocessing) تصاویر دندانپزشکی



هدف: ارتقای کیفیت تصویر، حذف نویزها، اصلاح کنتراست موضعی و تصحیح اعوجاج‌های هندسی رادیوگرافی قبل از ورود به مدل اصلی هوش مصنوعی.

✓ بهبود لبه‌های دندانی با فیلترهای بازتابی پیشرفته.

✓ نرمال‌سازی شدت روشنایی در تصاویر پانورامیک و بایت‌وینگ.

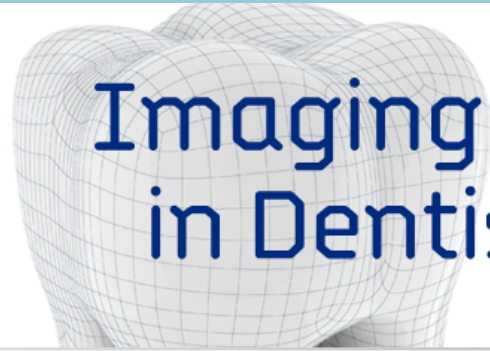
نمونه کار و مشارکت پژوهشی مرکز MISIP

تصحیح و حذف اعوجاج‌های تصاویر رادیوگرافی پری‌اپیکال دیجیتال دندان با استفاده از مارک‌های تعبیه‌شده در فریم‌های خارجی بدست آمده از سیستم‌های بومی.

"Removing distortion of periapical radiographs in dental digital radiography using embedded markers in an external frame."

Kafieh R., Rabbani H., et al. Journal of Medical Signals and Sensors (JMSS), 2012.

Kafieh, Rahele, et al. "Removing distortion of periapical radiographs in dental digital radiography using embedded markers in an external frame." *Journal of medical signals and sensors* 2.4 (2012): 219.



Imaging Science in Dentistry

Home > Archive > v.55(3); Sep 2025 > 10.5624/isd.20250023

Imaging Sci Dent. 2025 Sep;55(3):271-279. English.





Published online Jul 01, 2025.





<https://doi.org/10.5624/isd.20250023>


Copyright © 2025 by Korean Academy of Oral and Maxillofacial Radiology

Original Article

Deep learning for dentomaxillofacial cone-beam computed tomography image quality enhancement: A pilot study

[Ali Nazari](#) ^{1,2,†} [Seyed Mohammad Yousef Najafi](#) ^{1,2,†} [Reza Abbasi](#) ¹ [Hossein Mohammad-Rahimi](#) ^{3,4}

[Parisa Motie](#) ⁵ [Mina Iranparvar Alamdari](#) ^{2,6} [Mehdi Hosseinzadeh](#) ⁶ [Ruben Pauwels](#) ³ and [Falk](#)

[Schwendicke](#) ⁴

A fast and accurate dental micro-CT image denoising based on total variation modeling

Publisher: IEEE

[Cite This](#)


 PDF

[Mojtaba Lashgari](#) ; [Hossein Rabbani](#) ; [Mahdi Shahmorad](#) ; [Michael Swain](#) All Authors

ORIGINAL ARTICLE

Circular Symmetric Laplacian Mixture Model in Wavelet Diffusion for Dental Image Denoising

Kafieh, Raheleh; Rabbani, Hossein; Foroohandeh, Mehrdad¹

[Author Information](#) 

Journal of Medical Signals & Sensors 2(2):p 103-111, Apr-Jun 2012.

JOURNAL ARTICLE


A comparative study of new and current methods for dental micro-CT image denoising

[Get access >](#)

[Mahdi Shahmoradi](#), [Mojtaba Lashgari](#), [Hossein Rabbani](#), [Jie Qin](#), [Michael Swain](#)

Dentomaxillofacial Radiology, Volume 45, Issue 3, 1 March 2016, 20150302,

<https://doi.org/10.1259/dmfr.20150302>

Published: 01 March 2016 [Article history](#) 

Publication Types

Original Article


۲. بخش بندی (Segmentation) ساختارهای دندانی

هدف: جداسازی پیکسل به پیکسل و تعیین مرزهای دقیق آناتومیک دندانها، ریشهها، مرز کانال عصبی مندیبل و تمایز بافت‌های سالم از ضایعات منسجم بالینی.

استفاده از معماری‌های پیشرفته نظیر Mask R- و U-Net CNN. ✓

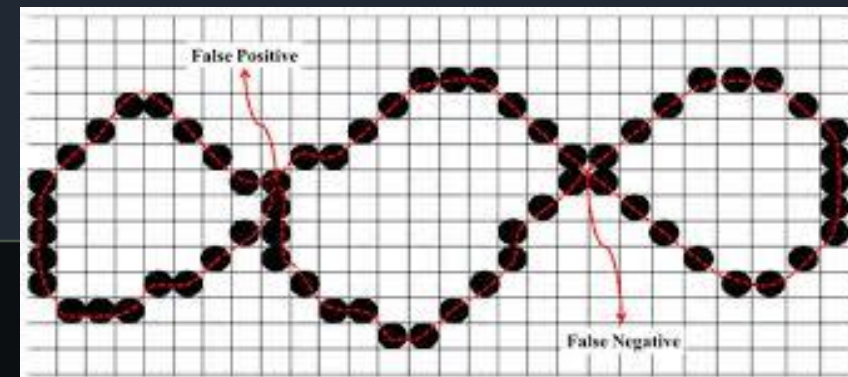
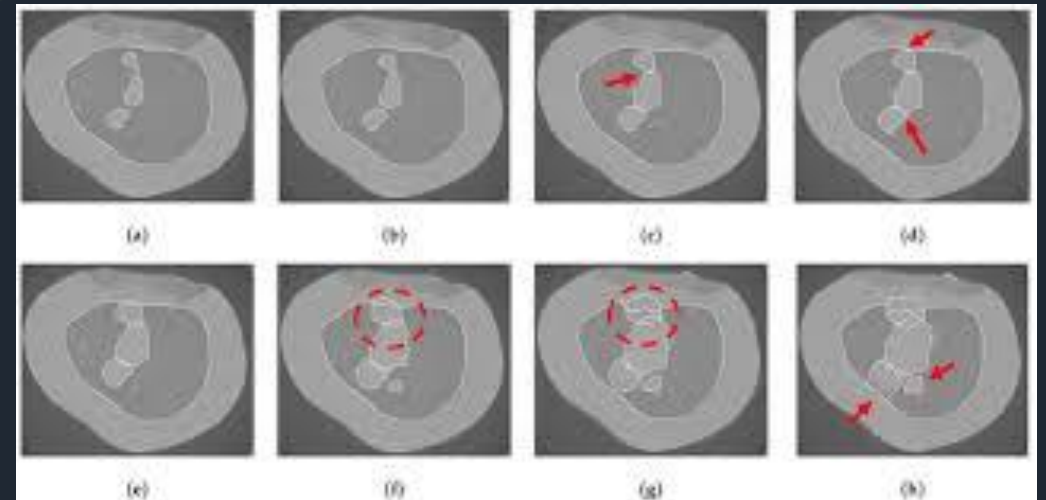
پایه‌ریزی مدل‌های ارزیابی خودکار ارتودنسی و جراحی فک. ✓

نمونه مقالات همکاران MISAP

توسعه متدهای انطباق ساختاری مرزها و بازسازی خطوط متصل دیجیتال بر پایه رگولاریزاسیون مقید جهت سگمنتیشن دقیق ساختارهای خطی دندانی. 

Lashgari M., Rabbani H., et al. Reconstruction of Connected Digital Lines Based on Constrained Regularization. *IEEE Transactions on Image Processing*, 31, 5613-5628, 2022.

M. Lashgari, M. Shahmoradi, H. Rabbani and M. Swain, "Missing Surface Estimation Based on Modified Tikhonov Regularization: Application for Destructed Dental Tissue," in *IEEE Transactions on Image Processing*, vol. 27, no. 5, pp. 2433-2446, May 2018



۳. استخراج ویژگی و بایومارکرها (Feature Extraction)

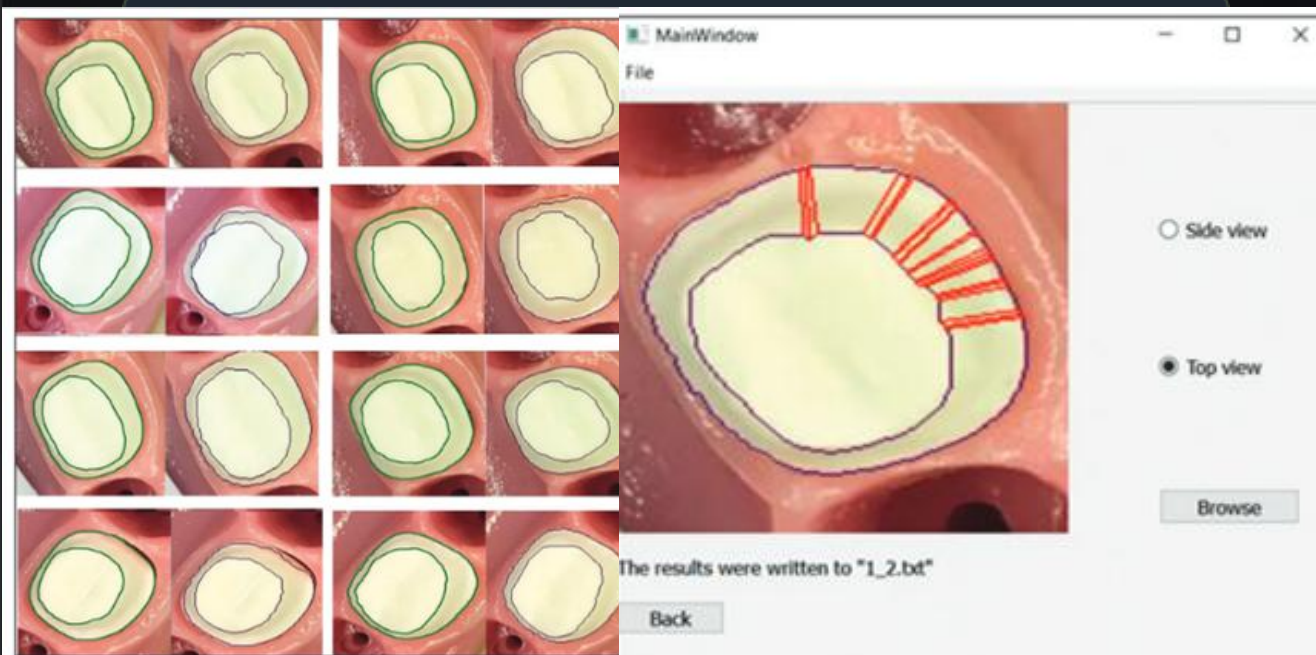
هدف: تبدیل پیکسل‌های تصویر بخش‌بندی‌شده به بردارهای عددی معنادار (رادئومیکس و ویژگی‌های عمیق) که بیانگر پترن‌های بافتی، هندسی و چگالی ساختارهای دندان هستند. کشف تغییرات میکروسکوپی استخوان و عاج دندان که با چشم قابل تشخیص نیست.

نمونه ارزیابی اتوماتیک بافت و تراش دندان در MISP

ارزیابی اتوماتیک کیفیت تراش تاج دندان (Crown Preparation) با استخراج ویژگی‌های مورفولوژیک مرز تراش در تصاویر جهت ارزیابی کلینیکال و آموزشی دندانپزشکی.

"Automatic evaluation of crown preparation using Image Processing Techniques..."

Tahani et al. Journal of Medical Signals and Sensors (JMSS), 2020.



Reliability of Comprehensive Facial Soft Tissue Landmark Detection and Analysis Using Frontal View Photographs

Sahel Hassanzadeh-Samani^{a,†} · Zeynab Pirayesh^{b,†} · Parisa Motie^c · ... · Mohammad Soroush Ghorbanimehr^d · Arash Farzan^b · Hossein Mohammad-Rahimi^e · Mohammad Behnaz^a · Saeed Reza Motamedian^a Send email to drmotamedian@gmail.com ... Show more Show less

▼ Affiliations & Notes

^a Dentofacial Deformities Research Center, Research Institute of Dental Sciences, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

^b Department of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, School of Dentistry, Zanjan University of Medical Sciences, Zanjan, Iran

^c Department of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, School of Dentistry, Zanjan University of Medical Sciences, Zanjan, Iran

^d Medical Image and Signal Processing Research Center, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

^e Department of Computer Science and Software Engineering, Concordia University, Montreal, Canada

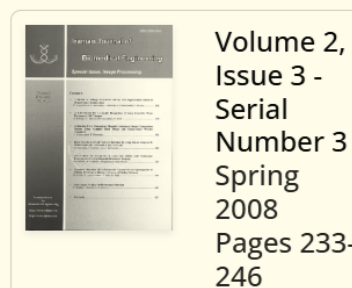
Department of Dentistry and Oral Health, Aarhus University, Aarhus, Denmark

Automatic Detection of Cephalometric Landmarks on Cephalograms of Patients Referring to Isfahan University of Medical Sciences

Document Type : Full Research Paper

Authors

Raheleh Kafieh¹ Alireza Mehri Dehnavi^{✉ 2} Saeed Sadri³ Seyed Hamid Raji⁴



International Orthodontics

Volume 24, Issue 3, September 2026, 101156



Original article

Feasibility of predicting vertical cephalometric angles from panoramic radiographs using deep learning

Ali Ashkan¹, Mohammad Behnaz², Ali Rahbar Taramsari³, Reza Morvaridi Farimani⁴, Bahareh Radmard³, Maryam Farhadian⁵, Parisa Motie⁶ ✉

¹ Department of Orthodontics, School of Dentistry, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran

² Department of Orthodontics, School of dentistry, Shahid Beheshti University of medical sciences, Tehran, Iran

³ School of Health and Medical Sciences, City St George's, University of London, London, United Kingdom

⁴ Department of Rehabilitative and Reconstructive Dentistry, University of Louisville, Louisville, KY, United States of America

⁵ Department of Biostatistics, School of Public Health, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran

⁶ Medical Image and Signal Processing Research Center, Medical University of Isfahan, Isfahan, Iran

۴. طبقه‌بندی هوشمند (Classification & Support)

هدف: نگاشت ویژگی‌های استخراج‌شده به کلاس‌های بالینی
مشخص جهت تشخیص نهایی بیماری، تعیین درجه پیشرفت یا
تصمیم‌گیری پیرامون طرح درمان نهایی.

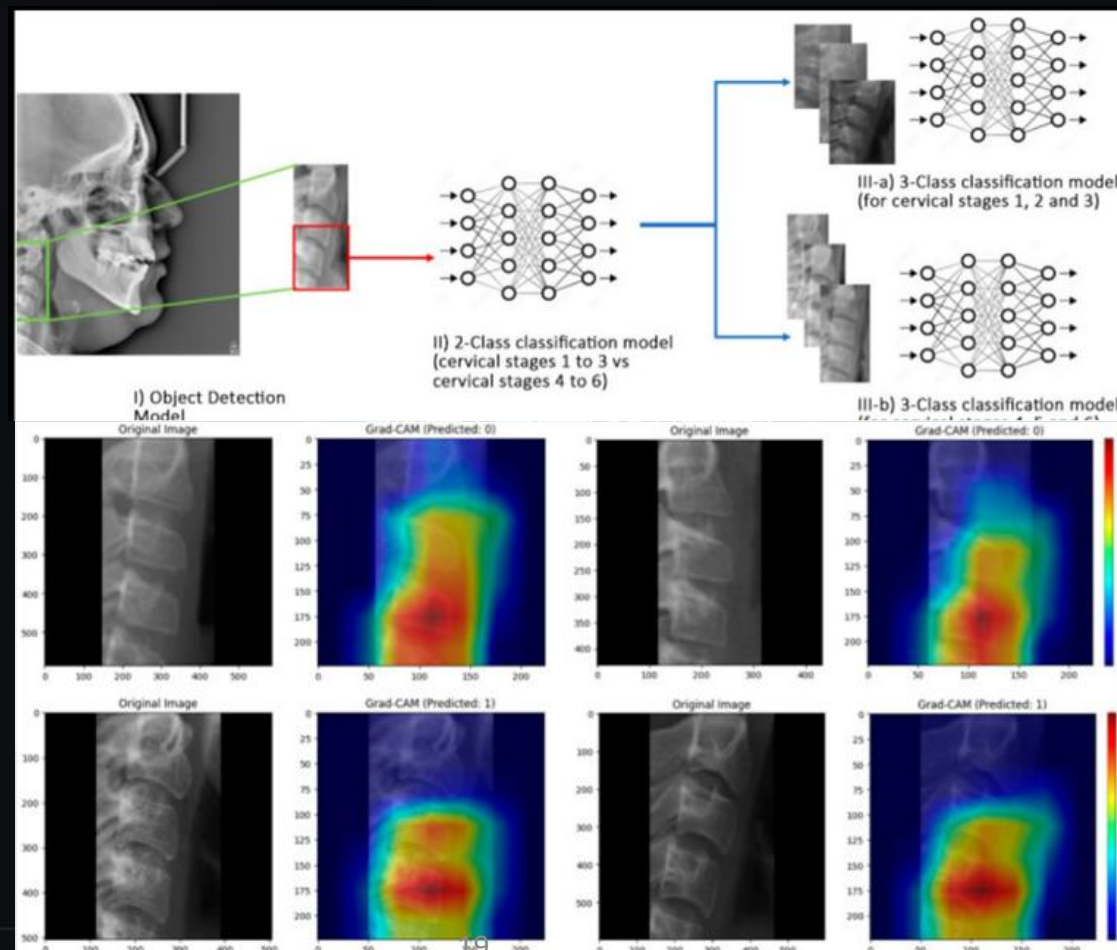
دستاوردهای پژوهشی اخیر ۲۰۲۵-۲۰۲۶: 

ارتقای چشمگیر دقت طبقه‌بندی مراحل بلوغ دهانی و گردنی (Cervical Maturation Degree) در ارتودنسی
با استفاده از رویکرد یادگیری عمیق چندمرحله‌ای (Multi-stage Deep Learning Approach)

Motie et al. Improving cervical maturation degree classification accuracy using a
multi-stage deep learning approach, Imaging Science in Dentistry, 2025.

تفکیک دقیق ضایعات بر اساس ترانسفورمرهای بینایی نوین 

(Vision Transformers).



Improving cervical maturation degree classification accuracy using a multi-stage deep learning approach

Parisa Motie

Medical Image and Signal Processing Research Center, Medical University of Isfahan

Hossein Mohammad-Rahimi

Topic Group Dental Diagnostics and Digital Dentistry, ITU/WHO Focus Group AI on Health

Sahel Hassanzadeh-Samani

Topic Group Dental Diagnostics and Digital Dentistry, ITU/WHO Focus Group AI on Health

Negar Razzaghi

Craniofacial Research Center, Tehran Islamic Azad University of Medical Sciences

Mohammad Behnaz

Department of Orthodontics, School of Dentistry, Shahid Beheshti University of Medical Sciences

Shahriar Shahab

Department of Oral and Maxillofacial Radiology, Faculty of Dentistry, Shahed University

Saeed-Reza Motamadian

drmotamedian@gmail.com

Research and Education

Performance of large language models conducting systematic review tasks in prosthodontics

Rata Rokhshad DDS ^a ✉, Parisa Motie DDS ^b,
Mohammadjavad Shirani DDS, MSc ^c, Ayda Sameie DDS ^d,
Marta Revilla-Leon DDS, MSD, PhD ^e

- ^a Resident, Department of Pediatric Dentistry, School of Dentistry, Loma Linda University, Loma Linda, Calif
- ^b Researcher, Medical Image and Signal Processing Research Center, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran
- ^c Assistant Professor, Department of Restorative Dentistry, Maurice H.

افق‌های پیش‌رو (Future Directions) در هوش مصنوعی دندانپزشکی

NeBLa

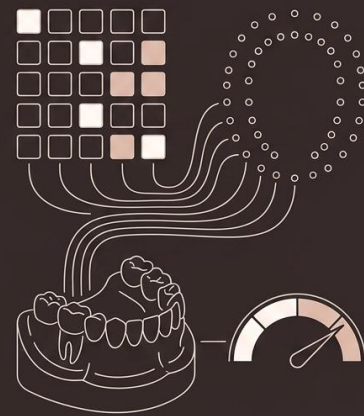
(Neural Beer-Lambert)

Uses physics of image formation to simulate 3D dental structures from 2D X-rays.



ViT-NeBLa

Adds Vision Transformers and horseshoe-shaped point sampling, achieving 52% improvement in computational efficiency and accuracy over baseline.



با تشکر از توجه شما

✓ **Chairside Real-time AI**: استقرار سامانه‌های پردازش

موازی و آبی روی سیستم‌های یونیت دندانپزشکی جهت

دستیار تشخیصی در لحظه درمان.

✓ **ادغام جراحی با واقعیت افزوده (AR)**: انطباق

سگمنتیشن‌های سه‌بعدی CBCT روی عینک‌های AR جراحان

فک و صورت در حین جراحی‌های پیچیده ایمپلنت.

✓ **قالب‌های دیجیتال دوقلو (Digital Twins)**: مدل‌سازی

سه‌بعدی و پویای بافت دهان و دندان بیمار برای پیش‌بینی ده

سال آینده تغییرات بیومکانیکال فک.