Journal of Payavard Salamat
Vol. 19, No. 6; Feb. 2026: 1-11

Case-Based Reasoning: An Applied Technique for Designing Intelligent System for the Differential Diagnosis of Oral Diseases

Reza Safdari[1] (Ph.D.), Arash Mansourian[2] (D.D.), Shahram Tahmasebian[3] (Ph.D.), Niloofar Mohammadzadeh[4] (Ph.D.), Hamideh Ehtesham[5*] (Ph.D.)

1 Professor, Department of Health Information Management, School of Allied Medical Sciences, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
2 Professor, Department of Oral and Maxillofacial Medicine, School of Dentistry, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
3 Assistant Professor, Department of Medical Biotechnology, School of Advanced Technologies, Shahrekord University of Medical Sciences, Shahrekord, Iran
4 Associate Professor, Department of Health Information Management, School of Allied Medical Sciences, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
5 Associate Professor, Department of Health Information Technology, Ferdows Faculty of Medical Sciences, Birjand University of Medical Sciences, Birjand, Iran

Abstract

Received: 27 Oct. 2024
Accepted: 11 Jan. 2026

Background and Aim: Artificial intelligence-based systems can facilitate data management and interpretation in various dental specialties and can be used as auxiliary tools in diagnosis and education. Case-based reasoning is a promising artificial intelligence method for implementing decision support systems in medical sciences. In the current research, this technique has been used to design an intelligent system for the differential diagnosis of oral diseases.

Materials and Methods: This research is a developmental study and is applied in terms of results. To create a database of cases, patient data was collected by referring to the specialized polyclinic of the Faculty of Dentistry at Tehran University of Medical Sciences and through clinical interviews. The [feature-value] collection was used to display the cases. The weight of the features was determined through a specialized Delphi survey conducted at the national level and as an online study. The determined weights were stored in the case database and used as similarity evaluation parameters. Then, the similarity index was calculated for each case.

Results: The intelligent system designed in this research has been developed based on web technologies. Problem-solving in the case-based reasoning method is done in a cycle and includes four main stages: recovery, reuse, review, and maintenance. The input parameters of the system include clinical indicators, paraclinical indicators, historical data, and management data affecting the diagnosis process. The system provides a prioritized list of differential diagnoses of oral diseases across six main axes as output including Ulcerative, vesicular, and bullous lesions, Red and white lesions of the oral mucosa, Pigmented lesions of the oral mucosa, Benign lesions of the oral cavity, Oral cancer, Salivary gland diseases.

Conclusion: The development of the system utilizing case-based reasoning techniques and clinical data processing has the potential to assist dentists in achieving differential diagnosis across six main areas of oral diseases.

Keywords: Dental Informatics, Case-Based Reasoning, Intelligent System, Oral Diseases

*** Corresponding Author:**
Ehtesham H
Email:
Hehtesham@tums.ac.ir

Copyright © 2026 the Authors. Published by Tehran University of Medical Sciences.
This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).
Non-commercial uses of the work are permitted, provided the original work is properly cited.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-05-26]

مجله پیاورد سلامت
دوره ۱۹، شماره ۶؛ بهمن ۱٤۰٤: ۱۱-۱
مقاله پژوهشی

استدلال مبتنی بر مورد: تکنیک کاربردی در طراحی سیستم هوشمند در تشخیص افتراقی بیماری‌های دهان

رضا صفدری[۱]، آرش منصوریان[۲]، شهرام طهماسبیان[۳]، نیلوفر محمدزاده[٤]، حمیده احتشام[۵*]

دریافت مقاله: ۱٤۰۳/۸/٦
پذیرش مقاله: ۱٤۰٤/۱۰/۲۱

* نویسنده مسئول:
حمیده احتشام؛
دانشکده علوم پزشکی فردوس دانشگاه علوم پزشکی بیرجند

Email:
Hehtesham@tums.ac.ir

چکیده

زمینه و هدف: سیستم‌های هوشمند مسایل مربوط به مدیریت داده‌ها و تفسیر آن‌ها را در حوزه‌ی تخصص‌های مختلف دندان‌پزشکی تسهیل کرده و به‌عنوان یک ابزار کمکی در تشخیص و آموزش به‌کار می‌روند. استدلال مبتنی بر مورد یک روش نویدبخش برای پیاده‌سازی سیستم‌های تصمیم‌یار در علوم پزشکی است. در پژوهش حاضر از این تکنیک به‌منظور طراحی سیستم هوشمند در تشخیص افتراقی بیماری‌های دهان استفاده شده است.

روش بررسی: این پژوهش از نوع مطالعات توسعه‌ای بوده و از لحاظ نتایج، کاربردی است. به‌منظور ایجاد پایگاه موارد، داده‌های بیماران با مراجعه به بخش تخصصی بیماری‌های دهان و فک و صورت در دانشکده دندان‌پزشکی دانشگاه علوم پزشکی تهران و با مصاحبه‌ی بالینی گردآوری گردید و برای نمایش موارد از مجموعه [ویژگی-ارزش] استفاده شده است. تعیین وزن ویژگی‌ها، در قالب یک بررسی دلفی در سطح ملی و به‌صورت برخط انجام گرفت. وزن‌های تعیین شده در پایگاه موارد ذخیره شدند و از آن‌ها به‌عنوان پارامترهای ارزیابی مشابهت، استفاده شد. سپس به‌ازای هر مورد، عدد شاخص مشابهت، محاسبه گردید. به‌منظور ارزیابی قابلیت تشخیص افتراقی، سیستم در رابطه با ۵ نفر از بیماران مبتلا به هرکدام از محورهای شش‌گانه بیماری‌های دهان مورد مشاوره قرار گرفت.

یافته‌ها: سیستم هوشمند در این مطالعه، به‌صورت مبتنی بر وب توسعه داده شده است. حل مسأله در روش استدلال مبتنی بر مورد در برگیرنده‌ی چهار مرحله و شامل بازیابی، استفاده‌ی مجدد، بازبینی و نگهداری است. پارامترهای ورودی سیستم شامل شاخص‌های کلینیکی، شاخص‌های پاراکلینیکی، داده‌های تاریخچه‌ای و داده‌های مدیریتی تأثیرگذار بر روند تشخیص است. سیستم به‌عنوان خروجی، لیست اولویت‌بندی شده تشخیص افتراقی بیماری‌های دهان در شش محور اصلی شامل ضایعات وزیکولوبولوز و زخمی، ضایعات سفید و قرمز مخاط دهان، پیگمانتاسیون نسوج دهانی، تومورهای خوش‌خیم حفره دهان، سرطان دهان، بیماری‌های غدد بزاقی را ارایه می‌دهد. قدرت تشخیص سیستم در محورهای مختلف بیماری، با تأثیرپذیری از پراکندگی گوناگون بیماری‌ها و نیز میزان شیوع و وقوع آن‌ها متفاوت است.

نتیجه‌گیری: توسعه‌ی سیستم با بهره‌گیری از تکنیک استدلال مبتنی بر مورد و پردازش داده‌های بالینی، پتانسیل کمک به دندان‌پزشکان برای رسیدن به تشخیص افتراقی در شش محور اصلی بیماری‌های بافت نرم دهان را دارد.

واژه‌های کلیدی: انفورماتیک دندان‌پزشکی، استدلال مبتنی بر مورد، سیستم هوشمند، بیماری‌های دهان

۱ استاد گروه مدیریت اطلاعات و انفورماتیک سلامت، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
۲ استاد گروه بیماری‌های دهان، دانشکده دندان‌پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
۳ استادیار گروه زیست فناوری پزشکی، دانشکده فناوری‌های نوین، دانشگاه علوم پزشکی شهرکرد، شهرکرد، ایران
٤ دانشیار گروه مدیریت اطلاعات و انفورماتیک سلامت، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
۵ دانشیار گروه فناوری اطلاعات سلامت، دانشکده علوم پزشکی فردوس، دانشگاه علوم پزشکی بیرجند، بیرجند، ایران

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-05-26]

مقدمه

در عصر دندان‌پزشکی مبتنی بر شواهد، الگوریتم‌های پیشرفته، فناوری اطلاعات و تحلیل کلان‌داده‌ها، چشم‌انداز امیدوارکننده‌ای برای کاهش آسیب‌های وارد شده به بیماران از طریق بهبود تصمیم‌گیری‌های پزشکان پدید آمده است(۱).

بیماری‌های دهان دربرگیرنده‌ی اتیولوژی، پاتوژنز، اپیدمیولوژی، تشخیص، پیشگیری و مدیریت اختلالات دهان و نشانه‌هاست که می‌توانند ناشی از بیماری‌های اولیه دهان، بازتابی از بیماری‌های عمومی بدن یا پیامد درمان‌های پزشکی پیچیده باشند. بنابراین دندان‌پزشکان باید با تنوع طبیعی بافت‌های حفره‌ی دهان و سر و گردن آشنا باشند و بیماری‌هایی را که بر این ناحیه تأثیر می‌گذارند، تشخیص دهند. در فرایند تشخیص، باید قادر به در نظر گرفتن شرایط پاتوژنز بیماری و درک تفاوت‌های نئوپلاستیک، واکنشی، عفونی و تعیین تفاوت منشا رشد در بیماری‌های خوش‌خیم و بدخیم باشند(۲).

متأسفانه تظاهرات بالینی بسیاری از بیماری‌های بافت نرم دهان با وجود تنوع گسترده در اتیولوژی و پاتولوژی، می‌توانند بسیار مشابه باشند. از آن‌جاکه درمان و در نهایت پیش‌بینی، براساس تشخیص صورت می‌گیرد، فرایند تشخیص در مدیریت بهینه‌ی بیمار، حیاتی است(۳). یک مؤلفه‌ی ضروری در روند تشخیص، تدوین تشخیص افتراقی است که ضرورتا شامل اطلاعات پاتولوژیک ممکن است و معمولاً از بیشترین احتمال تا کمترین احتمال رتبه‌بندی می‌شود(٤).

سیستم‌های هوش مصنوعی، که غالباً برای توسعه‌ی نرم‌افزارهای تخصصی در زمینه‌های علمی گوناگون به‌کار می‌روند، می‌توانند فرایند مدیریت و تفسیر داده‌ها را در تخصص‌های مختلف دندان‌پزشکی بهبود بخشیده و به‌عنوان ابزاری کمکی در تشخیص و آموزش به‌کار روند(۵).

یک روش نویدبخش هوش مصنوعی برای پیاده‌سازی سیستم‌های تصمیم‌یار در حوزه‌ی علوم پزشکی، روش استدلال مبتنی بر مورد (CBR: Case-Based Reasoning) است. یکی از دلایل عمده‌ی مناسب بودن استدلال مبتنی بر مورد در قلمرو علوم پزشکی، مدل شناختی آن است. رویکرد روش استدلال مبتنی بر مورد که مسایل را بر اساس تجربیات قبلی حل می‌کند، مشابه رفتار طبیعی انسان است. از آن‌جا که رفتار انسان همواره قابل پیش‌بینی نیست در اکثر موارد استخراج دانش به‌عنوان یک تنگنا در حوزه‌ی علوم پزشکی مورد توجه قرار می‌گیرد. روش استدلال مبتنی بر مورد به‌دلیل آن که بر مبنای تجربه یا موردهای قبلی استوار است، می‌تواند بر این مشکل غلبه نماید(٦).

سهولت پیاده‌سازی اولیه سیستم‌های مبتنی بر مورد ارزشمند است؛ زیرا با تعداد کم موارد مرجع راه‌اندازی می‌شود و با افزایش تعداد موارد در حین استفاده ارتقا می‌یابد. سیستم‌هایی که از استدلال مبتنی بر مورد استفاده می‌کنند، می‌توانند به‌وسیله‌ی افزودن موردهای حل‌شده‌ی جدید به پایگاه موارد، دانش جدید بیاموزند، در نتیجه دامنه‌ی دانش آن‌ها نیز با گذر زمان به‌روزرسانی می‌شود(۸و۷). استدلال مبتنی بر مورد، یک رویکرد حل مسئله است که از دانش کلی فراتر رفته و از راه‌حل‌های خاص کسب شده در تجربیات گذشته استفاده می‌کند. استدلال مبتنی بر مورد با جستجو و استفاده‌ی مجدد از موردهای مشابه مربوط به گذشته مسایل جدید را حل می‌کند. در نتیجه، این روش با نگهداری هر مورد جدید در پایگاه موارد برای مسایل آتی، شیوه‌ی یادگیری افزایشی را به‌کار می‌گیرد. چنین خصوصیاتی دلیل اصلی تفاوت میان استدلال مبتنی بر مورد و روش‌های دیگر هوش مصنوعی بوده و موجب کاربرد روزافزون این رویکرد در حوزه‌های علمی می‌گردد.

از این تکنیک در حوزه‌های مختلف علوم دندان‌پزشکی استفاده شده است. در حوزه‌ی اندودانتیکس با هدف پیش‌بینی عملی بودن یا نبودن انجام درمان مجدد(۹) در دندان‌پزشکی ترمیمی و زیبایی با هدف طراحی لبخند دیجیتال(۱۰) در ارتودنسی به‌منظور پیشنهاد مشابه‌ترین طرح‌های درمانی(۱۱)، در تشخیص و رده‌بندی سرطان دهان با هدف غربالگری همراه استدلال(۱۲) و ... .

هدف از انجام این پژوهش، ایجاد یک سیستم پشتیبان تصمیم‌بالینی است که با به‌کارگیری فرم‌های الکترونیکی جداگانه، زمینه‌ی ثبت ساختارمند عناصر داده‌ای در شش محور اصلی بیماری‌های دهان شامل ضایعات وزیکولوبولوز و زخمی، ضایعات سفید و قرمز مخاط دهان، پیگمانتاسیون نسوج دهانی، تومورهای خوش‌خیم حفره‌ی دهان، سرطان دهان و بیماری‌های غدد بزاقی را فراهم می‌آورد و با استفاده از پایگاه موارد ایجاد شده به‌عنوان مدل دانش عینی، و از طریق تکنیک استدلال مبتنی بر مورد به‌صورت هوشمند قادر به حمایت از تصمیم‌گیری دندان‌پزشکان در تشخیص افتراقی بیماری‌های دهان است.

روش بررسی

این پژوهش از نوع مطالعات توسعه‌ای بوده و از لحاظ نتایج، کاربردی است. به‌منظور ایجاد سیستم هوشمند در تشخیص افتراقی بیماری‌های دهان از میان انواع روش‌های یادگیری ماشین (Machine Learning)، روش استدلال

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-05-26]

مبتنی بر مورد انتخاب شده است. استدلال مبتنی بر مورد، از نظر بنیادی با دیگر رویکردهای عمده‌ی هوش مصنوعی متفاوت است. در این روش، به‌جای تکیه صرف بر دانش کلی یک حوزه‌ی موضوعی و یا ایجاد روابط تعمیم‌یافته میان توصیف‌گرهای مسئله و نتیجه‌گیری، قادر است از دانش خاص تجربیات قبلی مسایل عینی یا موردها (cases) استفاده کند(۱۳).

به‌منظور ایجاد پایگاه موارد که هسته اصلی سیستم است، داده‌های بیماران با مراجعه به بخش تخصصی بیماری‌های دهان و فک و صورت در پلی‌کلینیک تخصصی دانشکده دندان‌پزشکی دانشگاه علوم پزشکی تهران و به‌صورت مراجعه حضوری با مصاحبه‌ی بالینی گردآوری گردید. در این مرحله برای ثبت داده‌های مرتبط با هر کدام از شش محور اصلی بیماری‌های دهان، از یک چک‌لیست اختصاصی استفاده شد که در آن علاوه بر داده‌های کلینیکی، گردآوری شاخص‌های تشخیصی پاراکلینیکی، تاریخچه‌ی پزشکی و دندان‌پزشکی بیمار و نیز عناصر دادهای مدیریتی مورد توجه قرار گرفت. این چک‌لیست‌های تخصصی، حاصل مطالعه‌ای است که با هدف تعیین عناصر داده‌ای ضروری در تشخیص افتراقی بیماری‌های دهان در سال ۲۰۲۰ منتشر شد(۱٤).

مؤلفه‌ای که در سیستم‌های استدلال مبتنی بر مورد نقش محوری ایفا می‌کند، پایگاه موارد است. می‌توان آن را مدل دانش عینی تلقی کرد که دربردارنده‌ی موارد خاص می‌شود. هر مورد از دو مؤلفه تشکیل شده است: علایم بیماری و تشخیص که در قالب یکی از شش دسته‌ی بیماری‌های دهان قرار می‌گیرد. برای نمایش موارد از مجموعه(ویژگی- ارزش) [attribute- value] استفاده شده است. سیستم(ویژگی- ارزش) یک چارچوب نمایش دانش اساسی است، شامل یک جدول با ستون‌هایی که ویژگی‌ها را نمایش می‌دهد و ردیف‌هایی که نشان‌دهنده‌ی اشیا (objects) هستند. بنابراین هر سلول جدول، ارزش یا حالت (state) یک ویژگی خاص از یک شیئی خاص را نشان می‌دهد. در این سیستم، هر شیئی یک مورد است که به‌وسیله‌ی علایم، نشانه‌ها، داده‌های تاریخچه‌ای و نیز با یک راه‌حل به‌عنوان تشخیص، نمایش داده می‌شود. عناصر داده‌ای در بخش داده‌های مدیریتی و تاریخچه‌ای و نیز شاخص‌های پاراکلینیکی برای شش محور اصلی بیماری‌های دهان به‌صورت یکسان مورد توجه قرار گرفت. در بخش داده‌های مدیریتی تنها ٤ ویژگی در تشخیص افتراقی بیماری‌های دهان تأثیرگذار بودند؛ اما در بخش داده‌های تاریخچه‌ای ۲۳ ویژگی به‌عنوان عناصر تأثیرگذار بر روند تشخیص تعیین شدند که نوع ارزش همه‌ی این موارد با هدف تسهیل در روند تحلیل و آنالیز تأثیر، به‌صورت عدد صحیح (Integer) و یا رشته‌ای (String) تعریف شد. در بخش شاخص‌های پاراکلینیکی نیز تنها نتیجه آزمایش‌های تشخیصی که با عنوان پانل متابولیک (Metabolic panel) شناخته می‌شود و شامل ۲۵ ویژگی مختلف مرتبط با بیماری‌های سیستمیک بدن است، مورد توجه واقع شده و ارزش هر کدام از ویژگی‌ها به‌صورت رشته‌ای در قالب(نرمال، بالاتر از نرمال، پایین‌تر از نرمال و غیرقابل کاربرد) تعریف شد. بخش شاخص‌های کلینیکی در شش محور اصلی بیماری‌های دهان با یکدیگر متفاوت است و شامل ۱۲ ویژگی مؤثر در محور ضایعات وزیکولوبولوز و زخمی، ۱۷ ویژگی در محور ضایعات سفید و قرمز مخاط دهان، ۱۳ ویژگی در محور پیگمانتاسیون نسوج دهانی، ۱٦ ویژگی در محور ضایعات برجسته و خوش‌خیم حفره‌ی دهان، ۱٦ ویژگی در محور سرطان دهان و ۲۱ ویژگی در محور بیماری‌های غدد بزاقی است. این ویژگی‌ها در یک پژوهش علمی که در سال ۲۰۲۰ منتشر شد، در قالب یک چارچوب جامع به‌منظور گردآوری داده‌های بیماران تعیین گردید(۱٤).

وزن هریک از ویژگی‌ها که نشان‌دهنده‌ی میزان اهمیت آن در فرایند تشخیص است، نقش مهمی را در فرایند استدلال مبتنی بر مورد ایفا می‌کند و تأثیر معناداری بر نتایج بازیابی موارد دارد. در مرحله تعیین وزن ویژگی‌ها، این بخش از پژوهش در قالب یک بررسی دلفی تخصصی در سطح ملی به‌منظور اولویت‌بندی عناصر داده‌ای در قالب یک مطالعه‌ی آنلاین با هدف دستیابی به توافق بیشتر از ۷۵٪ بین متخصصان برای هر آیتم، در ۲ دور انجام گرفت. در این بخش، جامعه‌ی پژوهش، اعضای هیات‌علمی دانشگاه‌های علوم پزشکی سراسر کشور در دو گروه بیماری‌های دهان و مدیریت اطلاعات سلامت بودند. با روش نمونه‌گیری هدفمند، داشتن حداقل پنج سال سابقه تدریس در هر کدام از گروه‌های تخصصی، معیار انتخاب شرکت‌کنندگان بود. وزن‌های تعیین شده در پایگاه موارد، ذخیره شدند و از آن‌ها به‌عنوان پارامترهای ارزیابی مشابهت، استفاده شد.

سپس به‌ازای هر مورد، عدد شاخص مشابهت (similarity index) از طریق محاسبه‌ی مجموع حاصل ضرب هر ارزش در وزن آن به‌دست آمد.

رابطه‌ی ۱: $\text{Similarity index} = 100-0.5\sum|a-b|$

به‌منظور ارزیابی قابلیت‌های تشخیص افتراقی و نیز ارایه پیش‌آگهی‌های ضروری شامل پیش‌بینی مستعد بودن ضایعات بیمار به بدخیمی و پیشنهاد اقدامات لازم برای بیماران در معرض خطر، به‌صورت هدفمند ۵ نفر از بیماران

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-05-26]

مبتلا به هر کدام از محورهای شش‌گانه‌ی بیماری‌های دهان(در مجموع ۳۰ نفر) انتخاب شدند و با تماس تلفنی به‌منظور بررسی روند مراقبت در فرایند پیگیری، دعوت از آن‌ها که در بازه زمانی پژوهش در بخش، حضور یابند. همچنین ۵ نفر از استادان گروه بیماری‌های دهان و ۱۵ نفر از دانشجویان مقطع رزیدنتی که در بازه زمانی پژوهش در بخش حضور داشتند، از سیستم هوشمند، مشاوره گرفتند.

یافته‌ها

سیستم هوشمند طراحی شده در این پژوهش، به‌صورت مبتنی بر وب توسعه داده شده است. پایگاه داده، سامانه‌ی Microsoft SQL Server نسخه ۲۰۱۲ است و برنامه‌نویسی آن مبتنی بر Net Framework نسخه‌ی ٤/٥ یا بالاتر و با استفاده از زبان Visual Basic انجام گرفت. جهت طراحی و پیاده‌سازی سامانه، از نرم‌افزار Visual Studio نسخه‌ی ۲۰۱۵ استفاده شد و تکنیک AJAX به‌منظور بالا بردن سرعت لود صفحات سیستم استفاده گردید. سیستم عامل سروری که سامانه بر روی آن نصب می‌شود، ویندوز نسخه ۲۰۰۸ به بالا خواهد بود و تعیین هویت بر اساس نام کاربری و کلمه عبور صورت می‌پذیرد.

شکل ۱ نمایی از سوالات سیستم برای رسیدن به تشخیص افتراقی را نشان می‌دهد.

شکل ۱: نمایی از سوالات سیستم برای رسیدن به تشخیص افتراقی

پارامترهای ورودی سیستم به‌ترتیب شامل شاخص‌های کلینیکی، شاخص‌های پاراکلینیکی، داده‌های تاریخچه‌ای و داده‌های مدیریتی تأثیرگذار بر روند تشخیص است و سیستم به‌عنوان خروجی، لیست اولویت‌بندی شده‌ی تشخیص افتراقی بیماری‌های دهان در شش محور اصلی را ارایه می‌دهد.

حل مسئله در روش استدلال مبتنی بر مورد در یک چرخه انجام می‌گیرد و دربرگیرنده‌ی چهار مرحله‌ی اصلی شامل بازیابی (Retrieve)، استفاده‌ی مجدد (Reuse)، بازبینی (Revise) و نگهداری (Retain) است.

در مرحله‌ی بازیابی، در این سیستم، مشخصات مسئله‌ای که قرار است حل گردد، مورد جستجو (Query) نامیده می‌شود. مورد جستجوی اولیه به تدریج با پرسیدن سوالاتی از کاربر در مکالمه‌ی استدلال مبتنی بر مورد، گسترش داده می‌شود. این سوالات مفیدترین اطلاعات برای حل مسئله را فراهم می‌آورد. این رویکرد با هدف افزایش شفافیت در عین‌حال ارایه میزان بالایی از دقت و کارایی اتخاذ شده است. در طراحی ماژول تشخیص افتراقی به ورود شاخص‌های کلینیکی اولویت داده شده است و تنظیم سیستم به‌گونه‌ای است که با ورود داده‌های کلینیکی مورد جدید (new case)، امکان رسیدن به لیست تشخیص افتراقی برای کاربر فراهم باشد. بدیهی است که ورود سایر ویژگی‌های مورد جدید در بخش‌های مختلف شاخص‌های پاراکلینیکی، تاریخچه‌ای و مدیریتی، باعث افزایش قدرت انطباق سیستم و در نتیجه ارتقای صحت و دقت تشخیص خواهد شد. پس از ورود داده‌های مورد جدید، سیستم با توجه به وزن (weight) هر کدام از ویژگی‌ها عدد شاخص مشابهت را برای آن محاسبه می‌کند. این عدد، جهت مقایسه با عدد

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-05-26]

شاخص مشابهت محاسبه شده برای موردهای مرجع (reference case) موجود در پایگاه موارد به‌کار می‌رود. برای رسیدن به تشخیص مورد جدید، سیستم، همه‌ی موردهای دارای ویژگی‌های مشابه با آن را بر اساس عدد شاخص مشابهت به‌عنوان مورد کاندید (candidate case) شناسایی می‌کند و فاصله‌ی میان هر مورد کاندید با مورد جدید را می‌سنجد. میزان فاصله‌ی کمتر نشان‌دهنده‌ی میزان شباهت بیشتر بین مورد کاندید با مورد جدید است و در لیست اولویت‌بندی شده‌ی سیستم، رتبه‌ی بیشتری به مورد کاندید می‌دهد. سیستم پس از محاسبه‌ی عدد شاخص مشابهت با توجه به وزن هرکدام از ویژگی‌ها، برای مورد جدید، از میان موردهای مرجع موجود در پایگاه موارد، چند مورد را به‌عنوان مورد کاندید شناسایی می‌کند. یک آستانه‌ی شباهت (similarity threshold) به‌منظور محدود کردن تعداد موارد بازیابی شده توسط سیستم تعریف شد که در این‌جا ۸۵٪ بیشترین ارزش شباهت است.

فرایند بازیابی براساس تابع شباهت (similarity function) صورت می‌گیرد. یکی از رایج‌ترین و معروف‌ترین روش‌های بازیابی روش نزدیک‌ترین همسایه (k- Nearest-Neighbors (kNN)) است که مبتنی بر تطبیق مجموع وزن‌های ویژگی‌هاست. در این بخش برای محاسبه‌ی میزان شباهت از رابطه‌ی ۲ استفاده شده است:

رابطه‌ی ۲:

$$\text{Similarity (T, S)} = \frac{\sum_{i=1}^{n} f(T_i, S_i)}{\sum_{j=1}^{n} wi}$$

که در آن T مورد جاری

S مورد ذخیره شده در پایگاه موارد

n تعداد ویژگی‌ها در هر مورد

i یک ویژگی خاص از ۱ تا n

f یک تابع شباهت برای ویژگی i در موارد T و S

w اهمیت وزن دادن به ویژگی i

در این بخش، اعداد شاخص مشابهت محاسبه شده برای هر مورد در فرمول فوق گذاشته می‌شود تا میزان نزدیکی (Distance) آن‌ها با یکدیگر سنجیده شود. هر چقدر میزان فاصله کمتر باشد، شباهت دو مورد با یکدیگر بیشتر است.

رابطه‌ی ۳:

$$\text{DIS (Xi, Xj)} = \sqrt{\sum_{r=1}^{n} W_r^2 \, (a_r(x_i) - a_r(x_j))2}$$

در مرحله‌ی استفاده‌ی مجدد، فهرست تشخیص افتراقی ارایه شده در مرحله بازیابی، توسط دندان‌پزشک بررسی می‌گردد؛ تا موردی که بیشترین میزان تشابه را با مورد جدید دارد به‌عنوان راه‌حل (تشخیص) مسئله‌ی موردی جدید انتخاب کند؛ سپس استفاده از این راه‌حل تأیید شده برای بیمار تجویز می‌شود.

در مرحله‌ی بازبینی، اغلب شاید لازم باشد تا راه‌حل مورد قبلی تطبیق داده شود؛ زیرا ممکن است که مسئله موردی جدید همیشه کاملاً مشابه با مورد بازیابی‌شده‌ی قبلی نباشد. باید توجه داشت که استدلال مبتنی بر مورد، یک راه‌حل قطعی را پیشنهاد نمی‌کند بلکه فرضیات و نظراتی را برای عبور از فضای راه‌حل، ارایه می‌کند.

در مرحله نگهداری، در نهایت مورد حل‌شده‌ی جدید، به‌عنوان دانش جدید، به پایگاه موارد افزوده می‌شود که در چرخه‌ی استدلال مبتنی بر مورد به‌عنوان فرایند یادگیری شناخته می‌گردد. شکل ۲، معماری سیستم در ماژول تشخیص افتراقی را نشان می‌دهد.

شکل ۲: معماری سیستم در ماژول تشخیص افتراقی

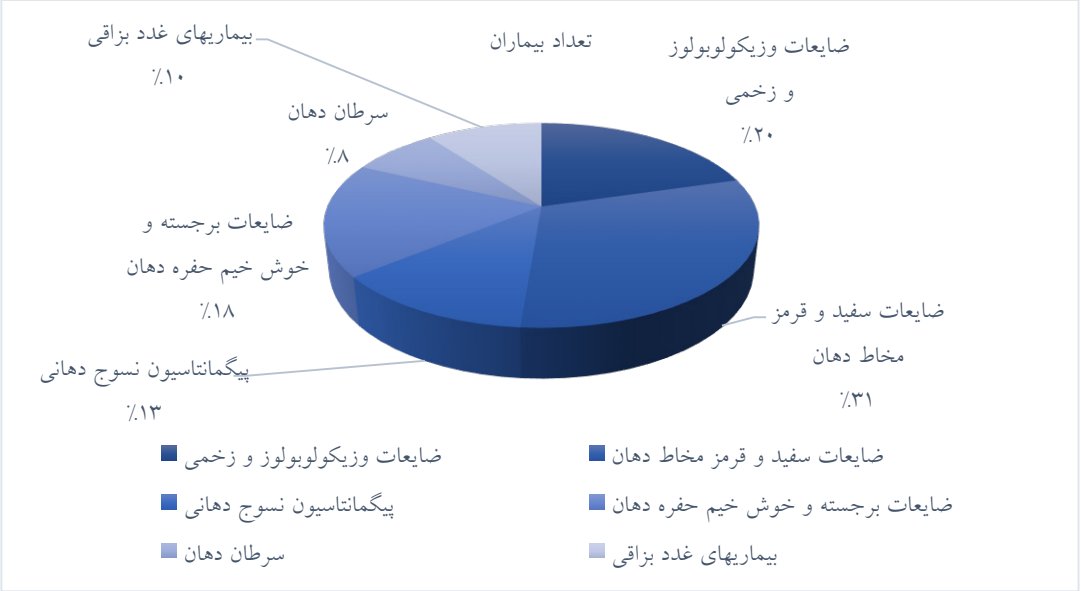
[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-05-26]

از میان ۳۰ نفر بیماران دعوت شده، ۲۳ نفر برای معاینه‌ی مجدد مراجعه کردند که همراه با ۱۶ نفر مراجعان روتین بخش بیماری‌های دهان، در مجموع ۳۹ بیمار در طول ۵ روز در فرایند ارزیابی سیستم شرکت داشتند. جدول ۱، نتایج مشاوره‌ی سیستم در هر یک از محورهای شش‌گانه‌ی بیماری‌های دهان را نشان می‌دهد.

جدول ۱: نتایج مشاوره سیستم در محورهای شش‌گانه‌ی بیماری‌های دهان

محورهای بیماری‌های دهان	تعداد بیماران(درصد)	تشخیص درست(درصد)	تشخیص اشتباه(درصد)
ضایعات وزیکولوبولوز و زخمی	۸(۲۰/۵۱)	۶(۷۵/۰۰)	۲(۲۵/۰۰)
ضایعات سفید و قرمز مخاط دهان	۱۲(۳۰/۷۶)	۱۱(۹۱/۶۶)	۱(۸/۳۳)
پیگمانتاسیون نسوج دهانی	۵(۱۲/۸۲)	۳(۶۰/۰۰)	۲(۴۰/۰۰)
تومورهای خوش‌خیم حفره دهان	۷(۱۷/۹۴)	۵(۷۱/۴۲)	۲(۲۸/۵۸)
سرطان دهان	۳(۷/۶۹)	۲(۶۶/۶۶)	۱(۳۳/۳۳)
بیماری‌های غدد بزاقی	۴(۱۰/۲۵)	۳(۷۵/۰۰)	۱(۲۵/۰۰)

قدرت تشخیص سیستم در محورهای مختلف بیماری، متأثر از پراکندگی گوناگون بیماری‌ها و نیز میزان شیوع و وقوع آن‌ها متفاوت است. نمودار ۱ پراکندگی بیماران شرکت‌کننده در فرایند ارزیابی سیستم را نشان می‌دهد.



نمودار ۱: پراکندگی بیماران شرکت‌کننده در فرایند ارزیابی سیستم

طبق نمودار ۱، بیشترین تعداد بیماران مربوط به محور ضایعات سفید و قرمز و کمترین آن‌ها مربوط به محور سرطان دهان است.

بحث

در حوزه‌ی علوم پزشکی، علاقه‌ی روزافزونی به پشتیبانی از تصمیم‌گیری وجود دارد. رویکردهای اولیه در سیستم‌های پشتیبانی از تصمیم‌گیری در حوزه‌ی علوم پزشکی به‌دلیل قابلیت‌های استدلالی محدود و عدم ارایه توضیحات شهودی، کمتر مورد قبول متخصصان بالینی واقع می‌گردید و متخصصان انفورماتیک به سمت سیستم‌های پشتیبانی از تصمیم‌گیری که شباهت‌های بیشتری با استدلال انسان دارند، و اغلب به‌سادگی توسط متخصصان علوم پزشکی پذیرفته می‌شوند، گرایش پیدا کردند. این سیستم‌ها که توانایی استدلال و ارایه توضیحات تکمیلی را دارند، از اهمیت روزافزونی برخوردارند(۱۵).

اساساً فرایند تصمیم‌گیری پزشکی به‌شدت وابسته به دانش تجربی گذشته است. این موضوع دقیقاً جایی است که استدلال مبتنی بر مورد، برتری فنی خود نسبت به دیگر تکنیک‌های یادگیری ماشین برای تشخیص پزشکی را حفظ می‌کند. استدلال مبتنی بر مورد نه تنها به پزشکان لیست رتبه‌بندی شده‌ی پیش‌بینی‌ها ارایه می‌کند، که موارد گذشته‌ی مشابه را نیز در دسترس قرار می‌دهد که شاید در تصمیم‌گیری تشخیصی، ارزشمندتر از خود پیش‌بینی باشد. این اطلاعات از

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-05-26]

اهمیت فوق‌العاده‌ای برای پزشکان در تشخیص، درمان و حتی مراقبت برخوردار است. این موضوع کاملاً مشابه فرایند واقعی تفکر در مغز انسان است. ازاین‌رو در اصل، ایده‌ی استدلال مبتنی بر مورد با فرایند تصمیم‌گیری تشخیصی پزشکان مطابقت دارد(۱۶).

در این پژوهش، پس از توسعه‌ی یک چارچوب جامع و مشخص برای ثبت عناصر داده‌ای مرتبط به روند تشخیص بیماری‌های بافت نرم دهان(۱۴)، با استفاده از قابلیت‌های هوش مصنوعی و به‌کارگیری روش استدلال مبتنی بر مورد و با هدف آنالیز عناصر داده‌ای برای کشف الگوها و مدل‌های پنهان، سیستم هوشمند در تشخیص افتراقی بیماری‌های دهان طراحی شد. پژوهش حاضر، نمونه‌ای از فعالیت‌های تحقیقاتی منسجم بین‌رشته‌ای است که با هدف طراحی، پیاده‌سازی و ارزیابی تکنیک‌های جدید انفورماتیک دندان‌پزشکی و در جهت غلبه بر شکاف موجود بین متخصصان بیماری‌های دهان و محققان انفورماتیک که در زمینه‌ی تشخیص بیماری‌ها کار می‌کنند، انجام شده است. در این راستا در مقاله‌ای که در سال ۲۰۱۹ منتشر شد، به بررسی ویژگی‌های بالینی و کارایی سیستم در بالین بیمار با نگاه تخصصی تشخیص افتراقی بیماری‌های دهان پرداخته شد(۱۷). در این مقاله، ضمن تأکید بر جنبه‌های فنی و معماری سیستم، تمرکز ویژه بر پیاده‌سازی و بهینه‌سازی الگوریتم استدلال مبتنی بر مورد بود. سیستم ایجاد شده دارای پایگاه موارد معتبری است که اطلاعات بخش مهمی از بیماران مراجعه‌کننده به بخش تخصصی بیماری‌های دهان و فک و صورت دانشکده دندان‌پزشکی دانشگاه علوم پزشکی تهران، به‌صورت ساختارمند در آن ذخیره شده است و دربردارنده‌ی تجربیات منحصربه‌فردی است که در طول سال‌ها در این مرکز تخصصی پیشرفته و با نظارت استادان برجسته‌ی دانشگاه به‌دست آمده است. با این‌حال، سیستم پیشنهادی با محدودیت‌هایی نیز روبه‌رو است. کمبود برخی بیماری‌های پیچیده در پایگاه موارد بر دقت تشخیص تأثیرگذار بود. هرچند این مشکل با افزودن موردهای جدید به پایگاه موارد، حل‌شدنی است، اما زمان پردازش به‌طور قابل‌توجهی افزایش خواهد یافت؛ زیرا استدلال مبتنی بر مورد، فاصله‌ی میان مورد جدید و همه موردهای درون پایگاه موارد را اندازه‌گیری می‌کند. توسعه‌ی تکنیک‌های جدید کاربردی برای مدیریت حجم زیاد داده‌ها می‌تواند راه‌حل مناسبی در جهت رفع این مشکل باشد. از آن‌جا که استدلال مبتنی بر مورد یک رویکرد استدلالی مبتنی بر داده است، در حوزه‌هایی مفید است که در آن‌ها خلاصه‌سازی دانش صریح دشوار باشد؛ ازاین‌رو سیستم تصمیم‌یار پیشنهادی بر تنگناهای اکتساب دانش غلبه می‌کند. علاوه بر این، سیستم طراحی شده در این پژوهش با افزایش تعداد موردها هوشمندتر می‌گردد؛ زیرا احتمال وجود یک مورد دارای مشابهت بالا افزایش می‌یابد.

استدلال مبتنی بر مورد یکی از روش‌های شناخته شده و با سابقه در پیاده‌سازی سیستم‌های تصمیم‌یار در حوزه‌های مختلف علوم پزشکی و دندان‌پزشکی است. در حوزه‌ی تخصصی پاتولوژی دهان، سیستم پشتیبان تصمیم به شیوه‌ی استدلال مبتنی بر مورد در برزیل توسعه داده شد و در فرایند کامپیوتری کردن خدمات آسیب‌شناسی جراحی، با شبیه‌سازی تشخیص ۴۳ مورد شناخته شده‌ی بیماری‌های بافت استخوانی دهان آزمایش گردید(۱۸). یکی دیگر از حوزه‌های تخصصی دندان‌پزشکی که از تکنولوژی هوش مصنوعی در تصمیم‌گیری‌های بالینی بهره برده، حوزه‌ی اندودانتیک است. در مطالعه‌ای یک سیستم پشتیبانی از تصمیم‌گیری معرفی شد که در آن، الگوی استدلال مبتنی بر مورد با هدف پیش‌بینی عملی بودن انجام یا عدم انجام درمان مجدد، در مورد بیماری که مشکلاتی را از درمان‌های پیشین، همچون درمان اندودنتیک، تجربه می‌کنند، به‌کار گرفته شد. سیستم پیشنهادی در یک محیط واقعی آزمایش شد و نتایج به‌دست آمده امیدوارکننده بود(۹). در حوزه‌ی دندان‌پزشکی زیبایی، یک سیستم پشتیبانی از تصمیمات بالینی برای پیش‌بینی تغییر رنگ پس از سفیدسازی دندان‌ها در مطب دندان‌پزشک ایجاد شد. از مجموعه داده‌های مربوط به بیماران به‌منظور ارزیابی عملکرد سیستم استفاده گردید. از رنگ(دندان) بیماران پس از درمان به‌عنوان«استاندارد طلایی» برای مقایسه با رنگ پیش‌بینی‌شده‌ی(دندان) به‌وسیله‌ی سیستم، استفاده شد. بین رنگ(دندان) بیمار پس از درمان و رنگ پیش‌بینی‌شده‌ی(آن) به‌وسیله‌ی سیستم پس از درمان، همخوانی زیادی وجود داشت(مقدار کاپا= ۸۹۴/۰). نتایج به‌دست آمده اثبات کردند که با استفاده از یک سیستم سفیدسازی درون مطب و از طریق ارقام متریک رنگ، سیستم پشتیبانی از تصمیم‌گیری می‌تواند تغییر رنگ به‌دست آمده را پیش‌بینی کند(۱۰). اپلیکیشن موبایل DoctOral با ارایه بستری تعاملی برای شناسایی و تشخیص ضایعات دهانی به دانشجویان و متخصصان دندان‌پزشکی، انقلابی در آسیب‌شناسی دهان ایجاد کرد. اختلالات بدخیم بالقوه‌ی دهان به‌عنوان ضایعات مخاطی و شرایطی با خطر بالای تبدیل به بدخیمی تعریف می‌شوند. این اختلالات بار سلامتی قابل‌توجهی دارند و اغلب به‌دلیل کمبود توجه به دندان‌پزشکی معمولی و تعداد کم مراکز تخصصی پزشکی دهان، دیر تشخیص داده می‌شوند. DoctOral، یک

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-05-26]

ابزار پشتیبانی تصمیم‌گیری رایگان مبتنی بر گوشی هوشمند برای پزشکان عمومی و دندان‌پزشکان ارایه می‌دهد. این ابزار بر اساس ظاهر بالینی ضایعات دهانی عمل می‌کند. تصاویر دهانی گرفته شده بلافاصله از طریق درخت تصمیم‌گیری تعاملی بررسی می‌شوند. درخت تصمیم‌گیری در قالب استاندارد بیان شده و برای تکمیل مسیر تشخیص فرضی در دسترس است. DoctOral همچنین از یک ابتکار مشترک در حال گسترش به نام DoctOralAI پشتیبانی می‌کند که شامل انتخاب تصاویر مرجع برای ایجاد یک مدل منبع باز و اجرای یک روش استدلال مبتنی بر مورد است که هر دو با یادگیری ماشین ترکیب شده‌اند(۱۹). در حوزه‌ی تخصصی سرطان دهان، برای تشخیص و طبقه‌بندی خودکار ضایعات دهانی، یک سیستم هوشمند بر اساس قابلیت توضیح نتایج و جمع‌آوری دوره‌ای موارد طراحی شد. در این پژوهش یک روش جدید با ترکیب یادگیری عمیق و استدلال مبتنی بر مورد (CBR) ارایه شد تا امکان توضیح پس از وقوع پاسخ سیستم را فراهم کند. آزمایش اولیه این پروتکل توسط پزشکان متخصص و رزیدنت‌ها بر روی موارد دشوار منتخب بود که سیستم به عملکرد بسیار خوبی شامل(۸۳٪ تشخیص صحیح و ۹۲٪ طبقه‌بندی صحیح) دست یافت(۱۲). با هدف کاربرد طرح لبخند دیجیتال بر اساس استدلال موردی در ترمیم زیبایی دندان‌های قدامی در بخش پروتزهای دندانی بیمارستانی در چین بیماران به‌طور تصادفی به دو گروه آزمایش و کنترل بر اساس توالی درمان، تقسیم شدند. در گروه آزمایش از فناوری طراحی لبخند دیجیتال و فرم پیش‌نمایش دهانی سه‌بعدی بر اساس تصاویر پروتزهای مشابه در گذشته استفاده شد. گروه کنترل با عکاسی دیجیتال همراه با پالت‌های رنگ‌سنجی مورد درمان قرار گرفتند. از نظر رضایت بیماران، بیماران گروه آزمایش از شکل و رنگ پروتز نسبت به گروه کنترل رضایت بیشتری داشتند. به‌دلیل محدودیت‌ها و صحت تصاویر دندان‌پزشکی، ارتقای نرم‌افزار با مشکلاتی مواجه شد. محققان دریافتند که استفاده از نرم‌افزار طراحی لبخند دیجیتال برای وارد کردن موارد مشابه قبلی ممکن است این مشکل را بهینه کند و طراحی پروتز را معتبر و شخصی‌سازی کند(۲۰). در مطالعه‌ای که در سال ۲۰۲۳ منتشر شد، برای افزایش میزان رضایت و کاهش شکاف بین انتظارات بیمار و محدودیت‌های ارتودنسی، یک سیستم ارتباطی سه‌بعدی برای شبیه‌سازی طراحی شد که با تنظیم یک مدل مجازی سه‌بعدی از نواحی دهان و فک و صورت، فرایندهای درمان را شبیه‌سازی می‌کند تا الگوهای بالینی را نشان دهد. این مدل‌های سه‌بعدی می‌توانند ویرایش و ترکیب شوند تا مدل‌های سه‌بعدی جدیدی برای شبیه‌سازی تولید شوند. همچنین ارتودنتیست‌ها می‌توانند به‌صورت دستی، مدل مجازی سه‌بعدی، مانند چیدمان دندان‌ها، تغییر شکل لثه‌ها با حرکت دندان‌ها، اتصال سیم‌های قوسی و براکت‌ها و تغییرات ظاهری صورت را کنترل کنند. در این مطالعه علاوه بر مصاحبه‌های کیفی با دندان‌پزشکان، از پرسش‌نامه، جهت نشان دادن پذیرش، قابلیت استفاده و اعتبار سیستم استفاده شد. نتایج نشان داد که سیستم پیشنهادی، وسیله‌ای مؤثر برای ارتباط بین بیماران و ارتودنتیست‌هاست(۱۱). اما در حوزه‌ی تخصصی تشخیص بیماری‌های بافت نرم دهان، تاکنون از این تکنیک در توسعه‌ی سیستم‌ها استفاده نشده بود.

از محدودیت‌های اصلی این مطالعه، تعداد محدود بیمارانی است که برای ارزیابی قابلیت‌های سیستم استفاده شد. افزایش تعداد نمونه‌ها و گسترش دامنه‌ی داده‌ها با بیمارانی از مناطق جغرافیایی مختلف و گروه‌های سنی متفاوت می‌تواند دقت و جامعیت سیستم را بهبود بخشد. همچنین وزن‌دهی ویژگی‌ها در این مطالعه، با استفاده از تکنیک دلفی انجام شده و شاخص مشابهت با فرض خطی بودن وزن‌ها محاسبه گردید. پیشنهاد می‌شود تا در مطالعات آینده، بر ترکیب روش دلفی با رویکردهای دیگر، مانند تحلیل داده‌های آماری یا یادگیری ماشینی برای کالیبره‌کردن وزن‌ها، توجه شود.

نتیجه‌گیری

در این پژوهش از رویکرد استدلال مبتنی بر مورد در طراحی سیستم هوشمند استفاده شد که از نظر بنیادی با الگوریتم‌های القایی قانون در هوش مصنوعی تفاوت دارد. روش‌های موردگرا در حوزه‌ی تشخیص پزشکی بسیار مؤثر است؛ زیرا استدلال با موارد، مطابق با فرایند تصمیم‌گیری معمول پزشکان است. همچنین، استفاده از موارد جدید به‌طور خودکار عامل به‌روزرسانی بخش‌هایی از دانش تغییرپذیر پزشکی در پایگاه دانش است. در طراحی پایگاه موارد به‌عنوان عنصر کلیدی سیستم هوشمند در تشخیص افتراقی بیماری‌های دهان، داده‌های بیماران در قالب دو مولفه‌ی اصلی علایم بیماری و تشخیص به‌صورت مراجعه‌ی حضوری با مصاحبه‌ی بالینی در بخش تخصصی بیماری‌های دهان و فک و صورت دانشگاه علوم پزشکی تهران، یکی از تخصصی‌ترین مراکز دندان‌پزشکی کشور، گردآوری شد. همچنین ثبت ساختارمند عناصر داده‌ای در محورهای اصلی بیماری‌های دهان شامل ضایعات وزیکولوبولوز و زخمی، ضایعات سفید و قرمز مخاط دهان، پیگمانتاسیون نسوج دهانی، تومورهای خوش‌خیم حفره‌ی دهان،

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-05-26]

سرطان دهان و بیماری‌های غدد بزاقی در سازماندهی داده‌های شناور در فرایند تشخیص بسیار کاربردی بود. نتایج مشاوره‌ی سیستم در محورهای شش‌گانه‌ی بیماری‌های دهان حاکی از آن است که توسعه‌ی سیستم با بهره‌گیری از هوش مصنوعی و پردازش داده‌های بالینی، پتانسیل کمک به متخصصان برای تعیین بهترین استراتژی تشخیصی برای دستیابی به تشخیص افتراقی طیف وسیعی از بیماری‌های دهان را دارد. نرم‌افزارهای نوین، نقش خود را در کمک به تشخیص و مدیریت بیماری‌ها در حوزه‌های تخصصی دهان و دندان به اثبات رسانده‌اند. انتظار می‌رود که توسعه‌ی سریع در حوزه‌ی هوش مصنوعی، حمایت‌های بالینی را بیش از پیش ارزشمند و فراگیر سازد.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل بخشی از پایان نامه دکتری تخصصی رشته مدیریت اطلاعات سلامت است که با کد اخلاق IR.TUMS.SPH.REC.1396.4095 در دانشگاه علوم پزشکی تهران به ثبت رسیده است.

References

1. Murdoch AIK, Blum J, Chen J, Baziotis-Kalfas D, Dao A, Bai K, et al. Determinants of clinical decision making under uncertainty in dentistry: A scoping review. Diagnostics 2023; 13(1076): 1-18.

2. Alajbeg I, Challacombe SJ, Holmstrup P & Jontell M. Red and white lesions of the oral mucosa. 13th ed. USA: Wiley Online Library, Burket's Oral Medicine; 2021: 85-138.

3. Odell EW. Cawson's essentials of oral pathology and oral medicine-e-book: Cawson's essentials of oral pathology and oral medicine-e-book. 10th ed. Nederland: Elsevier Health Sciences; 2024: 73-80.

4. Stoopler ET, Villa A, Bindakhil M, Diaz DLO & Sollecito TP. Common oral conditions: A review. JAMA (The Journal of the American Medical Association) 2024; 331(12): 1045-54.

5. Fatima A, Shafi I, Afzal H, Diez IDLT, Lourdes DRSM, Brenosa J, et al. Advancements in dentistry with artificial intelligence: Current clinical applications and future perspectives. Healthcare 2022; 10(11): 2188.

6. Pradeep P, Caro-Martinez M & Wijekoon A. A practical exploration of the convergence of case-based reasoning and explainable artificial intelligence. Elsevier, Expert Systems with Applications 2024; 255(1): 124733.

7. Rukayat ST. Implementation of an improved case-based reasoning: An artificial intelligence (expert system) tool for medical diagnosis. Benin Journal of Advances in Computer Science 2022; 7(1): 1-22.

8. Viveros-Melo D, Ortega-Adarme M, Blanco-Valencia X, Castro-Ospina AE, Murillo-Rendon S & Peluffo-Ordonez DH. Case based reasoning applied to medical diagnosis using multi-class classifier: A preliminary study. Enfoque (UTE) Universidad Tecnologica Equinoccial 2017; 8(1): 232-43.

9. Campo L, Aliaga IJ, De-Paz JF, Garcia AE, Bajo J, Villarubia G, et al. Retreatment predictions in odontology by means of CBR systems. Hindawi, Computational Intelligence and Neuroscience 2016; 2016(1): 7485250.

10. Thanathornwong B, Suebnukarn S & Ouivirach K. Decision support system for predicting color change after tooth whitening. Computer Methods and Programs in Biomedicine 2016; 125(1): 88-93.

11. Chiang YC, Wu F & Ko SH. Effective patient–dentist communication with a simulation system for orthodontics. Healthcare 2023; 11(10): 1-17.

12. Cimino MG, Campisi G, Galatolo FA, Neri P, Tozzo P, Parola M, et al. Explainable screening of oral cancer via deep learning and case-based reasoning. Smart Health 2025; 35(1): 100538.

13. Guo R, Smith R, Chen Q, Ritchie A & Poon S. Enhance health evidence quality in classification tasks: A triangulation approach utilizing case-based reasoning and process features. Digital Health 2025; 11(1): 1-11.

14. Ehtesham H, Safdari R, Mansourian A, Tahmasebian Sh, Mohammadzadeh N & Pourshahidi S. Management of the essential data element in the differential diagnosis of oral medicine: An effective step in promoting oral health. Journal of Education and Health Promotion 2020; 9(1): 1-10.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-05-26]

15. Michel J, Manns A, Boudersa S, Jaubert C, Dupic L, Vivien B, et al. Clinical decision support system in emergency telephone triage: A scoping review of technical design, implementation and evaluation. International Journal of Medical Informatics 2024; 184(105347): 1-14.

16. Singh LK, Khanna M & Singh R. An enhanced soft-computing based strategy for efficient feature selection for timely breast cancer prediction: Wisconsin diagnostic breast cancer dataset case. Multimedia Tools and Applications 2024; 83(31): 76607-72.

17. Ehtesham H, Safdari R, Mansourian A, Tahmasebian Sh, Mohammadzadeh N & Pourshahidi S. Developing a new intelligent system for the diagnosis of oral medicine with case-based reasoning approach. Oral Diseases 2019; 25(6): 1555-63.

18. Borra RC, Andrade PM, Correa L & Novelli MD. Development of an open case-based decision-support system for diagnosis in oral pathology. European Journal of Dental Education 2007; 11(2): 87-92.

19. Di-Fede O, Panzarella V, Buttacavoli F, La-Mantia G & Campisi G. Doctoral: A smartphone-based decision support tool for the early detection of oral potentially malignant disorders. Digital Health 2023; 9(1): 1-4.

20. Zhu G & Mu Y. Application of digital smile design based on case-based reasoning in aesthetic restoration of anterior teeth. Chinese Journal of Tissue Engineering Research 2022; 26(32): 5191-5.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-05-26]