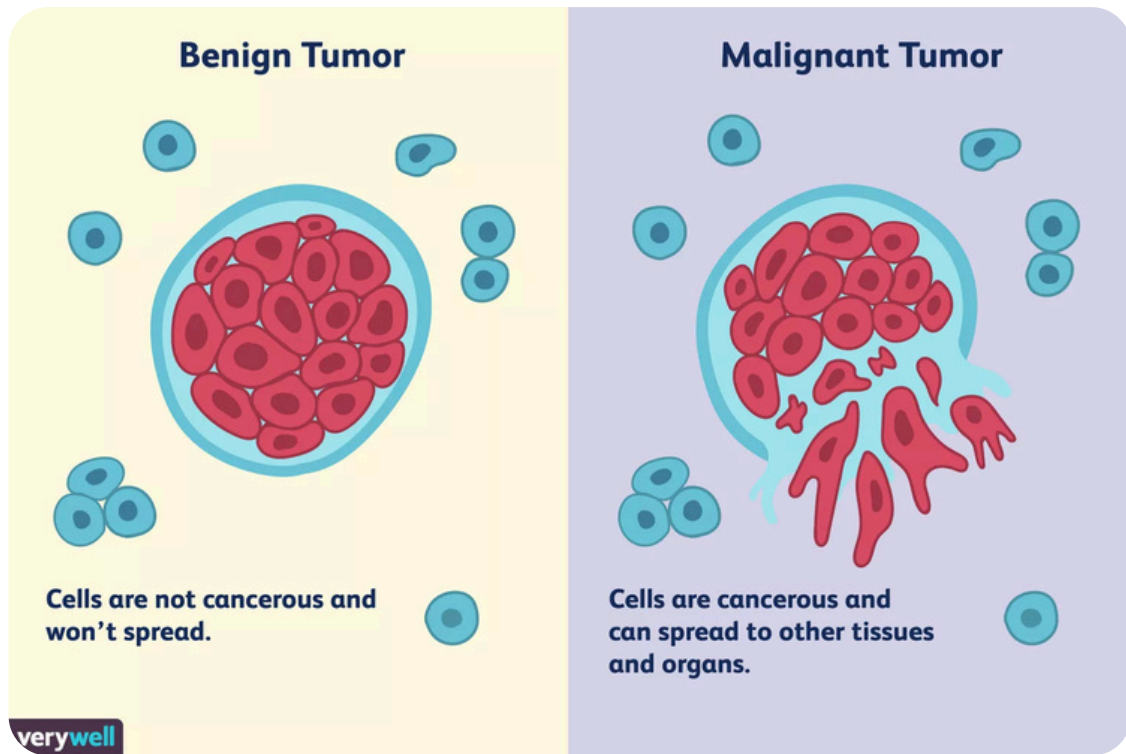


بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Smart Dermatological Analysis & Prescription System (SDAPS)

سامانه هوشمند تحلیل و تجویز درماتولوژیکی 🏥



با پیشرفت‌های چشمگیر در حوزه‌های هوش مصنوعی و یادگیری عمیق، کاربرد این فناوری‌ها در علوم پزشکی به‌ویژه در زمینه تشخیص بیماری‌ها بیش از پیش مورد توجه قرار گرفته است. یکی از شاخه‌های نوظهور در این زمینه، استفاده از مدل‌های یادگیری ماشین برای تحلیل تصاویر پزشکی و ارائه توصیه‌های درمانی است. پوست به عنوان وسیع‌ترین اندام بدن انسان، در معرض بسیاری از بیماری‌ها و اختلالات قرار دارد که در صورت عدم تشخیص به‌موقع، می‌توانند عوارض جدی به دنبال داشته باشند. با توجه به محدودیت منابع پزشکی و نیاز به افزایش دسترسی عمومی به خدمات سلامت، توسعه سامانه‌های هوشمند برای کمک به تشخیص اولیه‌ی بیماری‌های پوستی می‌تواند نقش مهمی در ارتقاء سلامت جامعه ایفا کند.

پروژه حاضر با هدف طراحی و پیاده‌سازی یک سامانه تحت وب برای تحلیل تصاویر پوستی و ارائه‌ی تشخیص اولیه‌ی بیماری، توسعه یافته است. این سامانه با بهره‌گیری از مدل‌های یادگیری عمیق مبتنی بر مکانیزم توجه (Attention Gate)، ابتدا با پردازش تصویر ورودی، احتمال خوش‌خیم یا بدخیم بودن ضایعه را تخمین می‌زند و سپس با استفاده از اطلاعات فردی بیمار (نظیر سن، جنسیت، نوع پوست، علائم و سابقه پزشکی)، توصیه‌های درمانی شخصی‌سازی‌شده‌ای ارائه می‌دهد. همچنین، در موارد خاص، از سرویس‌های پردازش زبان طبیعی برای تکمیل تشخیص و توصیه استفاده می‌شود.

این سامانه با رویکردی چندوجهی، علاوه بر پردازش تصویر، به تحلیل متنی اطلاعات بیمار نیز می‌پردازد که منجر به دقت بالاتر در تصمیم‌گیری می‌گردد. در این پروپوزال، ساختار فنی، مدل‌های به‌کاررفته، مزایا، محدودیت‌ها و مسیر توسعه آینده این سامانه به‌تفصیل شرح داده خواهد شد.

Metric	Value
Accuracy	$(TP + TN) / \text{Total} = (101 + 83) / (101 + 83 + 33 + 15) = 0.8227$
Precision	$TP / (TP + FP) = 101 / (101 + 33) = 0.7537$
Recall (Sensitivity)	$TP / (TP + FN) = 101 / (101 + 15) = 0.8707$
Specificity	$TN / (TN + FP) = 83 / (83 + 33) = 0.7155$
F1 Score	$2 * (P * R) / (P + R) = 0.8077$

دقت مدل بر اساس متریک های رایج ارزیابی

مرور ادبیات

در دهه‌ی اخیر، بهره‌گیری از یادگیری عمیق در حوزه‌ی بینایی ماشین (Computer Vision) تحولات چشم‌گیری در تشخیص بیماری‌های پوستی ایجاد کرده است. مطالعات متعدد نشان داده‌اند که مدل‌های کانولوشنی (CNN) در شناسایی و طبقه‌بندی ضایعات پوستی می‌توانند با دقتی قابل مقایسه یا حتی بالاتر از متخصصان پوست عمل کنند. پروژه‌های معتبری مانند ISIC Challenge نقش کلیدی در ارائه‌ی دیتاست‌های استاندارد و ارزیابی عملکرد مدل‌ها داشته‌اند. در کنار آن، مراکزی مانند Vision and Image Processing Lab در دانشگاه واترلو نیز دیتاست‌های واقع‌گرایانه‌تری ارائه داده‌اند که تنوع نژادی و نوری بیشتری را در بر می‌گیرند.

همچنین، در کنار تشخیص تصویری، تلاش‌هایی در جهت ترکیب اطلاعات بالینی بیمار با خروجی مدل‌های بینایی ماشین صورت گرفته است. این رویکرد چندمنظوره (Multimodal) باعث افزایش دقت، قابلیت تفسیر و کاربردپذیری سیستم‌های تشخیصی شده است. علاوه بر این، استفاده از مدل‌های زبانی پیشرفته (LLMs) برای تفسیر علائم و ارائه‌ی توصیه‌های شخصی‌سازی‌شده، حوزه‌ی جدیدی از پزشکی مبتنی بر هوش مصنوعی را معرفی کرده است.

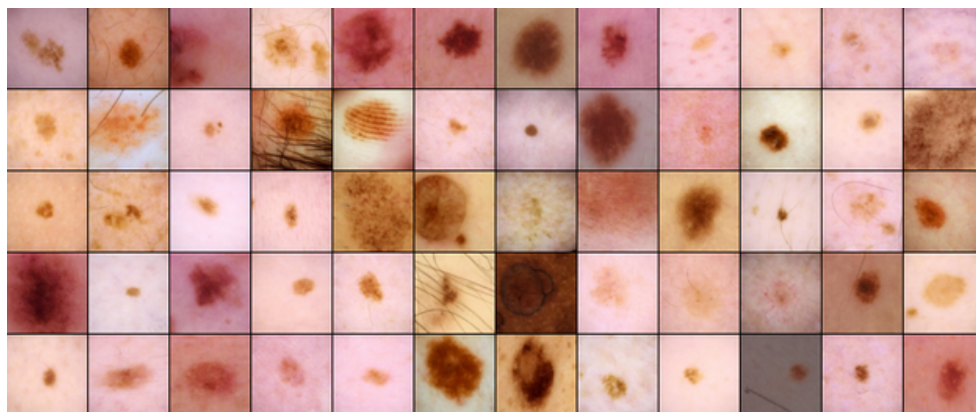
اهمیت پژوهش

ایران و بسیاری از کشورهای در حال توسعه با چالش کمبود متخصصان پوست، هزینه‌های بالای درمان و دسترسی محدود به خدمات تخصصی روبرو هستند. با توجه به شیوع بالای اختلالات پوستی و تأخیر در تشخیص برخی از آن‌ها (مانند ملانوم بدخیم)، توسعه‌ی سیستم‌های تشخیص از راه دور و ابزارهای پشتیبان تصمیم‌گیری پزشکی امری حیاتی تلقی می‌شود.

پروژه‌ی حاضر با ترکیب بینایی ماشین، یادگیری زبان طبیعی و ملاحظات بالینی، گامی نوین در جهت توسعه‌ی سیستم‌های هوشمند پشتیبان تشخیص بیماری‌های پوستی در ایران است. با توجه به طراحی بومی سیستم و در نظر گرفتن داروها و توصیه‌های رایج در کشور، این سامانه می‌تواند ابزار مناسبی برای ارتقاء سلامت عمومی، کاهش مراجعات غیرضروری به پزشک و افزایش سرعت واکنش به موارد خطرناک باشد.

اهداف پروژه

1. طراحی و پیاده‌سازی یک سامانه‌ی هوشمند برای تحلیل تصاویر ضایعات پوستی و تشخیص اولیه‌ی وضعیت (خوش‌خیم، مشکوک، بدخیم)
2. استفاده از اطلاعات بالینی فردی برای ارائه‌ی توصیه‌های درمانی شخصی‌سازی‌شده شامل دارو، رژیم غذایی و هشدارهای تداخل دارویی
3. بهره‌گیری از مدل‌های یادگیری عمیق (ResNet-50 با Attention Gate) برای طبقه‌بندی ضایعات پوستی با دقت بالا
4. استفاده از مدل‌های زبانی بزرگ برای تحلیل متنی علائم و سابقه بیمار و تولید پاسخ تخصصی
5. ارزیابی سیستم با استفاده از دیتاست‌های معتبر جهانی (ISIC و VIP Lab) و سنجش معیارهای حساسیت، ویژگی، دقت و F1
6. طراحی رابط کاربری ساده و تعاملی برای استفاده در کلینیک‌های پزشکی یا به‌صورت خانگی



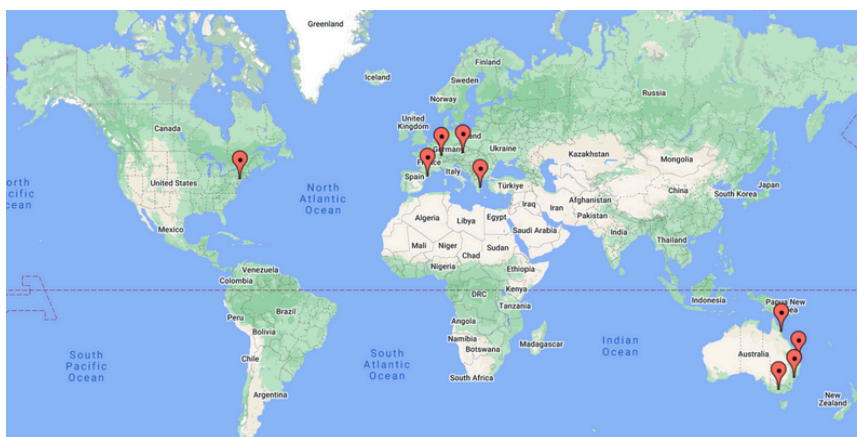
پروژه حاضر با هدف توسعه یک سامانه هوشمند برای تشخیص و توصیه درمانی در زمینه بیماری‌های پوستی، از ترکیب تکنیک‌های پیشرفته بینایی ماشین و پردازش زبان طبیعی بهره می‌برد. در ادامه، مراحل مختلف اجرای این پروژه تشریح می‌شود:

۱. جمع‌آوری و پیش‌پردازش داده‌ها

- دیتاست آموزشی: از مجموعه داده‌های استاندارد ISIC 2018 و ISIC 2024 استفاده شده است که شامل بیش از 400 هزار تصویر درموسکوپی با برجسب‌های تشخیصی معتبر می‌باشد. این مجموعه داده به دلیل تنوع بالا در انواع ضایعات پوستی و اطلاعات بالینی همراه، به عنوان منبع اصلی آموزش مدل انتخاب شده است.
- دیتاست آزمایشی: برای ارزیابی عملکرد مدل در شرایط واقعی‌تر، از دیتاست دانشگاه واترلو استفاده شده است که شامل تصاویر جمع‌آوری شده از منابع عمومی DermIS و DermQuest می‌باشد. این تصاویر با دوربین‌های معمولی گرفته شده و شامل بخش‌بندی دستی ضایعات نیز هستند.
- پیش‌پردازش تصاویر: تصاویر ورودی به منظور بهبود کیفیت و یکنواختی، تحت عملیات‌هایی مانند تصحیح روشنایی، نرمال‌سازی رنگ و حذف نویز قرار می‌گیرند.

۲. معماری مدل بینایی ماشین

- ساختار مدل: از شبکه عصبی کانولوشنی ResNet-50 با مکانیزم Attention Gate استفاده شده است. این ترکیب به مدل امکان می‌دهد تا ویژگی‌های مهم تصاویر را بهتر شناسایی و بر روی نواحی مرتبط تمرکز کند.
- آموزش مدل: مدل با استفاده از تکنیک‌های افزایش داده (Data Augmentation) مانند چرخش، بزرگ‌نمایی و تغییر روشنایی آموزش داده شده است تا توانایی تعمیم آن به شرایط مختلف افزایش یابد.
- خروجی مدل: مدل قادر است ضایعات پوستی را به صورت خوش‌خیم یا بدخیم طبقه‌بندی کرده و شدت آن‌ها را به صورت درصدی برآورد کند.



مؤسسات زیر در تهیه داده‌های این مجموعه داده مشارکت داشته‌اند:

- مرکز سرطان مَمورِیال اسلون کَترینگ، نیویورک، ایالات متحده آمریکا
- بخش پوست، واحد ملانوما، بیمارستان کلینیک بارسلونا، IDIBAPS، دانشگاه بارسلونا، بارسلونا، اسپانیا، ITOBOS
- دانشگاه کوئینزلند، بریزبن، استرالیا
- مرکز FNQH در کِرَنز، وست‌کورت، استرالیا
- مؤسسه ملانوما استرالیا، سیدنی، استرالیا
- بخش پوست، بیمارستان دانشگاهی بازل، بازل، سوئیس
- بخش پوست، دانشگاه پزشکی وین، وین، اتریش
- بخش پوست، دانشکده پزشکی دانشگاه آتن، آتن، یونان
- دانشگاه موناخ در بیمارستان آلفرد، ملبورن، استرالیا

۳. سیستم مشاوره پزشکی مبتنی بر زبان طبیعی

- مدل زبانی: از یک مدل زبان بزرگ محلی (Local LLM) برای تحلیل اطلاعات متنی بیمار مانند سن، جنسیت، علائم و سابقه پزشکی استفاده می‌شود.

• قابلیت‌ها:

- ارائه توصیه‌های درمانی شخصی‌سازی شده
- پیشنهاد داروهای رایج و غیرممنوع در ایران
- ارائه هشدارهای مربوط به تداخل دارویی و موارد منع مصرف

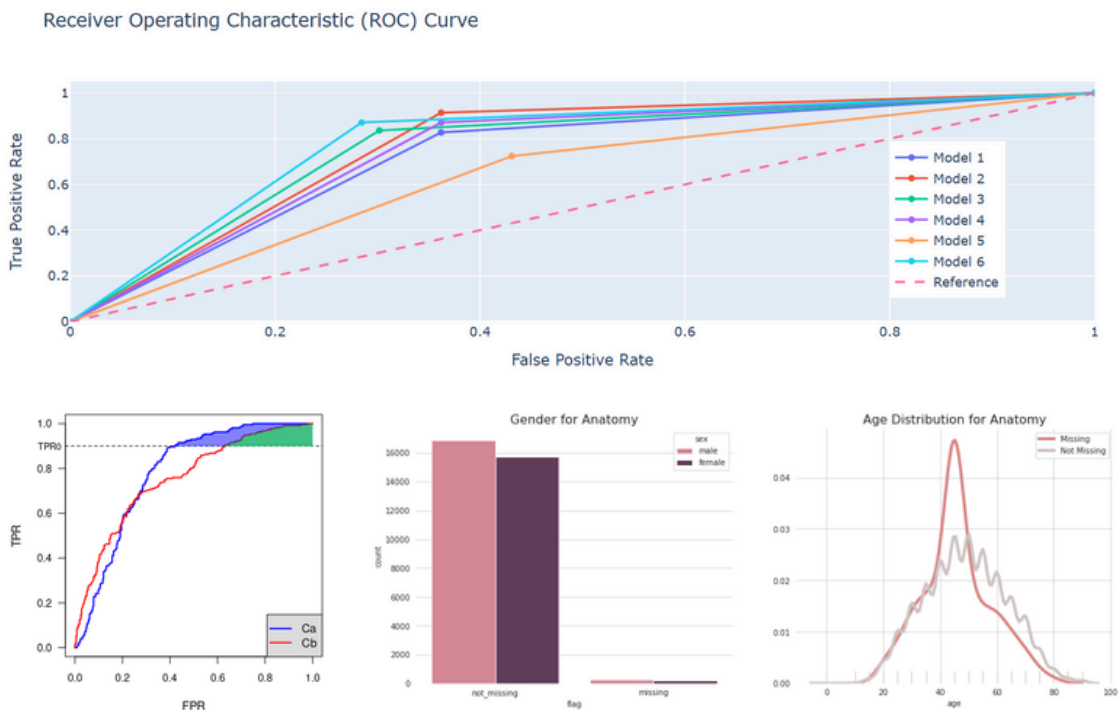
- فریم‌ورک پیاده‌سازی: این سیستم با استفاده از Flask توسعه یافته و از فناوری‌های JavaScript، CSS، HTML و AJAX برای رابط کاربری بهره می‌برد.

۴. ارزیابی عملکرد

• معیارهای ارزیابی:

- (Accuracy) : 83%
- (Sensitivity) : 87%
- (Specificity) : 72%
- (F1 Score) : 81%

- روش ارزیابی: مدل با استفاده از دیتاست‌های آموزشی و آزمایشی مذکور ارزیابی شده و نتایج نشان‌دهنده عملکرد قابل قبول آن در تشخیص ضایعات پوستی می‌باشد.



ابزارها و فناوری‌های مورد استفاده :

پروژه حاضر با بهره‌گیری از ترکیبی از فناوری‌های مدرن هوش مصنوعی، توسعه وب و مدل‌های زبانی بزرگ طراحی شده است. لیست ابزارها و چارچوب‌های اصلی عبارت‌اند از :

حوزه	ابزار / فناوری	توضیحات
یادگیری عمیق	TensorFlow / Keras	آموزش مدل CNN و تحلیل تصویر
معماری مدل	ResNet-50 + Attention Gate	افزایش دقت تشخیص ناحیه مشکوک
پردازش زبان طبیعی	LLaMA3 (Local LLM)	تولید توصیه‌های درمانی متن‌تخصصی
طراحی رابط کاربری	HTML, CSS, JavaScript, Bootstrap, Tailwind	فرم‌های بیمار، نقشه بدن، تعامل کاربر
Backend	Flask (Python)	مدیریت درخواست‌ها و پردازش مدل‌ها
API ها	HuggingFace, Groq	تحلیل تصویر جایگزین و تولید پاسخ زبانی
دیتابیس	بدون نیاز (Session-based)	سامانه فقط تحلیل انجام می‌دهد و اطلاعات ذخیره نمی‌کند

محدودیت‌ها و چالش‌های پروژه

در کنار مزایای سیستم، چالش‌ها و محدودیت‌هایی نیز وجود دارد که در ادامه به برخی از مهم‌ترین آن‌ها اشاره می‌شود:

- عدم جایگزینی پزشک: این سیستم نقش کمک تشخیصی دارد و به هیچ عنوان جای پزشک را نمی‌گیرد.
- نیاز به اینترنت برای LLM یا API ها: در صورت استفاده از مدل‌های غیربومی یا API های خارجی، اتصال پایدار به اینترنت ضروری است.
- تنوع نژادی تصاویر: اگرچه دیتاست‌های مورد استفاده متنوع هستند، همچنان ممکن است تنوع نژادی برخی کاربران به‌خوبی پوشش داده نشود.

نوآوری‌ها و تمایز پروژه

برخی از نوآوری‌های اصلی این پروژه عبارت‌اند از:

- تلفیق پردازش تصویر + تحلیل متن برای تولید توصیه شخصی‌سازی شده
- استفاده از نقشه تعاملی بدن در رابط کاربری برای افزایش دقت مکانی
- استفاده از داروهای رایج و غیرممنوع در ایران در پیشنهادات درمانی
- پیشنهادهای متناسب با سن، جنسیت، سابقه پزشکی و شدت علائم
- سیستم ماژولار و قابل ارتقاء برای سایر بیماری‌ها

نتیجه‌گیری و مسیرهای آینده

پروژه حاضر گام مؤثری در جهت توسعه سیستم‌های تشخیص یار هوشمند در حوزه پوست به‌ویژه در ایران است. با توجه به نتایج دقیق و طراحی بومی آن، انتظار می‌رود این سامانه در مراکز درمانی، داروخانه‌ها و حتی استفاده خانگی کاربرد عملی پیدا کند.

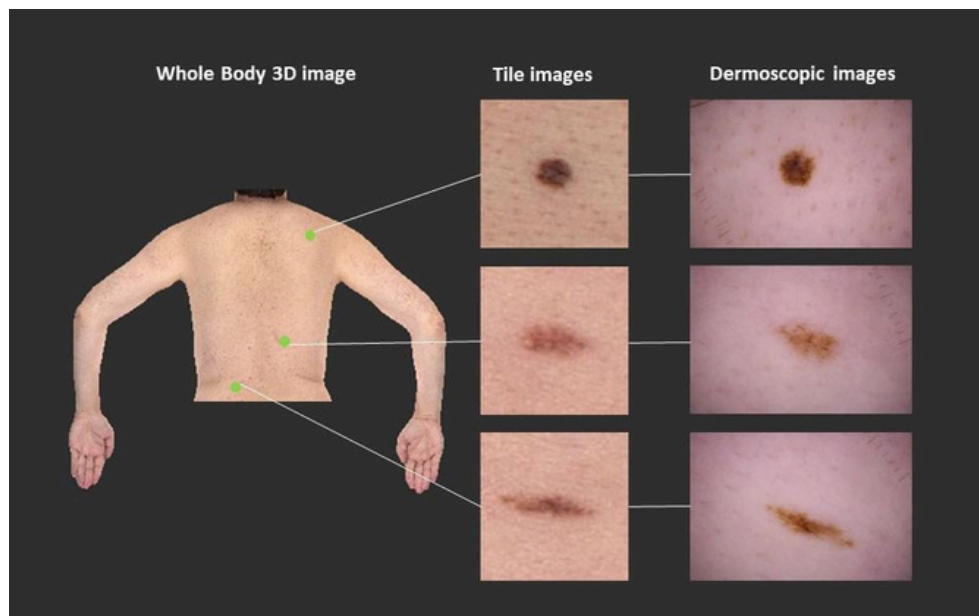
در آینده، مسیرهای توسعه زیر پیشنهاد می‌شود:

- افزودن قابلیت تشخیص چند نوع بیماری به‌طور هم‌زمان
- اتصال به پایگاه داده واقعی برای مدیریت سوابق بیماران
- توسعه نسخه موبایلی با بهره‌گیری از Android/iOS
- افزودن پشتیبانی برای زبان‌های دیگر از جمله انگلیسی و عربی

در این بخش از اظهارنامه ثبت اختراع سامانه هوشمند تحلیل و تجویز درماتولوژیکی (SDAPS)، به بررسی پتنت‌های ثبت‌شده بین‌المللی در حوزه‌های مرتبط پرداخته می‌شود. هدف از این بررسی، تحلیل تداخل‌های احتمالی و تأیید نوآوری سامانه SDAPS در سطح جهانی است.

طبقه‌بندی بین‌المللی اختراع (IPC) با توجه به ساختار فنی و کاربرد سامانه SDAPS، طبقه‌بندی بین‌المللی زیر برای ثبت اختراع پیشنهاد می‌شود:

شرح	کد IPC
تشخیص پزشکی با استفاده از داده‌های فیزیولوژیکی (مانند پوست و تصویر)	A61B 5/00
تحلیل تصاویر پوست با بهره‌گیری از پردازش تصویر دیجیتال	A61B 5/117
شناسایی الگو در تصاویر دیجیتال با استفاده از شبکه‌های عصبی	G06K 9/00
تحلیل داده‌های پیچیده با شبکه‌های عصبی مصنوعی (مانند CNN)	G06N 3/04
سامانه‌های توصیه‌گر درمانی برای بیماران یا پزشکان	G16H 50/20
استفاده از هوش مصنوعی برای شخصی‌سازی درمان و تحلیل داده سلامت	G16H 20/70



WO2018146688A1

شرح: سامانه‌ای برای تشخیص ضایعات پوستی با استفاده از یادگیری ماشین و پردازش تصویر محدودیت: صرفاً تشخیص انجام می‌دهد، فاقد مازول توصیه درمانی یا مدل زبانی تمایز SDAPS: استفاده از LLM برای توصیه‌های شخصی‌سازی شده درمانی ✓

US20140316235A1

شرح: پلتفرم مبتنی بر جمع‌سپاری برای بارگذاری تصاویر ضایعات و پیشنهاد تشخیص محدودیت: بدون تجویز دارو یا پردازش بالینی متنی کاربر تمایز SDAPS: تحلیل فرم بیمار، پیشنهاد دارو، و هشدارهای پزشکی مبتنی بر سابقه ✓

US10460150B2

شرح: تحلیل خودکار تصاویر میکروسکوپی ضایعات بافتی با شبکه‌های عمیق محدودیت: تمرکز بر تصاویر میکروسکوپی در محیط آزمایشگاهی تمایز SDAPS: تحلیل تصاویر کلینیکی از دوربین تلفن همراه ✓

US12051491B2

شرح: استفاده از هوش مصنوعی برای کشف اهداف درمانی جدید در پوست محدودیت: تمرکز بر تحقیق دارویی، فاقد سیستم تشخیص تصویری یا توصیه‌گر مستقیم تمایز SDAPS: ساختار دوگانه بینایی + زبانی برای تشخیص و تجویز ✓

US7437344B2

شرح: سیستم مشاوره زیبایی برای انتخاب محصولات آرایشی با هوش مصنوعی محدودیت: خارج از حوزه پزشکی، تمرکز بر آرایش و زیبایی تمایز SDAPS: تشخیص بیماری، تحلیل ضایعات، پیشنهاد دارویی، و ساختار بالینی ✓

نتیجه‌گیری و اثبات نوآوری ✓

با بررسی جامع پتنت‌های معتبر بین‌المللی، مشخص شد که:

- هیچ‌کدام از پتنت‌های بررسی‌شده دارای ساختار ترکیبی بینایی + زبانی با هدف توصیه درمانی شخصی‌سازی شده نیستند.
- سامانه SDAPS با تلفیق CNN، Attention Gate، فرم بالینی و مدل LLM، تمایزی بنیادین نسبت به پتنت‌های مشابه دارد.
- تمرکز بر تجویز داروی بومی، تحلیل اطلاعات بالینی و قابلیت استفاده عمومی، از نوآوری‌های کلیدی این پروژه است.

بنابراین، پروژه SDAPS واجد شرایط ثبت بین‌المللی به عنوان یک اختراع نوآورانه و غیرمتداخل با پتنت‌های پیشین می‌باشد. 📁