



دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی تهران  
دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

پایان نامه کارشناسی ارشد  
گرایش کنترل

پردازش تصاویر CT Scan مغز به منظور قطعه‌بندی  
خونریزی داخلی مغز با استفاده از شبکه‌های عصبی  
عمیق

پایان نامه

نگارش

سید محمد حسینی

استاد راهنما

دکتر امیرحسین نیکوفرد

شهریور ۱۴۰۳

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

# صفحه فرم ارزیابی و تصویب پایان نامه - فرم تأیید اعضاء کمیته دفاع

در این صفحه فرم دفاع یا تأیید و تصویب پایان نامه موسوم به فرم کمیته دفاع - موجود در پرونده آموزشی - را قرار دهید.

## نکات مهم:

- نگارش پایان نامه/رساله باید به **زبان فارسی** و بر اساس آخرین نسخه دستورالعمل و راهنمای تدوین پایان نامه های دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی باشد.(دستورالعمل و راهنمای حاضر)
- رنگ جلد پایان نامه/رساله چاپی کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکترا باید به ترتیب مشکی، طوسی و سفید رنگ باشد.
- چاپ و صحافی پایان نامه/رساله بصورت **پشت و رو(دورو)** بلامانع است و انجام آن توصیه می شود.

به نام خدا



دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی  
تهران

تاریخ: شهریور ۱۴۰۳

## تعهدنامه اصالت اثر

اینجانب سید محمد حسینی متعهد می‌شوم که مطالب مندرج در این پایان‌نامه حاصل کار پژوهشی اینجانب تحت نظارت و راهنمایی اساتید دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی بوده و به دستاوردهای دیگران که در این پژوهش از آنها استفاده شده است مطابق مقررات و روال متعارف ارجاع و در فهرست منابع و مآخذ ذکر گردیده است. این پایان‌نامه قبلاً برای احراز هیچ مدرک هم‌سطح یا بالاتر ارائه نگردیده است.

در صورت اثبات تخلف در هر زمان، مدرک تحصیلی صادر شده توسط دانشگاه از درجه اعتبار ساقط بوده و دانشگاه حق پیگیری قانونی خواهد داشت.

کلیه نتایج و حقوق حاصل از این پایان‌نامه متعلق به دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی می‌باشد. هرگونه استفاده از نتایج علمی و عملی، واگذاری اطلاعات به دیگران یا چاپ و تکثیر، نسخه‌برداری، ترجمه و اقتباس از این پایان‌نامه بدون موافقت کتبی دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی ممنوع است. نقل مطالب با ذکر مآخذ بلامانع است.

سید محمد حسینی

Vincent

امضا

نویسنده پایان نامه، در صورت تمایل میتواند برای پاسخگویی پایان نامه خود را به شخص یا اشخاص و یا ارگان خاصی تقدیم نماید.

پاس کزاری

نویسنده پایان نامه می تواند مراتب امتنان خود را نسبت به استاد راهنما و استاد مشاور و یا دیگر افرادی که طی انجام پایان نامه به نحوی او را یاری و یا با او همکاری نموده اند ابراز دارد.

سید محمد حسینی

شهریور ۱۴۰۳

## چکیده

تشخیص سریع و دقیق خونریزی‌های درون جمجمه‌ای با استفاده از تصاویر سی‌تی‌اسکن، همواره به‌عنوان یکی از مهم‌ترین چالش‌های پزشکی در زمینه درمان افراد دارای انواع آسیب‌های مغزی، سکته‌های مغزی و خونریزی‌های درون جمجمه‌ای، مطرح شده است. اهمیت این موضوع زمانی آشکار می‌شود که حتی تأخیر چنددقیقه‌ای در تشخیص می‌تواند منجر به پیامدهای جبران‌ناپذیری برای بیماران شود. باتوجه‌به پیچیدگی و حساسیت بالای تشخیص چنین آسیب‌هایی، این فرایند معمولاً نیازمند تخصص و تجربه‌ی بالای پزشکان و پرتوشناسان است. اما باتوجه‌به محدودیت منابع انسانی و احتمال خطاهای انسانی، نیاز به توسعه سامانه‌های خودکار تشخیص مبتنی بر یادگیری عمیق بیش‌ازپیش احساس می‌شود. در این زمینه چالش اصلی برای پزشکان خصوصاً در بخش فوریت‌های پزشکی، تشخیص دقیق و سریع نواحی خونریزی در تصاویر سه‌بعدی سی‌تی‌اسکن است که عملکرد متخصصین در تحلیل این تصاویر، تحت‌تأثیر میزان تجربه آنها و شرایط محیطی قرار دارد. توسعه یک دستیار هوشمند مبتنی بر شبکه عصبی عمیق، می‌تواند موجب بهبود فرایندهای پزشکی در این حوزه شود؛ اما توسعه این دستیار با چالش‌های متعددی روبرو است. از جمله این چالش‌ها می‌توان به عدم توازن داده‌ها، محدودیت در دسترسی به مجموعه داده‌های بزرگ، و تنوع کیفیت تصاویر سی‌تی‌اسکن در مراکز مختلف تصویربرداری اشاره کرد. این عوامل می‌توانند باعث کاهش دقت مدل‌ها در تشخیص نواحی دارای خونریزی شود. در این پایان‌نامه، یک روش دومرحله‌ای مبتنی بر طبقه‌بندی و قطعه‌بندی، به همراه یک پس‌پردازش توسعه داده شده است.

## واژه‌های کلیدی:

شبکه عصبی عمیق، طبقه‌بندی تصاویر سی‌تی‌اسکن، قطعه‌بندی تصاویر سی‌تی‌اسکن، خونریزی درون جمجمه‌ای

# فهرست مطالب

صفحه

عنوان

۱	.....	۱ مقدمه
۲	.....	۱-۱ خونریزی درون جمجمه‌ای و اهمیت آن
۲	.....	۲-۱ انواع خونریزی درون جمجمه‌ای
۴	.....	۳-۱ روش‌های مرسوم در تشخیص خونریزی درون جمجمه‌ای
۵	.....	۴-۱ روش‌های رایانه‌ای در پردازش تصاویر پزشکی
۶	.....	۲ مرور ادبیات
۷	.....	۱-۲ مجموعه داده‌ها
۷	.....	۱-۱-۲ مجموعه داده‌ی انجمن پرتوشناسی آمریکای شمالی (RSNA)
۷	.....	۲-۱-۲ مجموعه داده‌ی MosMedData
۸	.....	۳-۱-۲ مجموعه داده‌ی ۵۰۰۰۰۰
۸	.....	۴-۱-۲ مجموعه داده‌ی ۰۰۰۰
۸	.....	۵-۱-۲ مجموعه داده‌ی خونریزی درون جمجمه‌ای عراق
۹	.....	۲-۲ تحقیقات اخیر در زمینه یادگیری ماشین
۱۲	.....	منابع و مراجع
۱۶	.....	پیوست
۱۹	.....	واژه‌نامه‌ی فارسی به انگلیسی
۲۱	.....	واژه‌نامه‌ی انگلیسی به فارسی



## فهرست اشکال

صفحه

شکل

۱-۱ خونریزی درون جمجمه‌ای [۱] ..... ۳

## فهرست جداول

صفحه

جدول

۱-۱ انواع زیرگروه‌های خونریزی درون جمجمه‌ای [۲] ..... ۴

# فهرست نمادها

نماد	مفهوم
$\mathbb{R}^n$	فضای اقلیدسی با بعد $n$
$\mathbb{S}^n$	کره $n$ یکه بعدی
$M^m$	خمینه $m$ -بعدی $M$
$\mathfrak{X}(M)$	جبر میدان‌های برداری هموار روی $M$
$\mathfrak{X}^1(M)$	مجموعه میدان‌های برداری هموار $1$ یکه روی $(M, g)$
$\Omega^p(M)$	مجموعه $p$ -فرمی‌های روی خمینه $M$
$Q$	اپراتور ریچی
$\mathcal{R}$	تانسور انحنای ریمان
$ric$	تانسور ریچی
$L$	مشتق لی
$\Phi$	$2$ -فرم اساسی خمینه تماسی
$\nabla$	التصاق لوی-چویتای
$\Delta$	لاپلاسین ناهموار
$\nabla^*$	عملگر خودالحاق صوری القا شده از التصاق لوی-چویتای
$g_s$	متر ساساکی
$\nabla$	التصاق لوی-چویتای وابسته به متر ساساکی
$\Delta$	عملگر لاپلاس-بلترامی روی $p$ -فرم‌ها

# فصل اول

## مقدمه

## ۱-۱ خونریزی درون جمجمه‌ای و اهمیت آن

خونریزی درون جمجمه‌ای<sup>۱</sup> یک وضعیت اضطراری پزشکی است که تشخیص سریع و دقیق آن به‌منظور درمان مؤثر بیمار و کاهش خطر ناتوانی شدید یا مرگ، حیاتی است [۳]. خونریزی درون جمجمه‌ای می‌تواند به دلایل مختلفی از جمله آسیب مغزی تروماتیک<sup>۲</sup>، بیماری‌های عروقی، یا مشکلات مادرزادی ایجاد شود و بر اساس محل خونریزی در مغز طبقه‌بندی می‌شود [۴]. به‌صورت تقریبی سالانه بین ۴۰۰۰۰ تا ۶۷۰۰۰ بیمار دارای خونریزی درون جمجمه‌ای در ایالات متحده آمریکا شناسایی می‌شوند که نرخ مرگ‌ومیر آنها در ۳۰ روز اول حادثه در حدود ۴۰ درصد است که در نتیجه آن، خونریزی درون جمجمه‌ای به یکی از بیماری‌ها با بیشترین آمار مرگ و میر تبدیل شده است. این در حالی است که عوارض دیگر این بیماری نیز بسیار خطرناک است، به‌عنوان مثال بیشتر از ۴۶ درصد بیماران که دارای نوع خاصی از خونریزی درون جمجمه‌ای هستند، پس از بهبود به‌صورت دائمی دچار اختلالات شناختی می‌شوند [۵، ۶، ۷، ۸، ۹].

باتوجه به نرخ بالای مرگ‌ومیر مرتبط با خونریزی درون جمجمه‌ای، تشخیص سریع و دقیق خونریزی درون جمجمه‌ای با استفاده از روش‌های تصویربرداری ضروری است [۱۰]. سی‌تی‌اسکن<sup>۳</sup> شایع‌ترین روش برای تشخیص سریع خونریزی خصوصاً در مراکز فوریت‌های پزشکی به‌حساب می‌آید که دقت مناسب را برای تشخیص این بیماری به متخصصین می‌دهد [۱۱، ۳، ۵، ۱۲].

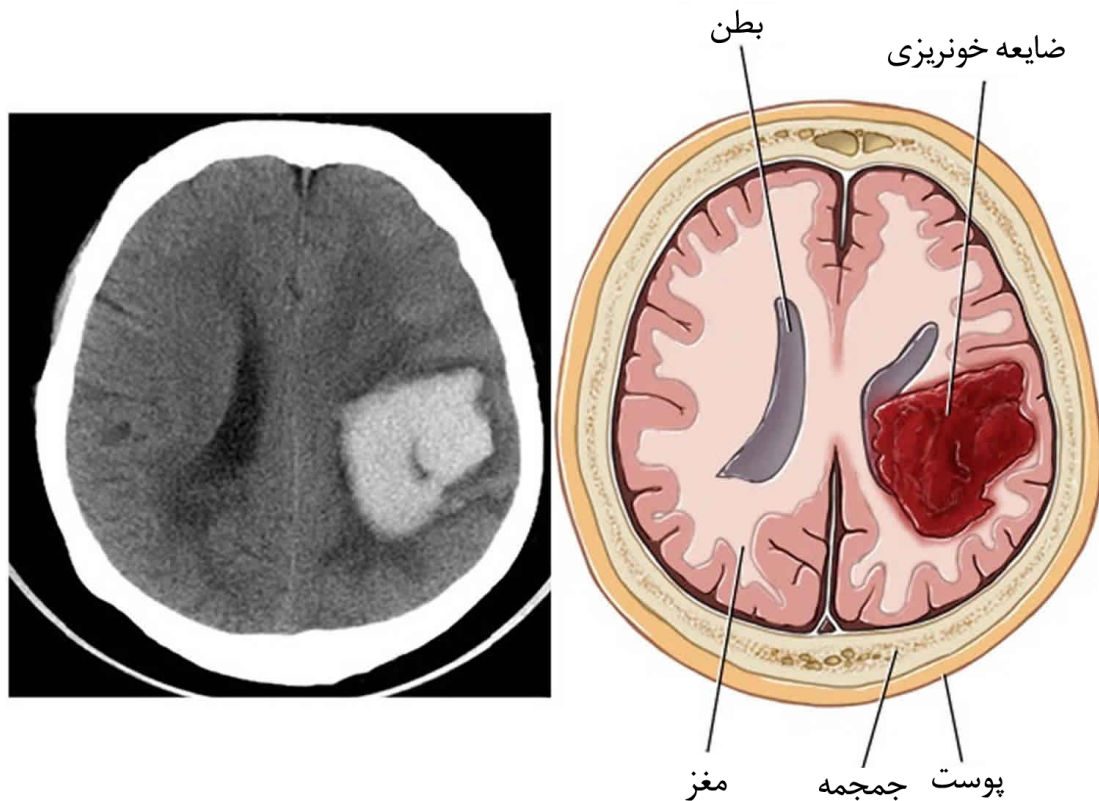
## ۲-۱ انواع خونریزی درون جمجمه‌ای

با پاره شدن عروق شریانی مغز، خون از درون عروق اصلی وارد بافت مغز می‌شود؛ این مسئله در حالی است که لخته شدن خون در داخل بدن سخت‌تر انجام می‌شود و به‌موجب آن خون وارد بافت مغز شده و با افزایش فشار داخل جمجمه، به بافت‌های حیاتی صدمات جدی وارد می‌کند. همان‌طور که در شکل ۱-۱ مشخص است، با پاره شدن شریان‌های خونی درون مغز، خونی که وارد بافت مغز شده است و یک ضایعه بزرگ خونریزی را ایجاد کرده و این ضایعه در تصویر سی‌تی‌اسکن به‌صورت یک بافت که رنگ روشن‌تری نسبت به محیط اطراف دارد قابل‌شناسایی است.

<sup>1</sup>Intracranial Hemorrhage

<sup>2</sup>Traumatic Brain Injury

<sup>3</sup>Computed Tomography Scan



شکل ۱-۱: خونریزی درون جمجمه‌ای [۱]

خونریزی درون جمجمه‌ای متناسب با محل وقوع به زیرگروه‌های مختلفی تقسیم می‌شوند؛ این طبقه‌بندی شامل خونریزی اپیدورال (EDH)<sup>۱</sup>، خونریزی ساب‌دورال (SDH)<sup>۲</sup>، خونریزی ساب‌آراکنوئید (SAH)<sup>۳</sup>، خونریزی پارانشیم مغزی (CPH)<sup>۴</sup>، و خونریزی داخل بطنی (IVH)<sup>۵</sup> است [۶، ۱۳]. در جدول ۱-۱ نمونه‌هایی از زیرگروه‌های خونریزی درون جمجمه‌ای، محل خونریزی، زمینه، علت وقوع، شکل و علائم بالینی نشان داده شده است؛ همانطور که از تصاویر مشخص است، تشخیص بعضی از انواع خونریزی درون جمجمه‌ای به علت حضور در اطراف بقیه بافت‌های مغز، خصوصاً جمجمه که از تراکم بیشتری برخوردار است و یا شکل پیچیده‌ای که دارند، حتی برای متخصصین نیز دشوار است.


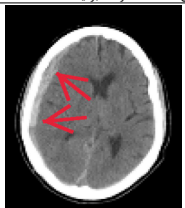



<sup>1</sup>Epidural

<sup>2</sup>Subdural

<sup>3</sup>Subarachnoid

<sup>4</sup>Cerebral Parenchymal

<sup>5</sup>Intraventricular

EDH	SDH	SAH	IVH	CPH	محل
بین سخت شامه و جمجمه	بین سخت شامه و عنکبوتیه	بین عنکبوتیه و نرم شامه	داخل بطن	داخل مغز	تصویر
					
ضربه یا پس از جراحی	ضربه	پارگی آنوریسم یا ناهنجاری های شریانی - وریدی یا ضربه	می تواند با خونریزی های درون مغزی و زیر عنکبوتیه همراه باشد	قشار خون بالا، ضربه، ناهنجاری های شریانی - وریدی، تومور، و غیره	زمینه ها
شریانی	وریدی (وریدهای یلزن)	عمدتاً شریانی	شریانی یا وریدی	شریانی یا وریدی	علت وقوع
عدسی شکل	هلالی	در امتداد شیارها و شکاف ها	مطابق با شکل بطن	معمولاً گرد	شکل
حاد (شکستگی جمجمه و تغییر وضعیت دهنی)	ممکن است تدریجی باشد (بدتر شدن سردرد)	حاد (بدترین سردرد زندگی)	حاد (شروع ناگهانی سردرد، حالت تهوع، استفراغ)	حاد (شروع ناگهانی سردرد، حالت تهوع، استفراغ)	علامت بالینی

جدول ۱-۱: انواع زیرگروه های خونریزی درون جمجمه ای [۲]

### ۳-۱ روش های مرسوم در تشخیص خونریزی درون جمجمه ای

در حال حاضر تصاویر سی تی اسکن، به عنوان استاندارد اصلی و غیرتهاجمی<sup>۱</sup> برای تشخیص خونریزی درون جمجمه ای است. سی تی اسکن یک نوع تصویر پرتونگاری<sup>۲</sup> سه بعدی است که متشکل از تصاویر دوبعدی از اندام بدن است. روش عمومی پردازش تصاویر سی تی اسکن به صورت دستی انجام می پذیرد که به موجب آن متخصصین پرتونگاری<sup>۳</sup> و پزشکی، با بررسی برش های<sup>۴</sup> سی تی اسکن را به صورت مجزا بررسی می کنند و مناطق خونریزی را تشخیص می دهند. این فرایند به دلیل وابستگی به تخصص و تجربه فردی، شرایط محیطی و فشار کاری، زمان بر و مستعد خطا است. [۵، ۳، ۱۱، ۱۲، ۱۰]. فرایند بررسی دستی تصاویر سی تی اسکن، زمان بر بوده و به شدت به در دسترس بودن پرتونگارهای<sup>۵</sup> باتجربه بستگی دارد [۶]. در شرایط اضطراری، خصوصاً در مراکز فوریت های پزشکی، زمانی که برای پردازش برش های سی تی اسکن صرف می شود، می تواند به طور قابل توجهی در نتایج درمان بیمارها تأثیر بگذارد؛ این مسئله در مواردی از اهمیت بیشتری برخوردار می شود که درمان بیمار نیازمند مداخله فوری گروه پزشکی است [۱۲]. نکته حائز اهمیت در روش معمول برای بررسی تصاویر سی تی اسکن در مراکز پزشکی این است که بررسی اولیه تصاویر، توسط پزشکان و پرتونگارهایی با تجربه کمتر انجام می شود و در مراحل بعدی این تصاویر توسط متخصصینی با تجربه بیشتر بررسی می شود. تعدادی از مطالعات نشان داده اند که در روش مذکور، بین پزشکان و پرتونگارهایی که در مرحله اول تصاویر را بررسی می کنند و پزشکان و پرتونگارهایی که در ادامه این تصاویر را بررسی می کنند، اختلاف نظر وجود دارد که این مسئله می تواند منجر به عواقب جبران ناپذیر گردد [۱۱، ۱۴، ۱۵، ۱۶، ۱۷]. احتمال خطای انسانی در بررسی دستی تصاویر پیچیده و

<sup>1</sup>Non-invasive<sup>2</sup>Radiography<sup>3</sup>Radiology<sup>4</sup>Slice<sup>5</sup>Radiologist

سه بعدی سی تی اسکن، از دیگر نقاط ضعف روش معمول پردازش این تصاویر است، به ویژه در محیط های شلوغ و پرتنش که پرتونگاریها ممکن است تحت فشار زیاد باشند [۱۱].

## ۴-۱ روش های رایانه ای در پردازش تصاویر پزشکی

اهمیت مسئله خونریزی درون جمجمه ای و چالش های مرتبط با آن در بخش قبل مورد بررسی قرار گرفت، روش های مبتنی بر پردازش رایانه ای<sup>۱</sup> تصاویر پزشکی، می تواند یک راه حل مناسب برای رفع نقاط ضعف روش کنونی بررسی تصاویر پزشکی باشد [۳، ۵، ۱۱، ۱۸، ۱۹، ۱۲، ۲۰، ۱۰]. ابزارهای خودکار برای تشخیص و کمیت سنجی خونریزی، از پیشرفت های روش های یادگیری ماشین<sup>۲</sup> و یادگیری عمیق<sup>۳</sup> و سامانه های<sup>۴</sup> تشخیص به کمک رایانه<sup>۵</sup> استفاده می کنند تا تجزیه و تحلیل سریع و دقیقی از تصاویر سی تی اسکن ارائه دهند. با خودکارسازی تشخیص خونریزی درون جمجمه ای و استفاده از آنها به صورت نظر ثانویه<sup>۶</sup>، این سامانه ها می توانند بار کاری پرتونگاریها را کاهش دهند، دقت تشخیص را افزایش دهند از اشتباهات متخصصین جلوگیری کنند، زمان تشخیص را به حداقل برسانند، بعضی از هزینه های فرایند درمان را به علت کاهش دخالت انسانی کاهش دهند و به صورت کلی فرایند تشخیص را بهبود ببخشند که این موارد به بهبود نتایج بیماران منجر خواهد شد. با این حال، ضمن اینکه سامانه های تشخیص به کمک رایانه نویدبخش هستند؛ اما امکان خطا در آنها وجود دارد که می تواند تصمیم گیری بالینی را با مشکلاتی روبرو کند؛ بنابراین، ادغام این ابزارها در عمل باید با دقت انجام شود [۲۰].

<sup>1</sup>Computer

<sup>2</sup>Machine Learning

<sup>3</sup>Deep Learning

<sup>4</sup>System

<sup>5</sup>Computer-aided Diagnosis

<sup>6</sup>Second Opinion



## فصل دوم

## مرور ادبیات

## ۱-۲ مجموعه داده‌ها

در سال‌های اخیر، مجموعه داده‌های متعددی برای پشتیبانی از توسعه مدل‌های یادگیری عمیق در حوزه تصویربرداری پزشکی، به‌ویژه برای تشخیص و طبقه‌بندی خونریزی درون جمجمه‌ای (DD) ایجاد شده‌اند. این مجموعه داده‌ها از نظر منبع، اندازه، قالب و وظایف خاصی که هدف قرار می‌دهند، متفاوت هستند. در ادامه به بررسی برخی از مهم‌ترین مجموعه داده‌هایی که در این حوزه مورد استفاده قرار گرفته‌اند، می‌پردازیم.

### ۱-۱-۲ مجموعه داده‌ی انجمن پرتوشناسی آمریکای شمالی (RSNA)

مجموعه داده‌ی RSNA Intracranial Hemorrhage Detection [۲، ۲۱] که برای چالش یادگیری ماشین سال ۲۰۱۹ انجمن پرتونگاری آمریکای شمالی جمع‌آوری شده است، یکی از منابع برجسته در زمینه طبقه‌بندی خونریزی درون جمجمه‌ای محسوب می‌شود. این مجموعه داده، از چند مرکز پرتونگاری جمع‌آوری شده است که سه مؤسسه دانشگاه استنفورد در ایالات متحده، دانشگاه فدرال سائو پائولو در برزیل و بیمارستان دانشگاه توماس جفرسون در ایالات متحده شامل آنها می‌باشد. این مجموعه شامل تصویر سی‌تی‌اسکن مغزی ۲۵۳۱۲ بیمار است که از این میان، ۸۸۸۹ بیمار دارای انواع مختلف خونریزی درون جمجمه‌ای هستند. تصاویر سی‌تی‌اسکن در این مجموعه داده به فرمت DICOM<sup>۱</sup> ارائه شده‌اند که استاندارد برای تصویربرداری پزشکی است. این مجموعه داده به‌طور گسترده‌ای در طبقه‌بندی انواع خونریزی مورد استفاده قرار گرفته و به‌عنوان منبعی بنیادی برای آموزش و اعتبارسنجی مدل‌های یادگیری ماشین که به تشخیص و طبقه‌بندی خونریزی درون جمجمه‌ای تبدیل شده است.

### ۲-۱-۲ MosMedData مجموعه داده‌ی

مجموعه داده‌ی MosMed [۲۲] یک مجموعه تک‌مرکزی است که از مرکز تشخیص و فناوری‌های تله‌مدیسین مسکو در روسیه جمع‌آوری شده است. این مجموعه داده به‌طور خاص برای تسهیل توسعه سیستم‌های هوش مصنوعی (DD) به منظور تشخیص و طبقه‌بندی DD طراحی شده است. این مجموعه شامل ۸۰۰ اسکن مغزی است که هر اسکن شامل سری‌های متعددی از تصاویر DD می‌باشد. این اسکن‌ها شامل موارد مثبت و منفی DD هستند، هرچند تعداد دقیق اسکن‌های مثبت DD به‌طور صریح بیان نشده است. دسترسی به این مجموعه داده در فرمت DD<sup>۱</sup> تضمین‌کننده‌ی سازگاری

<sup>۱</sup>Digital Imaging and Communications in Medicine

آن با طیف گسترده‌ای از ابزارها و سیستم‌های پردازش تصویر است. □□□□□□□□ نقش حیاتی در پیشبرد ابزارهای تشخیصی مبتنی بر هوش مصنوعی ایفا می‌کند، به‌ویژه در زمینه تشخیص انواع مختلف خونریزی‌های ناشی از تروما یا سکتته.

## ۳-۱-۲ مجموعه داده‌ی ۵۰۰□□

مجموعه داده‌ی ۵۰۰□□ نیز یک مجموعه چندمرکزی مهم است که شامل داده‌های جمع‌آوری شده از پنج مرکز مختلف در هند می‌باشد. این مجموعه شامل ۴۹۱ اسکن □□ سر است که برای چندین حالت حاد از جمله □□□ حاشیه‌گذاری شده‌اند. از این میان، تقریباً ۱۹۵ اسکن به‌عنوان حاوی خونریزی درون جمجمه‌ای شناسایی شده‌اند. این مجموعه داده به فرمت □□□□□ ارائه شده و از استفاده آن در طیف وسیعی از کاربردهای تصویربرداری پزشکی پشتیبانی می‌کند. مجموعه داده‌ی ۵۰۰□□ به‌ویژه برای طبقه‌بندی، □□□□ خونریزی‌های ساب‌دورال و سایر ناهنجاری‌های حاد در اسکن‌های □□ اهمیت دارد. این مجموعه نقش مهمی در آموزش مدل‌هایی ایفا کرده است که در محیط‌های اضطراری، جایی که تشخیص سریع و دقیق □□□ حیاتی است، به کار می‌روند.

## ۴-۱-۲ مجموعه داده‌ی □□□

مجموعه داده‌ی □□□، اگرچه به‌طور خاص برای □□□ هدف‌گذاری نشده است، اما به دلیل تمرکز آن بر وظایف قطعه‌بندی و طبقه‌بندی مرتبط با سایر آسیب‌شناسی‌های مغزی مانند تومورهای مغزی قابل توجه است. این مجموعه داده چندمرکزی شامل تعداد قابل توجهی از اسکن‌های □□ سر است، اگرچه تعداد دقیق آن ذکر نشده است. تصاویر به فرمت □□□□□ ارائه شده‌اند که آن‌ها را برای طیف وسیعی از وظایف تجزیه و تحلیل تصویر قابل دسترس می‌سازد. مجموعه داده‌ی □□□ به عنوان منبعی ارزشمند برای توسعه مدل‌های یادگیری عمیق که هدف آن‌ها قطعه‌بندی و طبقه‌بندی است، به‌ویژه در تمایز بین آسیب‌شناسی‌های مختلف مغزی، خدمت می‌کند.

## ۵-۱-۲ مجموعه داده‌ی خونریزی درون جمجمه‌ای عراق

مجموعه داده‌ی خونریزی درون جمجمه‌ای عراق پیش‌بینی می‌شود که به عنوان منبعی ارزشمند برای پژوهش‌های آتی در زمینه تشخیص و طبقه‌بندی □□□ عمل کند. در حالی که جزئیات خاصی در مورد تعداد مراکز دخیل یا ترکیب دقیق مجموعه داده ارائه نشده است، انتظار می‌رود این مجموعه به‌طور

قابل توجهی به توسعه مدل‌های هوش مصنوعی در حوزه CNN کمک کند. این مجموعه احتمالاً شامل مجموعه‌ای جامع از اسکن‌های CT خواهد بود که تمرکز آن بر ارائه داده‌های برجسته‌گذاری شده برای وظایف مختلف مرتبط با CNN است. فرمت تصاویر و جزئیات بیشتر برای ادغام آن در چارچوب‌های موجود برای تجزیه و تحلیل تصاویر پزشکی بسیار مهم خواهد بود.

## ۲-۲ تحقیقات اخیر در زمینه یادگیری ماشین

در سال‌های اخیر، استفاده از یادگیری عمیق در طبقه‌بندی و قطعه‌بندی خونریزی درون‌جمجمه‌ای پیشرفت‌های قابل توجهی را شاهد بوده است، به طوری که مطالعات زیادی در این زمینه در حال انجام است. توسعه و اعتبارسنجی این مدل‌ها نه تنها به دلیل نوآوری فنی، بلکه به دلیل پتانسیل ادغام آنها در سامانه تشخیص و درمان بیمارستان‌ها، که می‌تواند منجر به بهبود عملکرد کادر درمان، کاهش هزینه و زمان تشخیص و افزایش دقت در تشخیص خونریزی درون‌جمجمه‌ای شود، از اهمیت بالایی برخوردار است.

Chang و همکاران یک مدل شبکه عصبی پیچشی<sup>۱</sup> (CNN) دوبعدی/سه‌بعدی را پیشنهاد کرده‌اند که هدف آن بهبود طبقه‌بندی و قطعه‌بندی خونریزی درون‌جمجمه‌ای در سی‌تی‌اسکن سر است. این روش از مزایای هر دو نوع CNN سه‌بعدی و دوبعدی بهره می‌برد و نشان می‌دهد که ترکیب این دو تکنیک می‌تواند دقت تشخیص را بهبود بخشد. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که مدل پیشنهادی آن‌ها توانست با Accuracy برابر با ۸۲٪ در تشخیص خونریزی عمل کند. با این حال، تمرکز این تحقیق بیشتر بر جنبه‌های فنی و معیارهای عملکرد مدل است و کمتر به بحث در مورد پیاده‌سازی آن در جریان‌های کاری بالینی پرداخته شده است [۱۹].

Chilamkurthy و همکاران یک مدل یادگیری عمیق پیشنهاد کرده‌اند که برای شناسایی خونریزی درون‌جمجمه‌ای طراحی شده است. این مطالعه اهمیت تشخیص سریع و دقیق در محیط‌های فوریت پزشکی، جایی که تشخیص به موقع برای نتایج بیمار بسیار مهم است، را برجسته می‌کند. عملکرد مدل به‌طور دقیق با عملکرد پرتونگاری مقایسه شده و پتانسیل استفاده از آن در محیط‌های بالینی نشان داده شده است. مدل پیشنهادی توانسته است با Accuracy برابر با ۹۰٪ و Sensitivity برابر با ۹۲٪ عمل کند که نشان‌دهنده عملکرد قابل توجه آن در تشخیص خونریزی درون‌جمجمه‌ای است [۱۲]. Titano و همکاران یک سیستم یادگیری عمیق خودکار برای تشخیص خونریزی درون‌جمجمه‌ای معرفی

<sup>1</sup>convolutional neural network

می‌کنند که در سطح پرتونگاری‌های خبره عمل می‌کند. این مطالعه نه تنها عملکرد سیستم را در مقایسه با کارشناسان انسانی تأیید می‌کند، بلکه پتانسیل ادغام آن در جریان‌های کاری بیمارستانی را نیز بررسی می‌کند. این سیستم در یک محیط بالینی آزمایش شد و نشان داد که می‌تواند در اولویت‌بندی بیماران کمک کند، به این ترتیب احتمال کاهش بار کاری پرتونگاری و بهبود نتایج بیماران از طریق تشخیص سریع‌تر وجود دارد. این آزمایش در محیط بیمارستانی کاربرد عملی سیستم را در شرایط بالینی برجسته می‌کند. این سیستم توانسته است با Accuracy برابر با ۸۷٪ و Sensitivity برابر با ۹۴٪ عملکرد خود را نشان دهد [۲۰].

Kuo و همکاران یک شبکه عصبی CNN را به‌طور خاص برای تشخیص خونریزی حاد درون جمجمه‌ای از سی‌تی‌اسکن سر توسعه دادند. این مدل وظایف طبقه‌بندی و قطعه‌بندی را با دقت‌هایی مشابه با پرتونگاری‌های خبره دست می‌یابد. مدل پیشنهادی آن‌ها توانسته است با Accuracy برابر با ۹۹٪ و AUC برابر با ۰/۹۹۱ عمل کند، که نشان‌دهنده قابلیت اطمینان بالا در تشخیص است. Kuo و همکاران آزمایش‌هایی را در روند کاری بیمارستانی انجام دادند و عملکرد مدل را با پرتونگاری‌ها در یک محیط بالینی مقایسه کردند. نتایج این آزمایش‌ها نشان می‌دهد که مدل می‌تواند به عنوان یک ابزار غربالگری مؤثر در بخش‌های فوریت‌های پزشکی به کار گرفته شود [۱۰]. Arbabshirani و همکاران استفاده از تکنیک‌های پیشرفته یادگیری ماشین را برای تشخیص خودکار خونریزی درون جمجمه‌ای مورد بررسی قرار می‌دهند و بر بهبود دقت مدل و کارایی محاسباتی تمرکز می‌کنند. مطالعه آنها به چالش‌های مربوط به پیاده‌سازی زمان واقعی<sup>۱</sup> در محیط‌های بالینی اشاره می‌کند. این تحقیق بینش‌های ارزشمندی در مورد پتانسیل یادگیری ماشین برای بهبود فرایند تشخیص ارائه می‌دهد. مدل پیشنهادی آن‌ها توانسته است با دقت Accuracy برابر با ۸۶٪ و حساسیت Sensitivity برابر با ۸۹٪ در تشخیص خونریزی‌های درون جمجمه‌ای عمل کند [۵].

## مسائل موجود در ادبیات تحقیق و اهمیت پروژه

با وجود پیشرفت‌های قابل توجه در مدل‌های یادگیری عمیق، هنوز چالش‌هایی مانند تفسیرپذیری محدود مدل‌ها، نیاز به داده‌های برچسب‌خورده گسترده، و دقت ناکافی در تشخیص برخی از زیرگونه‌های  $\text{ICH}$  وجود دارد. این چالش‌ها باعث شده‌اند که روش‌های فعلی برای استفاده در محیط‌های بالینی به صورت محدود مورد پذیرش قرار گیرند.

<sup>1</sup>Real Time



## منابع و مراجع

- [1] Team, Health Jade. Intracerebral hemorrhage causes, symptoms, diagnosis, treatment & recovery, October 18 2019. Accessed: 2024-08-26.
- [2] Rsna intracranial hemorrhage detection. <https://www.kaggle.com/competitions/rsna-intracranial-hemorrhage-detection/overview>, 2019. Accessed: 2024-08-26.
- [3] Grewal, Monika, Srivastava, Muktabh Mayank, Kumar, Pulkit, and Varadarajan, Srikrishna. Radnet: Radiologist level accuracy using deep learning for hemorrhage detection in ct scans. in 2018 IEEE 15th International Symposium on Biomedical Imaging (ISBI 2018), pp. 281–284. IEEE, 2018.
- [4] Monica Jenefer, Balraj M, Senathipathi, K, Aarthi, and Annapandi. Detection and categorization of acute intracranial hemorrhage subtypes using a multilayer densenet-resnet architecture with improved random forest classifier. Concurrency and Computation: Practice and Experience, 34(22):e7167, 2022.
- [5] Arbabshirani, Mohammad R, Fornwalt, Brandon K, Mongelluzzo, Gino J, Suever, Jonathan D, Geise, Brandon D, Patel, Aalpen A, and Moore, Gregory J. Advanced machine learning in action: identification of intracranial hemorrhage on computed tomography scans of the head with clinical workflow integration. NPJ digital medicine, 1(1):9, 2018.

- [6] Burduja, Mihail, Ionescu, Radu Tudor, and Verga, Nicolae. Accurate and efficient intracranial hemorrhage detection and subtype classification in 3d ct scans with convolutional and long short-term memory neural networks. *Sensors*, 20(19):5611, 2020.
- [7] Morgenstern, Lewis B, Hemphill III, J Claude, Anderson, Craig, Becker, Kyra, Broderick, Joseph P, Connolly Jr, E Sander, Greenberg, Steven M, Huang, James N, Macdonald, R Loch, Messé, Steven R, et al. Guidelines for the management of spontaneous intracerebral hemorrhage: a guideline for healthcare professionals from the american heart association/american stroke association. *Stroke*, 41(9):2108–2129, 2010.
- [8] Van Asch, Charlotte JJ, Luitse, Merel JA, Rinkel, Gabriël JE, van der Tweel, Ingeborg, Algra, Ale, and Klijn, Catharina JM. Incidence, case fatality, and functional outcome of intracerebral haemorrhage over time, according to age, sex, and ethnic origin: a systematic review and meta-analysis. *The Lancet Neurology*, 9(2):167–176, 2010.
- [9] Hackett, Maree L and Anderson, Craig S. Health outcomes 1 year after subarachnoid hemorrhage: an international population-based study. *Neurology*, 55(5):658–662, 2000.
- [10] Kuo, Weicheng, Häne, Christian, Mukherjee, Pratik, Malik, Jitendra, and Yuh, Esther L. Expert-level detection of acute intracranial hemorrhage on head computed tomography using deep learning. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116(45):22737–22745, 2019.
- [11] Ye, Hai, Gao, Feng, Yin, Youbing, Guo, Danfeng, Zhao, Pengfei, Lu, Yi, Wang, Xin, Bai, Junjie, Cao, Kunlin, Song, Qi, et al. Precise diagnosis of intracranial hemorrhage and subtypes using a three-dimensional joint convolutional and recurrent neural network. *European radiology*, 29:6191–6201, 2019.
- [12] Chilamkurthy, Sasank, Ghosh, Rohit, Tanamala, Swetha, Biviji, Mustafa, Campeau, Norbert G, Venugopal, Vasantha Kumar, Mahajan, Vidur, Rao, Pooja, and Warier,



- Prashant. Deep learning algorithms for detection of critical findings in head ct scans: a retrospective study. *The Lancet*, 392(10162):2388–2396, 2018.
- [13] Hssayeni, Murtadha D, Croock, Muayad S, Salman, Aymen D, Al-Khafaji, Hassan Falah, Yahya, Zakaria A, and Ghoraani, Behnaz. Intracranial hemorrhage segmentation using a deep convolutional model. *Data*, 5(1):14, 2020.
- [14] Alfaro, Dennis, Levitt, M Andrew, English, David K, Williams, Virgil, and Eisenberg, Ronald. Accuracy of interpretation of cranial computed tomography scans in an emergency medicine residency program. *Annals of emergency medicine*, 25(2):169–174, 1995.
- [15] Lal, Nirish R, Murray, Uwada M, Eldevik, O Petter, and Desmond, Jeffrey S. Clinical consequences of misinterpretations of neuroradiologic ct scans by on-call radiology residents. *American journal of neuroradiology*, 21(1):124–129, 2000.
- [16] Erly, William K, Berger, William G, Krupinski, Elizabeth, Seeger, Joachim F, and Guisto, John A. Radiology resident evaluation of head ct scan orders in the emergency department. *American journal of neuroradiology*, 23(1):103–107, 2002.
- [17] Strub, WM, Leach, JL, Tomsick, T, and Vagal, A. Overnight preliminary head ct interpretations provided by residents: locations of misidentified intracranial hemorrhage. *American journal of neuroradiology*, 28(9):1679–1682, 2007.
- [18] Lee, Hyunkwang, Yune, Sehyo, Mansouri, Mohammad, Kim, Myeongchan, Tajmir, Shahein H, Guerrier, Claude E, Ebert, Sarah A, Pomerantz, Stuart R, Romero, Javier M, Kamalian, Shahmir, et al. An explainable deep-learning algorithm for the detection of acute intracranial haemorrhage from small datasets. *Nature biomedical engineering*, 3(3):173–182, 2019.
- [19] Chang, Peter D, Kuoy, Edward, Grinband, Jack, Weinberg, Brent D, Thompson, Matthew, Homo, Richelle, Chen, Jefferson, Abcede, Hermelinda, Shafie, Mohammad,

- Sugrue, Leo, et al. Hybrid 3d/2d convolutional neural network for hemorrhage evaluation on head ct. *American Journal of Neuroradiology*, 39(9):1609–1616, 2018.
- [20] Titano, Joseph J, Badgeley, Marcus, Schefflein, Javin, Pain, Margaret, Su, Andres, Cai, Michael, Swinburne, Nathaniel, Zech, John, Kim, Jun, Bederson, Joshua, et al. Automated deep-neural-network surveillance of cranial images for acute neurologic events. *Nature medicine*, 24(9):1337–1341, 2018.
- [21] Rsna intracranial hemorrhage detection, 2024. Accessed: 2024-08-27.
- [22] Khoruzhaya, Anna N, Bobrovskaya, Tatiana M, Kozlov, Dmitriy V, Kuligovskiy, Dmitriy, Novik, Vladimir P, Arzamasov, Kirill M, and Kremneva, Elena I. Expanded brain ct dataset for the development of ai systems for intracranial hemorrhage detection and classification. *Data*, 9(2):30, 2024.

## پیوست

موضوعات مرتبط با متن گزارش پایان نامه که در یکی از گروه‌های زیر قرار می‌گیرد، در بخش پیوست‌ها آورده شوند:

۱. اثبات‌های ریاضی یا عملیات ریاضی طولانی.
۲. داده و اطلاعات نمونه (های) مورد مطالعه (Case Study) چنانچه طولانی باشد.
۳. نتایج کارهای دیگران چنانچه نیاز به تفصیل باشد.
۴. مجموعه تعاریف متغیرها و پارامترها، چنانچه طولانی بوده و در متن به انجام نرسیده باشد.

## کد میپل

```
with(DifferentialGeometry):  
with(Tensor):  
DGsetup([x, y, z], M)  
frame name: M  
a := evalDG(D_x)  
D_x  
b := evalDG(-2 y z D_x+2 x D_y/z^3-D_z/z^2)
```

در این قسمت با نحوه‌ای دیگر از درج انواع کدها و برنامه‌ها آشنا می‌شوید:

```
1 # This program prints Hello, world!
2
3 print('Hello, world!')
```

Code 1: My Caption (Python)

```
1 clc; clear all; close all;
2 disp('Hello world!')
```

Code 2: My Caption (MATLAB)

```
1 // Your First C++ Program
2
3 #include <iostream>
4
5 int main() {
6     std::cout << "Hello World!";
7     return 0;
8 }
```

Code 3: My Caption (C++)

```
1 #include <stdio.h>
2 int main()
3 {
4     printf("Hello world!\n");
5     return 0;
```

6 }

Code 4: My Caption (C)

# واژه‌نامه‌ی فارسی به انگلیسی

Intraventricular . . . . . خونریزی داخل بطنی	آ
Hemorrhage	آسیب مغزی تروماتیک . . .
د	injury
Radiologist . . . . . پرتونگار	ب
Radiology . . . . . پرتونگاری	Slice . . . . . برش
ز	پ
Real Time . . . . . زمان واقعی	Radiography . . . . . پرتونگاری
س	خ
Computed Tomography Scan سی‌تی‌اسکن	Hemorrhage . . . . . خونریزی
System . . . . . سامانه	Intracerebral . . . . . خونریزی درون جمجمه‌ای
ش	Hemorrhage (ICH)
Deep Neural Network . شبکه عصبی عمیق	Epidural Hemorrhage . . خونریزی اپیدورال
Convolutional Neural شبکه عصبی پیچشی	Subdural Hemorrhage خونریزی ساب‌دورال
Network	Subarachnoid Hemorrhage ساب‌آراکنوئید
ط	Cerebral . . . . . خونریزی پارانشیم مغزی
Classification . . . . . طبقه‌بندی	Parenchymal Hemorrhage
غ	

Non-invasive ..... غیر تهاجمی

ک

Computer ..... رایانه

ق

Segmentation ..... قطعه‌بندی

ی

Second Opinion ..... نظر ثانویه

ی

Deep Learning ..... یادگیری عمیق

Machine Learning ..... یادگیری ماشین

# واژه‌نامه‌ی انگلیسی به فارسی

<b>A</b>	Homomorphism . . . . . همریختی
KNTUomorphism . . . . . خودریختی	<b>I</b>
<b>B</b>	Invariant . . . . . پایا
Bijection . . . . . دوسویی	<b>L</b>
<b>C</b>	Lift . . . . . بالابر
Cycle group . . . . . گروه دوری	<b>M</b>
<b>D</b>	Module . . . . . مدول
Degree . . . . . درجه	<b>N</b>
<b>E</b>	Natural map . . . . . نگاشت طبیعی
Edge . . . . . یال	<b>O</b>
<b>F</b>	One to One . . . . . یک به یک
Function . . . . . تابع	<b>P</b>
<b>G</b>	Permutation group . . . . . گروه جایگشتی
Group . . . . . گروه	<b>Q</b>
<b>H</b>	



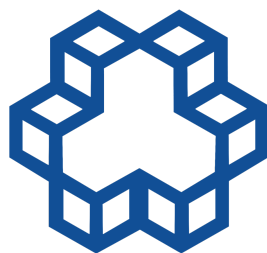
Quotient graph . . . . .	گراف خارج‌قسمتی	Trivial character . . . . .	سرشت بدیهی
<b>R</b>		<b>U</b>	
Reducible . . . . .	تحویل پذیر	Unique . . . . .	منحصربفرد
<b>S</b>		<b>V</b>	
Sequence . . . . .	دنباله	Vector space . . . . .	فضای برداری
<b>T</b>			

# **Abstract**

This page is accurate translation from Persian abstract into English.

## **Key Words:**

Write a 3 to 5 KeyWords is essential. Example: KNTU, M.Sc., Ph. D, ..



**K. N. Toosi University of Technology**  
**Department of ...**

**M. Sc. Thesis**

**Title of Thesis**

**By**

**Name Surname**

**Supervisor**

**Dr.**

**Advisor**

**Dr.**

**Month & Year**