



دانشگاه صنعتی امیرکبیر

(پلی تکنیک تهران)

دانشکده مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات

پروژه کارشناسی

گرایش نرم افزار

پرسش و پاسخ بصری با استفاده از شبکه های عصبی
کانولوشنی عمیق و بازگشتی

نگارش

علی غلامی

استاد راهنما

دکتر محمد رحمتی

فروردین ۱۳۹۶

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 امیرکبیر 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.



دانشگاه صنعتی امیرکبیر
(پلی تکنیک تهران)

به نام خدا

تعهدنامه اصالت اثر

تاریخ: فروردین ۱۳۹۶

اینجانب **علی غلامی** متعهد می‌شوم که مطالب مندرج در این پایان‌نامه حاصل کار پژوهشی اینجانب تحت نظارت و راهنمایی اساتید دانشگاه صنعتی امیرکبیر 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 امیرکبیر 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 امیرکبیر ممنوع است. نقل مطالب با ذکر مآخذ بلامانع است.

علی غلامی

امضا

کستی که من اینگونه به اعتماد
نام خود را

باتومی گویم...
کلید قلم را

در دست می گذارم

نان شادی ام را با تو قسمت می کنم
به کنارت می نشینم

و سر بر شانه می تو

ایچنین آرام

به خواب می روم؟

سپاس‌گزاری

از پدرم که چون کوهی استوار و مادرم که چون دریای محبت در فراز و نشیب زندگی دلسوزانه همراهم بوده اند؛
از استاد بزرگوار جناب آقای دکتر محمد رحمتی که در کمال سعه صدر، با حسن خلق و فروتنی، رهنمون من
شده اند؛

و از سایر عزیزانی که در کنارشان این نتیجه حاصل آمد؛

کمال تشکر و قدردانی را دارم.

علی‌غلامی
فروردین ۱۳۹۶

چکیده

در این پروژه، مدلی مبتنی بر شبکه های عصبی کانولوشنی و بازگشتی عمیق، به منظور پرسش و پاسخ بصری ارائه شده است. درک ماشین از تصاویری که به آن ارائه می شود، هیچ گاه با درک انسان از تصاویر قابل قیاس نبوده است. به همین دلیل، پژوهش های انجام گرفته در بینایی ماشین، همواره در صدد بهبود این قابلیت در ماشین ها بوده است. برای این منظور، ویژگی های مهم تصاویر استخراج شده و سپس در مورد وجود یا عدم وجود اشیا مورد نظر در تصاویر تصمیم گیری انجام می گیرد. فراتر از این موضوع، قابلیت درک ماشین از سوالات انسان درباره این تصاویر و پاسخ به این سوالات بر اساس ویژگی ها و دانش مستخرج از تصاویر است که به تازگی مورد توجه پژوهشگران عرصه ی بینایی ماشین قرار گرفته است.

واژه های کلیدی:

پرسش و پاسخ بصری، شبکه های کانولوشنی عمیق، شبکه های بازگشتی عمیق، پردازش زبان طبیعی، پردازش تصویر)

فهرست مطالب

عنوان

صفحه

۱	مقدمه	۱
۲	۱-۱ مقدمه	۲
۲	۲-۱ توضیح مساله	۲
۲	۳-۱ مروری بر روند پژوهش های پیشین	۲
۳	۲ مروری بر مطالعات گذشته	۳
۴	۱-۲ مقدمه	۴
۴	۱-۱-۲ مغز چگونه تصاویر را درک می کند؟	۴
۵	۳ نگارش صحیح	۵
۶	۱-۳ مقدمه	۶
۶	۲-۳ فارسی نویسی	۶
۶	۳-۳ رعایت املاي صحیح	۶
۷	۴-۳ رعایت قواعد نشانه گذاری	۷
۷	۱-۴-۳ ویرگول	۷
۷	۲-۴-۳ نقطه	۷
۷	۳-۴-۳ دونقطه	۷
۷	۴-۴-۳ گیومه	۷
۸	۵-۴-۳ نشانه پرسشی	۸
۸	۶-۴-۳ خط تیره	۸
۸	۷-۴-۳ پرانتز	۸
۸	۵-۳ جدا یا سرهم نوشتن برخی کلمات	۸
۱۰	۴ مشخصات یک پایان نامه و گزارش علمی	۱۰
۱۱	۱-۴ برخورداری از غنای علمی	۱۱
۱۱	۲-۴ ارجاع به موقع و صحیح به منابع دیگر	۱۱
۱۱	۳-۴ ساده نویسی	۱۱
۱۱	۴-۴ وحدت موضوع	۱۱
۱۲	۵-۴ اختصار	۱۲
۱۲	۶-۴ رعایت نکات دستوری و نشانه گذاری	۱۲
۱۲	۷-۴ توجه به معلومات ذهنی مخاطب	۱۲
۱۲	۸-۴ رعایت مراحل اصولی نگارش	۱۲
۱۳	۵ جمع بندی و نتیجه گیری و پیشنهادات	۱۳
۱۴	۱-۵ پیشنهادات	۱۴

۱۵	منابع و مراجع
۱۶	پیوست
۱۷	واژه‌نامه‌ی فارسی به انگلیسی
۱۹	واژه‌نامه‌ی انگلیسی به فارسی

صفحه

فهرست اشکال

شکل

صفحه

فهرست جداول

جدول

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 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
Φ	۲-فرم اساسی خمینه تماسی
∇	التصاق لوی-چویتای
Δ	لاپلاسین ناهموار
∇^*	عملگر خودالحاق صوری القا شده از التصاق لوی-چویتای
g_s	متر ساساکی
∇	التصاق لوی-چویتای وابسته به متر ساساکی
Δ	عملگر لاپلاس-بلترامی روی p -فرم‌ها

فصل اول

مقدمه

۱-۱ مقدمه

درک انسان از محیط اطراف خود، از ابتدای کودکی شکل می گیرد. اگر از یک کودک، درباره جهانی که برای او قابل رویت است، سوالی پرسیده شود، بلافاصله درباره ی این جهان جملائی توصیفی با دقت بسیار بالا ارائه می کند. انتقال این قدرت به ماشین ها از این جهات مختلفی حائز اهمیت می باشد. یکی از جهات اصلی آن، کاربرد های بی شماری است که می توان از این قابلیت در امور مختلفی استفاده کرد. دوربین های نظارتی، خودروهای خودران و ... نمونه هایی از این کاربرد ها هستند. در این فصل ابتدا موضوع پژوهش را به طور کامل بیان کرده و اهمیت ارائه راهکار مناسب در این مورد را بررسی می کنیم. سپس رویکرد های مختلف را برای حل این مساله بیان می کنیم.

۲-۱ توضیح مساله

درک تصاویر به همراه درک سوالاتی که مرتبط با آن تصاویر پرسیده می شود، می تواند یکی از اساسی ترین قابلیت های یک سامانه مدیریت هوشمند تصاویر، خودروی خودران و یا یک سیستم بازیابی تصویر هوشمند باشد. برای این منظور نیاز است که ابتدا صحنه به نمایش درآمده توسط ماشین هضم گردد. بدین معنی که بدون درک درست از آنچه در تصویر موجود است، ساخت چنین سامانه ای امکان پذیر نخواهد بود.

۳-۱ مروری بر روند پژوهش های پیشین

روش هایی که جهت حل مسائل پرسش و پاسخ بصری ارائه شده اند از تنوع بالایی برخوردار هستند. اگرچه، می توان اغلب این روش ها را در راستای حل چهار چالش مهم زیر در نظر گرفت:

۱. چالش استخراج ویژگی از تصاویر
۲. چالش استخراج ویژگی از متن (سوالات پرسیده شده)
۳. چالش ترکیب بردار های ویژگی مستخرج از تصویر و متن
۴. چالش تولید پاسخ متناسب با ویژگی ها ترکیب شده

با تحول عظیمی که در سال ۲۰۱۲ با ارائه مدل کانولوشنی عمیق جهت استخراج ویژگی ارائه شد و نیز افزایش قدرت پردازشی ماشین ها، توجه به سمت شبکه های کانولوشنی جهت استخراج ویژگی از تصاویر بیشتر شد. با پیشرفت این مدل ها و ترکیب آنها با مدل های پردازش زبان طبیعی، تولید شرح بر تصاویر نیز مورد توجه قرار گرفت. از سال ۲۰۱۵ تا به اکنون، یکی از جالب ترین موضوعاتی که توجه پژوهشگران را به سمت خود جلب کرده است، موضوع پرسش و پاسخ بصری می باشد. این موضوع ارتباط تنگاتنگی با موضوع تولید شرح بر تصاویر دارد. به همین منظور، بسیاری از تکنیک های رایج در بحث شرح بر تصاویر، در موضوع پرسش و پاسخ بصری نیز مورد توجه قرار گرفته است.

فصل دوم

مروری بر مطالعات گذشته

۱-۲ مقدمه

در این بخش به بررسی راهکارهای مختلف ارائه شده در موضوع پرسش و پاسخ بصری می پردازیم. پرسش و پاسخ بصری، یکی از چالش های بزرگ روز در عرصه ی هوش مصنوعی می باشد. بسیاری از ایده های مطرح در حل این چالش ها، از نحوه ی عملکرد ذهن انسان مدل برداری شده است.

۱-۱-۲ مغز چگونه تصاویر را درک می کند؟

تصاویر در مغز انسان به طرز خارق العاده ی پردازش می شوند. به گونه ای که در اولین نگاه می توان بیشترین اطلاعات موجود در تصویر را استخراج کرد و آنها را توصیف نمود. بعلاوه، قدرت مغز در تحلیل شنیدار و پاسخ به این تحلیل و نیز صحنه ی دریافتی از طریق بینایی، همواره قابل تامل و مطالعه می باشد.

این ایده که مغز قادر است تا حجم زیادی از اطلاعات را به سرعت پردازش کرده و در مورد آنها تصمیم اتخاذ کند، از جانب پژوهشگران مورد بررسی قرار گرفته است. به عنوان مثال [۱] پژوهشی است که در آن تعدادی از تصاویر به صورت دنباله ای به افرادی نشان داده می شود و نیز توصیفاتی از طرف آنها ارائه می گردد. پژوهشگران با انجام این آزمایش پی بردند که مغز قادر است در کمتر از ۲۰۰ میلی ثانیه به صحنه های دریافتی پاسخ دهد. در پژوهش ۶ آزمایش دیگری انجام شده است که از اهمیت بسیاری بر خوردار است. در پژوهش های قبلی، افرادی که تصاویر را توصیف می کردند، درباره موضوع کلی تصاویر اطلاعاتی داشتند. اما در این آزمایش، تصاویر مختلفی از دنیای واقعی که محدود به شرایط خاصی نبوده اند، بدون ارائه پیش فرض درباره ی موضوع، به افراد نمایش داده شده و از آنها خواسته شده که تصویر را به بهترین شکل توصیف کنند. نتایج بدست آمده به صورت زیر می باشد:

۱. حداکثر زمان لازم برای مغز انسان به منظور درک صحنه، برابر با ۵۰۰ میلی ثانیه می باشد.
۲. این مدت زمان، برای صحنه های ساده و بدون پیچیدگی، به حدود ۱۰۰ میلی ثانیه می رسد.

فصل سوم

نگارش صحیح

۱-۳ مقدمه

فصل مقدمه یک پایان نامه، با بیان نیاز موضوع، تعریف مسئله و اهمیت آن در یک یا چند بند (پاراگراف) آغاز می‌شود^۱ و با مرور پیشینه موضوع (سابقه کارهای انجام‌شده پیشین که ارتباط مستقیمی با مسئله مورد بررسی دارند) ادامه می‌یابد. سپس در یک یا دو بند توضیح داده می‌شود که در این پایان نامه، چه دیدگاه یا راهکار جدیدی نسبت به مسئله (موضوع) مورد بررسی وجود دارد. به عبارت دیگر نوآوری‌ها به صورت کاملاً شفاف و صریح بیان می‌شود. در ادامه ممکن است به نتایج بدست‌آمده نیز به طور مختصر و کلی اشاره شود. در آخرین بند از مقدمه به محتوای فصل‌های بعدی پایان نامه به اختصار اشاره می‌شود.

برای مشاهده دستورالعمل کامل دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران) به [۹] یا به سایت کتابخانه دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران) مراجعه نمایید.

نگارش صحیح یک پایان نامه در فهم آسان آن بسیار موثر است. در این فصل مهمترین قواعد نگارشی که باید مورد توجه جدی نگارنده قرار گیرد، به اختصار بیان می‌شود. این قواعد را می‌توان در محورهای اصلی زیر دسته‌بندی کرد:

- فارسی نویسی
- رعایت املائی صحیح
- رعایت قواعد نشانه‌گذاری

۲-۳ فارسی نویسی

در حد امکان سعی کنید به جای کلمات غیرفارسی از معادل فارسی آنها استفاده کنید، به‌ویژه در مواردی که معادل فارسی مصطلح و رایج است. به طور مثال استفاده از کلمه «لذا» به جای «برای همین» یا «به همین دلیل» توجیهی ندارد. همچنین کلمه «پردازش» زیباتر از «پروسس» و معادل فارسی «ریزپردازنده» مناسب‌تر از «میکروپروسسور» است. در این گونه موارد چنانچه احتمال عدم آشنایی خواننده با معادل فارسی وجود دارد، یا اصطلاح غیرفارسی معمول‌تر است، در اولین ظهور کلمه فارسی، اصل غیرفارسی آن به صورت پاورقی آورده شود. اگر به ناچار باید کلمات انگلیسی در لابه‌لای جملات گنجانده شوند، از هر طرف یک فاصله بین آنها و کلمات فارسی پیش و پس از آنها در نظر گرفته شود. چنانچه در پایان نامه از مختصرنویسی استفاده شود، لازم است در اولین استفاده، تفصیل آن در پاورقی آورده شود.

۳-۳ رعایت املائی صحیح

رعایت املائی صحیح فارسی به مطالعه و درک راحت‌تر کمک می‌کند. همچنین در نوشته‌های فارسی باید در حد امکان از همزه «ء، ا، و، ه، ؤ، ئ» استفاده نشود. به عنوان مثال «اجزاء هواپیما» و «آئین نگارش» ناصحیح، اما «اجزای هواپیما» و «آیین نگارش» صحیح هستند.

^۱ شروع مقدمه نباید چنان طولانی باشد که هدف اصلی را تحت تاثیر قرار دهد.

۴-۳ رعایت قواعد نشانه‌گذاری

منظور از نشانه‌گذاری به کاربرد علامت‌ها و نشانه‌هایی است که خواندن و فهم درست یک جمله را ممکن و آسان می‌کند. در ادامه نشانه‌های معمول و متداول در زبان فارسی و موارد کاربرد آنها به اختصار معرفی می‌شوند.

۱-۴-۳ ویرگول

ویرگول نشانه ضرورت یک مکث کوتاه است و در موارد زیر به کار می‌رود:

- در میان دو کلمه که احتمال داده شود خواننده آنها را با کسره اضافه بخواند، یا نبودن ویرگول موجب بروز اشتباه در خواندن جمله شود.
- در موردی که کلمه یا عبارتی به عنوان توضیح، در ضمن یک جمله آورده شود. مثلاً برای کنترل وضعیت فضاپیماها، به دلیل آن که در خارج از جو هستند، نمی‌توان از بالک‌های آیرودینامیکی استفاده کرد.
- جداکردن بخش‌های مختلف یک نشانی یا یک مرجع
- موارد دیگر از این قبیل

پیش از ویرگول نباید فاصله گذاشته شود و پس از آن یک فاصله لازم است و بیشتر از آن صحیح نیست.

۲-۴-۳ نقطه

نقطه نشانه پایان یک جمله است. پیش از نقطه نباید فاصله گذاشته شود و پس از آن یک فاصله لازم است و بیشتر از آن صحیح نیست.

۳-۴-۳ دونقطه

موارد کاربرد دونقطه عبارتند از:

- پیش از نقل قول مستقیم
 - پیش از بیان تفصیل مطلبی که به اجمال به آن اشاره شده است.
 - پس از واژه‌ای که معنی آن در برابرش آورده و نوشته می‌شود.
 - پس از کلمات تفسیرکننده از قبیل «یعنی» و ...
- پیش از دونقطه نباید فاصله گذاشته شود و پس از آن یک فاصله لازم است و بیشتر از آن صحیح نیست.

۴-۴-۳ گیومه

موارد کاربرد گیومه عبارتند از:

- وقتی که عین گفته یا نوشته کسی را در ضمن نوشته و مطلب خود می‌آوریم.
- در آغاز و پایان کلمات و اصطلاحات علمی و یا هر کلمه و عبارتی که باید به صورت ممتاز از قسمت‌های دیگر نشان داده شود.
- در ذکر عنوان مقاله‌ها، رساله‌ها، اشعار، روزنامه‌ها و ...

۳-۴-۵ نشانه پرسشی

پیش از «؟» نباید فاصله گذاشته شود و پس از آن یک فاصله لازم است و بیشتر از آن صحیح نیست.

۳-۴-۶ خط تیره

موارد کاربرد خط تیره عبارتند از:

- جداکردن عبارت‌های توضیحی، بدل، عطف بیان و ...
- به جای حرف اضافه «تا» و «به» بین تاریخ‌ها، اعداد و کلمات

۳-۴-۷ پرانتز

موارد کاربرد پرانتز عبارتند از:

- به معنی «یا» و «یعنی» و وقتی که یک کلمه یا عبارت را برای توضیح بیشتر کلام بیاورند.
- وقتی که نویسنده بخواهد آگاهی‌های بیشتر (اطلاعات تکمیلی) به خواننده عرضه کند.
- برای ذکر مرجع در پایان مثال‌ها و شواهد.

نکته: بین کلمه یا عبارت داخل پرانتز و پرانتز باز و بسته نباید فاصله وجود داشته باشد.

۳-۵ جدا یا سرهم نوشتن برخی کلمات

تقریباً تمامی کلمات مرکب در زبان فارسی باید از هم جدا نوشته شوند؛ به استثنای صفات فاعلی مانند «عملگر»، «باغبان» و یا «دانشمند» و کلماتی نظیر «اینکه»، «آنها». در ادامه به نمونه‌هایی از مواردی که باید اجزای یک کلمه جدا، اما بدون فاصله نوشته شوند، اشاره می‌شود:

۱. در افعال مضارع و ماضی استمراری که با «می» شروع می‌شوند، لازم است که در عین جدا نوشتن، «می» از بخش بعدی فعل جدا نیافتد. برای این منظور باید از «فاصله متصل» استفاده و «می» در اول فعل با SS^۲ از آن جدا شود. به طور مثال «می‌شود» به جای «می شود».

۲. «ها»ی جمع باید از کلمه جمع بسته‌شده جدا نوشته شود؛ مگر در برخی کلمات مانند «آنها». این امر در مورد کلمات غیرفارسی که وارد زبان فارسی شده‌اند و با حرف «ها» جمع بسته می‌شوند، مانند «کانال‌ها» یا «فرمول‌ها» مورد تاکید است.

۳. حروف اضافه مانند «به» وقتی به صورت ترکیب ثابت همراه کلمه پس از خود آورده می‌شوند، بهتر است با SS از آن جدا شوند. مانند «به صورت»، «به عنوان» و «به لحاظ». لازم به ذکر است هنگامی که حرف اضافه «به» با کلمه پس از خود معنای قیدی داشته باشد، مثل «بشدت» یا «بسادگی»، بهتر است که به صورت چسبیده نوشته شود.

۴. کلمات فارسی نباید با قواعد عربی جمع بسته شوند؛ پس «پیشنهاده‌ها» صحیح و «پیشنهادات» اشتباه است.

^۲Shift+Ctrl+@

۵. اسم‌ها و صفت‌های دو قسمتی مثل «خط‌چین» و «نوشته‌شده» با SS از هم جدا می‌شود.
۶. شناسه‌ها با SS از کلمه اصلی جدا می‌شود. مثل «شده‌اند» و «شده‌است».
۷. «است» هنگامی که نقش شناسه را داشته باشد توسط SS از قسمت اصلی جدا می‌شود. مانند «گفته‌است».
۸. بند پیشین نباید باعث افراط در استفاده از فاصله متصل شود. مثلاً عبارت «نوشته می‌شود» صحیح و عبارت «نوشته می‌شود» ناصحیح است.
۹. فعل‌های دو کلمه‌ای که معنای اجزای آنها کاملاً با معنای کل متفاوت است، بهتر است که با SS از هم جدا شوند.
۱۰. کلمات مرکب مثل کلمه «دو کلمه‌ای» در عبارت «فعل‌های دو کلمه‌ای» و «یادداشت‌برداری».
۱۱. مصدرهای دو قسمتی با SS از هم جدا می‌شوند. مثل «ذوب کردن» و «وارد کردن».
۱۲. صفات تفضیلی مثل «آسان‌تر».

فصل چهارم

مشخصات یک پایان نامه و گزارش علمی

اگرچه برای همه انواع نوشته‌ها، مشخصات و ویژگی‌های واحد و معینی نمی‌توان ذکر کرد، با این حال در یک پایان نامه یا گزارش علمی باید نکات و موارد کلی که در این فصل ذکر می‌شود، بطور کامل رعایت شده باشد. دقت کنید که پس از عنوان فصل باید حداقل توضیحی کوتاه در مورد موضوع نوشته شود و نمی‌توان مستقیماً بعد از آن عنوان بخش را نوشت و همین طور پس از عناوین بخش‌ها و زیربخش‌ها. (مانند دستورالعمل حاضر)

۴-۱ برخورداری از غنای علمی

یک پایان نامه باید پیش از هر چیز به لحاظ علمی از غنای لازم برخوردار باشد. یعنی هدف و پیام روشنی داشته باشد و از پیش‌زمینه علمی، بیان دلایل علمی، ارجاعات مورد نیاز و نتیجه‌گیری شفاف بهره ببرد.

۴-۲ ارجاع به موقع و صحیح به منابع دیگر

هر جمله‌ای که در یک پایان نامه نوشته می‌شود یا یک جمله کاملاً بدیهی است یا باید دلیل آن بیان شود و یا اینکه باید به منبعی که آن موضوع را نقل یا اثبات کرده، ارجاع داده شود. اگر مطلب یا گفتاری از منبعی عیناً در گزارش نقل می‌شود، باید آن مطلب داخل گیومه قرار گیرد و با ذکر مآخذ و شماره صفحه، به آن اشاره گردد.

۴-۳ ساده‌نویسی

سادگی از ضروریات یک نوشته است. نویسنده باید ساده، روان و در عین حال شیوا و رسا بنویسد و عبارات مبهم، جملات پیچیده و کلمات نامأنوس در نوشته خود به کار نبرد. اگر چه افراط در این امر نیز، به شیوایی نوشته صدمه می‌زند. به کارگیری لغات و اصطلاحات دشوار و دور از ذهن و عبارات و جملات نامنظم و مبهم موجب ایجاد اشکال در فهم خواننده خواهد شد.

برای ساده‌نویسی باید در حد امکان از به کارگیری کلمات «می‌بایست»، «بایستی»، «گردید»، «بوده باشد» و مانند آنها که تکلف‌آور، غلط مصطلح و یا غیرشیوا هستند، به جای «باید»، «است»، «شد» و مثل آنها، اجتناب شود. همین طور، «درجهت» نمی‌تواند جایگزین خوبی برای کلمه روانی مثل «برای» باشد. کلمات و جملات روان و ساده می‌توانند اغلب مفاهیم را براحتی منتقل کنند.

دقت در تنظیم بندها (پاراگراف‌ها) نیز کمک شایانی به روانی و سادگی فهم مطلب می‌کند. بندهای طولانی نیز مانند جملات طولانی می‌توانند خسته‌کننده باشند و خواننده را سردرگم کنند. یک بند نباید کمتر از سه یا چهار سطر یا بیشتر از ۱۰ تا ۱۵ سطر باشد.

۴-۴ وحدت موضوع

نویسنده باید در سراسر نوشته از اصل موضوع دور نیافتد و تمام بحث‌ها، مثال‌ها و اجزای نوشته با هماهنگی کامل، پیرامون موضوع اصلی باشد و تاثیری واحد در ذهن خواننده القا کند.

۴-۵ اختصار

پایان نامه یا گزارش علمی باید در حد امکان، مختصر و مفید باشد و از بحث‌های غیر ضروری در آن پرهیز شود. نوشتن مطالب ارزشمندی که هیچ ربطی به موضوع ندارد، فاقد ارزش علمی است.

۴-۶ رعایت نکات دستوری و نشانه‌گذاری

در سراسر پایان نامه باید قواعد دستوری رعایت شود و ارکان و اجزای جمله در جای مناسب خود آورده شود. همچنین رعایت قواعد نشانه‌گذاری سبب می‌شود که بیان نویسنده روشن باشد و خواننده به سهولت و با کمترین صرف انرژی مطالب را مطالعه و درک کند.

۴-۷ توجه به معلومات ذهنی مخاطب

نویسنده باید همواره مخاطب خود را در برابر خود تصور کند و با توجه به معلومات ذهنی مخاطب تمامی پیش‌نیازهای لازم برای درک مطالب مورد بحث را، از پیش برای مخاطب فراهم کند.

۴-۸ رعایت مراحل اصولی نگارش

هر کار علمی زمانی به بهترین شکل قابل انجام است که بر اساس یک برنامه‌ریزی مشخص انجام شود. تهیه یک متن علمی با کیفیت نیز نیازمند برنامه‌ریزی مناسب و اجرای منظم آن می‌باشد. مراحل نگارش را عموماً می‌توان به ترتیب زیر در نظر گرفت:

- تهیه فهرستی از عناوین اصلی و فرعی که باید نوشته شود
 - اولویت‌بندی و تعیین ترتیب منطقی فصل‌ها و بخش‌های گزارش
 - گردآوری اطلاعات اولیه راجع به هر بخش و زیربخش
 - تدوین مطالب جدیدی که باید به قلم نگارنده به گزارش اضافه شود
 - تایپ کردن مطالب با رعایت کامل نکاتی که در این دستورالعمل آموزش داده می‌شود
- رعایت نظم و ترتیب در اجرای مراحل ذکر شده هم فرآیند تهیه پایان نامه یا گزارش علمی را برای نگارنده آسان می‌کند و هم کیفیت نگارش را به میزان قابل توجهی افزایش می‌دهد.

فصل پنجم

جمع‌بندی و نتیجه‌گیری و پیشنهادات

در پایان گزارش‌های علمی و فنی لازم است که جمع‌بندی یا نتیجه‌گیری نهایی ارائه شود. در این موارد می‌توان آخرین فصل پایان نامه که پیش از مراجع قرار می‌گیرد را به این امر اختصاص داد.

۵-۱ پیشنهادات

در این بخش پیشنهاداتی که محقق جهت ادامه تحقیقات دارد ارائه می‌گردد. دقت شود که پیشنهادات باید از تحقیق انجام شده و نتایج آن حاصل شده باشد و از ذکر جملات کلی باید پرهیز کرد.

منابع و مراجع

- [1] Potter, Mary C. Short-term conceptual memory for pictures. *Journal of experimental psychology: human learning and memory*, 2(5):509, 1976.

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)
```

واژه‌نامه‌ی فارسی به انگلیسی

Automorphism خودریختی	آ
د	
Degree درجه	اسکالر Scalar
ر	ب
microprocessor ریزپردازنده	بالابر Lift
ز	پ
Submodule زیرمدول	پایا Invariant
س	ت
Character سرشت	تناظر Correspondence
ص	ث
Faithful صادقانه	ثابت‌ساز Stabilizer
ض	ج
Inner product ضرب داخلی	جایگشت Permutation
ط	چ
Loop طوقه	چند جمله‌ای Polynomial
ظ	ح
Valency ظرفیت	حاصل ضرب دکارتی Cartesian product
ع	خ

Nonadjacency عدم مجاورت

ف

Vector space فضای برداری

ک

Complete reducibility کاملاً تحویل پذیر

گ

Graph گراف

م

Permutation matrix ماتریس جایگشتی

ن

Disconnected ناهمبند

و

Invertible وارون پذیر

ه

Connected همبند

ی

Edge یال

واژه‌نامه‌ی انگلیسی به فارسی

A	Lift بالا بر
Automorphism خودریختی	M
B	Module مدول
Bijection دوسویی	N
C	Natural map نگاشت طبیعی
Cycle group گروه دوری	O
D	One to One یک به یک
Degree درجه	P
E	Permutation group گروه جایگشتی
Edge یال	Q
F	Quotient graph گراف خارج‌قسمتی
Function تابع	R
G	Reducible تحویل پذیر
Group گروه	S
H	Sequence دنباله
Homomorphism همریختی	T
I	Trivial character سرشت بدیهی
Invariant پایا	U
L	

Unique منحصر بفرد

Vector space فضای برداری

V

Abstract

This page is accurate translation from Persian abstract into English.

Key Words:

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