



پردیس علوم
دانشکده ریاضی، آمار و علوم کامپیوتر

بررسی الگوریتم‌های تکرار با فاصله در یادگیری با فلش‌کارت

نگارنده

محمد ترابی

استاد راهنما: دکتر هدیه ساجدی

پایان‌نامه برای دریافت درجه کارشناسی
در رشته علوم کامپیوتر

تاریخ: شهریور ۱۴۰۴

چکیده

چکیده پایان‌نامه باید شامل نتایج اصلی مورد مطالعه باشد. توجه نمایید که چکیده با پیشگفتار تفاوت دارد و جای طرح مبانی یا مفاهیم مقدماتی نیست. چکیده تنها باید شامل نتایج و کار اصلی انجام شده در پایان‌نامه باشد. طول چکیده معمولاً بیشتر از یک یا دو پاراگراف نیست.

سپاسگزاری

صمیمانه از استاد راهنمای گرانقدرم، سرکار خانم دکتر ساجدی، برای راهنمایی‌های ارزشمندشان سپاسگزارم و از جناب آقای دکتر باباعلی، مدیر محترم گروه علوم کامپیوتر، کمال تشکر را دارم. یاد و خاطره استاد ارجمند، مرحوم دکتر نوذری، که دانش و بینش ایشان همواره الهام‌بخش بود، گرامی باد.

پیشگفتار

پیشگفتار، فصلی از پایان‌نامه است که معمولاً شامل بخش یا زیربخش نیست. در این بخش، مقدمه‌ای به زبان ساده و عاری از فرمول‌بندی ریاضی، از مساله مورد مطالعه در پایان‌نامه ارائه می‌شود. نیز در پیشگفتار است که می‌توان خواننده را با تاریخچه‌ای مختصر از تلاش‌هایی که برای حل مساله مورد مطالعه در پایان‌نامه شده است آشنا نمود و نیز تلاش نمود تا خواننده اهمیت کار انجام شده در پایان‌نامه را دریابد. این قسمت، گرچه در نگاه نخست به ظاهر بسیار ساده می‌نماید، اما در حقیقت یکی از مهمترین قسمت‌های پایان‌نامه است، زیر بازتاب دهنده دانسته‌ها و فهم دانشجو از کلیت مساله است. توصیه می‌کنیم که نوشتن این قسمت را به آخر موکول نمایید!

یک نکته مهم: اگر پایان‌نامه یک پایان‌نامه کارشناسی یا کارشناسی ارشد باشد، که معمولاً بر اساس یک یا چند مقاله نوشته می‌شوند، آنگاه از دانشجو انتظار می‌رود که مراجع اصلی خود را در پیشگفتار معرفی نماید.

معمولاً بخش آخر پیشگفتار به ارائه یک نمایه کلی از پایان‌نامه اختصاص می‌یابد و نگارنده به معرفی کوتاهی از فصل‌بندی و کار انجام شده در پایان‌نامه می‌پردازد.

فهرست مطالب

۱	مفاهیم مقدماتی	۱
۱	۱.۱ فلش کارت چیست؟	۱
۱	۲.۱ تکرار بافاصله ^۱	۱
۲	۳.۱ منحنی فراموشی ^۲	۲
۴	۲ اصول طراحی فلش کارت‌های کارآمد	۲
۴	۱.۲ ویژگی‌های یک فلش کارت خوب	۴
۵	۲.۲ مزایا و معایب مطالعه با فلش کارت‌ها	۵
۵	۱.۲.۲ مزایا	۵
۵	۲.۲.۲ معایب	۵
۶	۳ اصول طراحی الگوریتم‌های تکرار بافاصله	۳
۶	۱.۳ ویژگی‌های کلیدی یک الگوریتم تکرار خوب	۶
۷	۲.۳ بازه‌های زمانی بهینه	۷
۸	۴ الگوریتم لایتنر	۴
۹	۵ الگوریتم SuperMemo	۵
۱۰	۶ عنوان فصل	۶
۱۱	۷ نتیجه گیری	۷

^۱ Spaced Repetition
^۲ Forgetting Curve

فصل ۱

مفاهیم مقدماتی

۱.۱ فلش کارت چیست؟

فلش کارت‌ها ابزاری ساده اما بسیار **کارآمد** برای یادگیری و به‌خاطر سپاری اطلاعات هستند. این ابزارها، که می‌توانند به شکل کاغذی یا الکترونیکی باشند، شامل مجموعه‌ای از کارت‌ها هستند که روی یک یا هر دو طرف آن‌ها اطلاعاتی نوشته شده است. از فلش کارت‌ها می‌توان برای یادگیری طیف گسترده‌ای از موضوعات استفاده کرد، از جمله:

- **زبان‌های خارجی:** یادگیری واژگان جدید
- **علوم پایه:** به‌خاطر سپردن مطالب در دروس پزشکی، حقوق، تاریخ و جغرافیا
- **مهارت‌های تخصصی:** حفظ نت‌های گیتار، اصطلاحات علوم کامپیوتر یا مرور یادداشت‌های مهم
- **موارد روزمره:** به‌خاطر سپردن نام افراد از روی تصویرشان

۲.۱ تکرار بافاصله^۱

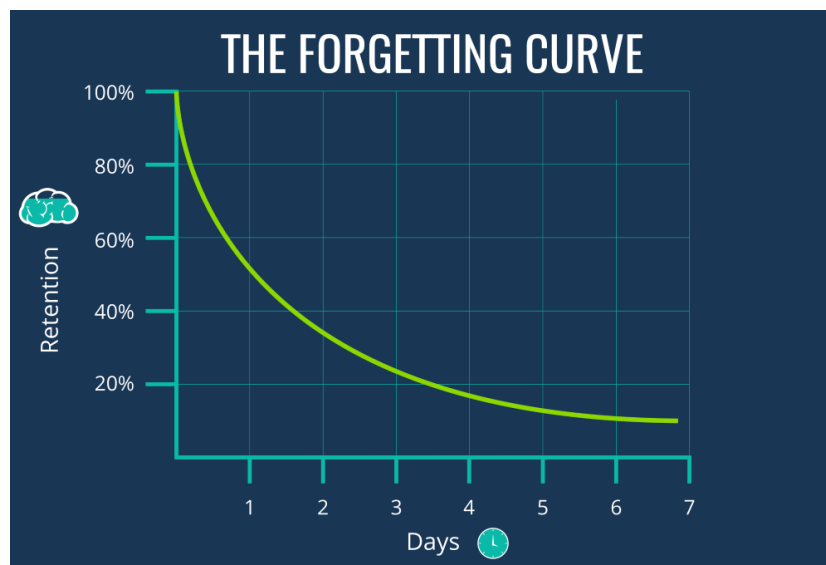
برای ماندگاری بیشتر اطلاعات در حافظه، مرور مطالب ضروری است. **تکرار بافاصله** روشی است که در آن مرور مطالب در فواصل زمانی مشخص و بهینه انجام می‌شود. این فواصل با گذشت زمان، به‌تدریج طولانی‌تر می‌شوند. این شیوه بر اساس الگوریتم‌هایی طراحی شده است که بهترین زمان را برای تکرار هر مطلب محاسبه می‌کنند. با استفاده از این روش، اثربخشی یادگیری به‌طور چشمگیری افزایش می‌یابد. در این مقاله چند الگوریتم مرتبط با تکرار بافاصله را بررسی خواهیم کرد.

^۱ Spaced Repetition

۳.۱ منحنی فراموشی^۲

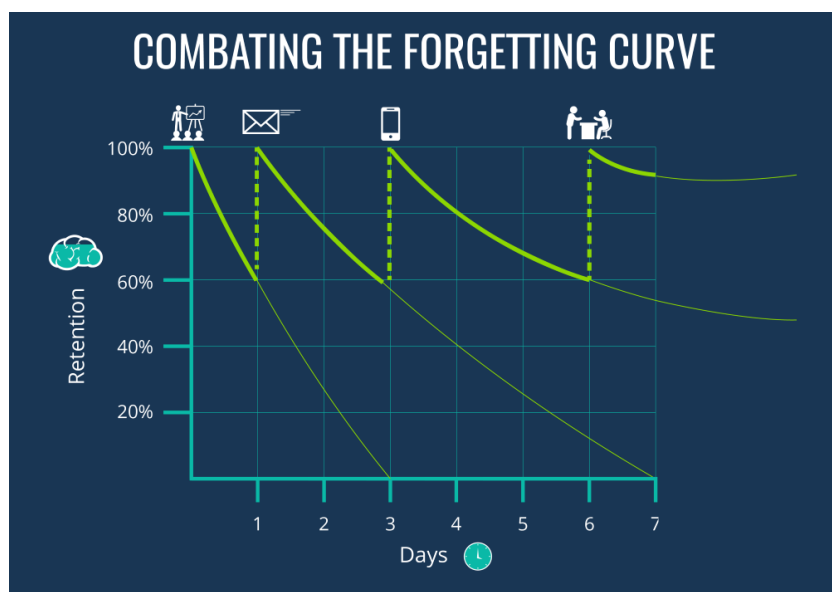
منحنی فراموشی نموداری است که نشان می‌دهد چگونه میزان به‌خاطرآوردن مطالب در طول زمان کاهش می‌یابد. این نمودار توسط روانشناس آلمانی، هرمان ابینگهاوس^۳، معرفی شد. محور افقی این نمودار نشان‌دهنده زمان و محور عمودی آن، **میزان یادآوری**^۴ یا احتمال به‌خاطرآوردن مطلب است.

همانطور که در شکل ۱.۱ مشخص است، اگر مطالب مرور نشوند، میزان یادآوری به‌سرعت کاهش می‌یابد. اما با استفاده از تکرار بافاصله، همانطور که در شکل ۲.۱ دیده می‌شود، شیب منحنی پس از هر بار مرور کمتر می‌شود. این بدان معناست که با هر بار تکرار، مدت‌زمان بیشتری طول می‌کشد تا مطلب فراموش شود و نیاز به مرور کمتری پیدا می‌کند.



شکل ۱.۱: منحنی فراموشی بدون مرور مطالب

^۲ Forgetting Curve
^۳ Hermann Ebbinghaus (1850–1909)
^۴ Retention



شکل ۲.۱: منحنی فراموشی با مرور مطالب

فصل ۲

اصول طراحی فلش کارت‌های کارآمد

۱.۲ ویژگی‌های یک فلش کارت خوب

۱. **طراحی به شکل پرسش و پاسخ:** بهترین فلش کارت‌ها از شما می‌خواهند به جای مرور صرف، به یک سوال پاسخ دهید. تحقیقات نشان داده‌اند که **یادآوری فعال**^۱، یعنی تلاش برای بازیابی اطلاعات، به یادگیری عمیق‌تر و ماندگارتر منجر می‌شود. این پدیده به «اثر آزمون»^۲ نیز معروف است.

۲. **کوتاه و مختصر:** یک فلش کارت باید شامل یک مفهوم یا واقعیت واحد باشد. مطالب کوتاه‌تر، یادگیری را ساده‌تر کرده و امکان مرور متناسب با میزان سختی هر بخش را فراهم می‌کنند. در مقابل، کارت‌های شلوغ مجبورمان می‌کنند کل محتوا را تکرار کنیم، حتی اگر بخشی از آن را بلد باشیم.

۳. **اجتناب از فهرست‌ها:** به جای پرسیدن «کشورهای خاورمیانه را نام ببرید؟»، بهتر است هر کشور را در یک کارت جداگانه با سوالات خاصی مانند «بزرگ‌ترین کشور خاورمیانه کدام است؟» یا «ثروتمندترین کشور آن کدام است؟» یاد بگیرید. این کار از ناکارآمدی حفظ فهرست‌های بلند جلوگیری می‌کند. سپس می‌توانید با پیوند دادن این اطلاعات، به سوال اصلی پاسخ دهید.

۴. **منابع بیشتر:** برای آشنایی با ویژگی‌های دقیق‌تر و قوانین بهینه‌سازی فلش کارت‌ها، می‌توانید به مقاله «بیست قانون برای فرمول‌بندی دانش»^۳ مراجعه کنید. این مقاله توسط پاوو اولکوفسکی، بنیان‌گذار الگوریتم SuperMemo، نوشته شده است.

^۱Active Recall

^۲Testing Effect

^۳Twenty Rules of Formulating Knowledge

۲.۲ مزایا و معایب مطالعه با فلش کارت‌ها

۱.۲.۲ مزایا

- **افزایش ماندگاری:** با استفاده از تکرار بافاصله، مطالب برای مدت‌زمان طولانی‌تری در حافظه می‌مانند.
- **یادگیری فعال:** فلش‌کارت‌ها به دلیل ماهیت پرسش و پاسخ خود، یادگیری را فعال کرده و به جای مرور صرف، به یادآوری و بازیابی اطلاعات کمک می‌کنند.
- **تمرکز بر نقاط ضعف:** با طبقه‌بندی کارت‌ها بر اساس میزان سختی، می‌توان روی مطالبی که تسلط کمتری بر آن‌ها دارید، بیشتر تمرکز کرد.
- **افزایش انگیزه یادگیری** به دلیل ساده و بازی‌گونه بودن و امارها و اینکه می‌بینیم چقدر پیشرفت کردیم.

۲.۲.۲ معایب

- **زمان‌بر بودن:** تهیه فلش‌کارت‌ها ممکن است زمان‌بر باشد، هرچند ابزارهای الکترونیکی این فرایند را ساده‌تر کرده‌اند.
- **نیاز به نظم و انضباط:** اثربخشی این روش به مرور منظم و مداوم وابسته است.

فصل ۳

اصول طراحی الگوریتم‌های تکرار بافاصله

۱.۳ ویژگی‌های کلیدی یک الگوریتم تکرار خوب

یک الگوریتم تکرار خوب، برای بهینه‌سازی فرآیند یادگیری، باید ویژگی‌های زیر را داشته باشد. که البته داشتن همه این موارد کار سختی است.

۱. **محاسبه بهینه فواصل تکرار:** هدف اصلی الگوریتم، یافتن بهترین زمان تکرار برای هر کارت است. این زمان باید طوری باشد که کارت درست قبل از اینکه فراموش شود، دوباره نمایش داده شود. این کار باعث می‌شود با **کمترین تعداد مرور**، اطلاعات برای **بیشترین زمان ممکن** در حافظه باقی بماند.

۲. **توزیع بار مرور:** یک الگوریتم هوشمند باید از **انباشته شدن فلش کارت‌ها** در یک روز خاص جلوگیری کند. به عبارت دیگر، وظیفه آن **توزیع بهینه** کارت‌ها در طول زمان است تا کاربر هر روز حجم معقول و مدیریت‌پذیری از کارت‌ها را برای مرور داشته باشد و از احساس خستگی یا عقب‌افتادگی جلوگیری شود. یعنی حجم فلش کارت‌ها در یک روز نباید خیلی کم و یا خیلی زیاد باشد.

۳. **تطبیق با سختی مطالب:** الگوریتم باید بر اساس عملکرد کاربر و **سختی و آسانی** هر کارت، فواصل تکرار را تنظیم کند. برای کارت‌های آسان‌تر، فاصله زمانی بیشتر می‌شود و برای کارت‌های دشوار، مرور در فواصل کوتاه‌تری انجام می‌گیرد. این ویژگی، فرآیند یادگیری را شخصی‌سازی کرده و کارآمدتر می‌کند.

۴. **سازگاری با مطالعه نامنظم:** یک الگوریتم قوی باید با **مطالعه نامنظم** سازگار باشد و در صورت وقفه طولانی، دچار اختلال نشود. اگر کاربری برای چند روز یا هفته مطالعه نکند و سپس مرور را از سر بگیرد، الگوریتم باید این وقفه را درک کرده و فواصل زمانی

را به درستی تنظیم کند. برای مثال، اگر قرار بود کارتی امروز مرور شود و سپس یک هفته بعد نمایش داده شود اما کاربر به جای امروز پس از یک ماه آن را مرور می‌کند، الگوریتم باید این فاصله زمانی طولانی را به عنوان یک "یادآوری موفق" ثبت کند و فاصله بعدی را بر اساس این واقعیت جدید، به جای یک هفته، به مراتب طولانی‌تر تعیین نماید.

۲.۳ بازه‌های زمانی بهینه

ممکن است تصور کنیم هر نوع بازه‌ی زمانی افزایشی برای مرور مناسب است. «وزنی‌اک» برای بررسی همین موضوع آزمایشی طراحی کرد، اما برخلاف انتظارش نتیجه چیز دیگری شد. او تعدادی فعل بی‌قاعده‌ی انگلیسی را به سه گروه تقسیم کرد و هر گروه را با فواصل زمانی متفاوت مرور کرد. در هر کارت، فعل روی کارت نوشته شده بود و سه شکل صرف آن پشت کارت قرار داشت. هر گروه شش بار مرور شد. برنامه زمانی مرور هر گروه در جدول ۱.۳ آمده است.

جدول ۱.۳: برنامه زمانی مرور گروه‌های آزمایشی

نوبت مرور	گروه A	گروه B	گروه C
۱	۱۸ روز	۱ روز	۵ روز
۲	۱۸ روز	۵ روز	۵ روز
۳	۱۸ روز	۹ روز	۵ روز
۴	۱۸ روز	۲۴ روز	۵ روز
۵	۱۸ روز	۴۴ روز	۵ روز
۶	۱۸ روز	۷۰ روز	۵ روز
مجموع	۱۰۸ روز	۱۵۳ روز	۳۰ روز

فصل ٤

الگوریتم لایتنر

فصل ٥

الگوریتم SuperMemo

فصل ٦

عنوان فصل

فصل ۲

نتیجه گیری

واژه‌نامه فارسی به انگلیسی

واژه‌نامه انگلیسی به فارسی

کتاب نامه

[۱]

Abstract

Abstract goes here...



College of Science
School of Mathematics, Statistics, and Computer Science

Title of the Project

Mohamamd Torabi

Supervisor: Dr. Hedieh Sajedi

A thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for
the degree of B.Sc. in Computer Science

2025