

جلسه‌های هفتگی هندسه‌ی محاسباتی

در جلسه‌های هفتگی و مطالعات قبل از آنها، سه هدف را دنبال می‌کنیم: الف) آشنایی بیشتر با الگوریتم‌ها و داده‌ساختارهای کلاسیک هندسه‌ی محاسباتی، ب) بررسی مسئله‌هایی که به دنبال بهبود راه حل آنها هستیم و ج) مطالعه‌ی نتایج مرتبط با کاربردها مثل GIS و استخراج مسئله‌های جالب هندسی از آنها.

مطالعه برای موضوع سمینار

- تحلیل مسیر: مقاله‌ی آقای میلر و سایرین (پیوند) ارتباط بین تحلیل مسیر انسان‌ها و حیوانات را بررسی می‌کند. با همین هدف، برخی از پرسش‌های مطرح در تحلیل مسیر را معرفی می‌کند (بخش Transdisciplinary questions و بخش بعدی آن را مطالعه کنید). این پرسش‌ها می‌تواند موضوع خوبی برای مطالعه باشند.
- برچسب‌گذاری پویا: از مقاله‌ی بارس و سایرین (پیوند) شروع کنید.
- برچسب‌گذاری مرزی (Boundary Labeling): از مقاله‌ی بوز و سایرین (پیوند) شروع کنید.
- نزدیک‌ترین همسایه برای خم‌ها: از مقاله‌ی فیلسر و سایرین (پیوند) شروع کنید.

یافتن ناحیه‌ی مشهور

گام‌های لازم برای طرح یافتن ناحیه‌ی مشهور (اطلاعات بیشتر: الف، ب)

- مفاهیم اولیه: معرفی مسیر و چگونگی تعریف بازدیدها، بیان کاربرد و اهمیت، ورودی‌ها و پرسش‌ها.
- الگوی ورودی: تعیین یک الگوی ورودی برای ارزیابی، تولید نمونه‌ها با اندازه‌های متفاوت و برای حالت‌های مختلف.
- الگوریتم ساده در حالت یک بعدی: بررسی تقاطع یال‌ها با اضلاع ناحیه‌ی پرسش.
- شمارش تقاطع‌ها در حالت یک بعدی: با فرض اهمیت نداشتن زمان بازدید با کمک ساختمان داده‌ی درخت Segment.
- بررسی بازدیدها در حالت یک بعدی: با در نظر گرفتن زمان بازدید، بررسی برخوردهای متوالی.
- الگوریتم ساده در حالت دو بعدی: بررسی تقاطع یال‌ها با اضلاع ناحیه‌ی پرسش.
- شمارش تقاطع‌ها در حالت دو بعدی: استفاده از ساختمان داده‌ی درخت Segment دو بعدی.
- بررسی برخوردها در حالت دو بعدی: گسترش ایده‌ی یک بعدی به حالت دو بعدی.
- ارزیابی به کمک مجموعه داده‌های موجود.

ساده‌سازی برخط محدود به خم

گام‌های لازم برای طرح ساده‌سازی برخط محدود به خم (اطلاعات بیشتر: الف، ب، ج)

- مفاهیم اولیه: معرفی مسیر، ساده‌سازی، خطا، محدود به یال، الگوریتم برخط، اهمیت و کاربردها.
- الگوی ورودی: تعیین یک الگوی ورودی برای ارزیابی، تولید نمونه‌ها با اندازه‌های متفاوت و برای حالت‌های مختلف.
- محاسبه‌ی میزان خطا: خطا با استفاده از فاصله‌ی هازدورف بین یک یال و یک خم.
- پیاده‌سازی الگوریتم برخط محدود به رأس Agarwal و همکارانش.
- تغییر الگوریتم Agarwal برای حالت محدود به خم با ایده‌ی شکستن یال‌ها به تکه‌های کوچک‌تر.
- ارزیابی به کمک مجموعه داده‌های موجود.
- تغییر الگوریتم جریانی Abam و همکارانش برای حالت محدود به خم با ایده‌ی شکستن یال‌ها به تکه‌های کوچک‌تر.

مطالعه‌ی تابستانی

- مطالعه در مورد مسئله‌ی یافتن نزدیک‌ترین همسایه‌ها (Nearest Neighbors)
- برچسب‌گذاری نقشه‌ها (Map Labeling)
- مطالعه در مورد تحلیل مسیر (Trajectory Analysis)

مقاله‌های بهاری

- بزرگ‌ترین زیر مسیر سازگار (به خصوص آقای رضایی): دستگاه‌هایی مثل GPS گاهی در اندازه‌گیری اشتباه می‌کنند و هدف یافتن بزرگ‌ترین زیر دنباله‌ای از رأس‌های مسیر است که سازگار باشد (پیوند).
- خوشه‌بندی خم‌ها و مسیرها (به خصوص آقای حسن‌پور؛ همچنین آقای رضایی و آقای عزیزی): نگاهی به این مقاله (پیوند) بیندازید. مقاله‌ی دیگری (پیوند) سختی خوشه‌بندی را بررسی می‌کند.
- پارامترهای گروه‌های مسیر (به خصوص آقای عزیزی): این مقاله (پیوند) به پارامترهای تشخیص گروه می‌پردازد.
- ساده‌سازی ترکیبی (به خصوص خانم ذبیح‌زاده): ساده‌سازی چند مسیر به صورت ترکیبی با هدف کاهش تعداد یال‌ها یا رأس‌های مسیرهای ساده شده (پیوند).
- مسئله‌ی فاصله‌ی حرکت دهنده‌ی زمین (پیوند).

موضوعات زمستانی

- خانم ذبیح‌زاده: الگوریتم‌های برخط ساده‌سازی مسیر؛ به خصوص پیوند و پیوند.
- آقای رضایی: در مورد یافتن Outlier مسیرها؛ مقاله‌ای مثل پیوند.
- آقای عزیزی: در مورد یافتن گروه‌های مسیر؛ به خصوص مقاله‌ی پیوند.

مسئله‌های داغ

- حالت یک‌بعدی پرسش‌های ناحیه‌های مشهور با محدودیت مکانی: تعدادی مسیر (با n رأس) داده می‌شود و هدف پاسخ به تعدادی پرسش است. هر پرسش تعدادی مستطیل (به تعداد k) را به عنوان ناحیه‌ی مشهور بالقوه (یا ناحیه‌ی جالب) مشخص می‌کند و هدف یافتن ناحیه‌ای است که بیشتر از بقیه بازدید می‌شود. بدون پیش‌پردازش، به هر پرسش با پیچیدگی زمانی $O(nk)$ می‌توانیم پاسخ دهیم. هدف کاهش این پیچیدگی است.

جلسه‌ی یازدهم

- خانم ذبیح‌زاده، برای یافتن موضوع پایان‌نامه‌تان، پیشنهاد می‌کنم در مورد ساده‌سازی یا فشرده‌سازی مسیر مطالعه کنید. هدف یافتن مسئله‌ای است که کاربرد داشته باشد و برای آن راهکاری در ادبیات موجود نباشد. برای مثال می‌توانید این دو مسئله را از این دو جنبه بررسی کنید: ساده‌سازی مسیر با حفظ سرعت، یا ساده‌سازی تدریجی (Progressive) با در نظر گرفتن حالت پیوسته‌ی ساده‌سازی (تعدادی رأس می‌توانند اضافه شوند که جزء رأس‌های مسیر نبوده‌اند).
- آقای حسن‌پور، شما در مورد گسستن (Segmentation) مسیر مطالعه کنید. شما هم باید تعدادی مسئله‌ی با مفهوم و کاربرد بیابید که برای آنها راهکاری موجود نباشد. برای مثال، بررسی کنید گسستن مسیر با چند شیء چگونه می‌تواند تعریف شود.

جلسه‌ی دهم

- خانم ذبیح‌زاده و آقای حسن‌پور، در مورد یکی از موضوعاتی که جلسه‌ی پیش مطرح شدند، مطالعه کنید و آن را ارائه نمایید. به برخی از این موضوعات در ادامه اشاره می‌کنم. ساده‌سازی مسیر: فصل چهارم تز کانزاک (پیوند) یا مقاله‌ی فان کرولد و سایرین (پیوند)، گروه‌بندی مسیرها: مقاله‌ی کاستیتسینا و سایرین (پیوند)، گسستن مسیر: مقاله‌ی آرونوف و سایرین (پیوند)، مسیرهای مرکزی: فصل هفتم تز استالز (پیوند).
- در مورد حالت یک‌بعدی پرسش‌های ناحیه‌های مشهور با محدودیت مکانی با فرض نبودن محدودیت زمانی بازدیدها، در جلسه‌ی پیش، الگوریتمی مبتنی بر خط جاروب با پیچیدگی زمانی $O(k \log n)$ برای پاسخ به هر پرسش بررسی شد. آیا می‌توان این پیچیدگی را به صورتی بهبود داد که تأثیر k در این پیچیدگی کمتر شود؟
- از ایده‌ای که برای حالت یک بعدی استفاده شد می‌توان در حالت دوبعدی نیز بهره برد. پیچیدگی زمانی آن الگوریتم چقدر می‌شود؟
- با فرض وجود کمینه‌ی زمان برای هر بازدید، آیا می‌توان الگوریتم خوبی ارائه داد؟

جلسه‌ی نهم

- چون از بستری برای تغییر همزمان یک فایل استفاده نمی‌کنیم، بهتر است فعلاً مسئولیت هر بخش در اختیار یک نفر باشد. به شکلی این بخش‌ها را نگهداری کنید که آخرین نسخه‌ی آن برای سایرین قابل دسترس باشد. بهتر است برای

شروع، مقاله را به صورت زیر سازماندهی کنید. بخش مقدمه (آقای ضیائی): اشاره به تحلیل مسیر، معرفی نقاط توقف، مروری بر کارهای مهم هندسی انجام شده در این زمینه، تفاوت هدف ما با آنها، مروری بر نتایج بدست آمده در این مقاله و در پایان بیان سازماندهی مقاله. بخش تعاریف پایه (خانم ذبیح‌زاده): معرفی فرضیات، مفاهیم (مثل مسیر و رأس‌های آن) و نمادهای استفاده شده در مقاله. در این بخش می‌توانید ناحیه‌ی توقف و ناحیه‌ی توقف تقریبی را نیز تعریف کنید. بیان الگوریتم (خانم گلچین): از تعاریف و نمادهای معرفی شده در بخش قبل استفاده نمایید. اثبات درستی الگوریتم و تحلیل آن (خانم گلچین و خانم ذبیح‌زاده): گزاره‌ی اصلی را به صورت قضیه بیان کنید. ارزیابی تجربی (آقای حسن‌پور).

■ در خصوص موضوع پایان‌نامه، خوب است با برخی از موضوعات تحلیل مسیر آشنا شوید. تز دکترای آقای کانزاک (Konzack 2018) دسته‌بندی جالبی را در مورد برخی از موضوعات مربوط به تحلیل مسیر انجام می‌دهد. از صفحه‌ی هجدهم این [پیوند](#) مطالعه نمایید. همچنین بخش ۱۰۴ در صفحه‌ی ششم را مطالعه کنید. در مورد هر موضوع، او ابتدا توضیح کوتاهی می‌دهد و سپس به کارهای انجام شده در آن موضوع و مسئله‌هایی که هنوز جای بررسی دارد اشاره می‌کند. خانم ذبیح‌زاده بخش‌های ۲، ۵.۱، ۵.۲ و ۲.۶ و آقای حسن‌پور بخش‌های ۲.۵.۳ و ۲.۵.۴ را مطالعه بفرمایید و آنها را در جلسه‌ی بعد ارائه دهید؛ اگر قسمتی از این بخش‌ها مفهوم نیست مشخص کنید تا در این جلسه بررسی کنیم.

جلسه‌ی هشتم

■ موضوع پایان‌نامه‌ی آقای ضیائی با عنوان «پاسخ به پرسش‌های ناحیه‌ی مشهور با مکان محدود» تصویب شده است. موضوع بسیار جالبی است. در این مسئله، تعدادی مسیر به عنوان ورودی داده می‌شوند. سپس، پس از انجام پیش‌پردازش روی مسیرها، به پرسش‌هایی پاسخ داده می‌شوند: هر پرسش، تعدادی ناحیه‌ی مشهور بالقوه و زمان مجاز هر بازدید را مشخص می‌کند. به عنوان مثال، فرض کنید مسیر حرکت افرادی به عنوان ورودی داده می‌شوند. سپس، برای یافتن یک رستوران پرتعداد، مکان تعدادی رستوران به الگوریتم داده می‌شوند و الگوریتم باید از بین این مکان‌ها، رستورانی را بیابد که بیشترین بازدید را دارد. هر بازدید نیز باید حداقل ده دقیقه و حداکثر دو ساعت طول بکشد تا بازدیدهای واقعی شناسایی شوند. چون نرخ پرسش‌ها ممکن است زیاد باشد، هدف این است که پس از پیش‌پردازش داده‌ها، به هر پرسش با پیچیدگی زمانی کمی پاسخ داده شود.

■ برای شروع، حالت یک بعدی از این مسئله را در نظر می‌گیریم. در این حالت، هر مسیر چگونه بیان می‌شود و مکان‌های بالقوه در پرسش‌ها به شکلی خواهند بود؟

■ فرض کنید n تعداد کل رأس‌های مسیرها باشد و k تعداد مکان‌های بالقوه‌ی هر پرسش. اگر پیش‌پردازش انجام ندهید، چگونه می‌توانید در حالت یک بعدی با پیچیدگی $O(nk)$ به هر پرسش پاسخ دهید؟ آیا می‌توانید با زمان $O(n)$ به هر پرسش پاسخ دهید؟

■ اگر پیش‌پردازش انجام دهید، آیا می‌توانید در حالت یک بعدی با پیچیدگی $O(\log n)$ به هر پرسش پاسخ دهید؟

جلسه‌ی هفتم

- مقاله‌ی Dodge و سایرین (پیوند) به مسئله‌های مربوط به تحلیل حرکت می‌پردازد. بخش چهارم آن در مورد کارهای آتی جالب است.
- در مدرسه‌ی زمستانی یکی از سال‌های گذشته، آقای de Berg در قسمت اول ارائه‌اش درخت Partition و درخت Cutting را معرفی می‌کند (پیوند) و در قسمت دوم، به درختان چند رده‌ای می‌پردازد (پیوند).

جلسه‌ی ششم

- یکی از گام‌های مهم در تحلیل مسیر، ساده‌سازی مسیرها است. چون مکان یک موجود متحرک در بازه‌های زمانی کوتاهی گزارش می‌شود، تعداد رأس‌های یک مسیر می‌تواند بسیار زیاد باشد. از طرف دیگر، پیچیدگی الگوریتم‌هایی که مسیرها را تحلیل می‌کنند به تعداد رأس‌های آنها وابسته است. در ساده‌سازی مسیرها، سعی می‌شود هر مسیر با رأس‌های کمتری بیان شود، با این شرط که این ساده‌سازی شکل مسیر را به اندازه‌ی جزئی تغییر دهد. مقاله‌ی امسال van Kreveld و سایرین (پیوند) الگوریتم جدیدی را برای این کار ارائه می‌دهند.

جلسه‌ی پنجم

- در جلسه‌ی گذشته، مقاله‌ای که در مورد تعدادی نقطه روی یک خط مطرح شد (پیوند). اگر علاقمند بودید در مورد مسئله‌ی دوم و سوم مطرح شده در این مقاله فکر کنید.

جلسه‌ی چهارم

- برای مسئله‌ی یافتن نواحی توقف با زمان غیبت محدود (توضیح بیشتر مسئله در پیوند)، ایده‌ای را خانم گلچین ارائه دادند که برای ارزیابی تجربی مناسب به نظر می‌رسد (البته آقای کرخی از ایده‌ی نزدیکی در یافتن ناحیه‌های داغ استفاده می‌کنند). پیشنهاد می‌کنم با هم همکاری کنید تا گزارشی فارسی از این روش و عملکرد آن آماده کنید. امیدوارم در آن با گام‌های انجام یک پژوهش تجربی، سختی‌های مقایسه‌ی نتایج و اصول نوشتن یک گزارش خوب آشنا شوید؛ قطعاً این تجربه در آینده برای شما مفید خواهد بود. در جلسه‌ی چهارم به جزئیات آن خواهیم پرداخت. گام‌های اصلی: مطالعات کارهای مرتبط و دریافت داده‌هایی که آنها برای آزمایش استفاده کرده‌اند، پیاده‌سازی الگوریتم و ارزیابی عملی آن روی داده‌ها، نگارش گزارش (بیان مسئله، بیان کارهای مرتبط، توصیف الگوریتم و تحلیل آن، مقایسه‌ی نتایج با کارهای مرتبط و تحلیل آنها).
- فکر خوبی است که در هر جلسه، یکی از حاضرین یک کاربرد را که در مورد تحلیل مسیرها یا مسئله‌های مکانی-زمانی (Spatio-temporal) هست، معرفی کند. برای یافتن کاربرد می‌توانید به کنفرانس GIS/SIGSPATIAL (پیوند) یا به برخی از مجله‌های مربوط (برخی از موارد این صفحه) مراجعه کنید. لازم نیست روش را بیان کنید؛ فقط مسئله و اهمیت آن را بیان کنید ولی خوب است به رویکرد اصلی آن مقاله نیز اشاره کنید.

دو پرسش پژوهشی

- در راستای مقاله‌ی Buchin و سایرین که در جلسه‌ی قبل به آن اشاره شد، آیا می‌توان با توجه به الگوریتم آنها الگوریتمی کارا ارائه داد که با گرفتن تعداد زیادی مسیر، نزدیک‌ترین مسیرها از بین آنها را به یک مسیر پرسش پیدا کند؟ برای نمونه، این مقاله‌ی نسبتاً کند (پیوند) و این مقاله‌ی تقریبی سریع‌تر (پیوند) را برای فاصله‌ی Fréchet در نظر بگیرید.
- این پیشنهاد (پیوند) برای مسئله‌ای مشابه پنج‌شنبه‌ی سی‌ام راه حلی ساده ارائه می‌دهد. آیا می‌توان یک حد پایین برای پیچیدگی هر الگوریتم بهینه‌ی حالت دو بعدی (نه فقط الگوریتم‌های افزایشی) اثبات کرد؟ آیا الگوریتم سریعی برای یافتن جواب دقیق در حالت دو بعدی وجود دارد؟

جلسه‌ی سوم

- خوب است تا صفحه‌ی سوم این فایل را نیز مطالعه کنید که مسئله‌ی کوله پشتی را تقریب می‌زند.
- قسمت پنجم ارائه‌ی آقای Gudmundsson (پیوند) به چند مسئله در مورد تحلیل مسیر از جمله تشخیص ناحیه‌های مشهور و گسستن مسیر می‌پردازد.
- در مقاله‌ی Buchin و سایرین (پیوند)، یک مقیاس فاصله برای دو مسیر معرفی می‌شود که در جلسه‌ی این هفته معرفی شد. سعی کنید حداقل تا قسمت‌های ابتدایی بخش سوم را مطالعه کنید.
- گاهی مشتاق هستیم بدانیم چه افرادی از نتایج یک مقاله استفاده کرده‌اند یا چگونه نتایج آن را بهبود داده‌اند. خوب است خدمات سایت‌های scholar.google.com و semanticscholar.org را برای یافتن مقاله‌های ارجاع دهنده به یک مقاله آزمایش کنید. نام مقاله‌ی قبل را در سایت <https://www.semanticscholar.org/> جستجو کنید و به صفحه‌ی آن بروید. سپس به بخش Cited By بروید؛ در این صفحه، مقاله‌های ارجاع دهنده به این مقاله نشان داده می‌شوند. یکی از امکانات خوب این سایت این است که جمله‌ای که ارجاع داده است را نیز نشان می‌دهد (Excerpts). (پیوند)

جلسه‌ی دوم

- این اسلایدها (پیوند) را مطالعه کنید؛ در آن روش ساده‌ای برای تقریب هندسی بیان می‌شود.
- از این پس، هر هفته یک ویدئو معرفی می‌کنم که در آن در مورد موضوعات کلاسیک مهم یا تحقیقاتی هندسه‌ی محاسباتی صحبت می‌شود. در مدرسه‌ی زمستانی هندسه‌ی محاسباتی سه سال پیش، آقای Gudmundsson از دانشگاه سیدنی در پنج جلسه در مورد تحلیل مسیر صحبت کرده است. اولین جلسه‌ی آن را ببینید (پیوند).

جلسه‌ی اول

- برای جلسه‌ی اول کمی در مورد جستجوی بازه‌ای مطالعه کنید. سعی کنید این اسلایدها (پیوند) را مطالعه کنید.
- یکی از کنفرانس‌های خوبی که در زمینه‌ی تحلیل داده‌های مکانی برگزار می‌شود کنفرانس GIS/SIGSPATIAL هست. برای شروع عنوان و هدف مقاله‌های سال گذشته‌ی این کنفرانس را مطالعه کنید (پیوند). در جلسه‌های بعد، تعدادی از

این مقاله‌ها را به صورت دقیق‌تر بررسی خواهیم کرد. دقت کنید که هدف ما از مطالعه‌ی این مقاله‌ها، یافتن مسئله‌ای با کاربرد است که بتوانیم از آن، معمولاً با کمی تغییر یک مسئله‌ی هندسی دقیق استخراج کنیم تا آن را با الگوریتم‌های