

بنام خدا

تکلیف اول عملی درس گراف کاوی

پاییز ۱۴۰۴

برای این تکلیف از داده‌های موجود در گیت‌هاب پروژه در بخش Basic دو پایگاه داده را انتخاب کرده و براساس آن، به سوالات زیر پاسخ دهید.

بخش ۱: تحلیل ساختاری شبکه‌های واقعی

۱. یک سؤال تحقیقاتی برای هر مجموعه داده مطرح کنید (مثلاً آیا شبکه خاصیت دنیای کوچک دارد؟ یا توزیع درجه آن به قانون توان شباهت دارد؟)

۲. برای هر مجموعه داده حداقل پنج شاخص محاسبه کنید (توزیع درجه، ضریب خوشه‌بندی، طول مسیر میانگین، همبستگی درجه، تعداد مؤلفه‌های همبند و...)

۳. برای هر شاخص توضیح دهید که چرا انتخاب شده و انتظار شما قبل از محاسبه چه بوده است.

۴. دو تصویر یا نمودار برای کمک به تفسیر ساختار رسم کنید.

۵. نتایج را تحلیل کنید: چه چیزهایی مطابق انتظار بود و چه چیزهایی غیرمنتظره؟

بخش ۲: بازتولید شبکه با مدل‌های تصادفی و دنیای کوچک

۱. برای یکی از شبکه‌های واقعی، دو مدل مصنوعی ایجاد کنید:

- مدل تصادفی Erdős–Rényi با همان n و m

- مدل جهان کوچک Watts–Strogatz با همان n و درجه متوسط مشابه

۲. شبکه‌ها را از نظر ضریب خوشه‌بندی، طول مسیر میانگین و توزیع درجه مقایسه کنید.

۳. مدل تصادفی Erdős–Rényi را با استفاده از مقدار تصادفی r با مقادیر مختلف ایجاد کنید تا ویژگی‌های شبکه واقعی را تقریباً بازتولید کند و فرآیند انتخاب r را توضیح دهید.

۴. مقدار احتمال بازپیوند p را در مدل Watts–Strogatz تنظیم کنید تا ویژگی‌های شبکه واقعی را تقریباً بازتولید کند و فرآیند انتخاب p را توضیح دهید.

۵. در یک پاراگراف بنویسید که کدام مدل به شبکه واقعی نزدیک‌تر است و چرا.

بخش ۳ – مدل کلینبرگ و آزمایش جستجوی محلی

۱. یک شبکه دنیای کوچک کلینبرگ روی شبکه $n \times n$ با n بین ۱۰۰ تا ۴۰۰ بسازید.

۲. برای مقادیر مختلف $r \in \{0, 1, 2, 3\}$ لینک‌های دوربرد اضافه کنید.

۳. یک الگوریتم جستجوی محلی (مثلاً جستجوی حریصانه بر اساس فاصله یا درجه) پیاده‌سازی کنید.

۴. میانگین تعداد گام‌ها، درصد موفقیت و میانگین زمان جستجو را محاسبه کنید.
۵. رابطه بین ۲ و کارایی جستجو را تحلیل کرده و نتیجه را با تئوری کلینبرگ مقایسه کنید.

بخش ۴ - تحلیل پیچیدگی جستجو در شبکه واقعی

۱. یکی از شبکه‌های واقعی را انتخاب کرده و یک وظیفه جستجو تعریف کنید (مثلاً یافتن کوتاه‌ترین مسیر بین دو کاربر مهم یا بین دو موضوع علمی)
۲. یک الگوریتم جستجوی محلی یا تصادفی طراحی و پیاده‌سازی کنید (مثلاً BFS محدود)
۳. رشد زمان اجرا را نسبت به اندازه یا عمق جستجو اندازه‌گیری کنید.
۴. نتایج را تفسیر کرده و ارتباط بین ساختار شبکه و پیچیدگی جستجو را توضیح دهید.

بخش ۵ - پرسش‌های تحلیلی و نوشتاری

- به پرسش‌های زیر در قالب ۱ تا ۲ پاراگراف پاسخ دهید:
۱. چرا شبکه‌های واقعی همزمان هم خوشه‌بندی بالا و هم قابلیت جستجوی بالا دارند؟
 ۲. مدل Watts-Strogatz در شبیه‌سازی ساختار واقعی تا چه حد موفق است؟
 ۳. مدل Kleinberg چگونه پدیده جستجوی اجتماعی را بهتر توضیح می‌دهد؟
 ۴. پیچیدگی زمانی الگوریتم‌های جستجو چگونه با ویژگی‌های ساختاری شبکه مرتبط است؟

موارد قابل تحویل:

از لینک گیت‌هاب درس یک Fork بگیرید، فایل تمرین را تا ددلاین تعیین شده با پوشه‌ای با شماره دانشجویی خودتان داخل آن قرار دهید، سپس درخواست Merge ارسال کنید.

یک فایل نوت‌بوک با دسته‌بندی مناسب، فرمت مناسب Markdown برای پرسش‌های تحلیل و توصیف‌های مورد نیاز.

توجه داشته باشید، در فایل نوت‌بوک آپلود شده، خروجی‌ها پاک نشده باشند.