

توجه کنید که پروژه علاوه بر پیاده‌سازی شامل محاسبه‌ی روابط است و محاسبات و گزارش مراحل پروژه بخش مهمی از نمره را تشکیل می‌دهد.

مقدمه

در این پروژه، هدف ساخت سیستمی توصیه‌گر بین تعدادی کاربر و آیتم است. در این سیستم توصیه‌گر سعی داریم با توجه به گذشته هر کاربر، نظر او را در مورد سایر آیتم‌ها پیش‌بینی کنیم. داده‌های آموزشی به این صورت است که N کاربر و M آیتم برای پیشنهاد به کاربران داریم، برای تعدادی از کاربر-آیتم‌ها امتیازی که افراد به آیتم‌ها داده‌اند نیز به عنوان داده‌ی آموزشی در اختیار داریم. در بخش دوم پروژه، علاوه بر موارد قبل، شبکه‌ای جهت‌دار بین کاربران نیز وجود دارد که مشخص می‌کند هر فردی از چه افرادی تأثیر می‌پذیرد.

در نهایت برای ارزیابی مدل‌های پیشنهادی، با معیار RMSE میزان خطا را برای تعدادی از کاربر-آیتم‌ها که مقدار امتیاز برای آن‌ها از داده‌های آموزشی حذف شده بود را محاسبه می‌کنیم.

بخش اول: رویکرد Bayesian

یک رویکرد در سیستم‌های توصیه‌گر در نظر گرفتن یک بردار ویژگی D بعدی نهان برای همه کاربرها و آیتم‌ها است که ویژگی‌های آن‌ها را توصیف می‌کند. این بردارهای ویژگی از قبل مشخص نیستند و تنها اطلاعات در دسترس امتیازی است که برخی کاربران به برخی آیتم‌ها داده‌اند. یکی از فرض‌های معمول در این مسأله به این شکل است که امتیاز هر کاربر به هر آیتم به صورت ضرب داخلی بردار ویژگی آن‌ها در نظر گرفته می‌شود. به این ترتیب اگر بردار ویژگی کاربران و آیتم‌ها را از روی امتیازهای داده شده تخمین بزنیم، نمایش کاربران و آیتم‌ها را در فضای نهان به دست می‌آوریم و می‌توان نظر کاربران در مورد سایر آیتم‌ها را پیش‌بینی کرد.

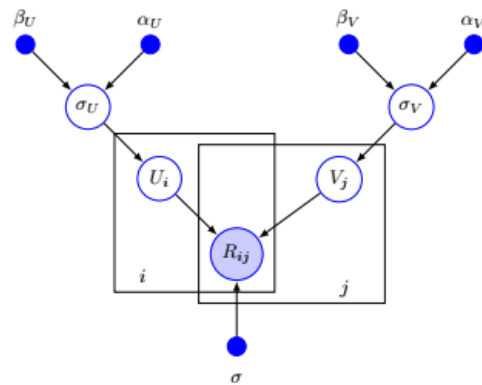
بردار ویژگی کاربران U_i و بردار ویژگی آیتم‌ها V_j را به صورت متغیرهای تصادفی نرمال به ترتیب از توزیع‌های $N(0_D, \sigma_U I_D)$ و $N(0_D, \sigma_V I_D)$ در نظر می‌گیریم که در آن 0_D بردار D بعدی صفر و I_D ماتریس همانی $D \times D$ است. امتیازی که کاربر i به آیتم j می‌دهد، یعنی R_{ij} را نیز یک متغیر نرمال از توزیع $N(U_i^T V_j, \sigma)$ فرض می‌کنیم. به این ترتیب، می‌توان ماتریس R که نشان‌دهنده‌ی همه امتیازات است را از توزیع زیر در نظر گرفت که I_{ij} یک نشانگر باینری است که مشخص می‌کند آیا کاربر i در رابطه با آیتم j نظر داده است یا خیر:

$$R \sim \prod_i \prod_j (N(U_i^T V_j, \sigma))^{I_{ij}}$$

حال فرض کنید واریانس‌های σ_U و σ_V که پارامترهای مدل بالا هستند را به صورت متغیر تصادفی از توزیع Inverse-Gamma در نظر بگیریم. شکل زیر جزئیات این مدل را نشان می‌دهد.

الف) محاسبات لازم برای تخمین دو ماتریس U و V به کمک روش Gibbs Sampling را انجام داده و توزیع شرطی روی هر متغیر نهان به شرط باقی متغیرها که در نمونه‌برداری استفاده می‌شود را به دست آورید. (ذکر مراحل محاسبات در گزارش الزامی است).

ب) روش خود را پیاده‌سازی کنید و میزان خطا روی داده‌های Validation را گزارش کنید. سعی کنید مقادیر مناسب فرآپارامترها^۱ $(\beta_U, \alpha_U, \beta_V, \alpha_V, \sigma)$ را با امتحان کردن مقادیر مختلف به دست آورید.



$$R_{ij}|U_i, V_j \sim N(U_i^T V_j, \sigma)$$

$$U_i|\sigma_U \sim N(0_D, \sigma_U I_D)$$

$$V_j|\sigma_V \sim N(0_D, \sigma_V I_D)$$

$$\sigma_U \sim IG(\alpha_U, \beta_U)$$

$$\sigma_V \sim IG(\alpha_V, \beta_V)$$

بخش دوم: استفاده از داده‌های شبکه‌ی اجتماعی

از مزایای PGM این است که می‌توان دانشی که از مسأله داریم را به صورت گرافی وارد مدل کنیم. در این بخش می‌خواهیم از این مزیت استفاده کنیم و روابط موجود در شبکه‌ی اجتماعی بین افراد را داخل مدل بیاوریم تا سیستم توصیه‌گر بهتری داشته باشیم.

بدین منظور فرض کنید علاوه بر داده‌های قبلی، اطلاعات مربوط به تاثیرگذاری اشخاص مختلف روی یکدیگر را در اختیار داریم. این اطلاعات کمک می‌کند که علاوه بر ویژگی‌های خود فرد، ارتباطات او را در شبکه اجتماعی و نظرات همسایه‌های آن فرد در پیش‌بینی امتیاز به یک آیتم تاثیرگذار باشد. در این بخش فرض کنید که امتیاز یک کاربر در مورد آیتم j از دو عامل کلی متأثر است، یکی خصوصیات شخصی خود فرد که در در بخش قبل استفاده کردیم و دیگری نظر دوستان آن شخص درباره‌ی آیتم j ام. در واقع، متناظر با یال‌های بین افراد در شبکه‌ی اجتماعی یال‌هایی در گراف مدل احتمالاتی داریم.

در این مدل سه دسته پارامتر اصلی داریم. دسته‌ی اول و دوم مانند قسمت قبل خصوصیات اشخاص و آیتم‌ها هستند و دسته‌ی سوم مربوط به مقدار تاثیرگذاری اشخاص بر روی همدیگر است. باید تاکید کرد که فرض بر این است که هر نفر، فقط بر اشخاصی تأثیر می‌گذارد که به آن‌ها یال دارد. به این ترتیب، امتیاز شخص i به آیتم j را یک متغیر نرمال که میانگین آن حاصل ضرب

^۱ Hyperparameter

داخلی خصوصیات شخص i و آیت j و جمع وزن دار امتیاز دوستان این شخص به آن کالا به دست می آید (وزن ها مقدار تأثیرگذاری دوستان فرد بر روی شخص i است).

مدل مناسبی پیشنهاد دهید و پس از محاسبه ی روابط Variational Mean Field آن را پیاده سازی کنید. میزان خطا روی داده های Validation و همچنین روی بخش از داده های آموزش در طی مراحل بروز رسانی را گزارش کنید.