[](http://crossmark.crossref.org/dialog/?doi=10.1145%2F3568022&domain=pdf&date_stamp=2023-03-03)بررسی شبکه‌های عصبی گراف برای سیستم‌های توصیه‌گر: چالش‌ها، روش‌ها و مسیرها

**3**

[چن اداره حسابرسی دولتی ، یو ژنگ ، نیان ال آی ، یین فنگ ال آی ، YINGRONG چین ، JINGHUA پیائو ،](https://orcid.org/0000-0001-9257-9109)

[یوهان کوان ،](https://orcid.org/0000-0001-9257-9109) [جیانشین چانگ](https://orcid.org/0000-0002-7886-9238) [، و](https://orcid.org/0000-0001-9257-9109) [DEPENG جین](https://orcid.org/0000-0003-0419-5514) [، پکن ملی تحقیق مرکز برای](https://orcid.org/0000-0001-9257-9109) علوم و فناوری اطلاعات (BNRist)، گروه مهندسی الکترونیک، دانشگاه چینهوا، چین

[XIANGNAN او](https://orcid.org/0000-0001-8472-7992) ، مدرسه از اطلاعات علم و فناوری، دانشگاه از علم و فناوری از

چین، چین

[یونگ ال آی](https://orcid.org/0000-0001-5617-1659) ، پکن ملی تحقیق مرکز برای اطلاعات علم و فناوری (BNRist)، دپارتمان مهندسی الکترونیک، دانشگاه چینهوا، چین

توصیه‌گر سیستم است یکی از ‎‏ ... بیشترین مهم اطلاعات خدمات روی امروز اینترنت. اخیراً، گراف عصبی شبکه‌ها داشته باشند تبدیل شدن ‎‏ ... جدید مدرن رویکرد به توصیه کننده سیستم‌ها. در این نظرسنجی، ما رفتار الف جامع بررسی از ‎‏ ... ادبیات روی گراف عصبی مبتنی بر شبکه توصیه کننده سیستم‌ها. ما ابتدا پیشینه و تاریخچه توسعه سیستم‌های توصیه‌گر و گراف را معرفی کنید. عصبی شبکه‌ها. برای توصیه کننده سیستم‌ها، در عمومی، آنجا هستند چهار جنبه‌های برای دسته‌بندی موجود آثار: مرحله، سناریو، عینی، و کاربرد. برای گراف عصبی شبکه‌ها، ‎‏ ... موجود روش‌ها متشکل از از دو گربه- دسته بندی ها: طیفی مدل‌ها و فضایی آنهایی که. ما سپس بحث کردن ‎‏ ... انگیزه از اعمال کردن گراف عصبی شبکه‌ها در سیستم‌های توصیه‌گر، که عمدتاً شامل اتصال مرتبه بالا، ویژگی ساختاری داده‌ها هستند و ‎‏ ... تقویت‌شده نظارت سیگنال. ما سپس به طور سیستماتیک تحلیل کردن ‎‏ ... چالش‌ها در گراف ساخت و ساز، تعبیه کردن انتشار/تجمیع، مدل بهینه‌سازی، و محاسبه کارایی. پس از آن و اولیه- الی، ما فراهم کردن الف جامع نمای کلی از الف انبوه از موجود کار می‌کند از گراف عصبی مبتنی بر شبکه توصیه کننده سیستم‌ها، دنبال کردن ‎‏ ... طبقه بندی بالا در نهایت، ما بالا بردن بحث‌ها روی ‎‏ ... باز مشکلات و مسیرهای آینده امیدوارکننده در این حوزه. ما مقالات نمونه را به همراه کد آنها خلاصه می‌کنیم. مخازن در <https://github.com/tsinghua-fib-lab/GNN-Recommender-Systems>.

سی سی اس مفاهیم: • **سیستم‌های اطلاعاتی** → **سیستم‌های توصیه‌گر** ؛ • **عمومی و مرجع** ← *بررسی‌ها و مرور کلی؛*

اضافی کلید کلمات و عبارات: توصیه‌گر سیستم‌ها، گراف عصبی شبکه‌ها، گراف نمایندگی یادگیری، بازیابی اطلاعات

چن گائو و یو ژنگ مشارکت به طور مساوی به این مقاله.

این کار توسط برنامه ملی تحقیق و توسعه کلیدی چین تحت کمک هزینه 2020AAA0106000 پشتیبانی می‌شود. این کار همچنین توسط بنیاد ملی علوم طبیعی چین (U19A2079) پشتیبانی می‌شود. این کار همچنین پشتیبانی می‌شود توسط بورسیه بنیاد علوم پسادکتری چین تحت گرنت‌های 2021TQ0027 و 2022M710006.

آدرس نویسندگان: سی. گائو، ی. ژنگ، ان. لی، ی. لی، ی. کوین، جی. پیائو، ی. کوان، جی. چانگ، دی جین و ی. لی (مرتبط با ثور)، مرکز تحقیقات ملی پکن برای علوم و فناوری اطلاعات (BNRist)، گروه مهندسی الکترونیک نیرینگ، دانشگاه تسینگهوا، چین؛ ایمیل‌ها: [chgao96@gmail.com،](mailto:chgao96@gmail.com) {y-zheng19، linian21، liyf19، qyr16، pojh19، quanyh19، changjx18}@mails.tsinghua.edu.cn، {jindp, liyong07}@tsinghua.edu.cn؛ X. He، دانشکده علوم و فناوری اطلاعات اوگی، دانشگاه از علم و فناوری از چین، چین؛ ایمیل: [xiangnanhe@gmail.com.](mailto:xiangnanhe@gmail.com)

اجازه به ساختن دیجیتال یا سخت نسخه‌ها از همه یا بخشی از این کار برای شخصی یا کلاس درس استفاده است اعطا شده بدون هزینه ارائه شده که نسخه‌ها هستند نه ساخته شده یا توزیع شده برای سود یا تجاری مزیت و که نسخه‌ها خرس این توجه و ‎‏ ... پر استناد روی ‎‏ ... اول صفحه حق نشر برای اجزا از این کار متعلق به توسط دیگران از ‎‏ ... نویسنده(گان) باید باش با احترام. خلاصه‌نویسی با ذکر منبع مجاز است. کپی کردن به هر نحو دیگر، یا انتشار مجدد، ارسال به سرورها یا توزیع مجدد در فهرست‌ها، نیاز به اجازه خاص قبلی و/یا هزینه دارد. برای کسب مجوز به [permissions@acm.org مراجعه کنید](mailto:permissions@acm.org) .

© 2023 حق نشر متعلق به مالک/نویسنده(گان) است. حقوق انتشار تحت لیسانس ACM می‌باشد. ‎۲۷۷۰-۶۶۹۹/۲۰۲۳/۰۲-ART3‎‏ ۱۵.۰۰ دلار

<https://doi.org/10.1145/3568022>

**ای سی ام مرجع قالب:**

چن گائو، یو ژنگ، نیان لی، یین فنگ لی، یینگرونگ شین، جینگهوا پیائو، یوهان کوان، جیانشین چانگ، Depeng جین، Xiangnan او، و یانگ لی. ۲۰۲۳. الف نظرسنجی از نمودار عصبی شبکه‌ها برای توصیه‌گر سیستم‌ها: چالش‌ها، روش‌ها، و دستورالعمل‌ها. *ای سی ام ترانس. توصیه سیستم* ۱، ۱، مقاله ۳ (فوریه ۲۰۲۳)، ۵۱ صفحات. <https://doi.org/10.1145/3568022>

# مقدمه

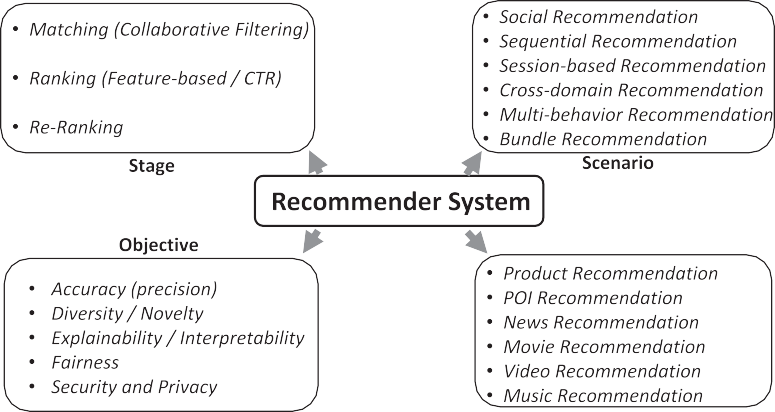
توصیه‌گر سیستم است الف مهربان از فیلتر کردن سیستم در که ‎‏ ... هدف است به حاضر اطلاعات شخصی‌سازی‌شده به کاربران، که بهبود می‌بخشد ‎‏ ... کاربر تجربه و ترویج می‌دهد کسب و کار سود. همانطور که یکی از​ معمولی کاربردها از دستگاه یادگیری رانده شده توسط ‎‏ ... واقعی جهان، آن است یک فوق‌العاده داغ موضوع در هر دو صنعتی و دانشگاه امروزه.

به خلاصه ‎‏ ... تاریخ از توصیه کننده سیستم‌ها، آن می‌تواند باش به طور کلی تقسیم شده به سه مراحل، مدل‌های کم‌عمق [ [85](#_bookmark134) ، [148](#_bookmark198) ، [149](#_bookmark199) ]، مدل‌های عصبی [ [28](#_bookmark78) ، [57](#_bookmark107) ، [66](#_bookmark116) ]، و مدل‌های مبتنی بر GNN [ 65 [،](#_bookmark115) 181 [،](#_bookmark231) 222 []](#_bookmark272) . ابتدایی‌ترین توصیه مدل‌ها اسیر شده ‎‏ ... **مشارکتی فیلتر کردن (سی اف)** اثر توسط محاسبه مستقیم شباهت تعاملات. سپس روش‌های CF مبتنی بر مدل، مانند **ماتریس فاکتورگیری​ (م.ف.)** [ [85](#_bookmark134) ] یا فاکتورگیری دستگاه [ [148](#_bookmark198) ]، بودند پیشنهادی به رویکرد توصیه به عنوان الف نمایندگی یادگیری مشکل. با این حال، اینها روش‌ها هستند مواجه شد با بحرانی چالش‌ها چنین به عنوان رفتارهای پیچیده کاربر یا ورودی داده. برای پرداختن به آن، مدل‌های مبتنی بر شبکه عصبی [ [28](#_bookmark78) ، [57](#_bookmark107) ، [66](#_bookmark116) ] پیشنهاد شده. برای مثال، **عصبی مشارکتی فیلتر کردن (NCF)** بود توسعه یافته به گسترش دادن ‎‏ ... درونی​ محصول در ام اف با **چند لایه پرسپترون‌ها (MLP)** به بهبود بخشیدن آن ظرفیت. به طور مشابه، **دستگاه فاکتورگیری عمیق (DeepFM)** [ [57](#_bookmark107) ] دستگاه فاکتورگیری مدل سطحی **(FM) را ترکیب کرد** [ [148](#_bookmark198) ] با ام‌ال‌پی. با این حال، اینها روش‌ها هستند هنوز بسیار محدود، از آنجایی که آنها پارادایم‌ها از پیش‌بینی و آموزش نادیده گرفتن ‎‏ ... مرتبه بالا اطلاعات ساختاری در مشاهده شده داده‌ها برای مثال ، بهینه‌سازی هدف از ان سی اف است به پیش‌بینی کردن مورد کاربر تعامل، و ‎‏ ... آموزش نمونه‌ها شامل موارد مشاهده شده مثبت مورد کاربر تعاملات و مشاهده نشده منفی مورد کاربر تعاملات آن به این معنی است که در طول ‎‏ ... پارامتر در حال به‌روزرسانی برای الف خاص کاربر، فقط ‎‏ ... اقلام تعامل داشت توسط او / او درگیر هستند.

اخیراً، ‎‏ ... پیشرفت‌ها در گراف عصبی شبکه‌ها فراهم کردن الف قوی و بنیادی فرصت​ به آدرس ‎‏ ... بالا مسائل در توصیه کننده سیستم‌ها. به طور خاص، گراف عصبی شبکه‌ها از انتشار جاسازی برای تجمیع جاسازی همسایگی به صورت تکراری استفاده می‌کنند. با انباشتن لایه‌های انتشار، هر گره می‌تواند به اطلاعات همسایگان مرتبه بالا دسترسی داشته باشد، نه فقط به مرتبه اول همسایه‌ها به عنوان ‎‏ ... سنتی روش‌ها انجام دادن. با آن مزایا در رسیدگی ‎‏ ... ساختاری داده‌ها و کاوش ساختاری اطلاعات، مبتنی بر GNN روش‌ها داشته باشند تبدیل شدن ‎‏ ... جدید مدرن​ رویکردها در توصیه کننده سیستم‌ها.

به خب اعمال کردن گراف عصبی شبکه‌ها به توصیه کننده سیستم‌ها، آنجا هستند برخی بحرانی چالش‌هایی که باید مورد توجه قرار گیرند. اول، ورودی داده‌ها سیستم توصیه‌گر باید با دقت و توجه بررسی شود به درستی ساخته شده به نمودار، با گره‌ها نماینده عناصر و لبه‌ها نمایش روابط. دوم، برای کار خاص، اجزای شبکه‌های عصبی گراف باید تطبیق‌پذیر باشند. به طور جدی طراحی شده، از جمله چگونه به تبلیغ کردن و مجموع، در که موجود کار می‌کند داشته باشند کاوش شده گزینه‌های مختلف با مزایا و معایب مختلف. سوم، بهینه‌سازی GNN- مبتنی بر مدل، از جمله ‎‏ ... بهینه‌سازی هدف، ضرر تابع، داده‌ها نمونه‌برداری، و بنابراین روی [ [218](#_bookmark268) ]، باید با الزامات وظیفه سازگار باشد. در آخر، از آنجایی که سیستم‌های توصیه‌گر محدودیت‌های شدیدی در مورد ‎‏ ... محاسبه هزینه، و همچنین به دلیل به GNN ها تعبیه کردن انتشار عملیات معرفی یک شماره از محاسبات، ‎‏ ... کارآمد استقرار از گراف عصبی شبکه‌ها در سیستم‌های توصیه‌گر یکی دیگر از چالش‌های مهم است.

در این مقاله، ما هدف به فراهم کردن الف سیستماتیک و جامع بررسی از ‎‏ ... تحقیق تلاش‌ها، به ویژه در مورد چگونگی بهبود توصیه با شبکه‌های عصبی گراف و آدرس ‎‏ ... متناظر چالش‌ها. به برآورده کردن الف واضح درک، ما دسته‌بندی کردن تحقیق از



شکل ۱. یک تصویرسازی از معمولی توصیه کننده سیستم‌ها (مراحل، سناریوها، اهداف، و برنامه های کاربردی).

سیستم‌های توصیه‌گر از چهار دیدگاه، مرحله، سناریو، اهداف و کاربردها، به عنوان براق در شکل [۱. (۱](#_bookmark0) ) ما خلاصه کردن ‎‏ ... نماینده کاغذها همراه با آنها کد مخازن در <https://github.com/tsinghua-fib-lab/GNN-Recommender-Systems>.

این است ارزش ذکر کردن که آنجا است یکی موجود نظرسنجی [ [202](#_bookmark252) ] از گراف عصبی مبتنی بر شبکه ضبط- امندر سیستم، مقایسه شده با که ما تفاوت‌ها هستند به عنوان به شرح زیر است: اول، آن عمدتاً در نظر می‌گیرد مشارکتی فیلتر کردن، متوالی توصیه، اجتماعی توصیه، و توصیه مبتنی بر دانش ، که تعلق داشتن به متفاوت جنبه‌های مبتنی بر روی ‎‏ ... طبقه بندی و بدین ترتیب نمی‌تواند فهرست شده باشد پهلو به پهلو. برای مثال، ‎‏ ... متوالی توصیه است فقط یکی خاص توصیه سناریو با الف ویژه تنظیم از ورودی و خروجی، به عنوان اشاره کرد بیرون توسط این نظرسنجی دوم، مراحل مهم توصیه (مانند رتبه‌بندی)، سناریوهای توصیه (مانند بین دامنه‌ای) توصیه)، و فراتر از دقت توصیه اهداف هستند نادیده گرفته شد. به ویژه ، ‎‏ ... فراتر از دقت سیستم توصیه‌گر است حالا یک خیلی مهم موضوع در هر دو دانشگاه و صنعت. آخرین، از آنجایی که این منطقه است در حال توسعه به سرعت، آنجا هستند بسیاری اخیر کاغذها در مکان‌های درجه یک نه پوشیده شده توسط مرجع [ [202](#_bookmark252) ]. آن است ارزش ذکر کردن که آنجا است الف اخیراً کتاب منتشر شده فصل [ [32](#_bookmark82) ] که معرفی می‌کند GNN ها اساسی مفاهیم و چندین نماینده کاربردها در سبک مدرن توصیه کننده سیستم‌ها.

علاوه بر این، در علاوه بر این به مرجع [ [202](#_bookmark252) ]، آنجا هستند برخی دیگر نظرسنجی‌ها از نزدیک مربوطه به این نظرسنجی به شرح زیر:

* مرجع [ [108](#_bookmark158) ] است الف خیلی اخیر نظرسنجی روی توصیه کننده سیستم‌ها مبتنی بر روی **اطلاعات ناهمگن شبکه (HIN)** ، که تقسیم می‌کند ادبیات به سه دسته بندی ها: شباهت اندازه‌گیری، ماتریس فاکتورگیری، و گراف نمایندگی یادگیری. همانطور که برای ‎‏ ... دسته از

گراف نمایندگی یادگیری، ‎‏ ... نویسندگان بیشتر تقسیم کردن آن به دو زیرگروه‌ها: روش‌های مبتنی بر آموزش دو مرحله‌ای و روش‌های مبتنی بر آموزش سرتاسری (از جمله روش‌های مبتنی بر رابطه) آنهایی که و مبتنی بر فرامسیر آنهایی). همانطور که برای ‎‏ ... سر تا سر روش‌ها، این نظرسنجی به طور خلاصه معرفی می‌کند برخی گراف عصبی مبتنی بر شبکه روش‌ها. که است، مرجع [ [108](#_bookmark158) ] فقط پوشش می‌دهد خیلی کوچک کسری از مبتنی بر GNN توصیه کنندگان

* مرجع [ [176](#_bookmark226) ] است الف نظرسنجی روی مبتنی بر گراف توصیه کننده سیستم‌ها. آن است خیلی کوتاه (نه صفحه) و فقط استفاده می‌کند یکی صفحه به مختصراً معرفی کردن بسیار محدود معمولی کار می‌کند از مبتنی بر GNN

توصیه کنندگان مرجع [ [39](#_bookmark89) ] است الف نظرسنجی از توصیه کننده سیستم‌ها مبتنی بر روی گراف جاسازی- دینگ تکنیک‌ها. آن عمدتاً بحث می‌کند ‎‏ ... سنتی گراف تعبیه کردن روش‌ها و فقط چند روش مبتنی بر GNN را مورد بحث قرار می‌دهد .

* مرجع [ [196](#_bookmark246) ] است الف خیلی اخیر نظرسنجی روی عمیق مبتنی بر یادگیری توصیه کننده سیستم‌ها. عمدتاً​ بحث می‌کند دو قطعات از آثار: عمیق مبتنی بر یادگیری مشارکتی فیلتر کردن و عمیق

مبتنی بر یادگیری ویژگی یادگیری برای توصیه. در ‎‏ ... اول بخشی، ‎‏ ... نویسندگان داشته باشند برخی از روش‌های فیلترینگ مشارکتی مبتنی بر GNN نمونه را معرفی کردیم؛ در بخش دوم، ‎‏ ... نویسندگان معرفی شده الف تعداد کمی کار می‌کند که استفاده جی‌ان‌ان به عصاره بصری ویژگی‌ها.

* آنجا هستند دیگر نظرسنجی‌ها روی خاص مباحث از توصیه، چنین به عنوان مرجع [ [175](#_bookmark225) ] برای مبتنی بر جلسه توصیه، منابع [ [30](#_bookmark80) ، [۵۹](#_bookmark109) ] برای نمودار دانش مبتنی بر توصیه-

ارجاع، مرجع [ [26](#_bookmark76) ] برای توصیه‌های قابل توضیح، مرجع [ [191](#_bookmark241) ] برای توصیه‌های خبری تاریخ آنجا هستند برخی دیگر نظرسنجی‌ها تمرکز کردن روی خاص تکنیک‌ها از توصیه، مانند به عنوان خودکار دستگاه یادگیری [ [241](#_bookmark291) ] و خود نظارتی یادگیری [ [241](#_bookmark291) ].

به طور خلاصه، نظرسنجی ما در مقایسه با این نظرسنجی‌ها تا حد زیادی متفاوت است، زیرا نظرسنجی ما اطلاعات گسترده‌ای را ارائه می‌دهد. و به‌روز مقدمه و بحث‌ها درباره مبتنی بر GNN توصیه کنندگان

ساختار این نظرسنجی به شرح زیر است: ابتدا پیشینه‌ی توصیه‌گر را معرفی می‌کنیم. سیستم‌ها از چهار انواع از دیدگاه‌ها (مرحله، سناریو، عینی، کاربرد) و ‎‏ ... پس‌زمینه از گراف عصبی شبکه‌ها در بخش [۲](#_bookmark1) . ما سپس بحث کردن ‎‏ ... چالش‌ها از اعمال کردن در بخش [3،](#_bookmark21) شبکه‌های عصبی را از چهار جنبه به سیستم‌های توصیه‌گر نمودار می‌کنیم . سپس، به تفصیل شرح می‌دهیم روی ‎‏ ... نماینده روش‌ها از گراف عصبی مبتنی بر شبکه توصیه در بخش [۴](#_bookmark22) با دنبال کردن ‎‏ ... طبقه بندی در ‎‏ ... بالا بخش ما بحث کردن ‎‏ ... بیشترین بحرانی باز مشکلات در این حوزه و ارائه ایده‌هایی از مسیرهای آینده در بخش [۵](#_bookmark48) و این بررسی را در بخش [۶ به پایان برسانید](#_bookmark50) .

# پیشینه

## توصیه‌گر سیستم‌ها

* + 1. *مرور کلی.* در این بخش، ما حاضر ‎‏ ... پس‌زمینه از توصیه کننده سیستم‌ها از چهار دیدگاه‌ها: مراحل، سناریوها، اهداف، و برنامه های کاربردی. به طور خاص، در صنعتی برنامه های کاربردی، با توجه به الزامات دنیای واقعی مهندسی سیستم، سیستم‌های توصیه‌گر همیشه به دو دسته تقسیم می‌شوند به سه مراحل، *تطبیق* ، *رتبه‌بندی* ، و *رتبه‌بندی مجدد* ، تشکیل الف استاندارد خط لوله. هر کدام مرحله ویژگی‌های متفاوتی در ورودی داده‌ها، خروجی، طراحی مدل و غیره دارد. علاوه بر استاندارد در هر مرحله، سناریوهای توصیه خاص زیادی با تعریف ویژه وجود دارد. برای مثال، در ‎‏ ... گذشته ۲۰ سال‌ها، اجتماعی توصیه دارد شده جذب کردن توجه، تعریف شده به عنوان بهبود توصیه‌گر سیستم‌ها مبتنی بر روی اجتماعی روابط. آخرین، متفاوت توصیه کننده سیستم‌ها داشته باشند متفاوت​ اهداف، از که دقت است همیشه ‎‏ ... بیشترین مهم یکی، به عنوان آن مستقیماً تعیین می‌کند سودمندی سیستم . اخیراً، به سیستم‌های توصیه‌گر الزامات دیگری مانند موارد زیر اختصاص داده شده است: توصیه کردن متنوع اقلام به اجتناب از خسته کننده کاربر تجربه، سازی مطمئن ‎‏ ... سیستم خوراکی‌ها همه کاربران انصافاً، محافظت کردن کاربر حریم خصوصی از حمله، و بنابراین روی. همانطور که برای ‎‏ ... برنامه های کاربردی، جی‌ان‌ان مدل‌ها می‌توانند باش به طور گسترده مستقر شده در تجارت الکترونیک توصیه، نقطه مورد علاقه توصیه، توصیه خبری ، فیلم توصیه، موسیقی توصیه، و بنابراین روی.
    2. *مراحل.*  مورد استخر، یعنی، همه ‎‏ ... اقلام موجود است برای توصیه کننده سیستم‌ها، است معمولاً بزرگ و می‌تواند شامل شدن میلیون‌ها نفر از اقلام. بنابراین، رایج توصیه کننده سیستم‌ها دنبال کردن الف معماری *چند مرحله‌ای* ، فیلتر کردن مرحله به مرحله اقلام از مجموعه اقلام در مقیاس بزرگ تا توصیه‌های نهایی در معرض به کاربران، ده‌ها از اقلام [ [34](#_bookmark84) ، [۱۹۰](#_bookmark240) ]. به طور کلی، الف مدرن توصیه کننده سیستم از سه مرحله زیر تشکیل شده است:
       - **تطبیق.** این مرحله اول صدها مورد کاندید را از مورد بسیار بزرگ تولید می‌کند. استخر (سطح میلیون یا حتی سطح میلیارد)، که به طور قابل توجهی کاهش می‌دهد ‎‏ ... مقیاس. با در نظر گرفتن ‎‏ ... بزرگ مقیاس از داده‌ها ورودی در این مرحله، و به دلیل به ‎‏ ... سخت‌گیر تأخیر محدودیت‌ها

از خدمات آنلاین، الگوریتم‌های پیچیده‌ای مانند شبکه‌های عصبی بسیار عمیق قابل استفاده نیستند. [ [34](#_bookmark84) ، [۸۱](#_bookmark131) ]. در دیگر کلمات، مدل‌ها در این مرحله هستند معمولاً مختصر و مفید. که است، ‎‏ ... وظیفه اصلی از این مرحله است به بازیابی بالقوه مربوطه اقلام با بالا کارایی و دست یافتن

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |
|  |  | | |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

شکل ۲. معمولی خط لوله از توصیه کننده سیستم‌ها.

دانه درشت مدل‌سازی از کاربر علایق. آن است ارزش توجه داشتن که الف توصیه کننده سیستم در ‎‏ ... واقعی جهان معمولاً شامل چندگانه تطبیق کانال‌ها با چندگانه مدل‌ها، مانند تطبیق جاسازی، تطبیق جغرافیایی، تطبیق محبوبیت، تطبیق اجتماعی و غیره.

* + - * **رتبه‌بندی.** پس از مرحله تطبیق، منابع متعدد اقلام کاندید از کانال‌های مختلف در یک لیست ادغام شده و سپس توسط یک مدل رتبه‌بندی واحد امتیازدهی می‌شوند. به طور خاص،

مدل رتبه‌بندی، این موارد را بر اساس امتیازها رتبه‌بندی می‌کند و ده‌ها مورد برتر انتخاب می‌شوند. از آنجایی که تعداد موارد ورودی در این مرحله نسبتاً کم است، سیستم می‌تواند از عهده برآمدن زیاد بیشتر پیچیده الگوریتم‌ها به دستیابی به بالاتر دقت توصیه [ [80](#_bookmark130) ، [101](#_bookmark151) ، [156](#_bookmark206) ]. به عنوان مثال، ویژگی‌های غنی شامل پروفایل‌های کاربر و ویژگی‌های آیتم می‌تواند مورد توجه قرار گیرد، و تکنیک‌های پیشرفته‌ای مانند خودتوجهی [ [80](#_bookmark130) ] می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. مورد استفاده قرار گرفت. از آنجایی که بسیاری ویژگی‌ها هستند درگیر، ‎‏ ... کلید چالش در این مرحله است به طراحی مناسب مدل‌ها برای گرفتن پیچیده ویژگی تعاملات

* + - * **رتبه‌بندی مجدد.** اگرچه لیست اقلام به‌دست‌آمده پس از مرحله رتبه‌بندی با توجه به ... بهینه شده است. به مرتبط بودن، آن ممکن است نه ملاقات دیگر مهم الزامات، چنین به عنوان تازگی،

تنوع، انصاف و بنابراین روی [ [143](#_bookmark193) ]. بنابراین، الف رتبه‌بندی مجدد مرحله است لازم، که معمولاً موارد خاصی را حذف می‌کند یا ترتیب لیست را تغییر می‌دهد تا معیارهای اضافی را برآورده کند و نیازهای تجاری را برآورده سازد. نگرانی اصلی در این مرحله در نظر گرفتن روابط چندگانه است. در میان ‎‏ ... دارای بالاترین امتیاز اقلام [ [5](#_bookmark55) ، [۲۵۵](#_bookmark305) ]. برای مثال، مشابه یا قابل تعویض اقلام می‌تواند سرب به اطلاعات افزونگی چه زمانی آنها هستند نمایش داده شده از نزدیک در ‎‏ ... توصیه‌ها

شکل [۲](#_bookmark2) نشان می‌دهد ‎‏ ... معمولی خط لوله از الف توصیه کننده سیستم، به عنوان خب به عنوان ‎‏ ... مقایسه‌ها از سه مرحله فوق.

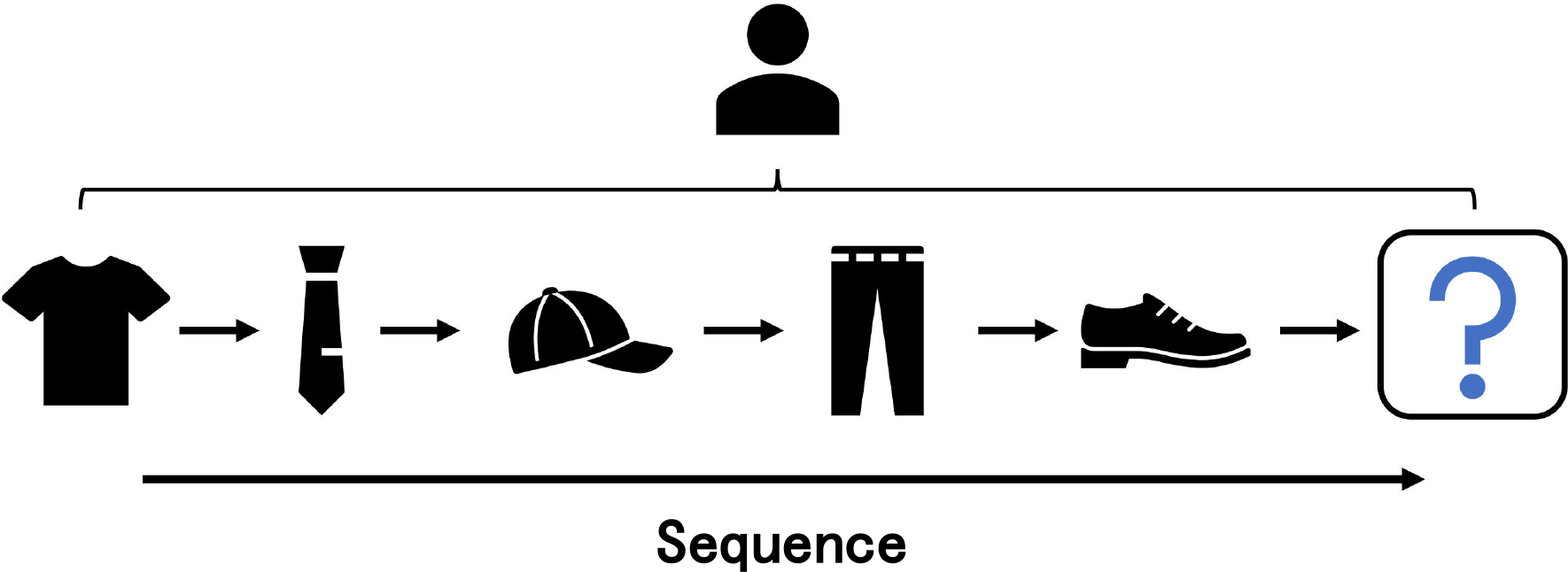
* + 1. *سناریوها.* در ‎‏ ... دنبال کردن، ما اراده مفصل و استادانه روی ‎‏ ... متفاوت سناریوها از توصیه کننده سیستم‌ها، از جمله اجتماعی توصیه، متوالی توصیه، جلسه توصیه، توصیه بسته‌ای، توصیه بین دامنه‌ای و توصیه چند رفتاری.
       - **توصیه‌های اجتماعی.** در چند سال گذشته، پلتفرم‌های اجتماعی به طرز چشمگیری تغییر کرده‌اند. کاربران روزانه زندگی می‌کند. با ‎‏ ... توانایی به تعامل با دیگر کاربران، فردی رفتارها

هستند رانده شده توسط هر دو شخصی و اجتماعی عوامل. به طور خاص، کاربران رفتار ممکن است باش تحت تأثیر قرار گرفتن چه آنها دوستان ممکن است انجام دادن یا فکر کردن، که است شناخته شده به عنوان *اجتماعی نفوذ* [ [33](#_bookmark83) ]. برای مثال ، کاربران در وی چت [∗](#_bookmark3) ویدئو پلتفرم ممکن است *مانند* برخی ویدیوها فقط زیرا از آنها دوستان وی چت *مانند* رفتارها در ‎‏ ... همان زمان، *اجتماعی هوموفیلی* است دیگری محبوب پدیده

∗ <http://wechat.com/>.



شکل ۳. تصویری از توصیه‌های اجتماعی. تعاملات کاربران تحت تأثیر ترجیحات شخصی و عامل اجتماعی قرار می‌گیرد.



شکل ۴. تصویری از توصیه‌های ترتیبی. با توجه به ترتیب تاریخی یک کاربر، سیستم توصیه‌گر قصد دارد مورد بعدی را پیش‌بینی کند.

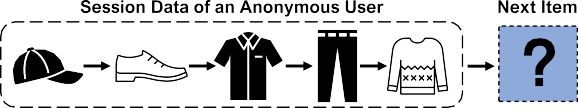
روی بسیاری اجتماعی پلتفرم‌ها، یعنی، مردم تمایل به ساختن اجتماعی روابط با دیگران سازمان بهداشت جهانی مشابه دارند ترجیحات با آنها [ [127](#_bookmark177) ]. گرفتن اجتماعی تجارت الکترونیک به عنوان یک مثال، کاربران از یک چیز رایج خانواده احتمالاً اشتراک گذاری مشابه محصول ترجیحات، چنین به عنوان غذا، لباس‌ها، روزانه ضروریات و غیره. از این رو، روابط اجتماعی اغلب در سیستم‌های توصیه‌گر ادغام می‌شوند. به افزایش ‎‏ ... نهایی عملکرد، که است نامیده می شود اجتماعی توصیه. شکل [۳](#_bookmark4) نشان می‌دهد ‎‏ ... داده‌ها ورودی از اجتماعی توصیه، از که کاربر تعاملات هستند مصمم توسط هر دو ترجیح و اجتماعی عوامل (اجتماعی نفوذ و اجتماعی هوموفیلی).

* + - * **متوالی توصیه.** در توصیه کننده سیستم‌ها، کاربران اراده تولید کردن الف بزرگ عدد​ از تعامل رفتارها بیش از زمان. متوالی توصیه روش عصاره‌ها در-

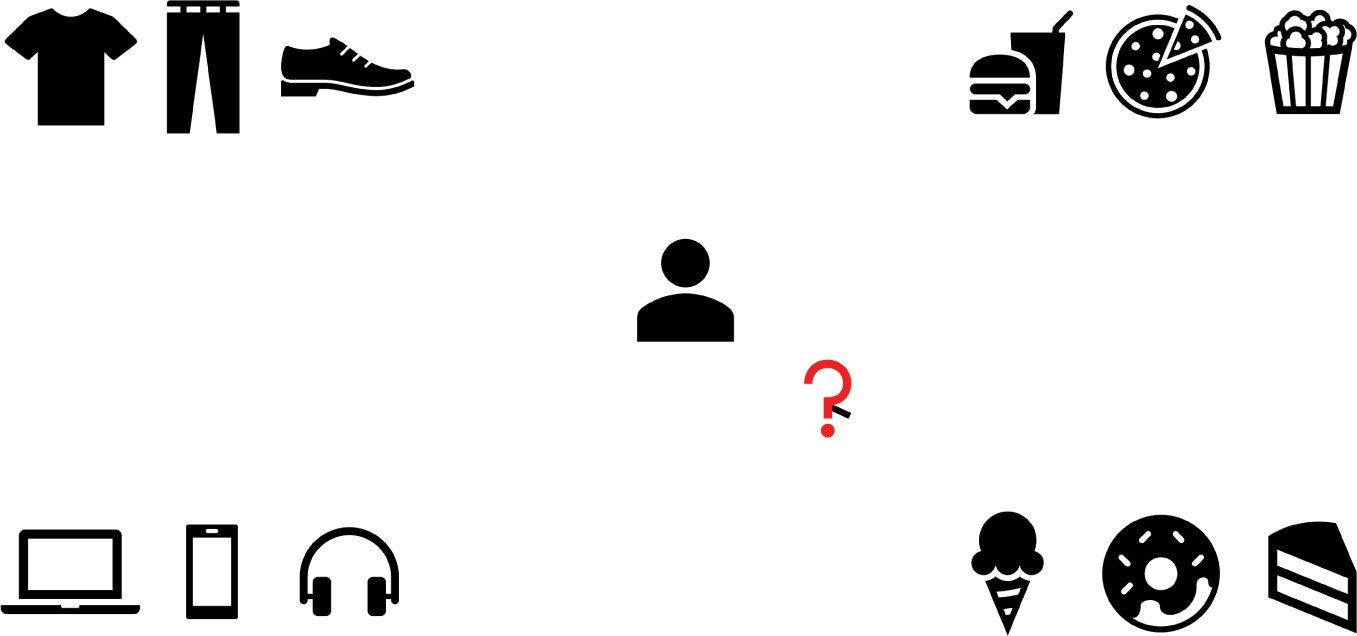
تشکیل از اینها رفتاری توالی‌ها و پیش‌بینی می‌کند ‎‏ ... کاربر بعدی تعامل مورد، همانطور که نشان داده شده است در شکل [۴](#_bookmark5) . به نمادسازی کردن این مشکل، برای ‎‏ ... توالی از اقلام { *x* 1 ، *ایکس* ۲ ، ... ، *ایکس ن* } که کاربر دارد تعامل داشت با در سفارش، ‎‏ ... هدف از ‎‏ ... سیستم است به پیش‌بینی کردن ‎‏ ... بعدی مورد *ایکس ان* + ۱ که ‎‏ ... کاربر اراده تعامل با. در توصیه کننده سیستم‌ها، ‎‏ ... کاربر تاریخی رفتارها بازی کردن نقش مهم در مدل‌سازی علاقه کاربر. بسیاری از آنها معمولاً توصیه استفاده شده

روش‌ها مانند مشارکتی فیلتر کردن [ [66](#_bookmark116) ] قطار ‎‏ ... مدل توسط گرفتن هر کدام کاربر رفتار به عنوان یک نمونه. آنها مستقیماً مدل ‎‏ ... کاربر ترجیح روی الف مجرد مورد، اما متوالی توصیه از توالی رفتار تاریخی کاربر برای یادگیری توالی‌های آگاه از مهر زمانی استفاده می‌کند . الگوها به توصیه کردن ‎‏ ... بعدی مورد که ‎‏ ... کاربر ممکن است باش علاقه‌مند در. در در توصیه ترتیبی ، دو چالش اصلی وجود دارد. اول، برای هر نمونه، یعنی هر ترتیب ، کاربر علاقه نیازها به باش استخراج شده از ‎‏ ... توالی به پیش‌بینی کردن ‎‏ ... بعدی مورد به ویژه- چه زمانی ‎‏ ... توالی طول افزایش می‌دهد، آن است خیلی چالش برانگیز به همزمان مدل سازی کوتاه مدت، بلندمدت، و پویا علایق از کاربران. دوم، در علاوه بر این به مدل‌سازی درون الف دنباله، از آنجایی که اقلام ممکن است رخ دادن در چندگانه توالی‌ها یا کاربران داشته باشند چندگانه توالی‌ها ، مشارکتی سیگنال‌ها بین متفاوت توالی‌ها نیاز داشتن به باش اسیر شده برای یادگیری بازنمایی بهتر .

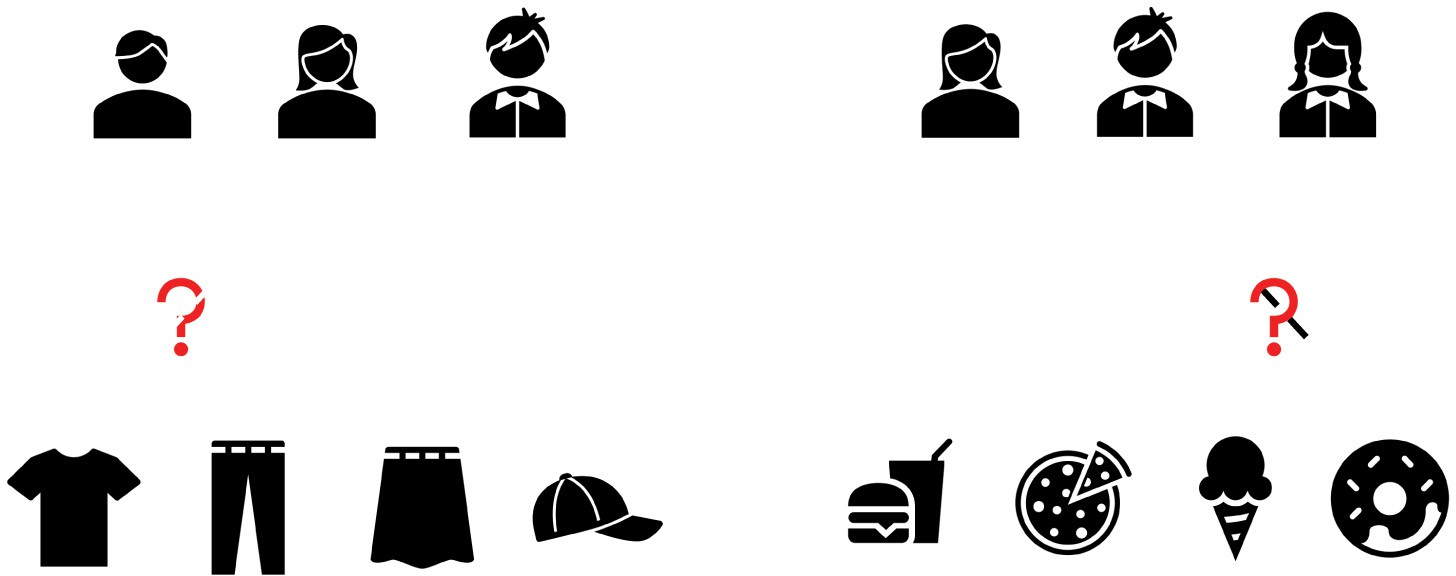
* + - * **مبتنی بر جلسه توصیه.** در بسیاری دنیای واقعی سناریوها، چنین به عنوان برخی کوچک خرده فروشان و موبایل جریان رسانه (مثلاً، یوتیوب و تیک تاک)، آن است غیرممکن یا نه لازم به



شکل ۵. تصویری از توصیه مبتنی بر جلسه. با توجه به یک جلسه کوتاه ناشناس، توصیه‌گر سیستم اهداف به پیش‌بینی کردن ‎‏ ... بعدی مورد



شکل ۶. یک تصویرسازی از بسته نرم افزاری توصیه.



شکل ۷. یک تصویرسازی از دامنه متقابل توصیه.

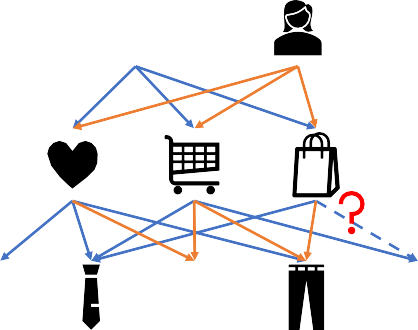
آهنگ ‎‏ ... شناسه کاربری رفتارها بیش از الف طولانی دوره به دلیل به محدود ذخیره‌سازی منابع. در به عبارت دیگر ، کاربر پروفیل‌ها و بلندمدت تاریخی تعاملات هستند غیرقابل دسترس، و فقط ‎‏ ... داده‌های کوتاه مدت از کاربران ناشناس ارائه می‌شوند. از این رو، روش‌های توصیه مرسوم (مثلاً فیلترینگ مشارکتی) ممکن است در این سناریوها عملکرد ضعیفی داشته باشند. این امر انگیزه می‌دهد که مشکل از **مبتنی بر جلسه توصیه (اس‌بی‌آر)** [ [31](#_bookmark81) ]، که اهداف در پیش‌بینی بعدی​ مورد با الف داده شده ناشناس رفتاری جلسه داده‌ها، به عنوان نشان داده شده در شکل [۵](#_bookmark6) . متمایز از ‎‏ ... متوالی توصیه، ‎‏ ... متعاقباً جلسات از ‎‏ ... همان کاربر هستند رسیدگی شده به طور مستقل در اس بی آر، از آنجایی که ‎‏ ... رفتار از کاربران در هر کدام جلسه فقط نشان می‌دهد ویژگی‌های مبتنی بر جلسه [ [67](#_bookmark117) ].

* + - * **توصیه بسته‌ای.** سیستم‌های توصیه‌گر موجود عمدتاً بر توصیه تمرکز دارند مستقل اقلام به کاربران. بسته نرم افزاری است الف مجموعه از اقلام، که است یک واردات-

بازاریابی تانتی استراتژی برای محصول ترویج. بسته توصیه اهداف به توصیه کردن یک ترکیب از اقلام برای کاربران به مصرف کردن [ [12](#_bookmark62) ، [۲۳](#_bookmark72) ، [۱۱۴](#_bookmark164) ، [۱۴۱](#_bookmark191) ]، به عنوان مصور در شکل [۶](#_bookmark7) . بون- دل توصیه است خیلی رایج امروزه روی آنلاین پلتفرم‌ها، مثلاً، ‎‏ ... موسیقی لیست‌های پخش روی اسپاتیفای، ‎‏ ... پین‌بوردها روی پینترست، ‎‏ ... کامپیوتر مجموعه‌ها روی آمازون، و ‎‏ ... مبلمان سوئیت‌ها​ آیکیا. آن است ارزش ذکر کردن که بسته نرم افزاری توصیه‌ها هستند همچنین استفاده شده به حل کردن جالب و معنادار مشکلات چنین به عنوان مد لباس‌ها [ [95](#_bookmark145) ] و دارو بسته‌ها [ [246](#_bookmark296) ].

* + - * **دامنه متقابل توصیه.** با افزایش تعداد کاربرانی که با اطلاعات چندوجهی در حوزه‌های مختلف تعامل دارند، **ارتباطات بین حوزه‌ای توصیه (سی دی آر)** دارد

نشان داده شده است که روشی امیدوارکننده برای کاهش مشکلات شروع سرد و کمبود داده است [ [50](#_bookmark100) ، [۵۲](#_bookmark102) ، [۷۰](#_bookmark120) ، [۷۹](#_bookmark129) ، [۱۲۴](#_bookmark174) ، [۱۳۲](#_bookmark182) ، [۲۳۸](#_bookmark288) ]، به عنوان مصور در شکل [۷](#_bookmark8) . سی دی آر روش‌ها می‌تواند باش



شکل ۸. یک تصویرسازی توصیه چند رفتاری.

تقریباً به دو دسته تقسیم می‌شوند، **تک هدفی سی دی آر (STCDR)** و **هدف دوگانه سی دی آر (دی تی سی دی آر)** [ [35](#_bookmark85) ]. سی دی آر روش‌ها انتقال ‎‏ ... اطلاعات از ‎‏ ... منبع دامنه به ‎‏ ... دامنه هدف در یک جهت؛ DTCDR بر استفاده متقابل از اطلاعات از هر دو طرف تأکید دارد ‎‏ ... منبع دامنه و هدف دامنه، که می‌تواند باش تمدید شده به **چند هدفی سی دی آر (MTCDR** ) از آنجایی که با استفاده از اطلاعات از چندگانه دامنه‌ها می‌تواند بهبود بخشیدن عملکرد، دامنه متقابل توصیه دارد تبدیل شدن یک مهم سناریو در توصیه کننده سیستم‌ها.

* + - * **چند رفتاری توصیه.** کاربران با سیستم‌های توصیه‌گر تحت شرایط متعددی تعامل دارند انواع از رفتارها در عوض از فقط یکی نوع از رفتار. برای مثال، چه زمانی الف کاربر کلیک‌ها

روی ‎‏ ... ویدئو، او / او ممکن است همچنین انجام دادن رفتارها چنین به عنوان جمع‌آوری یا اظهار نظر کردن. در یک تجارت الکترونیک وب‌سایت، کاربران اغلب کلیک، اضافه کردن به خرید چرخ دستی ها، اشتراک گذاری، یا جمع آوری الف محصول قبل از خرید آن، به عنوان نشان داده شده در شکل [۸. (یا:](#_bookmark9) ۸.) اگرچه ‎‏ ... نهایی هدف از ‎‏ ... سیستم توصیه‌گر است به توصیه کردن محصولات که کاربران اراده خرید، ‎‏ ... خرید رفتار است بسیار پراکنده مقایسه شده به ‎‏ ... کاربر کلیک، اشتراک گذاری، و دیگر رفتارها به نمادسازی کردن این مشکل،

برای هر کدام کاربر *تو* و مورد *وی* ، فرض کنید آنجا هستند *ک* متفاوت انواع از رفتارها { *ی* ۱ ، *ی* ۲ ، ... ، *ی ک* } . برای ‎‏ ... *من*​ رفتار، اگر ‎‏ ... کاربر دارد یک مشاهده شده رفتار، سپس *ی من* = ۱، در غیر این صورت *ی من* = ۰. هدف از ‎‏ ... توصیه کننده سیستم است به بهبود بخشیدن ‎‏ ... پیش‌بینی دقت از الف قطعی نوع از

هدف رفتار *ی تی* .

برای چند رفتاری توصیه، به طور کلی صحبت کردن، آنجا هستند دو اصلی چالش‌ها. اول، متفاوت رفتارها داشته باشند متفاوت تأثیرات روی ‎‏ ... هدف رفتار. برخی رفتارها ممکن است باش قوی سیگنال‌ها، و برخی ممکن است باش ضعیف سیگنال‌ها [ [207](#_bookmark257) ، [۲۰۸](#_bookmark258) ]. در ‎‏ ... همان زمان، این نفوذ است متفاوت برای هر کدام کاربر آن است چالش برانگیز به مدل ‎‏ ... نفوذ از اینها رفتارهای متفاوت روی ‎‏ ... هدف رفتار به طور دقیق. دوم، آن است چالش برانگیز به یاد بگیرید جامع بازنمایی‌ها از متفاوت انواع از رفتارها برای اقلام. متفاوت رفتارها منعکس کردن کاربران متفاوت ترجیحات برای اقلام؛ در دیگر کلمات، متفاوت رفتارها داشته باشند متفاوت معانی به بدست آوردن الف بهتر نمایندگی، ‎‏ ... معنی از متفاوت رفتارها نیازها به باش در یادگیری بازنمایی ادغام شده است .

* + 1. *اهداف.*  بیشترین مهم عینی از توصیه کننده سیستم‌ها، از دوره، است دقت. در ‎‏ ... دنبال کردن، ما مفصل و استادانه روی ‎‏ ... سه دیگر مهم فراتر از دقت اهداف، از جمله تنوع، توضیح پذیری، و انصاف.
       - **تنوع.** دو نوع تنوع معمولاً در سیستم‌های توصیه‌گر در نظر گرفته می‌شوند، یعنی، تنوع در سطح فردی و تنوع در سطح سیستم. به طور خاص، تنوع در سطح فردی

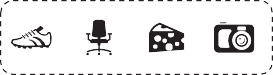
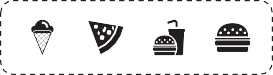
است یک مهم عینی که اقدامات ‎‏ ... عدم تشابه از ‎‏ ... توصیه شده اقلام برای هر کدام کاربر، از آنجایی که تکرار شده مشابه اقلام ساختن کاربران بی‌میل به کاوش کردن ‎‏ ... سیستم. در دیگر کلمات،









شکل ۹. تصویرسازی از سطح فردی تنوع و سطح سیستم تنوع.



سطح فردی تنوع منعکس می‌کند چگونه بسیاری مباحث ‎‏ ... توصیه فهرست پوشش‌ها و چگونه متعادل، اقلام توصیه‌شده‌ای است که در موضوعات مختلف توزیع شده‌اند. در اینجا، موضوعات به وظیفه توصیه بستگی دارند ، به عنوان مثال، موضوعات می‌توانند دسته‌های مختلف محصول برای توصیه تجارت الکترونیک باشند. و متفاوت ژانرها برای موسیقی توصیه [ [242](#_bookmark292) ]. در خصوص سیستم- سطح تنوع، آن مقایسه می‌کند ‎‏ ... توصیه نتایج از متفاوت کاربران و انتظار دارد آنها به باش نامشابه به هر کدام دیگر. در دیگر کلمات، کم سطح سیستم تنوع یعنی همیشه ضبط- ستودنی محبوب اقلام به همه ‎‏ ... کاربران در حالی که نادیده گرفتن دم بلند اقلام. بنابراین، سیستم- سطح تنوع است گاهی اوقات نامیده می شود توصیه‌های *طولانی مدت* . شکل [۹](#_bookmark10) مختصراً نشان می‌دهد ‎‏ ... دو انواع از تنوع و آنها تفاوت‌ها. برای هر دو سطح فردی و سطح سیستم غواص- شهر، آنجا هستند دو اصلی چالش‌ها. اول، ‎‏ ... سیگنال قدرت از متفاوت اقلام متغیر است تا حد زیادی. برای هر کدام کاربر، آنجا وجود داشته باشد غالب مباحث و محروم مباحث، مثلاً، الف کاربر تعامل سوابق با الکترونیک ممکن است باش زیاد بیشتر مکرر نسبت به با لباس‌ها. به طور مشابه، ‎‏ ... قدرت سیگنال از دم بلند اقلام است همچنین دور ضعیف تر از محبوب اقلام. بنابراین، آن است توصیه محتوای مرتبط با چنین نظارت ضعیفی از سوی افراد محروم، چالش برانگیز است. مباحث یا دم بلند اقلام برای سطح فردی و سطح سیستم تنوع، به ترتیب. دوم، تنوع ممکن است گاهی اوقات تناقض توصیه دقت، در نتیجه در ‎‏ ... دقت- تنوع معضل؛ بنابراین، آن است چالش برانگیز به تعادل ‎‏ ... دو جنبه‌ها

* + - * **قابلیت توضیح.** همانطور که فعلی توصیه کننده سیستم‌ها عمدتاً اتخاذ کردن الف عمیق یادگیری پارادایم، آنها می‌تواند برانگیختن فوری نیازها روی ‎‏ ... توضیح پذیری از توصیه [ [236](#_bookmark286) ]. تمرکز از

قابل توضیح توصیه کننده سیستم‌ها است نه فقط به تولید کردن دقیق توصیه نتایج اما به تولید کردن متقاعد کننده توضیحات برای چگونه و چرا ‎‏ ... مورد است توصیه شده به یک مورد خاص کاربر [ [118](#_bookmark168) ، [۱۸۴](#_bookmark234) ، [۲۳۶](#_bookmark286) ]. افزایش ‎‏ ... توضیح پذیری از توصیه کننده سیستم‌ها می‌تواند انگلیسی- هانس کاربران ادراک شده شفافیت [ [154](#_bookmark204) ]، اقناع پذیری [ [166](#_bookmark216) ]، و قابل اعتماد بودن [ [86](#_bookmark136) ]، و تسهیل کردن پزشکان به اشکال‌زدایی و پالایش ‎‏ ... سیستم [ [236](#_bookmark286) ]. این نظرسنجی عمدتاً تمرکز دارد بر در حال بهبود توضیح پذیری با دستگاه یادگیری تکنیک‌ها. به طور خاص، گذشته تحقیقات اتخاذ می‌کند دو متفاوت رویکردها [ [236](#_bookmark286) ]: یکی باعث می‌شود تلاش‌ها به طراحی ذاتی قابل توضیح

مدل‌ها، تضمین قابلیت توضیح نتایج توصیه با طراحی مدل‌هایی با شفافیت منطق (بلکه از صرفاً «سیاه» جعبه") مثلاً، صریح عامل مدل‌ها [ [237](#_bookmark287) ]، پنهان مدل فاکتور و موضوع [ [126](#_bookmark176) ]، و TriRank [ [64](#_bookmark114) ]. بقیه کمی با هم اختلاف دارند: آنها ... علامت پست تک کاره جداگانه مدل‌ها به توضیح دهید ‎‏ ... نتایج تولید شده توسط «سیاه» جعبه " توصیه کننده سیستم‌ها، مثلاً، توضیح معدنکاری [ [142](#_bookmark192) ]. در حال حاضر، آنجا هستند دو چالش‌ها. اول، نماینده- ارائه اطلاعات قابل توضیح نیازمند ویژگی‌های آیتم با ساختار نموداری است که توضیح آنها دشوار است. مدل بدون ‎‏ ... قدرت از GNN. دوم، توصیه‌های استدلالی بستگی دارد روی دانش بیرونی در ‎‏ ... دانش نمودار، که همچنین ژست‌ها چالش‌ها به ‎‏ ... وظیفه

* + - * **انصاف.** به عنوان یک سیستم داده محور معمولی، سیستم‌های توصیه‌گر می‌توانند توسط داده‌ها و اطلاعات جانبدارانه عمل کنند. ‎‏ ... الگوریتم، برانگیختن افزایش نگرانی‌ها روی ‎‏ ... انصاف [ [4](#_bookmark54) ، [۴۱](#_bookmark91) ، [۹۸](#_bookmark148) ، [۱۲۸](#_bookmark178) ]. به طور خاص،

طبق به ‎‏ ... درگیر ذینفعان، انصاف در توصیه کننده سیستم‌ها می‌تواند باش تقسیم شده به دو دسته‌ها [ [4](#_bookmark54) ، [۹۸](#_bookmark148) ، [۱۲۸](#_bookmark178) ]: کاربر انصاف، که تلاش‌ها به اطمینان حاصل کردن خیر الگوریتمی تعصب در میان خاص کاربران یا جمعیت‌شناسی گروه‌ها [ [9](#_bookmark59) ، [۹۰](#_bookmark140) ، [۹۶](#_bookmark146) ]، و مورد انصاف، که نشان دهنده منصفانه بودن است مواجهه‌ها از متفاوت اقلام، یا خیر محبوبیت تعصب در میان متفاوت اقلام [ [2](#_bookmark52) ، [۳](#_bookmark53) ، [۹۸](#_bookmark148) ، [۱۲۸](#_bookmark178) ]. اینجا، ما تمرکز روی ‎‏ ... کاربر انصاف و ترک مورد انصاف در ‎‏ ... بخش از تنوع برای آنها ارتباط نزدیک از نظر تفاسیر و راه‌حل‌ها [ [2](#_bookmark52) ، [125](#_bookmark175) ]. به طور خاص، محققان اتخاذ می‌کنند دو روش‌ها به افزایش انصاف: یکی است مستقیماً تعصب‌زدایی توصیه نتایج در ‎‏ ... آموزش فرآیند [ [9](#_bookmark59) ، [۲۵۴](#_bookmark304) ]، در حالی که ‎‏ ... دیگر تلاش ها به رتبه اقلام به تسکین دادن بی‌عدالتی​ در الف پس پردازش روش [ [55](#_bookmark105) ، [۱۵۳](#_bookmark203) ]. در واقع، افزایش شواهد نشان می‌دهد که​ استفاده از گراف داده‌ها، مثلاً، کاربر-کاربر، می‌توانست تشدید نگرانی‌ها روی انصاف [ [36](#_bookmark86) ، [۱۴۷](#_bookmark197) ، [۱۹۵](#_bookmark245) ]. بنابراین، آن است چالش برانگیز به دبیاس بی‌انصافی در توصیه در ‎‏ ... زمینه از گراف غنی داده‌ها علاوه بر این، آن است حتی سخت تر به تقویت کاربر انصاف در توصیه از دیدگاه گراف

* + 1. *کاربردها.* توصیه‌گر سیستم‌ها به طور گسترده وجود داشته باشد در امروز اطلاعات خدمات، با انواع مختلف انواع از برنامه های کاربردی، از که ‎‏ ... نماینده آنهایی که هستند به عنوان به شرح زیر است:

محصول توصیه، همچنین شناخته شده به عنوان تجارت الکترونیک توصیه، است یکی از ‎‏ ... بیشترین معروف​ کاربردها از توصیه کننده سیستم‌ها. برای توصیه مدل‌ها در ‎‏ ... تجارت الکترونیک سناریو ، ‎‏ ... کسب و کار ارزش است بسیار نگران. بنابراین، آن است حیاتی به رسیدگی چندگانه انواع از رفتارها از نزدیک مربوطه به ‎‏ ... پلتفرم سود، از جمله افزودن به سبد خرید یا خرید کردن. برخی آثار [ [122](#_bookmark172) ] پیشنهاد دادن به بهینه سازی ‎‏ ... کلیک کردن نرخ و تبدیل نرخ در ‎‏ ... همان زمان. علاوه بر این، در تجارت الکترونیک پلتفرم، محصولات ممکن است داشته باشند غنی ویژگی‌ها، چنین به عنوان قیمت [ [244](#_bookmark294) ]، دسته بندی [ [248](#_bookmark297) ]، و بنابراین روی، مبتنی بر روی که ناهمگن نمودارها می‌تواند باش ساخته شده [ [117](#_bookmark167) ]. نماینده​ معیار مجموعه داده‌ها برای محصول توصیه شامل شدن آمازون، [†](#_bookmark11) تی‌مال، [‡](#_bookmark12) و بنابراین روی.

پیشنهاد **POI (نقطه مورد علاقه) نیز یک برنامه محبوب است که هدف آن توصیه** ... جدید مکان‌ها/نقاط مورد علاقه برای کاربران بعدی بازدید. در ‎‏ ... نقطه مورد علاقه طبق توصیه، دو عامل مهم وجود دارد: عامل مکانی و عامل زمانی. عامل مکانی به ... اشاره دارد. به به طور طبیعی وجود داشته است جغرافیایی ویژگی‌ها از نقاط مورد توجه، یعنی، ‎‏ ... جغرافیایی مکان. در علاوه بر این، ‎‏ ... کاربران بازدیدها هستند همچنین تا حد زیادی محدود توسط آنها جغرافیایی فعالیت مناطق، از آنجایی که کاربر​ نمی‌تواند بازدید نقاط مورد توجه به عنوان به راحتی به عنوان گشت و گذار/خرید محصولات روی تجارت الکترونیک وب‌سایت‌ها بعلاوه، ‎‏ ... زمانی عامل است همچنین از عالی اهمیت، از آنجایی که کاربران بازدید/ورود رفتارها همیشه فرم الف دنباله. این انگیزه می‌دهد ‎‏ ... مشکل از نقطه تماس بعدی یا متوالی نقطه مورد نظر توصیه​ [ [46](#_bookmark95) ، [۱۰۲](#_bookmark152) ، [۱۸۹](#_bookmark239) ، [۲۱۳](#_bookmark263) ]. نماینده معیار مجموعه داده‌ها برای نقطه مورد نظر توصیه شامل می‌شود یلپ، [§](#_bookmark13) گووالا، [پ.](#_bookmark14) و غیره.

† <http://jmcauley.ucsd.edu/data/amazon>.

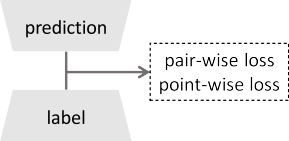
‡ <https://tianchi.aliyun.com/dataset/dataDetail?dataId=649>.

§ <https://www.yelp.com/dataset>.

پ <https://snap.stanford.edu/data/loc-gowalla.html>. (این عبارت به نظر مجموعه‌ای تصادفی [از حروف و اعداد است و معنای قابل ترجمه‌ای ندارد.)](https://snap.stanford.edu/data/loc-gowalla.html)



شکل ۱۰. رویه کلی پیاده‌سازی یک مدل GNN: ساخت نمودار از داده‌ها (مثلاً جدول یا متن)، طراحی GNN متناسب برای تولید بازنمایی‌ها، نگاشت بازنمایی‌ها به نتایج پیش‌بینی و تعریف بیشتر ضرر تابع با برچسب‌ها برای بهینه سازی.

توصیه اخبار به کاربران کمک می‌کند تا اخبار مورد علاقه خود را پیدا کنند، که این نیز یکی دیگر از کاربردهای معمول است. متفاوت از دیگر توصیه برنامه های کاربردی، اخبار توصیه نیاز به شرایط مناسب دارد مدل‌سازی از ‎‏ ... متن‌ها از اخبار. بنابراین، روش‌ها از طبیعی زبان پردازش می‌تواند ترکیب شود با توصیه مدل‌ها برای استخراج اخبار ویژگی‌ها بهتر [ [134](#_bookmark184) ]. علاوه بر این، کاربران هستند همیشه علاقه‌مند در به‌روز اخبار و ممکن است امتناع از رده خارج آنهایی که. بنابراین، آن است لازم به به طور دقیق فیلتر اخبار از ‎‏ ... سریع التغییر نامزد استخرها، که است کاملاً چالش برانگیز. در مورد اخبار توصیه، ذهن مجموعه داده‌ها [ [192](#_bookmark242) ] است ‎‏ ... اخیراً منتشر شد نماینده مجموعه داده‌های معیار .



فیلم توصیه است یکی از ‎‏ ... ابتدایی‌ترین توصیه کننده سیستم‌ها. برای مثال، فیلم نتفلیکس توصیه رقابت [ [7](#_bookmark57) ] با انگیزه بسیاری پیشگام توصیه تحقیقات [ [7](#_bookmark57) ، [۸۴](#_bookmark135) ]. زودتر تنظیم از فیلم توصیه است به تخمین ‎‏ ... کاربران رتبه‌بندی نمرات روی فیلم‌ها، از یکی به پنج، که است نامگذاری شده *صریح بازخورد* . اخیراً، ‎‏ ... دودویی *ضمنی بازخورد* دارد شدن- شدن بیشتر محبوب تنظیم [ [66](#_bookmark116) ، [۱۴۹](#_bookmark199) ].

همچنین انواع دیگری از برنامه‌های توصیه‌گر، مانند توصیه‌گر ویدیویی، وجود دارند . [ [11](#_bookmark61) ، [۳۷](#_bookmark87) ، [۱۱۰](#_bookmark160) ]، موسیقی توصیه [ [87](#_bookmark137) ، [۱۶۷](#_bookmark217) ، [۱۸۶](#_bookmark236) ]، شغل توصیه [ [139](#_bookmark189) ]، غذا توصیه [ [131](#_bookmark181) ] و غیره.

## نمودار عصبی شبکه‌ها

با ‎‏ ... سریع ظهور از وسیع حجم‌ها از گراف داده‌ها، چنین به عنوان اجتماعی شبکه‌ها، مولکولی ساختارها ، و دانش نمودارها، الف موج از **گراف عصبی شبکه (جی ان ان)** مطالعات دارد فنر زده بالا در سال‌های اخیر [ [8](#_bookmark58) ، [47](#_bookmark97) ، [49](#_bookmark99) ، [83](#_bookmark133) ، [168](#_bookmark218) ، [229](#_bookmark279) ]. ظهور GNN عمدتاً از پیشرفت ... سرچشمه می‌گیرد. **شبکه عصبی کانولوشن (CNN)** و **یادگیری نمایش گراف (GRL)** [ [205](#_bookmark255) ، [250](#_bookmark300) ]. چه زمانی اعمال شده به منظم اقلیدسی داده‌ها چنین به عنوان تصاویر یا متون، سی‌ان‌ان است فوق‌العاده مؤثر در استخراج ویژگی‌های محلی. با این حال، برای داده‌های غیر اقلیدسی مانند نمودارها، CNN به داده‌های عمومی نیاز دارد. سازی به رسیدگی ‎‏ ... موقعیت‌ها کجا عملیات اشیاء (مثلاً، پیکسل‌ها در تصاویر یا گره‌ها روی نمودارها) هستند غیر ثابت در اندازه. در اصطلاحات از جی آر ال، آن اهداف به تولید کردن کم بُعد بردارها برای گراف گره‌ها، لبه‌ها، یا زیرگراف‌ها، که نمایندگی پیچیده اتصال سازه‌ها از نمودارها برای مثال، الف پی- تک‌نوازی کار، دیپ واک [ [144](#_bookmark194) ]، یاد می‌گیرد گره بازنمایی‌ها توسط با استفاده از اسکیپ گرام [ [130](#_bookmark180) ] روی الف تولید شده مسیر با تصادفی پیاده روی ها روی نمودارها ترکیب سی‌ان‌ان و جی آر ال، مختلف GNN ها هستند برای استخراج اطلاعات ساختاری و یادگیری نمایش‌های سطح بالا توسعه داده شده است . در بخش‌های بعدی، به معرفی ... خواهیم پرداخت. دز چندین عمومی و اولیه مراحل برای طراحی الف جی‌ان‌ان مدل به انجام دادن وظایف روی نمودارها، مصور در شکل [۱۰. (یا : ۱۰.](#_bookmark15) ) به طور خاص، بخش‌ها [۲.۲.۱](#_bookmark16) ، [۲.۲.۲](#_bookmark17) ، و [۲.۲.۳](#_bookmark20) مفصل و استادانه روی چگونه به ساخت نمودارها، طراحی تخصصی و مؤثر گراف عصبی شبکه‌ها، و بهینه سازی مدل‌ها، به ترتیب.

* + 1. *نمودار ساخت و ساز.* ما اول استفاده کردن ‎‏ ... متحد فرمول به تعریف کردن الف نمودار، یعنی، جی = ( *وی* ، *ه* ) ، که در آن *پنجم* و *ای* نشان دادن ‎‏ ... مجموعه از گره‌های گراف و لبه‌ها، به ترتیب، و هر کدام لبه در *ای* به هر کدام می‌پیوندد تعدادی از گره‌ها در *پنجم* . در اخیر سال‌ها، مبتنی بر GNN مدل‌ها تمرکز روی طراحی تخصصی شبکه‌هایی برای سه دسته از گراف‌های زیر:
       - **همگن گراف** ، از که هر کدام لبه متصل می‌کند فقط دو گره‌ها، و آنجا است فقط یک نوع گره و لبه.
       - **ناهمگن گرافی** که هر یال آن فقط دو گره را به هم متصل می‌کند و انواع مختلفی از گره‌ها یا یال‌ها وجود دارد.
       - **هایپرگراف** ، از که هر کدام لبه می‌پیوندد بیشتر از دو گره ها

در بسیاری اطلاعات خدمات امروزه، رابطه‌ای داده‌ها است به طور طبیعی نمایندگی شده در ‎‏ ... شکلی از نمودارها برای مثال، ضمنی اجتماعی رسانه روابط می‌تواند باش در نظر گرفته شده به عنوان الف متحد نمودار، با گره‌ها نماینده افراد و لبه‌ها اتصال مردم سازمان بهداشت جهانی دنبال کردن هر کدام دیگر. با این حال، از آنجایی که غیر ساختار یافته داده‌ها چنین به عنوان تصاویر و متن‌ها انجام دادن نه صریحاً حاوی نمودارها، آن است لازم به تعریف کردن گره‌ها و لبه‌ها به صورت دستی برای ساختمان نمودارها گرفتن متن داده‌ها استفاده شده در **طبیعی زبان پردازش (ان ال پی)** به عنوان یک مثال، کلمات/اسناد هستند توصیف شده به عنوان گره‌ها، و لبه‌ها در میان آنها هستند ساخته شده طبق به **مدت فرکانس-معکوس سند فرکانس (IF- ITF)** [ [220](#_bookmark270) ]. (یا: [220]) یک نوظهور تحقیق جهت در نمایندگی یادگیری روی نمودارها است **نمودار دانش (کیلوگرم)** ، الف نماینده مثال از ‎‏ ... ناهمگن نمودار کیلوگرم ادغام می‌کند چندگانه ویژگی‌ها و روابط داده‌ها ، که در آن گره‌ها و لبه‌ها به ترتیب به عنوان موجودیت‌ها و روابط تعریف مجدد می‌شوند . به طور خاص، ‎‏ ... اشخاص در کیلوگرم می‌تواند پوشش الف پهن محدوده از عناصر، از جمله اشخاص، فیلم‌ها، کتاب‌ها، و بنابراین روی. روابط هستند مورد استفاده قرار گرفت به توصیف کردن چگونه اشخاص وابسته با یکدیگر برای مثال، الف فیلم می‌تواند مربوط بودن به اشخاص (مثلاً، بازیگران یا مدیران)، کشورها، زبان‌ها، و بنابراین روی. به جز برای منظم نمودارها، ‎‏ ... هایپرگراف است همچنین کاوش شده اخیراً به رسیدگی بیشتر پیچیده​ داده‌ها (مثلاً، فراتر از به صورت جفتی روابط و چندگانه مدال‌ها) به طور انعطاف پذیر [ [47](#_bookmark97) ]، در که هر کدام لبه می‌تواند بیش از دو گره را به هم متصل کند.

در خلاصه، ساختن نمودارها ایجاب می‌کند یا از پیش موجود گراف داده‌ها یا چکیده نویسی ‎‏ ... مفهوم از گراف گره‌ها و لبه‌ها از غیر ساختار یافته داده‌ها

* + 1. *شبکه طراحی.* به طور کلی صحبت کردن، جی‌ان‌ان مدل‌ها می‌تواند باش دسته‌بندی‌شده به طیفی و فضایی مدل‌ها. طیفی مدل‌ها در نظر بگیرید نمودارها به عنوان سیگنال‌ها و فرآیند آنها با گراف کانولوشن​ در ‎‏ ... طیفی دامنه. به طور خاص، گراف سیگنال‌ها هستند اول تبدیل شده به طیفی دامنه توسط فوریه تبدیل کردن تعریف شده روی نمودارها، سپس الف فیلتر است اعمال شده، در آخرین ‎‏ ... پردازش شده سیگنال‌ها دگرگون می‌شوند برگشت به فضایی دامنه [ [152](#_bookmark202) ]. فرمولاسیون از پردازش ‎‏ ... گراف سیگنال ایکس با فیلتر g برابر است با

گرم ایکس ایکس = / – ۱ ( / ( گ ) ها / ( ایکس )) ، (1)

کجا / نشان دهنده ‎‏ ... گراف فوریه دگرگون کردن.

در تضاد، فضایی مدل‌ها رفتار ‎‏ ... کانولوشن روی گراف سازه‌ها مستقیماً به عصاره محلی-

ویژگی‌ها را از طریق تجمیع وزن‌دار مانند CNNها دسته‌بندی می‌کنند. با وجود این واقعیت که این دو نوع مدل شروع از متفاوت مکان‌ها، آنها سقوط به ‎‏ ... همان اصل از جمع‌آوری محله اطلاعات به صورت تکراری برای ثبت همبستگی‌های مرتبه بالا بین گره‌ها و یال‌های گراف. در اینجا، «اطلاعات» عبارت است از نمایندگی شده به عنوان جاسازی‌ها، یعنی، کم بُعد بردارها به این پایان، ‎‏ ... اولیه و عملیات محوری از جی‌ان‌ان است به تبلیغ کردن جاسازی‌ها روی نمودارها دنبال کردن ساختاری اتصالات، از جمله تجمیع محله جاسازی‌ها و فیوز کردن آنها با ‎‏ ... هدف (یک گره یا یک تعبیه لبه) برای به‌روزرسانی لایه به لایه تعبیه‌های گراف.

در ‎‏ ... دنبال کردن، ما اراده معرفی کردن چندین پیشگامانه جی‌ان‌ان مدل‌ها به مفصل و استادانه روی نحوه پیاده‌سازی شبکه‌های عصبی روی نمودارها. نمادهای پرکاربرد در جدول [1 توضیح داده شده‌اند](#_bookmark18) .

* + - * **جی‌سی‌ان** [ [83](#_bookmark133) ]. این یک مدل طیفی معمولی است که کانولوشن گراف و شبکه‌های عصبی را برای دستیابی به وظیفه گراف طبقه‌بندی نیمه‌نظارتی ترکیب می‌کند. به طور مفصل، GCN تقریب می‌زند ‎‏ ... فیلتر در کانولوشن توسط ‎‏ ... اول سفارش دنبال کردن مرجع [ [63](#_bookmark113) ]. سپس ‎‏ ... گره

میز ۱. اغلب استفاده شده نمادگذاری‌ها



*V* /*E* U/I N*i*

*i*

A

W*l*

*δ* (·)

h*l*

s

The set of graph nodes/edges The set of users/items

The neighborhood set of graph node *i*

The embedding of graph node *i* in the *l*th propagation layer The adjacency matrix of graph

Learnable transformation matrix in the *l*th propagation layer Nonlinear activation function

Concatenation operation Hadamard product

جاسازی‌ها هستند به‌روزرسانی‌شده به عنوان به شرح زیر است:

ه *ل* + ۱ = *δ* ( ˜ – ۱ ˜ ˜ – ۱ *ل*

D

2 AD

2 H W

*ل* ) ، (2)

که از آن ‎‏ ... اشتقاق می‌تواند ارجاع به مرجع [ [205](#_bookmark255) ]. ه *ل* ∈ R | *V* |× *دی* است تعبیه کردن ماتریس از گراف گره‌ها در ‎‏ ... ل *ام* لایه از پیچش، کجا *دی* است ‎‏ ... تعبیه کردن بُعد علاوه بر این، A ˜ ∈ تحقیق | *وی* |×| *پنجم* | است ‎‏ ... مجاورت ماتریس از ‎‏ ... گراف با خود-حلقه‌ای، از که هر کدام ورود الف ˜ *آی جی* = ۱ اگر گره *من* با *j* یا ... ارتباط برقرار می‌کنم *من* = *j* ؛ در غیر این صورت A ˜ *آی جی* = 0، و D ˜ *دوم* = *جی* الف ˜ *آی جی* .

.

* + - * **گراف‌سیج** [ [62](#_bookmark112) ]. این است الف پیشگام فضایی جی‌ان‌ان مدل که نمونه‌ها همسایه‌ها از ‎‏ ...

هدف گره، مصالح آنها جاسازی‌ها، و ادغام‌ها با ‎‏ ... هدف تعبیه کردن به به‌روزرسانی

ه *ل* = مصالح *l* { هل *ل* ، ∀ *ج* ∈ نی *من* } ،

N*i*

= *δ* W

.h

. *j* (3)

*ل* + ۱ *من*

h

*ل ل ل*

*من* نی *من*

,

h

کجا نی *من* نشان دهنده ‎‏ ... نمونه‌برداری شده همسایه‌ها از ‎‏ ... هدف گره *من*​ تابع AGGREGATE گزینه‌های مختلفی مانند MEAN، LSTM [ [68](#_bookmark118) ] و غیره دارد.

* + - * **گات** [ [168](#_bookmark218) ]. (یا: [168]) این است الف فضایی جی‌ان‌ان مدل که آدرس‌ها چندین کلید چالش‌ها از مدل‌های طیفی ، چنین به عنوان فقیر توانایی از تعمیم از الف خاص گراف ساختار به دیگری

پیشرفته محاسبه از ماتریس معکوس گات استفاده می‌کند توجه مکانیسم‌ها به مجموع​ محله ویژگی‌ها (جاسازی‌ها) توسط مشخص کردن متفاوت وزن‌ها به متفاوت گره‌ها. به طور خاص، ‎‏ ... انتشار است فرموله شده به عنوان به شرح زیر است:

اچ *ال* + ۱ = *δ* \* من X *α ij* دبلیو *ل* ه *ل* \ من ،

*i*

*j*

ز *ج* ∈N *i*  -

exp

LeakyReLU

**a***T*

W*l* h*l*

W*l* h*l*

.  .

(4)

*آلفا آی جی* =

. exp

*ک* ∈N *i*

نشتی ReLU

**یک** *تی* .

*من*

دبلیو *ل* ه *ل*

*i*

*جی*

دبلیو *ل* ه *ل*

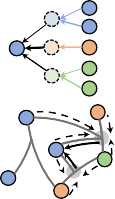
*k*

. ،

کجا *آلفا آی جی* است ‎‏ ... انتشار وزن از گره *جی* به گره *من* ، و نی *من* است ‎‏ ... محله مجموعه‌ای از گره *من* ، از جمله *من* خودم. همانطور که نشان داده شده در ‎‏ ... دوم معادله، ‎‏ ... توجه مکانیسم اجرا می‌شود از طریق الف به طور کامل متصل لایه پارامتری شده توسط الف قابل یادگیری بردار الف ، دنبال شده توسط تابع *softmax* .

* + - * **هت‌گنن** [ 229 ]. (یا: [ [229 ])](#_bookmark279) این است الف فضایی جی‌ان‌ان متناسب سازی شده برای ناهمگن نمودارها با در نظر گرفتن ‎‏ ... هت- شهوانی گراف متشکل از از چندگانه انواع از گره‌ها و لبه‌ها، هت‌گنن اول تقسیم می‌کند نزدیک-

بورس به زیرمجموعه‌ها طبق به آنها انواع. آخرت، یک جمع کننده تابع است انجام شده برای هر کدام نوع از همسایه به جمع کردن محلی سازی شده اطلاعات، ترکیب کردن LSTM و معنی عملیات . علاوه بر این، متفاوت انواع از محله اطلاعات هستند تجمیع شده مبتنی بر روی



|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

شکل ۱۱. مقایسه چندین مدل GNN معمولی. برای نوع گراف، نوع گره‌ها و لبه‌ها به ترتیب با رنگ‌ها و سبک‌های خط نمایش داده می‌شوند. برای تجمیع، عرض خط نشان دهنده وزن همسایگی است.

مکانیسم توجه. فرمول‌های دقیق حذف شده‌اند، زیرا پیاده‌سازی از کارهای فوق پیروی می‌کند.

* + - * **اچ‌جی‌ان‌ان** [ [47](#_bookmark97) ]. این است الف طیفی مدل پیاده‌سازی جی‌ان‌ان روی ‎‏ ... هایپرگراف کانولوشن به صورت زیر تعریف می‌شود:

۱

1

ه *ل* + ۱ = – – ۱ *تی* – *ل ل* ، (5)

*دی* وی۲ اد *ای* ای *دی* وی۲ ح دبلیو

کجا هر کدام ورود ای *یو آی* از ای ∈ تحقیق | *وی* |×| *ای* | نشان دهنده آیا ‎‏ ... هایپراج *تو* شامل ‎‏ ... گره *من* ، هر کدام مورب ورود از *دی* وی∈ تحقیق | *وی* |×| *پنجم* | نشان دهنده چگونه بسیاری هایپرج‌ها ‎‏ ... گره است شامل در، و هر کدام مورب ورود از دی *ای* ∈ ر | *ای* |×| *ای* | نشان می‌دهد که هایپراج شامل چند گره است. به طور کلی، این کانولوشن عملیات می‌تواند باش در نظر گرفته شده به عنوان دو مراحل از در حال انتشار نزدیک-

بورود جاسازی‌ها: **(1)** انتشار از گره‌ها به ‎‏ ... هایپراج اتصال آنها و

**(2)** انتشار از ابرلبه‌ها تا گره‌ای که به آن می‌رسند.

وجه اشتراک و تفاوت در میان GNN معمولی مدل‌ها بالا هستند مصور در شکل [۱۱. (یا: ۱۱.](#_bookmark19) )

به بیشتر گرفتن مرتبه بالا ساختاری اطلاعات روی ‎‏ ... نمودار، ‎‏ ... کانولوشن یا جاسازی​ انتشار ذکر شده بالا اراده باش انجام شده برای *ل* بارها. در بیشترین موارد، *ل* ≤ ۴، به دلیل به​ بیش از حد صاف کردن مشکل. به طور خاص، چه زمانی ‎‏ ... شماره از انتشار لایه‌ها است هم بزرگ، ‎‏ ... منتشر شده جاسازی‌ها اراده باش هم مشابه، از دست دادن متمایز کننده توانایی. مرتبط مطالعات با تمرکز بر در حال توسعه عمیق و مؤثر جی‌ان‌ان مدل‌ها اراده باش معرفی شده در بخش [۵.۱.۱](#_bookmark49) .

* + 1. *مدل بهینه سازی.* بعد از ‎‏ ... پردازش از ‎‏ ... طراحی شده شبکه در بخش [۲.۲.۲](#_bookmark17) ، به طور کلی تعبیه گره‌ها یا لبه‌ها، معانی ویژگی‌ها و همچنین ساختارهای گراف را رمزگذاری می‌کنند. به انجام دادن ‎‏ ... پایین‌دست گراف یادگیری وظایف، اینها جاسازی‌ها اراده باش بیشتر تبدیل شده به اهداف (مثلاً، ‎‏ ... احتمال که الف گره تعلق دارد به الف کلاس) توسط عمومی عصبی شبکه‌ها (مثلاً، MLP). عمدتاً طبقه‌بندی، پیش‌بینی، و وظایف رگرسیون روی نمودارها، شامل سه سطح : گره، لبه، و زیرگراف با وجود ‎‏ ... اختلاف از مختلف وظایف، آنجا است الف استاندارد رویه برای مدل بهینه سازی. به طور خاص، مربوطه جاسازی‌ها اراده باش نقشه برداری شده و بیا با برچسب‌ها به

فرموله کردن ‎‏ ... ضرر تابع، و سپس موجود بهینه سازها هستند مورد استفاده قرار گرفت برای مدل یادگیری. دنبال کردن این فرآیند، آنجا هستند چندین انواع از نقشه برداری توابع (مثلاً، ام‌ال‌پی، داخلی محصول) و توابع زیان (مثلاً، به صورت جفتی، به صورت نقطه ای) به انتخاب کنید برای خاص وظایف. برای جفت جفت ضرر تابع، تبعیض بین مثبت و منفی نمونه‌ها است تشویق شده، و الف معمولی فرمول BPR [ [149](#_bookmark199) ] به شرح زیر است:

ل = ایکس – ln *σ* ( *ها* ( *ص* ) – *ها* ( *n* )), (6)

*پ* ، *ن*

که در آن *σ* ( · ) است ‎‏ ... سیگموئید تابع. *ص* و *ن* نشان دادن مثبت و منفی نمونه‌ها، به ترتیب، و *ها* ( · ) است برای اندازه‌گیری ‎‏ ... نمونه‌ها برای نکته‌سنج ضرر تابع، آن شامل می‌شود **معنی مربع خطا (MSE)** ضرر، آنتروپی متقاطع ضرر، و بنابراین روی.

برای الف بهتر درک، ما گرفتن پیوند پیش‌بینی و گره طبقه بندی وظایف به عنوان مثال‌ها به مفصل و استادانه روی چگونه ‎‏ ... جی‌ان‌ان مدل است بهینه شده. برای پیوند پیش‌بینی، ‎‏ ... احتمال که آیا یک لبه وجود دارد بین دو گره‌ها *من* ، *جی* نیاز دارد تعریف. از نظر فنی، آن است معمولاً محاسبه شده مبتنی بر شباهت با گره جاسازی‌ها در هر کدام لایه از انتشار:

*ها* ( *من* ، *ی* ) = *ف* ( { هل *ل* } ، { هل *ل* } )، (7)

*من جی*

کجا *ف* ( · ) نشان دهنده ‎‏ ... نقشه برداری تابع. علاوه بر این، ما می‌تواند ساخت ‎‏ ... آموزش داده‌ها به عنوان ای =

{ ( *من* ، *جی* ، *ک* ) } ، متشکل از از مشاهده شده مثبت و به طور تصادفی نمونه‌های منفی انتخاب‌شده، ( *من* ، *ی* ) و ( *من* ، *ک* ) به ترتیب. به طور خاص، ‎‏ ... گره *من* متصل می‌کند با *جی* روشن ‎‏ ... گراف اما نه با *ک* . در توصیه کننده

سیستم، ‎‏ ... نمونه‌ها اراده نشان دادن که کاربر *من* دارم تعامل داشت با مورد *جی* اما نه تعامل داشت با مورد *ک* ، کجا *ک* است نمونه‌برداری شده از همه ‎‏ ... دیگر اقلام *تو* دارد نه تعامل داشت قبل از. آخرت، اگر جفت ارز ضرر بی پی آر است برگزیده، سپس ‎‏ ... بهینه‌سازی شیء اراده باش

ل = X – ln *σ* ( *ها* ( *من* ، *ی* ) – *ها* ( *من* ، *ک* )). (8)

( *من* ، *جی* ، *ک* ) ∈O

از نظر طبقه‌بندی گره، جاسازی گره به یک توزیع احتمال تبدیل می‌شود که نشان می‌دهد که کلاس آن تعلق دارد به، نشان داده شده به عنوان به شرح زیر است:

پی *من* = *ف* ( { هل *ل* } )، (9)

*i*

کجا پی *من* ∈ آر *سی* × ۱ است ‎‏ ... توزیع و *سی* است ‎‏ ... شماره از کلاس‌ها به طور مشابه، ‎‏ ... آموزش داده‌ها باش ای = { ( *من* ، ی *من* ) } ، کجا ی *من* ∈ آر *سی* × ۱ و *من* تعلق دارد به ‎‏ ... کلاس *ج* یعنی ی *آی سی* = ۱؛ در غیر این صورت، y *ic* = ۰. در عمومی، ‎‏ ... نکته‌سنج ضرر تابع است معمولاً انتخاب شده برای ‎‏ ... طبقه بندی وظیفه، چنین

به عنوان آنتروپی متقاطع ضرر، که است فرموله شده به عنوان

ل = – ایکس *ی* تیورود به سیستم پی *من* . (10)

*i*

( *من* ، ی *من* ) ∈O

به طور خلاصه، بهینه‌سازی در مدل‌های مبتنی بر GNN، نمایش‌های تعمیم‌یافته توسط GNNها را به عنوان ورودی در نظر می‌گیرد . و گراف سازه‌ها (مثلاً، لبه‌ها، گره کلاس‌ها) به عنوان برچسب‌ها، و ضرر توابع هستند تعریف شده برای آموزش.

## چرا هستند GNN ها مورد نیاز برای توصیه‌گر سیستم‌ها؟

در طول دهه گذشته، سیستم‌های توصیه‌گر به سرعت از روش‌های سنتی تجزیه و تحلیل داده‌ها تکامل یافته‌اند. به مدل‌های پیشرفته مبتنی بر شبکه‌های عصبی عمیق روی می‌آورد. به ویژه، توصیه‌گرهای مبتنی بر GNN در بسیاری از جنبه‌ها، از جمله مراحل مختلف توصیه، به پیشرفته‌ترین فناوری دست یافته‌اند. ناریوس، اهداف، و برنامه های کاربردی. موفقیت از مبتنی بر GNN توصیه کنندگان می‌تواند باش توضیح داده شده از ‎‏ ... دنبال کردن سه دیدگاه‌ها: (1) ساختاری داده‌ها؛ (2) مرتبه بالا اتصال؛ (3) سیگنال نظارت .

**سازه‌ای داده‌ها** داده‌ها جمع‌آوری‌شده از آنلاین پلتفرم‌ها می‌آید در بسیاری فرم‌ها، از جمله تعامل کاربر و آیتم (رتبه‌بندی، کلیک، خرید، و غیره)، کاربر پروفایل (جنسیت، سن، درآمد، و غیره)، مورد ویژگی (برند، دسته، قیمت و غیره) و غیره. سیستم‌های توصیه‌گر سنتی قادر به از به‌کارگیری آن اشکال مختلف داده‌ها، و آنها معمولاً روی یک یا چند داده خاص تمرکز می‌کنند منابع، که منجر می‌شود به غیربهینه عملکرد، از آنجایی که زیاد اطلاعات است نادیده گرفته شد. با بیان تمام داده‌ها به صورت گره‌ها و یال‌ها روی یک گراف، GNN روشی یکپارچه برای استفاده از داده‌های موجود ارائه می‌دهد. در همین حال، GNN قدرت بالایی در یادگیری نمایش‌ها و در نتیجه، کیفیت بالا نشان می‌دهد. جاسازی‌ها برای کاربران، اقلام، و دیگر ویژگی‌ها می‌تواند باش به دست آمده، که است بحرانی به​ توصیه عملکرد.

**اتصال سطح بالا.** دقت توصیه به ثبت شباهت بین کاربران متکی است و اقلام، و چنین شباهت است قرار است به باش منعکس شده در ‎‏ ... یاد گرفت تعبیه کردن فضا. به طور خاص، ‎‏ ... یاد گرفت تعبیه کردن برای الف کاربر است مشابه به جاسازی‌ها از اقلام که هستند تعامل داشت توسط کاربر. علاوه بر این، آن دسته از مواردی که توسط سایر کاربران با ترجیحات مشابه مورد تعامل قرار می‌گیرند ارنس هستند همچنین مربوطه به ‎‏ ... کاربر، که است شناخته شده به عنوان ‎‏ ... مشارکتی فیلتر کردن اثر، و آن است از عالی اهمیت برای توصیه دقت. در سنتی رویکردها، ‎‏ ... مشارکتی فیلتر- ینگ اثر است فقط به طور ضمنی اسیر شده، از آنجایی که ‎‏ ... آموزش داده‌ها است عمدتاً تعامل سوابق که فقط حاوی مستقیماً متصل اقلام. در دیگر کلمات، فقط مرتبه اول اتصال است گرفته شده به در نظر بگیرید- تغذیه غیبت از مرتبه بالا اتصال می‌تواند تا حد زیادی آسیب توصیه عملکرد. در مقابل، مدل‌های مبتنی بر GNN می‌توانند به طور مؤثر اتصال مرتبه بالا را ثبت کنند. به طور خاص، همکاری فیلتر کردن اثر می‌تواند باش به طور طبیعی بیان شده به عنوان چند جهشی همسایه‌ها روی ‎‏ ... نمودار، و آن است گنجانیده شده به ‎‏ ... یاد گرفت بازنمایی‌ها از طریق تعبیه کردن انتشار و تجمیع. **نظارت سیگنال.** سیگنال‌های نظارتی معمولاً در داده‌های جمع‌آوری‌شده پراکنده هستند، در حالی که سیگنال‌های مبتنی بر GNN مدل می‌تواند اهرم نیمه نظارتی سیگنال‌ها در ‎‏ ... نمایندگی یادگیری فرآیند به تسکین دادن این مشکل. بگیر ‎‏ ... تجارت الکترونیک پلتفرم به عنوان یک مثال: هدف رفتار، خرید، است در مقایسه با سایر رفتارها بسیار پراکنده است. بنابراین، سیستم‌های توصیه‌گری که فقط از رفتار هدف استفاده می‌کنند ممکن است داشته باشند فقیر عملکرد. مبتنی بر GNN مدل‌ها می‌تواند به طور موثر گنجاندن چندین رفتار غیرهدف، مانند جستجو و افزودن به سبد خرید، با رمزگذاری نیمه‌نظارتی سیگنال‌های روی نمودار، که می‌تواند به طور قابل توجهی بهبود بخشیدن توصیه عملکرد [ [78](#_bookmark128) ]. در همین حال، خود- نظارتی سیگنال‌ها می‌تواند همچنین باش مورد استفاده قرار گرفت توسط طراحی کمکی وظایف روی ‎‏ ... نمودار، که بیشتر بهبود می‌یابد توصیه عملکرد.

# چالش‌ها از اعمال GNNS به توصیه‌گر سیستم‌ها

اگرچه آن است خب با انگیزه به اعمال کردن گراف عصبی شبکه‌ها در توصیه کننده سیستم‌ها، آنجا چهار بخش از چالش‌های حیاتی وجود دارد .

* چگونه به ساخت مناسب نمودارها برای خاص وظایف؟
* چگونه به طراحی ‎‏ ... مکانیسم از اطلاعات انتشار و تجمیع؟
* چگونه به بهینه سازی ‎‏ ... مدل؟
* چگونه به اطمینان حاصل کردن ‎‏ ... کارایی از مدل آموزش و استنباط؟

در ‎‏ ... دنبال کردن، ما اراده مفصل و استادانه روی ‎‏ ... چهار چالش‌ها یک به یک.

## نمودار ساخت و ساز

بدیهی است، ‎‏ ... اول گام از اعمال کردن گراف عصبی شبکه‌ها است به ساخت نمودارها این است در دو برابر: ساختن ‎‏ ... داده‌ها ورودی به عنوان ساختار گراف داده‌ها؛ سازماندهی مجدد ‎‏ ... هدف توصیه به عنوان الف وظیفه روی ‎‏ ... نمودار گرفتن ‎‏ ... وظیفه از استاندارد مشارکتی فیلتر کردن به عنوان یک مثال، ورودی داده‌ها، داده‌های مشاهده‌شده است داده‌های تعامل کاربر-آیتم و خروجی پیش بینی ها است از مفقودین مورد کاربر تعاملات بنابراین، الف دو بخشی گراف با کاربران/اقلام به عنوان گره‌ها و تعاملات به عنوان لبه‌ها می‌تواند باش ساخته شده است. علاوه بر این، ‎‏ ... سی اف وظیفه نوبت‌ها به ‎‏ ... مورد کاربر پیوند پیش‌بینی روی ‎‏ ... نمودار

با این حال، ساخت نمودارهایی که بتوانند این کار را به درستی انجام دهند، چالش برانگیز است. باید باشد با دقت اجرا شده با ‎‏ ... ملاحظه از ‎‏ ... دنبال کردن جنبه‌ها:

* **گره‌ها** یکی از ‎‏ ... اصلی اهداف از یادگیری با گراف عصبی شبکه‌ها است به اختصاص دادن گره‌ها نمایش‌ها . این منجر به این می‌شود که تعریف گره‌ها تا حد زیادی مقیاس [یا مقیاس/مقیاس/مقیاس/...] را تعیین می‌کند. مدل‌های GNN، که اکثر پارامترهای آنها توسط گره‌های لایه ۰ تعبیه شده اشغال شده است.

دینگ توجه داشته باشید که لبه جاسازی‌ها هستند معمولاً یا نه در نظر گرفته شده یا محاسبه شده مبتنی بر روی گره جاسازی‌ها با این حال، آن است همچنین الف چالش برانگیز مشکل به تعیین آیا به متمایز- گیش متفاوت انواع از گره ها برای مثال، در ‎‏ ... مشارکتی فیلتر کردن وظیفه، کاربر و گره‌های آیتم می‌تواند باش مدل‌سازی شده به طور متفاوت یا در نظر گرفته شده ‎‏ ... همان مهربان از گره ها دیگری چالش برانگیز نقطه است رسیدگی بتن ورودی چنین به عنوان عددی ویژگی‌ها مانند مورد قیمت‌ها، که همیشه هستند مداوم اعداد. به نمایندگی اینها ویژگی‌ها در ‎‏ ... نمودار، یکی ممکن است راه حل این است به گسسته‌سازی آنها به طبقه بندی شده آنهایی، که می‌تواند باش سپس نمایندگی شده به عنوان گره‌ها [ [244](#_bookmark294) ].

* **لبه‌ها**  تعریف از لبه‌ها بسیار تأثیر می‌گذارد ‎‏ ... گراف‌ها کیفیت در بیشتر انتشار و تجمیع، همراه با ‎‏ ... مدل بهینه سازی. در برخی ناچیز وظایف، ‎‏ ... توصیه کننده سیستم-

تم ها داده‌ها ورودی می‌تواند باش در نظر گرفته شده الف مهربان از رابطه‌ای داده‌ها، چنین به عنوان مورد کاربر تعاملات یا کاربر-کاربر اجتماعی روابط. در برخی پیچیده وظایف، دیگر روابط می‌تواند همچنین باش نمایندگی شده به عنوان لبه‌ها برای مثال، در بسته نرم افزاری توصیه، الف بسته نرم افزاری متشکل از از چندین اقلام. سپس لبه​ اتصال ‎‏ ... بسته نرم افزاری و مورد می‌تواند منعکس کردن ‎‏ ... رابطه از وابستگی چه زمانی در ساخت یک گراف، طرح‌های خوب یال‌ها باید چگالی گراف را به طور کامل در نظر بگیرند. یک گراف بیش از حد متراکم یعنی آنجا هستند گره‌ها با فوق‌العاده بالا درجه ها. این اراده ساختن ‎‏ ... جاسازی، انتشار انجام شده توسط الف عظیم شماره از همسایگان آن اراده بیشتر ساختن ‎‏ ... منتشر شده تعبیه کردن غیر متمایز و بی فایده. به رسیدگی بیش از حد متراکم لبه‌ها، نمونه‌برداری، فیلتر کردن، یا هرس کردن روی نمودارها هستند نویدبخش راه حل ها. الف خیلی کم گراف اراده همچنین نتیجه در ‎‏ ... مطلوبیت ضعیف از تعبیه کردن انتشار، از آنجایی که ‎‏ ... انتشار اراده باش انجام شده روی فقط الف بخش کوچکی از گره‌ها.

## شبکه طراحی

انتشار لایه باعث می‌شود جی‌ان‌ان متفاوت از ‎‏ ... سنتی گراف یادگیری روش‌ها. همانطور که برای​ انتشار، چگونه به انتخاب کنید ‎‏ ... مسیر است بحرانی برای مدل‌سازی ‎‏ ... مرتبه بالا شباهت در توصیه- تعمیرکار سیستم‌ها. علاوه بر این، ‎‏ ... انتشار می‌تواند همچنین باش پارامتری، که اختصاص می‌دهد متفاوت وزن‌ها به گره‌های مختلف. به عنوان مثال، انتشار جاسازی‌های آیتم به یک گره کاربر در تعامل کاربر-آیتم گراف ضبط می‌کند ‎‏ ... مبتنی بر آیتم سی اف اثر. وزن‌ها ارجاع به ‎‏ ... متفاوت اهمیت اقلام دارای تعامل تاریخی.

در ‎‏ ... انتشار، آنجا هستند همچنین مختلف انتخاب‌ها از تجمیع توابع، از جمله میانگین ادغام، LSTM، حداکثر، حداقل و غیره. از آنجایی که هیچ انتخاب واحدی وجود ندارد که بتواند بهترین عملکرد را در بین آنها داشته باشد همه توصیه وظایف یا متفاوت مجموعه داده‌ها، آن است حیاتی به طراحی الف خاص و مناسب یکی. علاوه بر این، ‎‏ ... متفاوت انتخاب‌ها از انتشار/تجمیع بسیار تحت تأثیر قرار دادن ‎‏ ... محاسبه کارایی. برای مثال، روش ادغام میانگین به طور گسترده در مدل‌های توصیه مبتنی بر GNN استفاده می‌شود، زیرا می‌تواند به طور کارآمد محاسبه می‌شود، به خصوص برای گرافی که شامل گره‌های درجه بالا است، مانند گراف‌های بسیار محبوب اقلام (که می‌تواند اتصال بسیاری کاربران). همچنین، ‎‏ ... انتشار/تجمیع لایه‌ها می‌تواند باش انباشته شده به به گره‌ها کمک می‌کند تا به همسایه‌های با گام‌های بالاتر دسترسی پیدا کنند. لایه‌های خیلی کم‌عمق نمی‌توانند گراف مرتبه بالا را مدل‌سازی کنند. ساختار را نمی‌توان به خوبی مدل‌سازی کرد، و ساختارهای خیلی عمیق، جاسازی گره را بیش از حد هموار می‌کنند . یکی از ‎‏ ... دو موارد اراده سرب به فقیر توصیه عملکرد.

## مدل بهینه‌سازی

به بهینه سازی ‎‏ ... گراف عصبی مبتنی بر شبکه توصیه مدل‌ها، ‎‏ ... سنتی ضرر توابع​ در توصیه کننده سیستم همیشه نوبت به گراف یادگیری ضرر و زیان. برای مثال، ‎‏ ... *لگ‌لوس* در ‎‏ ...

بهینه‌سازی می‌تواند باش مورد توجه قرار گرفت به عنوان ‎‏ ... نکته‌سنج پیوند پیش‌بینی زیان. به طور مشابه، بی پی آر ضرر [ [149](#_bookmark199) ] است استفاده- در وظیفه پیش‌بینی لینک روی گراف‌ها به کار گرفته شده است. جنبه دیگر، نمونه‌برداری داده‌ها است. در توصیه مبتنی بر GNN، به نمونه مثبت یا منفی اقلام، ‎‏ ... نمونه‌برداری شیوه می‌تواند بسیار بستگی دارد ‎‏ ... گراف ساختار. برای مثال، در اجتماعی توصیه، اجرا تصادفی پیاده روی روی نمودار می‌تواند تولید کردن ضعیف مثبت اقلام (چنین به عنوان اقلام تعامل داشت توسط دوستان).

در علاوه بر این، گاهی اوقات، مبتنی بر GNN توصیه ممکن است شامل کردن چندگانه وظایف، چنین به عنوان لینک​ پیش‌بینی وظایف روی متفاوت انواع از لبه‌ها سپس، در چنین الف مورد، چگونه به تعادل هر کدام وظیفه و ساختن آنها افزایش هر کدام دیگر است چالش برانگیز.

## محاسبه کارایی

در دنیای واقعی، سیستم‌های توصیه‌گر باید به طور کارآمد آموزش ببینند/استنتاج شوند. بنابراین، برای اطمینان از ‎‏ ... کاربرد ارزش از مبتنی بر GNN توصیه مدل‌ها، آنها محاسبه کارایی باید به طور جدی مورد توجه قرار گیرد. در مقایسه با روش‌های سنتی توصیه غیر GNN مانند هزینه محاسباتی مدل‌های NCF یا FM، GNN بسیار بالاتر است. عملیات ماتریسی پیچیده‌ای در آن‌ها دخیل است. در هر لایه GCN، به ویژه برای مدل‌های GNN طیفی مانند GCN. با پشته‌سازی چند لایه از جی‌سی‌ان لایه‌ها، ‎‏ ... محاسبه هزینه بیشتر افزایش می یابد. بنابراین، فضایی جی‌ان‌ان مدل‌ها چنین به عنوان پینسیج می‌تواند باش آسان‌تر به باش اجرا شده در در مقیاس بزرگ صنعتی برنامه های کاربردی. با نمونه‌گیری از بین همسایه‌ها یا هرس شده گراف ساختار، کارایی می‌تواند همیشه باش نگه داشته شده به عنوان طولانی به عنوان ما می‌تواند خرس ‎‏ ... قطره در توصیه عملکرد.

# موجود روش‌ها

## طبقه‌بندی

در اخیر سال‌ها، جی‌ان‌ان دارد شده اعمال شده به الف پهن محدوده از توصیه وظایف. اینجا، ما طبقه‌بندی را به ترتیب بر اساس مراحل توصیه، سناریوها، اهداف و کاربردها تعریف کنید . به باش بیشتر خاص، توصیه مراحل نشان دادن ‎‏ ... به طور کلی رویه که الف توصیه کننده سیستم است اجرا شده در ‎‏ ... دنیای واقعی پلتفرم رویه شامل می‌شود تطبیق برای مورد نامزد انتخاب، رتبه بندی برای گرفتن کاربر ترجیحات، و رتبه‌بندی مجدد برای دیگر معیارها فراتر از دقت. توصیه سناریوها شامل شدن اجتماعی توصیه، متوالی ضبط- توصیه، توصیه بین حوزه‌ای و غیره. اهداف توصیه شامل موارد زیر است: نرخ دقت، تنوع، توضیح پذیری، انصاف، و بنابراین روی، در که دقت است از ‎‏ ... بیشترین نگرانی. توصیه کاربرد اشاره دارد به خاص صنعتی برنامه های کاربردی. جداول [۲](#_bookmark23) ، [۳](#_bookmark24) ، و [۴](#_bookmark25) نشان دادن تحقیقات نمونه‌ای از توصیه‌های مبتنی بر GNN که در مکان‌های برتر برای موارد مختلف منتشر شده‌اند توصیه مراحل، توصیه سناریوها، و توصیه اهداف، به ترتیب.

## جی‌ان‌ان در متفاوت توصیه مراحل

* + 1. *جی‌ان‌ان در تطبیق.* در ‎‏ ... تطبیق مرحله، کارایی است یک ضروری مشکل زیرا از بالا​ محاسبه پیچیدگی برای نامزد انتخاب. به طور خاص، فقط صدها از اقلام اراده انتخاب شدن از ‎‏ ... مورد استخر از میلیون بزرگی‌ها برای ‎‏ ... دنبال کردن رتبه بندی مرحله، مبتنی بر روی درشت- دانه بندی شده کاربر ترجیحات بنابراین، پیشنهادی مدل‌ها در این مرحله به سختی اهرم مورد کاربر بین- اقدامات به عنوان ورودی داده برای مدل‌سازی ترجیحات کاربر بدون معرفی ویژگی‌های اضافی مانند کاربر سنین، مورد قیمت، مرور کردن زمان روی ‎‏ ... کاربرد، و بنابراین روی. برای تطبیق، علاوه بر این اساسی​ چالش‌ها از گراف ساخت و ساز و شبکه طراحی، آنجا است همچنین ‎‏ ... چالش از سی اف استخراج سیگنال ، همانطور که در جدول [5 نشان داده شده است](#_bookmark26) .

مدل‌های مبتنی بر GNN در مرحله تطبیق را می‌توان به عنوان تطبیق جاسازی‌شده در نظر گرفت که معمولاً طراحی می‌شوند. تخصصی جی‌ان‌ان معماری روی ‎‏ ... مورد کاربر دو بخشی گراف [ [8](#_bookmark58) ، [۱۶۰](#_bookmark209) ، [۱۸۱](#_bookmark231) ، [۱۸۳](#_bookmark233) ، [۱۹۴](#_bookmark244) ]. برگ و ال. [ [8](#_bookmark58) ] پیشنهادی به عبور محله پیام‌ها توسط جمع بندی و اختصاص دادن تبدیل تقسیم وزن کانال‌ها برای متفاوت رابطه‌ای لبه‌ها (یعنی، مورد کاربر رتبه‌بندی‌ها). وانگ و ال. [ [181](#_bookmark231) ]

میز ۲. الف خلاصه از مبتنی بر GNN مدل‌ها در مراحل مختلف توصیه در مکان‌های برتر

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **صحنه** | **مدل** | **محل برگزاری** | **سال** |
| تطبیق | جی سی ام سی [ [8](#_bookmark58) ]  پین‌سیج [ [222](#_bookmark272) ]  NGCF [ [181](#_bookmark231) ]  لایت‌جی‌سی‌ان [ [65](#_bookmark115) ]  NIA-GCN [ [160](#_bookmark209) ]  دی‌جی‌سی‌اف [ [183](#_bookmark233) ]  IMP-GCN [ [104](#_bookmark154) ]  اس جی ال [ [194](#_bookmark244) ]  HS-GCN [ [107](#_bookmark157) ]  LGCN [ [228](#_bookmark278) ] | کی دی دی  KDD SIGIR SIGIR SIGIR SIGIR WWW SIGIR TKDE AAAI | ۲۰۱۸  ۲۰۱۸  ۲۰۱۹  ۲۰۲۰  ۲۰۲۰  ۲۰۲۰  ۲۰۲۱  ۲۰۲۱  ۲۰۲۲  ۲۰۲۲ |
| رتبه‌بندی | فی-GNN [ [99](#_bookmark149) ]  توله سگ [ [244](#_bookmark294) ]  A2-GCN [ [105](#_bookmark155) ]  *ل* 0 - علامت [ [158](#_bookmark208) ]  دی‌جی-ای‌ان‌ان [ [60](#_bookmark110) ]  تی‌جی‌ان [ [77](#_bookmark127) ] | سیکِم  آی سی دی ای تی کی دی ای ای آی آی کی دی دی ام | ۲۰۱۹  ۲۰۲۰  ۲۰۲۰  ۲۰۲۱  ۲۰۲۱  ۲۰۲۲ |
| رتبه‌بندی مجدد | روابط عمومی سپاه پاسداران انقلاب اسلامی [ [111](#_bookmark161) ] | سیکِم | ۲۰۲۰ |

پیشنهادی الف فضایی جی‌ان‌ان در توصیه و بدست آوردن برتر عملکرد مقایسه شده با روش‌های مرسوم CF مانند MF [ [85](#_bookmark134) ] یا NCF [ [66](#_bookmark116) ]. سان و همکارانش [ [160](#_bookmark209) ] استدلال کردند که مکانیسم‌های تجمیع ساده مانند مجموع، میانگین یا حداکثر نمی‌توانند اطلاعات رابطه‌ای بین همسایه‌ها را مدل‌سازی کنند. و پیشنهادی الف همسایه آگاه از تعامل کانولوشن به آدرس ‎‏ ... مسئله وانگ و همکاران ال. [ [183](#_bookmark233) ] توسعه یافته از هم گسیخته جی‌ان‌ان به گرفتن مستقل کاربر نیت‌ها، که امتداد می‌دهد مجموعه از نامزد اقلام در تطبیق و تضمین‌ها ‎‏ ... دقت همزمان. وو و ال. [ [194](#_bookmark244) ] اهرم ‎‏ ... پایداری از گراف ساختار به گنجاندن الف متضاد یادگیری چارچوب به کمک کردن نمایندگی یادگیری. اینها مبتنی بر GNN مدل‌ها می‌تواند گرفتن مرتبه بالا شباهت در میان کاربران و اقلام به عنوان خب به عنوان ساختاری اتصال. در این راه، ‎‏ ... معناشناسی که کاربران با تعاملات مشابه اراده داشته باشند مشابه ترجیحات هستند تمدید شده از طریق چندگانه زمان‌ها از انتشار اطلاعات . با این حال، ‎‏ ... آموزش پیچیدگی از مبتنی بر GNN مدل‌ها بود نشان داده شده [ [181](#_bookmark231) ، [۱۸۳](#_bookmark233) ] به عنوان قابل قبول و قابل مقایسه با غیر گراف مدل‌ها، به ویژه چه زمانی ‎‏ ... تحول ماتریس است حذف شده [ [65](#_bookmark115) ]. علاوه بر این، مرجع [ [222](#_bookmark272) ] نشان داد که ‎‏ ... مبتنی بر GNN مدل می‌توانست باش اعمال شده به مقیاس وب توصیه کننده سیستم‌ها در دنیای واقعی پلتفرم‌ها به طور کارآمد و به طور موثر، که ترکیب می‌کند تصادفی پیاده روی و گراف‌سیج [ [62](#_bookmark112) ] برای تعبیه کردن یادگیری روی الف در مقیاس بزرگ نمودار آیتم-آیتم . جدول [5](#_bookmark26) اشتراک و تفاوت بین مدل‌های GNN در تطبیق [ [104](#_bookmark154) ] پیشنهادی را نشان می‌دهد. اول به فیلتر نویدبخش همسایه‌ها و سپس اتخاذ کردن تعبیه کردن انتشار.

ما خواهد بود مانند به مختصراً بحث کردن ‎‏ ... مزایا و معایب از متفاوت تطبیق مبتنی بر GNN روش‌ها. اینها روش‌ها با نمونه‌برداری تکنیک‌ها چنین به عنوان مرجع [ [222](#_bookmark272) ] می‌تواند باش استفاده شده برای گراف‌های بزرگ، و آنها مناسب تر هستند برای متراکم تر لبه‌ها، چنین به عنوان روابط آیتم-آیتم. پیشرفت‌های اخیر [ [65](#_bookmark115) ] عملیات غیرخطی را برای بهبود بیشتر عملکرد حذف می‌کنند، اما در برخی از مجموعه داده‌ها، عملکرد روش‌هایی با عملیات غیرخطی [ [181](#_bookmark231) ] هنوز قابل مقایسه است. به طور خلاصه، جی‌ان‌ان می‌تواند باش اعمال شده به توصیه وظایف به طور موثر، که مانده ها ‎‏ ... دقت و کارایی از مولد نامزدها از ‎‏ ... مورد استخر

* + 1. *جی‌ان‌ان در رتبه‌بندی.* در مرحله رتبه‌بندی، با تعداد بسیار کمتری از کاندیداها موارد، بیشتر دقیق مدل‌ها می‌تواند باش مورد استفاده قرار گرفت، و بیشتر ویژگی‌ها می‌تواند باش گنجانده شده است. موجود رتبه بندی مدل‌ها

میز ۳. الف خلاصه ای از مدل‌های مبتنی بر GNN در سناریوهای مختلف توصیه در مکان‌های سطح بالا

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **سناریو** | **مدل** | **محل برگزاری** | **سال** |
| اجتماعی | دیف‌نت [ [198](#_bookmark248) ]  گراف‌رک [ [43](#_bookmark93) ]  دانسر [ [201](#_bookmark251) ]  دی‌جی‌آر‌ای‌سی [ [157](#_bookmark207) ]  اچ جی پی [ [82](#_bookmark132) ]  دیف‌نت++ [ [197](#_bookmark247) ]  ام اچ سی ان [ [227](#_bookmark277) ]  سپتامبر [ [225](#_bookmark274) ]  GBGCN [ [230](#_bookmark280) ]  KCGN [ [73](#_bookmark123) ]  دیف‌نت‌ال‌جی [ [155](#_bookmark205) ] | سیگر  www. www. WSDM  رک‌سیس تی‌کی‌دی‌ای www. کی دی دی ICDE AAAI سیگر | ۲۰۱۹  ۲۰۱۹  ۲۰۱۹  ۲۰۱۹  ۲۰۱۹  ۲۰۲۰  ۲۰۲۱  ۲۰۲۱  ۲۰۲۱  ۲۰۲۱  ۲۰۲۱ |
| متوالی | ISSR [ [106](#_bookmark156) ]  MA-GNN [ [119](#_bookmark169) ]  STP-UDGAT [ [102](#_bookmark152) ]  جی پی آر [ [13](#_bookmark63) ]  GES-SASRec [ [253](#_bookmark303) ]  RetaGNN [ [69](#_bookmark119) ]  تی‌جی‌اس‌آر‌ای‌سی [ [44](#_bookmark94) ]  SGRec [ [97](#_bookmark147) ]  موج [ [15](#_bookmark65) ] | AAAI  AAAI سیکِم سیکِم تی‌کی‌دی‌ای www. سیکم ایجکای سیگر | ۲۰۲۰  ۲۰۲۰  ۲۰۲۰  ۲۰۲۰  ۲۰۲۱  ۲۰۲۱  ۲۰۲۱  ۲۰۲۱  ۲۰۲۱ |
| جلسه | SR-GNN [ [203](#_bookmark253) ]  GC-SAN [ [215](#_bookmark265) ]  TA-GNN [ [224](#_bookmark275) ]  MGNN-SPred [ [177](#_bookmark227) ]  کمتر [ [24](#_bookmark74) ]  MKM-SR [ [129](#_bookmark179) ]  گگ [ [146](#_bookmark196) ]  GCE-GNN [ [187](#_bookmark237) ]  SGNN-HN [ [137](#_bookmark187) ]  دی‌اچ‌سی‌ان [ [210](#_bookmark260) ]  اشتراک گذاری [ [173](#_bookmark223) ]  سرک [ [25](#_bookmark75) ]  کوترک [ [209](#_bookmark259) ]  DAT-MID [ [16](#_bookmark66) ]  تاسرک [ [249](#_bookmark299) ]  جی ۳ اس آر [ [40](#_bookmark90) ]  HG-GNN [ [138](#_bookmark188) ]  سی جی ال [ [136](#_bookmark186) ] | AAAI  IJCAI سیگر www. کی دی دی سیگر سیگر سیگر سیکِم AAAI اس دی ام WSDM سیکِم سیگر سیگر تی‌ان‌ان‌ال‌اس WSDM تویس | ۲۰۱۹  ۲۰۱۹  ۲۰۲۰  ۲۰۲۰  ۲۰۲۰  ۲۰۲۰  ۲۰۲۰  ۲۰۲۰  ۲۰۲۰  ۲۰۲۱  ۲۰۲۱  ۲۰۲۱  ۲۰۲۱  ۲۰۲۱  ۲۰۲۱  ۲۰۲۲  ۲۰۲۲  ۲۰۲۲ |
| بسته | بی جی سی ان [ [14](#_bookmark64) ]  HFGN [ [95](#_bookmark145) ]  باندل‌نت [ [38](#_bookmark88) ]  دی پی آر [ [246](#_bookmark296) ]  دی پی جی [ [247](#_bookmark298) ]  میدگن [ [240](#_bookmark290) ] | سیگر  سیگر سیکِم www. تویس AAAI | ۲۰۲۰  ۲۰۲۰  ۲۰۲۰  ۲۰۲۱  ۲۰۲۲  ۲۰۲۲ |
| صلیب دامنه | پی پی جی ان [ [238](#_bookmark288) ]  بیت‌جی‌سی‌اف [ [109](#_bookmark159) ]  دن [ [170](#_bookmark220) ]  هیروگراف [ [35](#_bookmark85) ]  DAGCN [ [58](#_bookmark108) ] | سیکِم  سیکِم سیکِم  رکسیس IJCAI | ۲۰۱۹  ۲۰۲۰  ۲۰۲۰  ۲۰۲۰  ۲۰۲۱ |

میز ۴. الف خلاصه ای از مدل‌های مبتنی بر GNN برای توصیه‌های مختلف اهداف در رده بالا مکان‌ها

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **هدف** | **مدل** | **محل برگزاری** | **سال** |
|  | MBGCN [ [78](#_bookmark128) ] | سیگر | ۲۰۲۰ |
|  | MGNN-SPred [ [177](#_bookmark227) ] | www. | ۲۰۲۰ |
|  | ام‌جی‌ان‌ان [ [235](#_bookmark285) ] | سیکِم | ۲۰۲۰ |
|  | LP-MRGNN [ [178](#_bookmark228) ] | تی‌کی‌دی‌ای | ۲۰۲۱ |
| چند رفتاری | GNMR [ [206](#_bookmark256) ]  MB-GMN [ [208](#_bookmark258) ] | ICDE سیگر | ۲۰۲۱  ۲۰۲۱ |
|  | KHGT [ [207](#_bookmark257) ] | AAAI | ۲۰۲۱ |
|  | جی اچ سی اف [ [17](#_bookmark67) ] | AAAI | ۲۰۲۱ |
|  | دی‌ام‌بی‌جی‌ان [ [212](#_bookmark262) ] | کی دی دی | ۲۰۲۱ |
| تنوع | V2HT [ [94](#_bookmark143) ] | سیکِم | ۲۰۱۹ |
| بی جی سی اف [ [159](#_bookmark210) ] | کی دی دی | ۲۰۲۰ |
| دی‌جی‌سی‌ان [ [242](#_bookmark292) ] | www. | ۲۰۲۱ |
|  | ریپل‌نت [ [171](#_bookmark221) ] | سیکِم | ۲۰۱۸ |
|  | اییوم [ [75](#_bookmark125) ] | میلی متر | ۲۰۱۹ |
|  | کی پی آر ان [ [185](#_bookmark235) ] | AAAI | ۲۰۱۹ |
| توضیح پذیری | RuleRec [ [121](#_bookmark171) ]  PGPR [ [211](#_bookmark261) ] | www.sigir.com - سیگیر | ۲۰۱۹  ۲۰۱۹ |
|  | ک گات [ [180](#_bookmark230) ] | کی دی دی | ۲۰۱۹ |
|  | تی‌مر [ [21](#_bookmark71) ] | WSDM | ۲۰۲۱ |
| انصاف | فیرگو [ [195](#_bookmark245) ] | www. | ۲۰۲۱ |
| FairGNN [ [36](#_bookmark86) ] | WSDM | ۲۰۲۱ |

میز ۵. جزئیات مدل‌های GNN در تطبیق صحنه

ساخت نمودار مدل طراحی خاص شبکه برای فیلترینگ مشارکتی GCMC [ [8](#_bookmark58) ] اشتراک وزن GCN کاربر-آیتم بین روابط NGCF [ [181](#_bookmark231) ] GCN آیتم-کاربر، اطلاعات منتشر شده را بهبود می‌بخشد DGCF [ [183](#_bookmark233) ] آیتم کاربر بازنمایی‌های GAT از هم جدا شدند LightGCN [ [65](#_bookmark115) ] آیتم کاربر LightGCN تبدیل و غیرخطی بودن را حذف می‌کند SGL [ [194](#_bookmark244) ] خودنظارتی GCN بر روی گراف‌ها توسط کاربر-آیتم

NIA-GCN [ [160](#_bookmark209) ] همسایه NIA-GCN برای آیتم کاربر تعامل (NI) نمونه‌برداری همسایه GCN از آیتم-آیتم در PinSage [ [222](#_bookmark272) ]

IMP-GCN [ [104](#_bookmark154) ] آیتم کاربر، همسایه GCN نمونه‌برداری

HS-GCN [ [107](#_bookmark157) ] تعریف مجدد GCN با آیتم کاربر فاصله معیارها بین گره‌ها LGCN [ [228](#_bookmark278) ] پایین گذر آیتم کاربر GCN قابل آموزش هسته‌ها برای طیفی کانولوشن گراف

معمولاً اول تبدیل کردن پراکنده ویژگی‌ها به یک داغ کدگذاری‌ها و سپس تبدیل کردن آنها به تعبیه متراکم بردارها اینها ویژگی جاسازی‌ها هستند مستقیماً به هم پیوسته و تغذیه شده به دی‌ان‌ان [ [28](#_bookmark78) ، [57](#_bookmark107) ] یا مدل‌های طراحی‌شده‌ی خاص [ [66](#_bookmark116) ، [148](#_bookmark198) ، [156](#_bookmark206) ] به روشی بدون ساختار برای تخمین امتیاز رتبه‌بندی. چالش اصلی استفاده از GNN برای رتبه‌بندی، طراحی ساختارهای مناسب برای ثبت تعاملات ویژگی‌ها است. به عنوان نشان داده شده در میز [۶](#_bookmark27) . به طور خاص، مبتنی بر GNN رتبه بندی مدل‌ها معمولاً متشکل از از دو مؤلفه، رمزگذار و پیش‌بینی‌کننده، که تعامل ویژگی‌ها را از جهات مختلف بررسی می‌کنند. از یک طرف، می‌توان ساختارهای گراف خاصی را طراحی کرد تا تعاملات ویژگی‌های مورد نظر را در ‎‏ ... رمزگذار روشن ‎‏ ... دیگر دست، ویژگی تعامل می‌تواند باش گرفته شده به ملاحظه در ‎‏ ... پیش‌بینی‌کننده، جایی که ‎‏ ... رتبه بندی امتیاز است تخمین زده شده توسط یکپارچه‌سازی متفاوت ویژگی جاسازی‌ها از ‎‏ ... رمزگذار GNN.

میز ۶. جزئیات از جی‌ان‌ان مدل‌ها در رتبه‌بندی صحنه

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| مدل | نمودار ساخت و ساز | شبکه طراحی | ویژگی تعامل |
| فی-GNN [ [99](#_bookmark149) ] | کاملاً متصل | گات+گرو | توجه |
| توله سگ [ [244](#_bookmark294) ] | از پیش تعریف شده | جی‌سی‌ان | دو شاخه اف ام |
| *ل* 0 - علامت [ [158](#_bookmark208) ] | یاد گرفت | نشانه | گراف طبقه بندی |
| دی‌جی-ای‌ان‌ان [ [60](#_bookmark110) ] | از پیش تعریف شده | لایت‌جی‌سی‌ان | دی‌ان‌ان |
| SHCF [ [91](#_bookmark141) ] | از پیش تعریف شده | اچ‌گات | داخلی محصول |
| جی سی ام [ [193](#_bookmark243) ] | از پیش تعریف شده | زمینه GCN | اف ام |
| A2-GCN [ [105](#_bookmark155) ] | از پیش تعریف شده | با توجه جی‌سی‌ان | داخلی محصول |
| تی‌جی‌ان [ [77](#_bookmark127) ] | از پیش تعریف شده | مثلثی جی‌سی‌ان | دی‌ان‌ان |

لی و همکارانش [ [99](#_bookmark149) ] **شبکه‌های عصبی گراف تعامل ویژگی (Fi-GNN) را پیشنهاد می‌کنند** که الف وزن دار به طور کامل متصل گراف از همه ‎‏ ... ورودی ویژگی‌ها. رمزگذار در فی-GNN از یک GAT و یک GRU تشکیل شده است و پیش‌بینی‌کننده با شبکه‌های توجه به دست می‌آید. ژنگ و همکاران ال. [ [۲۴۳](#_bookmark293) ، [۲۴۴](#_bookmark294) ] تحقیق کردن ‎‏ ... نفوذ از قیمت ویژگی در رتبه بندی و پیشنهاد دادن الف مدل به نام **مدل‌سازی ترجیحات کاربر آگاه از قیمت (PUP)** . آنها یک رمزگذار با GCN روی یک ... از پیش تعریف شده طراحی می‌کنند. ناهمگن گراف به گرفتن قیمت آگاهی، و الف دو شاخه فاکتورگیری دستگاه است مورد استفاده قرار گرفت به عنوان ‎‏ ... پیش بینی کننده لیو [ [105](#_bookmark155) ] همچنین رویکردها ‎‏ ... توصیه مشکل چه زمانی مقداری مورد ویژگی‌ها هستند موجود است و به طور مشابه می سازد ویژگی‌های آیتم لبه‌ها سپس ‎‏ ... مورد جاسازی‌ها می‌توانند منعکس کردن هر دو کاربر رفتارها و ویژگی اطلاعات. از آنجایی که نه همه ویژگی تعاملات مفید هستند، *L0* - SIGN [ [158](#_bookmark208) ] به طور خودکار تعاملات ویژگی‌های مفید را تشخیص می‌دهد و فقط آن لبه‌ها را ذخیره می‌کند، که منجر به یک گراف یادگرفته شده می‌شود که بیشتر به یک مدل طبقه‌بندی گراف برای تخمین امتیاز رتبه‌بندی وارد می‌شود. علاوه بر این، گو و همکارانش [ [60](#_bookmark110) ] DG-ENN را با یک گراف دوگانه از یک گراف ویژگی و یک گراف مشارکتی پیشنهاد می‌کنند که اطلاعات زمینه‌های مختلف را ادغام می‌کند. برای پالایش جاسازی برای رتبه‌بندی. علاوه بر این، SHCF [ [91](#_bookmark141) ] و GCM [ [193](#_bookmark243) ] از گره‌های اضافی استفاده می‌کنند و لبه ویژگی‌ها به نمایندگی مورد ویژگی‌ها و زمینه اطلاعات، به ترتیب. پیش‌بینی‌کننده‌های برهمکنش کلاسیک، مانند ضرب داخلی و FM، اتخاذ شده‌اند. جدول [6](#_bookmark27) نشان می‌دهد تفاوت‌های بین مدل‌های رتبه‌بندی مبتنی بر GNN فوق از نظر طراحی‌های رمزگذار و پیش‌بینی‌کننده. به طور کلی، این روش‌های رتبه‌بندی مبتنی بر GNN را می‌توان ترکیبی از روش‌های سنتی تعامل ویژگی و یادگیری بازنمایی مبتنی بر GNN در نظر گرفت. در نتیجه، ‎‏ ... عملکرد است هنوز مقید توسط ‎‏ ... تعامل ویژگی جزء الف مدل که خب زوج‌ها ‎‏ ... گراف ساختار، چنین به عنوان مرتبه بالا مسیرها، به مرتبه بالا ویژگی استخراج مورد نظر است.

* + 1. *جی‌ان‌ان در رتبه‌بندی مجدد.* پس از به دست آوردن امتیازات موارد توصیه شده، موارد برتر استخراج می‌شوند. وجود دارد رتبه‌بندی مجدد با از پیش تعریف شده قوانین یا توابع به بهبود بخشیدن ‎‏ ... توصیه کیفیت. به طور خاص ، دو کلید عوامل نیاز به باش در نظر گرفته شده در رتبه بندی مجدد اول، متفاوت اقلام می‌تواند داشته باشند تأثیر متقابل توسط روابط خاصی مانند جایگزینی و مکمل بودن. دوم، کاربران مختلف تمایل به داشته باشند متمایز ترجیحات، و بدین ترتیب رتبه‌بندی مجدد می‌تواند همچنین باش شخصی سازی شده. جی‌ان‌ان فراهم می‌کند الف متحد راه به رمزگذاری هر دو مورد روابط و کاربر ترجیحات، و بدین ترتیب ‎‏ ... چالش عمده است چگونه به فیوز چندگانه رتبه‌بندی مجدد اهداف. لیو و ال. [ [111](#_bookmark161) ] پیشنهاد دادن الف مدل نامیده می شود سپاه پاسداران انقلاب اسلامی به انجام رساندن شخصی‌سازی‌شده رتبه‌بندی مجدد با ‎‏ ... کمک از جی ان ان آنها پیشنهاد دادن الف ناهمگن نمودار به فیوز ‎‏ ... دو اطلاعات منابع، یکی مورد رابطه گراف به گرفتن چندگانه مورد روابط و یکی مورد کاربر امتیازدهی گراف به شامل شدن ‎‏ ... اولیه رتبه بندی نمرات. کاربر و مورد جاسازی‌ها عبارتند از به دست آمده بعد از چندگانه پیام انتشار لایه‌ها، از جمله جهانی مورد رابطه تکثیر و شخصی‌سازی‌شده قصد انتشار. نهایی سفارش از رتبه‌بندی مجدد اقلام است تولید شده با یک پیشخور شبکه. در کوتاه، ‎‏ ... فعلی کار می‌کند در مبتنی بر GNN رتبه‌بندی مجدد فقط در نظر گرفته شده الف چند رتبه‌بندی مجدد اهداف، و دیگران باقی ماندن کمتر کاوش کرد.

## جی‌ان‌ان در متفاوت توصیه سناریوها

* + 1. *جی‌ان‌ان در اجتماعی توصیه.* در اجتماعی توصیه، ما داشته باشند اجتماعی شبکه‌ها که حاوی ‎‏ ... اجتماعی روابط از هر کدام کاربر، و ‎‏ ... هدف است به استفاده کردن ‎‏ ... محلی همسایه‌ها ترجیحات برای هر کدام کاربر در اجتماعی شبکه‌ها به افزایش ‎‏ ... کاربر مدل‌سازی [ [18](#_bookmark68) ، [۱۶۱](#_bookmark211) ، [۱۹۹](#_bookmark249) ، [۲۰۰](#_bookmark250) ]. از ‎‏ ... دیدگاه از نمایندگی یادگیری با جی ان ان، آنجا هستند دو کلید ملاحظات در اجتماعی توصیه : (1) چگونه به گرفتن ‎‏ ... اجتماعی عامل؛ (2) چگونه به ترکیب کردن ‎‏ ... اجتماعی عامل از دوستان و کاربر ترجیح از او تعامل رفتارها اینجا، ما اول خلاصه کردن چگونه ‎‏ ... آثار موجود گرفتن ‎‏ ... اجتماعی عوامل از دو دیدگاه‌ها، یعنی، گراف ساخت و ساز و انتشار اطلاعات.
       - **نمودار ساخت و ساز.** در آگاه به مسائل اجتماعی توصیه کننده سیستم‌ها، الف کاربر نهایی رفتار است هم تحت تأثیر تأثیرات اجتماعی دوستان و هم بر اساس ترجیحات او تصمیم می‌گیرد. یکی از چالش‌های اصلی در اجتماعی توصیه است ساختن الف اجتماعی گراف به گرفتن ‎‏ ... اجتماعی

تأثیرات دوستان. به طور کلی، یک کاربر خاص در شبکه‌های اجتماعی نه تنها تحت تأثیر قرار می‌گیرد، بلکه ... توسط او دوستان ( مرتبه اول همسایه‌ها) اما همچنین تحت تأثیر قرار گرفته توسط دوستان دوستان (همسایگان مرتبه بالا). با توجه به اینکه گراف نرمال فقط می‌تواند روابط جفتی را مدل‌سازی کند، روش‌های مبتنی بر گراف معمولی [ [۴۳](#_bookmark93) ، [۶۱](#_bookmark111) ، [۸۲](#_bookmark132) ، [۱۱۶](#_bookmark166) ، [۱۳۳](#_bookmark183) ، [۱۵۵](#_bookmark205) ، [۱۹۷](#_bookmark247) ، [۱۹۸](#_bookmark248) ، [۲۰۱](#_bookmark251) ، [۲۱۷](#_bookmark267) ، [۲۲۵](#_bookmark274) ، [۲۲۶](#_bookmark276) ] چندین داده روی هم انباشته جی‌ان‌ان لایه‌ها به گرفتن چند جهشی مرتبه بالا اجتماعی روابط. با این حال، GNN انباشته شده لایه‌ها ممکن است رنج کشیدن از ‎‏ ... بیش از حد صاف کردن [ [19](#_bookmark69) ] مشکل، که ممکن است سرب به تخریب قابل توجه عملکرد. روش‌های مبتنی بر ابرگراف، مانند MHCN [ [227](#_bookmark277) ]، مدل‌سازی روابط اجتماعی مرتبه بالا با ابرلبه [ [47](#_bookmark97) ] را پیشنهاد می‌کنند که می‌تواند بیش از ... را به هم متصل کند. دو گره‌ها و مدل ‎‏ ... مرتبه بالا روابط در الف طبیعی راه هوسر [ [113](#_bookmark163) ] به صورت بازگشتی منتشر می‌کند جاسازی‌ها روی ‎‏ ... اجتماعی شبکه به منعکس کردن ‎‏ ... نفوذ از همسایه‌های مرتبه بالا در نمایش‌های کاربر. برای بهبود بیشتر عملکرد توصیه، برخی کار می‌کند [ [6](#_bookmark56) ، [۷۳](#_bookmark123) ، [۱۵۷](#_bookmark207) ، [۲۱۶](#_bookmark266) ، [۲۳۰](#_bookmark280) ] معرفی کردن سمت اطلاعات چه زمانی ساختن ‎‏ ... نمودار. RecoGCN [ [216](#_bookmark266) ] متحد می کند کاربران، اقلام، و فروش عوامل به الف ناهمگن گراف به گرفتن​ ‎‏ ... پیچیده روابط در اجتماعی تجارت الکترونیک. GBGCN [ [230](#_bookmark280) ] سازه‌ها الف گراف برای سازماندهی کاربر رفتارها از دو دیدگاه‌ها در ‎‏ ... خرید گروهی توصیه، از که آغازگر*​ مشاهده* شامل آن آیتم آغازگر تعاملات، و ‎‏ ... *شرکت‌کننده مشاهده* شامل آن دسته از آیتم شرکت‌کننده تعاملات دی‌جی‌آر‌ای‌سی [ [157](#_bookmark207) ] و تی‌جی‌آر‌ای‌سی [ [6](#_bookmark56) ] معرفی کردن زمانی اطلاعات رفتارهای کاربر را به توصیه‌های اجتماعی تبدیل می‌کند. KCGN [ [73](#_bookmark123) ] پیشنهاد می‌کند که هر دو کاربر-کاربر را در نظر بگیرد. و مورد-مورد روابط با ‎‏ ... توسعه یافته آگاه به دانش جفت شده نمودار

* + - * **اطلاعات انتشار.** همانطور که برای ‎‏ ... انتشار روی ‎‏ ... ساخته شده گراف برای اجتماعی توصیه ، آنجا هستند دو اصلی انتشار مکانیسم‌ها، یعنی، جی‌سی‌ان و گات برخی مت-

اودس [ [6](#_bookmark56) ، [۶۱](#_bookmark111) ، [۷۳](#_bookmark123) ، [۸۲](#_bookmark132) ، [۱۵۵](#_bookmark205) ، [۱۹۸](#_bookmark248) ، [۲۱۷](#_bookmark267) ، [۲۲۵](#_bookmark274) ، [۲۲۷](#_bookmark277) ، [۲۳۰](#_bookmark280) ] رفتار جی‌سی‌ان روی اجتماعی گراف و درمان کردن اجتماعی​ نفوذ از دوستان به طور مساوی. RecoGCN [ [216](#_bookmark266) ] رفتار می‌کند مبتنی بر فرامسیر جی‌سی‌ان تکثیر روی ‎‏ ... ساخته شده گراف به گرفتن هر دو ‎‏ ... اجتماعی تأثیر و کاربر ترجیح. HOSR [ [113](#_bookmark163) ] اطلاعات را از همسایه‌های دارای GCN جمع‌آوری می‌کند تا اولویت‌های بالاتر را ثبت کند. روابط در ‎‏ ... اجتماعی نمودار ام اچ سی ان [ [227](#_bookmark277) ] اجرا می‌کند انتشار با جی‌سی‌ان روی ابرگراف ساخته شده برای به دست آوردن روابط اجتماعی مرتبه بالا. برخی روش‌ها با مکانیسم GAT [ [43](#_bookmark93) ، [۱۱۶](#_bookmark166) ، [۱۳۳](#_bookmark183) ، [۱۵۷](#_bookmark207) ، [۱۹۷](#_bookmark247) ، [۲۰۱](#_bookmark251) ، [۲۲۶](#_bookmark276) ]، چنین به عنوان گراف‌رک [ [43](#_bookmark93) ] و دیف‌نت++ [ [197](#_bookmark247) ]، فرض کنید که تأثیرات اجتماعی از همسایگان مختلف در نمودار اجتماعی متفاوت است و اختصاص دادن متفاوت وزن‌ها به ‎‏ ... اجتماعی تأثیرات از متفاوت دوستان.

در اجتماعی توصیه، کاربر بازنمایی‌ها هستند یاد گرفت از دو متمایز دیدگاه‌ها، یعنی، نفوذ اجتماعی و تعاملات کاربر. برای ترکیب بازنمایی‌های کاربر از دو مورد فوق چشم‌اندازها، آنجا هستند دو استراتژی‌ها: (1) جداگانه یاد بگیرید کاربر بازنمایی‌ها از ‎‏ ... اجتماعی گراف و مورد کاربر دو بخشی گراف و (2) به طور مشترک یاد بگیرید کاربر بازنمایی‌ها از ‎‏ ... متحد گراف که متشکل از از اجتماعی گراف و مورد کاربر دو بخشی نمودار روش‌ها با ‎‏ ... اول استراتژی، چنین به عنوان

میز ۷. جزئیات از جی‌ان‌ان مدل‌ها برای اجتماعی توصیه

ساخت گراف مدل ، طراحی شبکه، استخراج سیگنال اجتماعی DiffNet [ [198](#_bookmark248) ] گراف اجتماعی GCN sum-pooling GraphRec [ [43](#_bookmark93) ] گراف اجتماعی + گراف آیتم کاربر الحاق GAT DANSER [ [201](#_bookmark251) ] گراف اجتماعی + گراف کاربر-آیتم GAT و GCN –

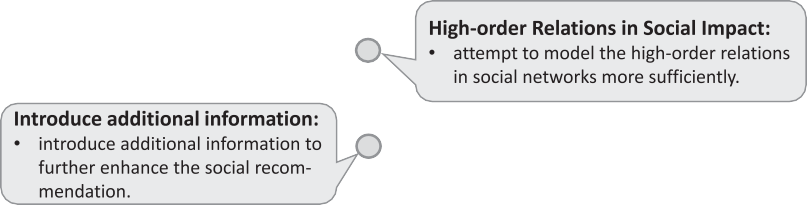
DiffNet++ [ [197](#_bookmark247) ] گراف ناهمگن GAT چند سطحی توجه شبکه MHCN [ [227](#_bookmark277) ] هایپرگراف چند کاناله + گراف کاربر-آیتم جمع‌بندی HyperGCN

SEPT [ [225](#_bookmark274) ] نمودارهای مثلثی + نمودار آیتم کاربر GCN – RecoGCN [ [216](#_bookmark266) ] گراف ناهمگن، الحاق متا-مسیر + GCN ESRF [ [226](#_bookmark276) ] گراف القایی با موتیف تجمیع مجموع GAT GNN-SoR [ [61](#_bookmark111) ] الحاق ناهمگن GCN گراف گراف ناهمگن ASR [ [116](#_bookmark166) ] الحاق GAT GBGCN [ [230](#_bookmark280) ] گراف ناهمگن GCN –

دی‌جی‌آر‌ای‌سی [ [157](#_bookmark207) ] اجتماعی گراف GAT –

SR-HGNN [ [217](#_bookmark267) ] گراف اجتماعی + گراف کاربر-آیتم الحاق GCN KCGN [ [73](#_bookmark123) ] گراف اجتماعی + گراف آیتم-آیتم الحاق GCN HGP [ [82](#_bookmark132) ] گراف گروه-کاربر + گراف کاربر-آیتم GCN توجه مکانیسم GAT-NSR [ [133](#_bookmark183) ] نمودار اجتماعی + نمودار کاربر-آیتم گات MLP

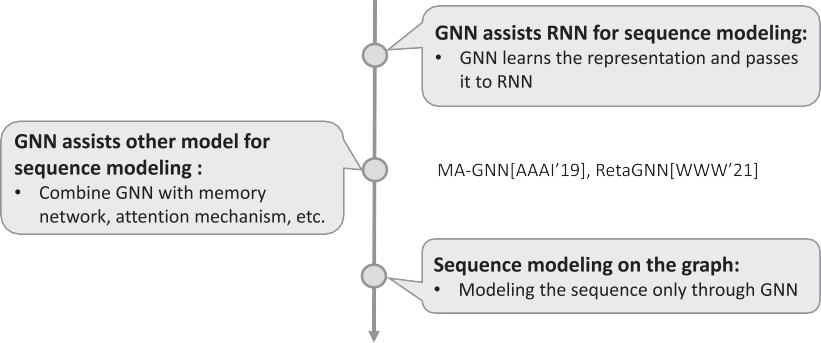
HOSR [ [113](#_bookmark163) ] گراف اجتماعی + گراف کاربر-آیتم GCN توجه مکانیسم الحاق ناهمگن GCN گراف DiffNetLG [ [155](#_bookmark205) ] TGRec [ [6](#_bookmark56) ] توجه GCN گراف ناهمگن مکانیسم



شکل ۱۲. تصویرسازی از GNN مدل‌ها برای توصیه اجتماعی.

دیف‌نت [ [198](#_bookmark248) ]، گراف‌رک [ [43](#_bookmark93) ]، و ام اچ سی ان [ [227](#_bookmark277) ]، اول جداگانه یاد بگیرید کاربر بازنمایی‌ها از بنابراین- نمودار اجتماعی و مورد کاربر گراف و سپس ترکیب کردن ‎‏ ... بازنمایی‌ها با جمع-جمع‌بندی [ [198](#_bookmark248) ، [۲۲۷](#_bookmark277) ]، الحاق [ [43](#_bookmark93) ]، MLP [ [133](#_bookmark183) ]، یا توجه مکانیسم [ [6](#_bookmark56) ، [۸۲](#_bookmark132) ، [۱۱۳](#_bookmark163) ]. دیف‌نت++ [ [197](#_bookmark247) ]، الف روش معمول با ‎‏ ... دوم استراتژی، اول مصالح ‎‏ ... اطلاعات در ‎‏ ... مورد کاربر زیرگراف و اجتماعی زیرگراف با ‎‏ ... گات مکانیسم و سپس ترکیب می‌کند ‎‏ ... بازنمایی‌ها با ‎‏ ... طراحی شده چند سطحی توجه شبکه در هر کدام لایه میز [۷](#_bookmark28) نشان می‌دهد ‎‏ ... تفاوت‌ها در میان ‎‏ ... رویکردهای فوق برای اجتماعی توصیه.

به طور خلاصه، توسعه توصیه اجتماعی با GNN را می‌توان در شکل [12 خلاصه کرد](#_bookmark29) . تلاش‌های اولیه در توصیه اجتماعی فقط شبکه اجتماعی را با GNN مدل‌سازی می‌کنند، مانند DiffNet [ [198](#_bookmark248) ]. سپس، روش‌های [ [43](#_bookmark93) ، [61](#_bookmark111) ، [82](#_bookmark132) ، [116](#_bookmark166) ، [133](#_bookmark183) ، [155](#_bookmark205) ، [197](#_bookmark247) ، [198](#_bookmark248) ، [201](#_bookmark251) ، [217](#_bookmark267) ، [225](#_bookmark274) ، [226](#_bookmark276) ] که مدل هر دو اجتماعی شبکه و کاربر تعاملات با GNN ها تبدیل شدن ‎‏ ... جریان اصلی در



شکل ۱۳. (یا: ۱۳.) تصویرسازی از جی‌ان‌ان مدل‌ها برای متوالی توصیه.

مبتنی بر GNN اجتماعی توصیه. علاوه بر این، برخی مطالعات، چنین به عنوان ام اچ سی ان [ [227](#_bookmark277) ] و هوسر [ [113](#_bookmark163) ]، تلاش به افزایش ‎‏ ... توصیه توسط مدل‌سازی ‎‏ ... مرتبه بالا روابط در اجتماعی شبکه های بیشتر به اندازه کافی. همچنین، آنجا وجود داشته باشد برخی کار می‌کند [ [6](#_bookmark56) ، [۷۳](#_bookmark123) ، [۱۵۷](#_bookmark207) ، [۲۱۶](#_bookmark266) ، [۲۳۰](#_bookmark280) ] که معرفی کردن اطلاعات تکمیلی به بیشتر افزایش ‎‏ ... اجتماعی توصیه. در کوتاه، ‎‏ ... اخیر پیشرفت‌ها که می‌تواند تشخیص دهد اجتماعی روابط با متفاوت نقاط قوت می‌تواند همیشه دستیابی به بهتر عملکرد از اوایل تلاش‌ها تقریباً درمان کردن همه اجتماعی روابط به عنوان ‎‏ ... همان.

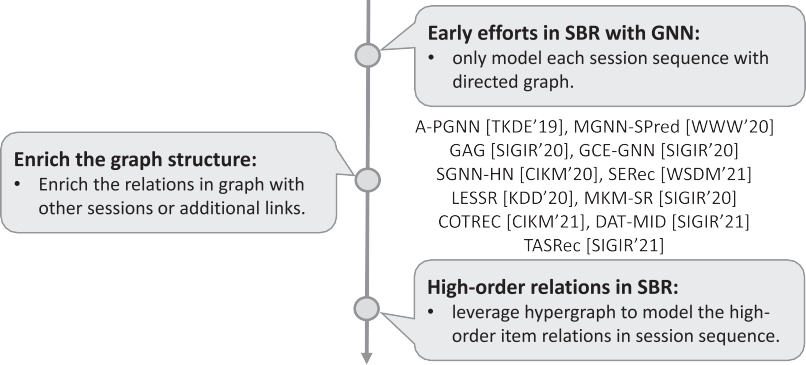
* + 1. *جی‌ان‌ان در متوالی توصیه.* برای متوالی توصیه، به بهبود بخشیدن ‎‏ ... برای بهبود عملکرد توصیه، لازم است تا حد امکان اطلاعات مؤثر از توالی استخراج شود و علاقه کاربر به توالی، شامل علاقه کوتاه‌مدت، بلندمدت و ...، مشخص شود. علاقه، پویا علاقه، و بنابراین روی، به به طور دقیق پیش‌بینی کردن ‎‏ ... بعدی مورد که ‎‏ ... ممکن است کاربر به آن علاقه‌مند باشد. برخی ابزارها برای مدل‌سازی توالی، مانند زنجیره‌های مارکوف [ [27](#_bookmark77) ]، استفاده شده‌اند. یا مکرر عصبی شبکه‌ها [ [80](#_bookmark130) ]. (یا: [80]) نمودار عصبی شبکه‌ها می‌تواند باش خب اهرمی برای کوتاه مدت، پویا علاقه مدل‌سازی یا نمایندگی یادگیری توسط تبدیل کردن ‎‏ ... داده‌ها به الف نمودار الف الگوی کلی برای متوالی مدل‌سازی با جی‌ان‌ان است نشان داده شده در شکل [۱۳. (۱۳](#_bookmark30) )

موج [ [15](#_bookmark65) ] دگرگون می‌کند ‎‏ ... توالی از هر کدام کاربر به یک مورد-مورد گراف و به طور تطبیقی یاد می‌گیرد وزن‌ها از لبه‌ها از طریق متریک یادگیری، با فقط ‎‏ ... قوی‌تر لبه‌ها حفظ شده توسط گراف پویا جمع کردن حفظ شده گراف است تبدیل شده به الف توالی توسط موقعیت مسطح کردن و بالاخره استفاده شده به پیش‌بینی کردن ‎‏ ... بعدی مورد ما و ال. [ [119](#_bookmark169) ] در نظر بگیرید ‎‏ ... کوتاه مدت علاقه مدل‌سازی در ‎‏ ... دنباله به ساختن یک مورد-مورد نمودار برای هر کدام مورد، این کار فقط می سازد لبه‌ها با دیگر اقلام نزدیک به آن در ‎‏ ... دنباله. این قادر می‌سازد آن به یاد بگیرید کوتاه مدت کاربر علایق در ‎‏ ... توالی در حالی که هنوز در حال یادگیری علایق بلندمدت کاربر از طریق شبکه‌های دیگر است . نمایش‌های چندگانه‌ی آموخته‌شده ذوب شده با هم و استفاده شده برای نهایی توصیه.

علاوه بر این ‎‏ ... چالش‌ها از گراف ساخت و ساز و شبکه طراحی، ‎‏ ... روش‌ها از توصیه‌های ترتیبی مبتنی بر GNN باید به دقت طراحی کنند که چگونه الگوهای ترتیبی را در داده‌های کاربران استخراج کنند. رفتارها، به عنوان نشان داده شده در میز [۸. (یا:](#_bookmark31) ۸.) از آنجایی که جی‌ان‌ان دارد ‎‏ ... توانایی از مرتبه بالا رابطه مدل‌سازی با جمع کردن اطلاعات از همسایه گره‌ها، بعد از فیوز کردن چندگانه توالی‌ها به یکی نمودار، می‌تواند نمایش‌های کاربران و آیتم‌ها را در توالی‌های مختلف یاد بگیرد، که نمی‌تواند انجام شود . توسط ‎‏ ... مارکوف مدل یا مکرر عصبی شبکه. وانگ و ال. [ [169](#_bookmark219) ] پیشنهاد دادن الف روش ساده که مستقیماً تبدیل می‌کند ‎‏ ... توالی اطلاعات به کارگردانی شده لبه‌ها روی ‎‏ ... گراف و سپس استفاده می‌کند جی‌ان‌ان به یاد بگیرید بازنمایی‌ها لیو و ال. [ [106](#_bookmark156) ] ساخت الف مورد کاربر دو بخشی گراف و همزمان یک نمودار آیتم-آیتم، که در آن لبه‌های نمودار آیتم-آیتم نشان‌دهنده‌ی وقوع همزمان هستند در الف دنباله، با لبه وزن‌ها اختصاص داده شده طبق به ‎‏ ... شماره از رخدادها بازنمایی‌ها​ یاد گرفت توسط جی‌ان‌ان هستند استفاده شده در ‎‏ ... نهایی توصیه از طریق ‎‏ ... مکرر عصبی شبکه . متفاوت از مستقیماً تبدیل کردن ‎‏ ... زمانی توالی به کارگردانی شده لبه‌ها در ‎‏ ... نمودار،

میز ۸. جزئیات از جی‌ان‌ان مدل‌ها برای متوالی توصیه

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| مدل | نمودار ساخت و ساز | شبکه طراحی | متوالی مدل‌سازی |
| موج [ [15](#_bookmark65) ] | مورد-مورد گراف | گات | آر ان ان |
| [ [169](#_bookmark219) ] | مورد-مورد گراف | جی‌سی‌ان | توجه |
| ISSR [ [106](#_bookmark156) ] | مورد-مورد و مورد کاربر گراف | جی‌سی‌ان | آر ان ان |
| MA-GNN [ [119](#_bookmark169) ] | مورد-مورد گراف | جی‌سی‌ان | حافظه شبکه |
| دی‌جی‌اس‌آر [ [234](#_bookmark284) ] | مورد کاربر گراف | گات | آر ان ان |
| GES-SASRec [ [253](#_bookmark303) ] | مورد-مورد گراف | جی‌سی‌ان | آر ان ان |
| RetaGNN [ [69](#_bookmark119) ] | زمانی ناهمگن گراف | گات | خود توجه |
| تی‌جی‌اس‌آر‌ای‌سی [ [44](#_bookmark94) ] | زمانی مورد کاربر گراف | گات | گات |
| SGRec [ [97](#_bookmark147) ] | مورد-مورد گراف | گات | گات |
| جی ام ای [ [213](#_bookmark263) ] | مورد-مورد و مورد کاربر گراف | گات | گات |
| STP-UDGAT [ [102](#_bookmark152) ] | مورد-مورد و مورد کاربر گراف | گات | گات |
| جی پی آر [ [13](#_bookmark63) ] | مورد-مورد و مورد کاربر گراف | جی‌سی‌ان | جی‌سی‌ان |



شکل ۱۴. تصویرسازی از جی‌ان‌ان مدل‌ها برای مبتنی بر جلسه توصیه (اس بی آر).

دی‌جی‌اس‌آر [ [234](#_bookmark284) ] و تی‌جی‌اس‌آر‌ای‌سی [ [44](#_bookmark94) ] در نظر بگیرید ‎‏ ... مهرهای زمانی در ‎‏ ... توالی در ‎‏ ... فرآیند از ساخت گراف . در ‎‏ ... نمودار، هر کدام لبه نشان دهنده ‎‏ ... تعامل بین ‎‏ ... کاربر و ‎‏ ... مورد، همراه با ‎‏ ... متناظر زمان ویژگی سپس انجام دادن کانولوشن عملیات روی ‎‏ ... تمپو- رال گراف به یاد بگیرید ‎‏ ... بازنمایی‌ها از کاربران و اقلام. GES-SASRec [ [253](#_bookmark303) ] و SGRec [ [97](#_bookmark147) ] تمرکز روی ‎‏ ... یادگیری از مورد بازنمایی‌ها برای یک مورد در الف دنباله، GES-SASRec [ [253](#_bookmark303) ] را در نظر می‌گیرد بعدی مورد از این مورد در دیگر توالی‌ها، و SGRec [ [97](#_bookmark147) ] نه فقط در نظر می‌گیرد ‎‏ ... بعدی مورد اما همچنین در نظر می‌گیرد ‎‏ ... قبلی یکی. توسط تجمیع ‎‏ ... اقلام قبل از و بعد از ‎‏ ... هدف مورد در انواع مختلف توالی‌ها، ‎‏ ... نمایندگی از ‎‏ ... مورد است تقویت شده. جی پی آر [ [13](#_bookmark63) ] و جی ام ای [ [213](#_bookmark263) ] ساخت لبه‌های بین موارد با در نظر گرفتن فراوانی وقوع متوالی یا وقوع در همان توالی برای بهبود نمایش. برخی کارها پیچیده‌تر هستند. برای مثال ، RetaGNN [ [69](#_bookmark119) ] در نظر می‌گیرد ‎‏ ... ویژگی‌ها از ‎‏ ... اقلام چه زمانی ساختن ‎‏ ... نمودار، در حالی که STP- UDGAT [ [102](#_bookmark152) ] در نظر می‌گیرد ‎‏ ... جغرافیایی مکان، مهر زمانی، و فرکانس در ‎‏ ... نقطه مورد نظر توصیه . میز [۸](#_bookmark31) خلاصه می‌کند ‎‏ ... بالا کار می‌کند. فعلی شبکه‌ها از گراف عصبی توصیه مبتنی بر شبکه هستند هنوز بسیار تکیه کردن روی یک اضافی توالی مدل چنین به عنوان آر ان ان، ترانسفورماتور ، و بنابراین روی، برای متوالی مدل سازی. توانایی از نمودارها در متوالی مدل‌سازی، چنین طبق دستورالعمل لبه‌ها، پویا گره‌ها، ایجاب می‌کند بیشتر تحقیق تلاش‌ها

* + 1. *جی‌ان‌ان در مبتنی بر جلسه توصیه.* در مبتنی بر جلسه توصیه، ‎‏ ... داده‌های جلسه ممکن است حاوی هر دو کاربر علایق و پر سر و صدا سیگنال‌ها فرض کنید الف جلسه برای الف قطعی کاربر،

*آیفون* → *آی‌پد* → *شیر* → *ایرپادز* . بدیهی است که احتمالاً به اشتباه روی *شیر* کلیک شده است و سپس تبدیل به یک سر و صدا، به عنوان ‎‏ ... جلسه منعکس می‌کند ‎‏ ... کاربر ترجیح برای الکترونیکی محصولات. از این رو، ‎‏ ... دو اصلی

ملاحظات در ‎‏ ... مبتنی بر جلسه توصیه هستند (1) چگونه به مدل ‎‏ ... مورد گذار الگو​ در جلسه داده‌ها و (2) چگونه به فعال کردن ‎‏ ... کاربر هسته علایق از پر سر و صدا داده‌ها از از دیدگاه یادگیری گراف، انتقال آیتم‌ها می‌تواند به صورت گراف مدل‌سازی شود، و انتشار اطلاعات روی ‎‏ ... گراف می‌تواند فعال کردن ‎‏ ... کاربر واقعی علایق.

* + - * **ساخت نمودار.** در مبتنی بر جلسه توصیه، بیشترین موجود کار می‌کند [ [145](#_bookmark195) ، [۱۸۷](#_bookmark237) ، [۲۰۳](#_bookmark253) ، [۲۱۵](#_bookmark265) ، [۲۲۴](#_bookmark275) ] مدل ‎‏ ... جلسه داده‌ها با الف کارگردانی شده گراف به گرفتن ‎‏ ... مورد گذار الگو

متمایز از توصیه ترتیبی، توالی جلسه در توصیه مبتنی بر جلسه است کوتاه و ‎‏ ... کاربر رفتارها هستند محدود، یعنی، ‎‏ ... میانگین طول از توالی‌ها در تی‌مال [∥](#_bookmark33) است فقط ۶.۶۹ [ [۱۸۷](#_bookmark237) ، [۲۱۰](#_bookmark260) ]. از این رو، الف جلسه گراف ساخته شده از الف مجرد جلسه ممکن است فقط شامل گره‌ها و لبه‌های محدودی هستند. برای پرداختن به چالش فوق و ثبت کافی ‎‏ ... ممکن است روابط در میان اقلام، آنجا هستند دو استراتژی‌ها: (1) به طور مستقیم تسخیر روابط از دیگر جلسات و (2) اضافه کردن ‎‏ ... اضافی لبه‌ها از ‎‏ ... جلسه نمودار برای اول استراتژی، A-PGNN [ [233](#_bookmark283) ]، دی‌جی‌تی‌ان [ [245](#_bookmark295) ]، و گگ [ [146](#_bookmark196) ] پیشنهاد دادن به افزایش روابط نمودار جلسه فعلی با جلسات مرتبط، و GCE-GNN [ [187](#_bookmark237) ] از روابط سراسری بهره می‌برد. با ساخت یک نمودار سراسری دیگر برای کمک به الگوهای گذار در وضعیت فعلی، زمینه را فراهم کنید جلسه دی‌اچ‌سی‌ان [ [210](#_bookmark260) ] با احترام هر کدام جلسه به عنوان الف هایپراج و نشان دهنده همه جلسات در الف های- پرگراف به مدل ‎‏ ... مرتبه بالا مورد روابط. سرک [ [25](#_bookmark75) ] افزایش می‌دهد ‎‏ ... جهانی اطلاعات برای هر کدام جلسه با الف دانش نمودار قفس [ [151](#_bookmark201) ] یاد می‌گیرد ‎‏ ... بازنمایی‌ها از سطح معنایی اشخاص توسط اعمال نفوذ ‎‏ ... باز دانش گراف به بهبود بخشیدن ‎‏ ... مبتنی بر جلسه توصیه خبری . MKM-SR [ [129](#_bookmark179) ] افزایش می‌دهد ‎‏ ... اطلاعات در ‎‏ ... داده شده جلسه توسط رتبه‌بندی مشارکتی کاربر ریزرفتارها و مورد دانش نمودار کوترک [ [209](#_bookmark259) ] متحد می کند همه جلسات به الف جهانی مورد گراف از ‎‏ ... مورد مشاهده و ضبط می‌کند ‎‏ ... روابط در میان جلسات به صورت خط گراف از ‎‏ ... جلسه مشاهده. DAT-MID [ [16](#_bookmark66) ] دنبال می‌کند GCE-GNN [ [187](#_bookmark237) ] به ساخت هر دو جلسه گراف و جهانی گراف و سپس یاد می‌گیرد مورد جاسازی‌ها از متفاوت دامنه‌ها. TASRec [ [249](#_bookmark299) ] سازه‌ها الف گراف برای هر کدام روز به مدل ‎‏ ... روابط در میان اقلام و اطلاعات را در هر جلسه افزایش دهید . در مورد استراتژی دوم، سازه‌های SGNN-HN [ [137](#_bookmark187) ] الف ستاره گراف با الف «ستاره» گره به سود بردن اضافی دانش در جلسه داده‌ها اشتراک گذاری [ [173](#_bookmark223) ] گسترش می‌یابد ‎‏ ... هایپراج اتصالات توسط کشویی ‎‏ ... زمینه‌ای پنجره روی ‎‏ ... جلسه توالی کمتر [ [24](#_bookmark74) ] پیشنهاد می‌کند اول به ساخت یک ترتیب لبه حفظ کردن چندگراف و سپس ساخت الف میانبر گراف برای هر کدام جلسه برای غنی سازی لبه پیوندها یک ۳ اس‌آر [ [40](#_bookmark90) ] پیشنهاد می‌کند به ساخت یکی جهانی گراف به نمایندگی همه جلسات و تمایز قائل شدن پیش‌بینی در سطح جلسه سیگنال‌ها مبتنی بر روی ‎‏ ... بعداً تعبیه کردن انتشار. HG-GNN [ [138](#_bookmark188) ] پیشنهادی ساختن​ الف ناهمگن گراف در که ‎‏ ... مورد انتقال‌ها هستند اسیر شده توسط دو انواع لبه آیتم -آیتم: درون-نوع و برون-نوع. CGL [ [136](#_bookmark186) ] همچنین پیشنهاد ساخت یک گراف در سطح سراسری را ارائه داد و الف سطح جلسه نمودار، اما آن در نظر می‌گیرد ‎‏ ... یادگیری روی دو نمودارها به عنوان دو وظایف، مبتنی بر روی که چند وظیفه ای یادگیری است اتخاذ شده.

* + - * **اطلاعات انتشار.** همانطور که برای ‎‏ ... اطلاعات انتشار روی ‎‏ ... ساخته شده نمودار،

آنجا هستند چهار انتشار مکانیسم‌ها که هستند استفاده شده در مبتنی بر جلسه توصیه،

مثلاً، دروازه دار جی ان ان، جی سی ان، گات، و گراف‌سیج SR-GNN [ [203](#_bookmark253) ] و آن مرتبط کار می‌کند [ [25](#_bookmark75) ، [۱۲۹](#_bookmark179) ، [۱۳۷](#_bookmark187) ، [۲۱۵](#_bookmark265) ، [۲۲۴](#_bookmark275) ، [۲۳۳](#_bookmark283) ] ترکیب کردن ‎‏ ... دروازه دار مکرر واحدها در ‎‏ ... انتشار (دروازه دار جی ان ان) روی​ جلسه نمودار گگ [ [146](#_bookmark196) ]، دی سی تی ان [ [245](#_bookmark295) ] رفتار گراف کانولوشن روی ‎‏ ... ساخته شده به صورت کارگردانی شده نمودار دی‌اچ‌سی‌ان [ [210](#_bookmark260) ] پیشنهاد می‌کند به انجام دادن گراف کانولوشن روی هر دو هایپرگراف و خط گراف به بدست آوردن جلسه بازنمایی‌ها از دو متفاوت دیدگاه‌ها مشابه به

∥ [https://www.tmall.com](https://www.tmall.com/) .

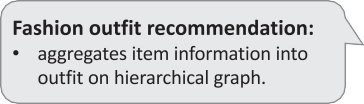
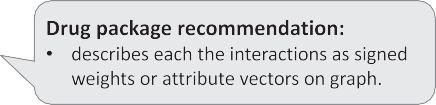
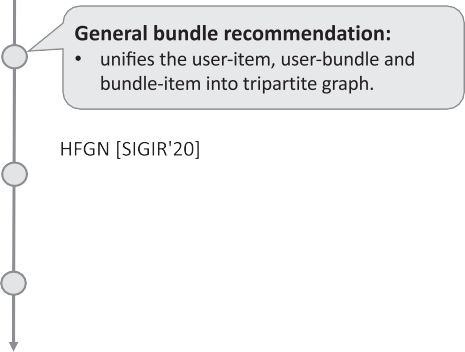
میز ۹. جزئیات از جی‌ان‌ان مدل‌ها برای مبتنی بر جلسه توصیه

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| مدل | نمودار ساخت و ساز | طراحی شبکه | غنی‌سازی نمودار ساختار |
| SR-GNN [ [203](#_bookmark253) ] | کارگردانی شده گراف | GNN دروازه‌دار | – |
| GC-SAN [ [215](#_bookmark265) ] | کارگردانی شده گراف | GNN دروازه‌دار | – |
| TA-GNN [ [224](#_bookmark275) ] | کارگردانی شده گراف | GNN دروازه‌دار | – |
| اف‌جی‌ان‌ان [ [145](#_bookmark195) ] | کارگردانی شده گراف | گات | – |
| A-PGNN [ [233](#_bookmark283) ] | کارگردانی شده گراف | GNN دروازه‌دار | صلیب جلسات |
| MGNN-SPred [ [177](#_bookmark227) ] د | هدایت شده و چند رابطه‌ای مورد گراف GraphSAGE | | صلیب جلسات |
| گگ [ [146](#_bookmark196) ] | کارگردانی شده گراف | جی‌سی‌ان | جلسات متقاطع |
| SGNN-HN [ [137](#_bookmark187) ] | نمودار ستاره | دروازه دار جی‌ان‌ان | اضافی لبه‌ها |
| GCE-GNN [ [187](#_bookmark237) ] | کارگردانی شده گراف + جهانی گراف | گات | جلسات متقاطع |
| دی‌جی‌تی‌ان [ [245](#_bookmark295) ] | کارگردانی شده گراف | جی‌سی‌ان | جلسات متقاطع |
| دی‌اچ‌سی‌ان [ [210](#_bookmark260) ] | هایپرگراف + خط گراف | هایپر جی سی ان | جلسات متقاطع |
| اشتراک گذاری [ [173](#_bookmark223) ] | هایپرگراف جلسه | هایپرگات | اضافی لبه‌ها |
| سرک [ [25](#_bookmark75) ] | کیلوگرم + کارگردانی شده گراف | گات + دروازه دار جی‌ان‌ان | جلسات متقاطع |
| کمتر [ [24](#_bookmark74) ] | کارگردانی شده گراف | گات | اضافی لبه‌ها |
| قفس [ [151](#_bookmark201) ] | نمودار سطح مقاله + KG | جی‌سی‌ان | جلسات متقاطع |
| MKM-SR [ [129](#_bookmark179) ] | کیلوگرم + کارگردانی شده گراف | GNN دروازه‌دار | جلسات متقاطع |
| کوترک [ [209](#_bookmark259) ] | مورد گراف + خط گراف | جی‌سی‌ان | صلیب جلسات |
| DAT-MDI [ [16](#_bookmark66) ] | کارگردانی شده گراف + جهانی گراف | گات | جلسات متقاطع |
| تاسرک [ [249](#_bookmark299) ] | پویا گراف | جی‌سی‌ان | صلیب جلسات |
| HG-GNN [ [138](#_bookmark188) ] | کارگردانی شده گراف+جهانی گراف | GNN دروازه‌دار | صلیب جلسات |
| سی جی ال [ [136](#_bookmark186) ] | کارگردانی شده گراف+جهانی گراف | GNN دروازه‌دار | صلیب جلسات |

DHCN [ [210](#_bookmark260) ]، COTREC [ [209 ] برای به دست آوردن](#_bookmark259) اطلاعات ، GCN را روی نمودار آیتم و نمودار خطی انجام می‌دهند. از مورد و جلسه دیدگاه‌ها، به ترتیب. قفس [ [151](#_bookmark201) ] رفتار می‌کند جی‌سی‌ان روی گراف سطح مقاله ، و TASRec [ [249](#_bookmark299) ] کانولوشن گراف را روی گراف پویا انجام می‌دهد تا آیتم را ثبت کند. روابط. اف‌جی‌ان‌ان [ [145](#_bookmark195) ] رفتار می‌کند گات روی الف کارگردانی شده جلسه گراف به اختصاص دادن وزن‌های مختلف به متفاوت اقلام. اشتراک گذاری [ [173](#_bookmark223) ] اجرا می‌کند گات روی جلسه ابرگراف‌ها به روابط زمینه‌ای مرتبه بالا بین آیتم‌ها را ثبت می‌کند. GCE-GNN [ [187](#_bookmark237) ] و DAT-MID [ [16](#_bookmark66) ] اجرا می‌کنند . گات روی هر دو ‎‏ ... جلسه گراف و جهانی گراف به گرفتن ‎‏ ... محلی و جهانی اطلاعات ، به ترتیب. MGNN-SPred [ [177](#_bookmark227) ] اتخاذ می کند گراف‌سیج روی الف چند رابطه‌ای نمودار مورد به گرفتن ‎‏ ... اطلاعات از متفاوت انواع از همسایگان

میز [۹](#_bookmark34) نشان می‌دهد ‎‏ ... تفاوت‌ها در میان ‎‏ ... بالا رویکردها برای مبتنی بر جلسه به طور خلاصه، توسعه **توصیه مبتنی بر جلسه (SBR)** با GNN را می‌توان به صورت زیر خلاصه کرد : در شکل [۱۴. (یا: ۱۴](#_bookmark32) ) اوایل تلاش‌ها در اس‌بی‌آر فقط مدل هر کدام جلسه توالی با الف گراف جهت‌دار، چنین به عنوان SR-GNN [ [203](#_bookmark253) ]، GC-SAN [ [215](#_bookmark265) ]، TA-GNN [ [224](#_bookmark275) ]، و اف‌جی‌ان‌ان [ [145](#_bookmark195) ]. سپس، برخی روش‌ها​ تلاش به غنی سازی ‎‏ ... رابطه و اطلاعات در ‎‏ ... جلسه گراف با دیگر جلسات یا لینک‌های اضافی. روش‌های موجود در مراجع [ [16](#_bookmark66) ، [25](#_bookmark75) ، [129](#_bookmark179) ، [146](#_bookmark196) ، [151](#_bookmark201) ، [177](#_bookmark227) ، [187](#_bookmark237) ، [209](#_bookmark259) ، [210](#_bookmark260) ، [233](#_bookmark283) ، [245](#_bookmark295) ، [249](#_bookmark299) ] ترکیب کردن ‎‏ ... اطلاعات از دیگر جلسات به گرفتن بیشتر اطلاعات از مشابه جلسات یا همه جلسات علاوه بر این، ‎‏ ... روش‌ها با اضافی پیوندها، چنین به عنوان SGNN-HN [ [137](#_bookmark187) ]، اشتراک گذاری [ [173](#_bookmark223) ]، و کمتر [ [24](#_bookmark74) ]، تلاش به معرفی کردن اضافی لبه‌ها به ‎‏ ... داده شده جلسه به گرفتن ‎‏ ... روابط پیچیده و اطلاعات در جلسه داده‌ها علاوه بر این، برخی مطالعات، چنین به عنوان دی‌اچ‌سی‌ان [ [210](#_bookmark260) ] و SHARE [ [173](#_bookmark223) ]، تلاش می‌کنند تا با مدل‌سازی روابط مرتبه بالا در داده‌های جلسه، توصیه را بهبود بخشند. همانطور که می‌توانیم مشاهده کنیم، کارهای فعلی مدل‌های GNN برای جلسات مبتنی بر جلسه توصیه داشته باشند شده توسعه یافته از ساده نمودارها به پیچیده نمودارها، با حتی ابر-لبه‌ها. برخلاف توصیه‌های ترتیبی، توصیه‌های مبتنی بر جلسه، که در آن کاربران تعاملات مکرری با موارد خاص دارند، برای مدل‌های مبتنی بر GNN مناسب‌تر است. بنابراین، ‎‏ ... موجود کار می‌کند از مبتنی بر جلسه توصیه می‌تواند ساختن بیشتر قدرتمند و ساختارهای گراف پیچیده . یک پیشرفت احتمالی در این زمینه، بررسی مجموعه داده‌های در مقیاس بزرگتر و ارزیابی بیشتر توانایی GNN در این مجموعه داده‌ها است.





شکل ۱۵. تصویر مدل‌های GNN برای توصیه بسته. جدول ۱۰. (یا: ۱۰.) جزئیات از GNN مدل‌ها برای بسته توصیه

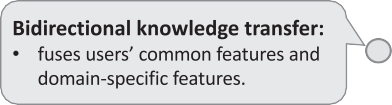
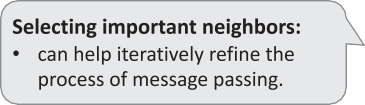
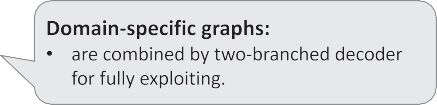
|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| نمودار مدل ساخت و ساز برای پالایش وابستگی شبکه بسته طراحی برای مرتبه بالا رابطه  بی جی سی ان [ [14](#_bookmark64) ] سه‌جانبه چندلایه انتشار فرامسیر گراف جی‌سی‌ان | | | |
| HFGN [ [95](#_bookmark145) ] | سلسله مراتبی گراف | مستقیم تجمیع | چند لایه جی‌سی‌ان |
| باندل‌نت [ [38](#_bookmark88) ] | سه جانبه گراف | تحول پارامترها | چند لایه جی‌سی‌ان |
| دی پی آر [ [246](#_bookmark296) ] | سه جانبه گراف | گراف القا | چند لایه جی‌سی‌ان |
| دی پی جی [ [247](#_bookmark298) ] | سه جانبه گراف | گراف القا | چند لایه جی‌سی‌ان |
| میدگن [ [240](#_bookmark290) ] | سه جانبه گراف | گراف القا | چند لایه GCN و گره‌گشایی |

* + 1. *جی‌ان‌ان در بسته توصیه.*  سه چالش‌ها از بسته نرم افزاری توصیه هستند (1) تصمیمات کاربران در مورد بسته‌ها توسط مواردی که بسته‌ها شامل می‌شوند (وابستگی) تعیین می‌شود. رابطه)، (2) یادگیری نمایش‌های دسته‌ای با تعاملات پراکنده‌ی کاربر-دسته، و (3) سفارش روابط. موجود کار می‌کند از مبتنی بر GNN بسته نرم افزاری توصیه هستند نشان داده شده در شکل [۱۵](#_bookmark35) توسط یادگیری از مورد کاربر تعامل و بسته کاربری تعامل با هم، با اشتراک‌گذاری پارامتر یا مفصل ضرر تابع [ [23](#_bookmark72) ، [۱۴۱](#_bookmark191) ]. برای ‎‏ ... اول زمان، چانگ و ال. [ [14](#_bookmark64) ] پیشنهاد دادن الف مدل مبتنی بر GNN که متحد می کند هر دو دو قطعات از تعاملات و ‎‏ ... کالای بسته‌ای وابستگی-روابط به یکی نمودار سپس ‎‏ ... مورد می‌تواند خدمت کردن به عنوان ‎‏ ... پل برای تعبیه کردن انتشار بین بسته کاربری و بسته-بسته. علاوه بر این، یک روش نمونه‌برداری ویژه طراحی شده برای یافتن نمونه‌های سخت-منفی است بیشتر پیشنهادی برای آموزش. دنگ و ال. [ [38](#_bookmark88) ] ساخت الف مشابه سه جانبه گراف با ‎‏ ... ترانس- تشکیل پارامترها به خب عصاره بسته نرم افزاری بازنمایی‌ها از شامل اقلام بازنمایی‌ها ژنگ و همکاران [ [246](#_bookmark296) ] توصیه بسته دارویی را در مجموعه داده‌های بسته دارویی در نظر گرفته و پیشنهاد می‌دهند به مقداردهی اولیه الف گراف با کمکی داده‌ها و نمایندگی ‎‏ ... تعامل به عنوان اسکالر وزن‌ها و بردارها. GNN لایه‌ها هستند پیشنهادی برای به دست آوردن ‎‏ ... دارو بسته جاسازی‌ها این روش است بیشتر بهبود یافته توسط مرجع [ [247](#_bookmark298) ] توسط مدل‌سازی ‎‏ ... تعامل داده‌ها با ‎‏ ... گراف متشکل از از همه بسته‌ها برای به دست آوردن جاسازی‌های بسته و معرفی هدف تولید بسته‌های جدید بر اساس تقویت یادگیری. لی و ال. [ [95](#_bookmark145) ] در نظر بگیرید ‎‏ ... مشکل از شخصی‌سازی‌شده لباس توصیه، که می‌تواند به عنوان نوعی توصیه گروهی نیز در نظر گرفته شود. نویسندگان یک ساختار سلسله مراتبی ایجاد می‌کنند. گراف که در آن کاربران، اقلام، و لباس‌ها مهار شده‌اند. لایه‌های GNN برای بدست آوردن موارد زیر مستقر می‌شوند: ‎‏ ... بازنمایی‌ها از کاربران و لباس‌ها یادگیری از ‎‏ ... جی‌ان‌ان مدل دنبال می‌کند الف چند- شیوه انجام وظیفه ژائو و ال. [ [240](#_bookmark290) ] یک MIDGN پیشنهاد داد مدلی که گره‌گشایی را ترکیب می‌کند تعبیه کردن فضا و چند لایه تعبیه کردن انتشار، به دست آوردن ریزدانه کاربر ترجیح به سمت اقلام و بسته‌ها جزئیات از جی‌ان‌ان مدل‌ها برای بسته نرم افزاری توصیه هستند نشان داده شده در میز [۱۰.](#_bookmark36) در​ خلاصه، ‎‏ ... داده‌ها ورودی از بسته نرم افزاری توصیه می‌تواند باش خب نمایندگی شده به عنوان نمودار-

ساختاری داده‌ها، به ویژه برای ‎‏ ... بسته‌ها، که داشته باشند شده نمایندگی شده به عنوان الف مهربان از جدید گره ها

* + 1. *جی‌ان‌ان در دامنه متقابل توصیه.* با بهره‌گیری از قابلیت‌های قدرتمند، مبتنی بر GNN توصیه مدل دارد به تدریج پدیدار شد در ‎‏ ... دامنه متقابل توصیه،





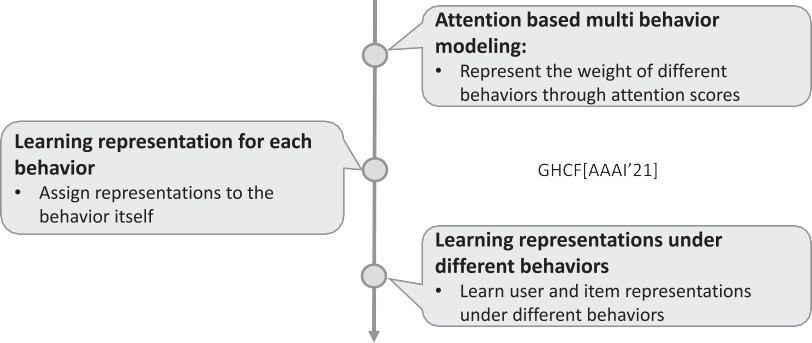
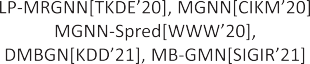
شکل ۱۶. تصویرسازی از مدل‌های GNN برای توصیه بین دامنه‌ای

میز ۱۱. (یا: ۱۱.) جزئیات از جی‌ان‌ان مدل‌ها از دامنه متقابل توصیه

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| مدل  پی پی جی ان [ [238](#_bookmark288) ] | نمودار شبکه ساخت و ساز طراحی برای اطلاعات انتقال  دامنه متقابل گراف بین دامنه‌ای انتشار | |
| بیت‌جی‌سی‌اف [ [109](#_bookmark159) ] | مختص دامنه نمودارها | رایج کاربر ویژگی‌ها |
| دن [ [170](#_bookmark220) ] | مختص دامنه نمودارها | دو شاخه رمزگشا |
| هیروگراف [ [35](#_bookmark85) ] | دامنه متقابل گراف | دامنه متقابل انتشار |
| DAGCN [ [58](#_bookmark108) ] | دامنه متقابل گراف | دامنه متقابل انتشار |

به عنوان نشان داده شده در شکل [۱۶. (۱۶](#_bookmark37) ) چالش‌ها شامل شدن چگونه به ساخت گراف و طراحی شبکه معماری به انتقال اطلاعات در سراسر دامنه‌ها، به عنوان نشان داده شده در میز [۱۱. (یا: ۱۱.](#_bookmark38) ) ژائو و ال. [ [238](#_bookmark288) ] ساختن​ دامنه متقابل گراف با به اشتراک گذاشته شده کاربران و اقلام از چندگانه دامنه‌ها پیشنهادی تعبیه PPGN انتشار لایه‌ها می‌تواند خب یاد بگیرید ‎‏ ... کاربران ترجیحات روی چندگانه دامنه‌ها اقلام زیر الف چند وظیفه ای یادگیری چارچوب. لیو و ال. [ [109](#_bookmark159) ] پیشنهاد دادن ‎‏ ... دو جهته دانش ترانس- فر توسط در خصوص ‎‏ ... به اشتراک گذاشته شده کاربران به عنوان ‎‏ ... پل جی‌ان‌ان لایه‌ها هستند اتخاذ شده به اهرم ‎‏ ... اتصال مرتبه بالا در ‎‏ ... مورد کاربر تعامل گراف برای بهتر ترجیح یادگیری، و سپس آن فیوزهای رایج ویژگی‌ها با مختص دامنه ویژگی‌ها. گو و ال. [ [58](#_bookmark108) ] ساخت ‎‏ ... گراف برای هر کدام حوزه اصلی و مستقر کردن مختص دامنه جی‌سی‌ان لایه‌ها برای یادگیری مخصوص کاربر جاسازی‌ها نویسندگان آن را با مکانیسم‌های توجه برای انتخاب تطبیقی همسایه‌های مهم در طول [ فرآیند] ترکیب می‌کنند. تعبیه کردن انتشار. وانگ و ال. [ [170](#_bookmark220) ] پیشنهاد دادن یک رمزگذار-رمزگشا چارچوب کجا رمزگذار​ است اجرا شده توسط گراف کانولوشن شبکه‌ها. به طور خاص، ‎‏ ... GCN ها هستند مستقر در ‎‏ ... مورد کاربر تعامل نمودارها کوی و ال. [ [35](#_bookmark85) ] پیشنهاد می‌کند به ساخت الف ناهمگن نمودار، که در آن کاربران و اقلام در چندگانه دامنه‌ها می‌تواند باش خب گنجانده شده است. مبتنی بر GNN تعبیه کردن تکثیر​ است مستقر شده روی چندگانه دامنه‌ها، کجا الف کاربر/مورد می‌تواند مستقیماً جذب کردن ‎‏ ... اطلاعات از متفاوت دامنه‌ها، کجا مکرر توجه شبکه‌ها هستند استفاده شده به تمایز قائل شدن مهم نزدیک- به طور خلاصه، توصیه بین دامنه‌ای یک تعریف کلی است که موارد خاص مختلفی را پوشش می‌دهد. تنظیمات. برای مثال، یکی تنظیم ممکن است فرض کنید که ‎‏ ... کاربر می‌تواند باش همپوشانی دارند، در حالی که ممکن است تنظیمات دیگری برعکس باشد.

* + 1. *GNN در توصیه‌های چند رفتاری.* انواع مختلف رفتارها می‌توانند اطلاعات زیادی را در اختیار سیستم توصیه‌گر قرار دهند که به سیستم توصیه‌گر کمک می‌کند به یاد بگیرید ‎‏ ... کاربر نیت‌ها بهتر، بدین وسیله در حال بهبود ‎‏ ... توصیه عملکرد. برای



شکل ۱۷. تصویرسازی از جی‌ان‌ان مدل‌ها برای چند رفتاری توصیه.

توصیه کننده سیستم‌ها مبتنی بر روی گراف عصبی شبکه‌ها، مبتنی بر روی استاندارد مورد کاربر گراف‌های دوبخشی ، ‎‏ ... چندگانه انواع از رفتارها بین کاربران و اقلام می‌تواند به طور طبیعی باش مدل‌سازی شده به عنوان متفاوت انواع از لبه‌ها بین گره ها بنابراین، بیشترین از ‎‏ ... چند رفتاری روش‌های توصیه مبتنی بر روی گراف عصبی شبکه‌ها هستند مبتنی بر روی ناهمگن نمودارها با این حال، ‎‏ ... تمرکز از چند رفتاری توصیه است (1) چگونه به مدل ‎‏ ... رابطه بین چندگانه رفتار کردن- iors و رفتار هدف و (2) نحوه مدل‌سازی معنایی آیتم از طریق رفتار، که در شکل [17 نشان داده شده است](#_bookmark39) .

به مدل ‎‏ ... اثر از کمکی رفتارها روی هدف رفتارها، ‎‏ ... ساده‌ترین روش است به مستقیماً​ مدل همه انواع از رفتارها بدون با در نظر گرفتن ‎‏ ... تفاوت‌ها بین رفتارها ژانگ و ال. [ [235](#_bookmark285) ] ساخت همه کاربر رفتارها در یکی گراف و انجام دادن گراف کانولوشن عملیات. وانگ [ [۱۷۷](#_bookmark227) ، [۱۷۸](#_bookmark228) ] عصاره‌ها هر کدام رفتار از ‎‏ ... گراف به ساخت الف زیرگراف، سپس یاد می‌گیرد از​ زیرگراف، و بالاخره مصالح از طریق ‎‏ ... دروازه سازی مکانیزم. چن و ال. [ [17](#_bookmark67) ] پیشنهادی شهودی روش که اختصاص می‌دهد الف نمایندگی به کاربران، اقلام، و رفتارها در ‎‏ ... فرآیند انتشار ، ‎‏ ... بازنمایی‌ها از لبه‌ها و همسایه گره‌ها نیاز به باش مرکب اول به به دست آوردن یک جدید گره نمایندگی، و سپس آن می‌تواند باش اعمال شده به ‎‏ ... جی‌ان‌ان روش. از طریق ‎‏ ... ترکیب​ عملیات، ‎‏ ... نمایندگی از ‎‏ ... گره است ذوب شده با متفاوت انواع از رفتارها شیا و همکاران [ [206](#_bookmark256) ] همچنین مکانیسم تجمیع را در شبکه کانولوشن گراف برای توضیح بیشتر، دوباره طراحی کردند. به طور مدل ‎‏ ... تأثیر از متفاوت انواع از رفتار. جین و ال. [ [78](#_bookmark128) ] اختصاص دادن متفاوت قابل یادگیری وزن‌ها به متفاوت لبه‌ها به مدل ‎‏ ... اهمیت از ‎‏ ... رفتارها در علاوه بر این، به گرفتن پیچیده چند رفتاری روابط، برخی کار می‌کند تکیه کردن روی دانش. برای مثال، شیا و ال. [ [207](#_bookmark257) ] یاد بگیرید بازنمایی‌ها​ در متفاوت رفتار فضاها و سپس تزریق کردن زمانی زمینه‌ای اطلاعات به بازنمایی‌ها به مدل ‎‏ ... کاربر رفتار دینامیک، و سرانجام، از طریق ‎‏ ... توجه مکانیسم ، تبعیض قائل شدن ‎‏ ... بیشترین مهم روابط و رفتارها برای ‎‏ ... پیش‌بینی شده هدف قرار دادن. شیا و ال. [ [208](#_bookmark258) ] استفاده متاگراف شبکه‌ها به یاد بگیرید متا دانش برای متفاوت رفتارها و سپس انتقال دهید ‎‏ ... یاد گرفت فرا دانش بین متفاوت انواع از رفتارها

در علاوه بر این به مدل‌سازی ‎‏ ... نفوذ از متفاوت انواع از رفتارها، متفاوت رفتارها ممکن است حاوی متفاوت معانی یا معناشناسی برای مثال، برای اقلام اضافه شد به الف خرید سبد خرید، کاربران ممکن است داشته باشند مشابه ترجیحات برای آنها، یا اینها اقلام داشته باشند الف مکمل رابطه و به طور کلی نیاز دارند به باش خریداری شده در ‎‏ ... همان زمان. اگر اینها اقلام هستند متصل از طریق الف نمودار، سپس نمایش آیتم می‌تواند بهبود یابد. برای نمایش بهتر آیتم، یو و همکاران [ [223](#_bookmark273) ] نه فقط اتصال مرتبط اقلام در ‎‏ ... گراف اما همچنین ساخت الف جدید گراف از ‎‏ ... دسته که ‎‏ ... اقلام تعلق داشتن به، که است استفاده شده به افزایش ‎‏ ... نمایندگی از ‎‏ ... مورد آن نیازها به ساخت مورد​ گراف جداگانه، و آنجا هستند همچنین برخی کار می‌کند که انجام دادن نه ساخت ‎‏ ... گراف جداگانه و مستقیماً در ‎‏ ... مورد کاربر ناهمگن گراف توسط با استفاده از متا-مسیر یا مرتبه دوم همسایه‌ها،

میز ۱۲. جزئیات از GNN مدل‌ها برای توصیه چند رفتاری

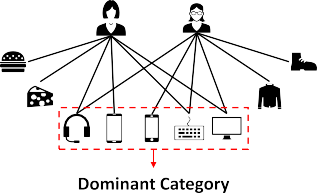
|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| مدل | نمودار ساخت و ساز | طراحی شبکه | چند رفتاری مدل‌سازی |
| MB-GMN [ [208](#_bookmark258) ] | مورد کاربر گراف | جی‌سی‌ان / گات | رفتار نمایندگی |
| KHGT [ [207](#_bookmark257) ] | آیتم-کاربر/آیتم-آیتم گراف | گات | وزن |
| MBGCN [ [78](#_bookmark128) ] | مورد کاربر گراف | گات | وزن |
| MGNN-SPred [ [177](#_bookmark227) ] | مورد-مورد گراف | جی‌سی‌ان | وزن |
| ام‌جی‌ان‌ان [ [235](#_bookmark285) ] | مورد کاربر گراف | جی‌سی‌ان | گره نمایندگی |
| LP-MRGNN [ [178](#_bookmark228) ] | مورد-مورد گراف | جی‌سی‌ان | وزن |
| GNNH [ [223](#_bookmark273) ] من | tem-item/category-category انگور | ساعت GCN | مورد نمایندگی |
| GNMR [ [206](#_bookmark256) ] | مورد کاربر گراف | گات | وزن |
| دی‌ام‌بی‌جی‌ان [ [212](#_bookmark262) ] | مورد-مورد گراف | جی‌سی‌ان | نمودار نمایندگی |
| جی اچ سی اف [ [17](#_bookmark67) ] | مورد کاربر گراف | جی‌سی‌ان | تعبیه لبه |

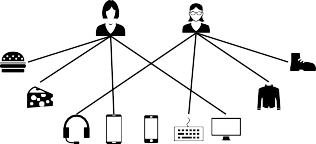
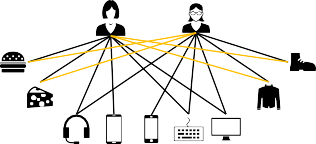
کجا مشابه اقلام هستند تجمیع شده به افزایش آنها نمایندگی [ [78](#_bookmark128) ، [۲۰۷](#_bookmark257) ]. اینها آثار جزئیات در جدول [12 ارائه شده است](#_bookmark40) .

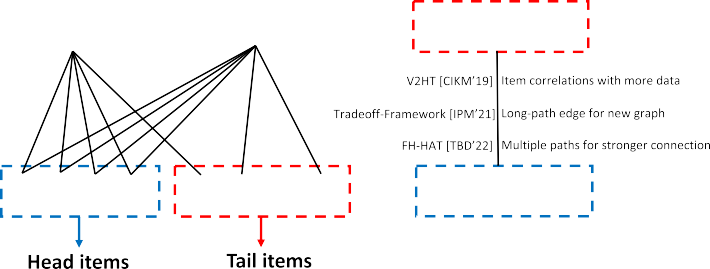
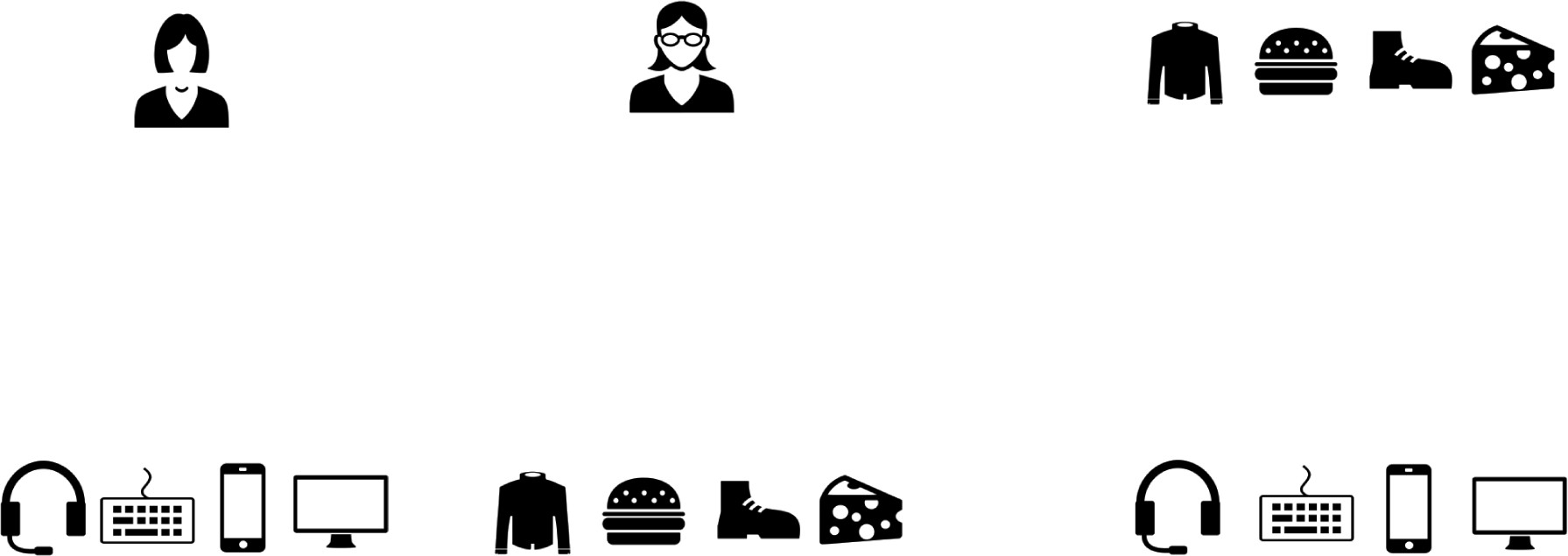
## جی‌ان‌ان برای متفاوت توصیه اهداف

* + 1. *جی‌ان‌ان برای تنوع.* برای سطح فردی تنوع، بازیابی شده اقلام از توصیه کننده سیستم- این موضوعات باید موضوعات بیشتری مانند دسته‌های مختلف محصولات یا ژانرهای مختلف موسیقی را پوشش دهند. بنابراین، استفاده از GNN برای افزایش تنوع مستلزم آن است که جاسازی‌های کاربرِ آموخته‌شده نزدیک به هم باشند. به مورد جاسازی‌ها با مختلف موضوعات. با این حال، به عنوان ‎‏ ... تعبیه کردن تجمیع عملیات در جی‌ان‌ان باعث می‌شود کاربر جاسازی‌ها بستن به جاسازی‌ها از اقلام که هستند تعامل داشت در تاریخی سوابق، جی‌ان‌ان ممکن است دلسرد کردن تنوع توسط توصیه کردن هم بسیاری مشابه اقلام که تعلق داشتن به ‎‏ ... موضوع غالب در کاربران تعامل تاریخ. برای مثال، ‎‏ ... یاد گرفت تعبیه کردن از جی‌ان‌ان برای الف کاربر چه کسی عمدتاً با لوازم الکترونیکی تعامل دارد؟ ممکن است خیلی به جاسازی‌های اقلام الکترونیکی نزدیک باشد و این باعث شود جی‌ان‌ان فقط توصیه کردن الکترونیک به این کاربر، که منجر می‌شود به کم تنوع. بنابراین، به غلبه بر اول چالش از ضعیف سیگنال‌ها از محروم مباحث، تلاش‌ها داشته باشند شده ساخته شده به با ساختن زیرگراف‌های متنوع، اهمیت موضوعات غالب (الکترونیک در مثال بالا) را محدود کنید . از ‎‏ ... اصلی مورد کاربر دو بخشی نمودار به طور خاص، خورشید و ال. [ [159](#_bookmark210) ] پیشنهاد دادن مدلی به نام **فیلترینگ مشارکتی گراف بیزی (BGCF)** که گراف‌های افزوده را می‌سازد با گره کپی کردن [ [135](#_bookmark185) ] از مرتبه بالا همسایه‌ها، چنین که اقلام از متنوع مباحث با ارتفاع بالا شباهت می‌تواند باش مستقیماً متصل به کاربر گره ها ژنگ و ال. [ [242](#_bookmark292) ] پیشنهاد دادن **شبکه‌های پیچشی گراف متنوع (DGCN)** و نمونه‌گیری همسایگی متعادل‌شده را انجام می‌دهند که وزن موضوعات غالب را کاهش داده و اهمیت موضوعات محروم را در گره‌های همسایه افزایش می‌دهد. شکل [۱۹](#_bookmark41) نشان می‌دهد ‎‏ ... مقایسه بین بی جی سی اف و دی‌جی‌سی‌ان روی گراف ساخت و ساز برای تنوع. در همین حال، به آدرس ‎‏ ... دوم چالش از متعادل سازی بین دقت و تنوع، BGCF آیتم‌های برتر را بر اساس محبوبیتشان دوباره رتبه‌بندی می‌کند و DGCN از یادگیری تخاصمی استفاده می‌کند. روی ‎‏ ... مورد جاسازی‌ها، که تشویق می‌کند جی‌ان‌ان به گرفتن کاربر ترجیحات که هستند تا حد زیادی مستقل- وابسته به دسته بندی اقلام، که تنوع توصیه را بیشتر بهبود می‌بخشد. مقایسه‌ها در شکل [18 نشان داده شده است](#_bookmark42) .

در مورد تنوع در سطح سیستم، هدف اصلی کشف موارد مرتبط‌تر از داده‌های بلندمدت است. دم آنهایی، که داشته باشند زیاد کمتر آموزش نمونه‌ها از آن محبوب اقلام. به آدرس ‎‏ ... سیگنال‌های ضعیف از دم بلند اقلام، لی و ال. [ [94](#_bookmark143) ] پیشنهاد دادن الف مدل نامیده می شود V2HT به ساخت یک مورد نموداری که کاوش می‌کند مورد همبستگی‌ها با خارجی دانش. به طور خاص، چهار انواع از لبه‌ها هستند معرفی شده ، که اتصال مکرر اقلام و دم بلند اقلام. سپس چندگانه جی‌سی‌ان لایه‌ها هستند انباشته شده، که منتشر می‌کند خوب آموزش دیده جاسازی‌ها از مکرر اقلام به کم تمرین جاسازی‌ها از دم دراز اقلام. در این راه، دم بلند مورد جاسازی‌ها از بالاتر کیفیت هستند به دست آمده، از آنجایی که آنها را به اشتراک بگذارید اطلاعات از مکرر اقلام؛ بنابراین، سطح سیستم تنوع است بهبود یافته با بیشتر توصیه در مورد اقلام دنباله‌دار.

شکل ۱۸. تصویرسازی از بی جی سی اف [ [159](#_bookmark210) ] و دی‌جی‌سی‌ان [ [242](#_bookmark292) ] روی دستیابی به سطح فردی تنوع.



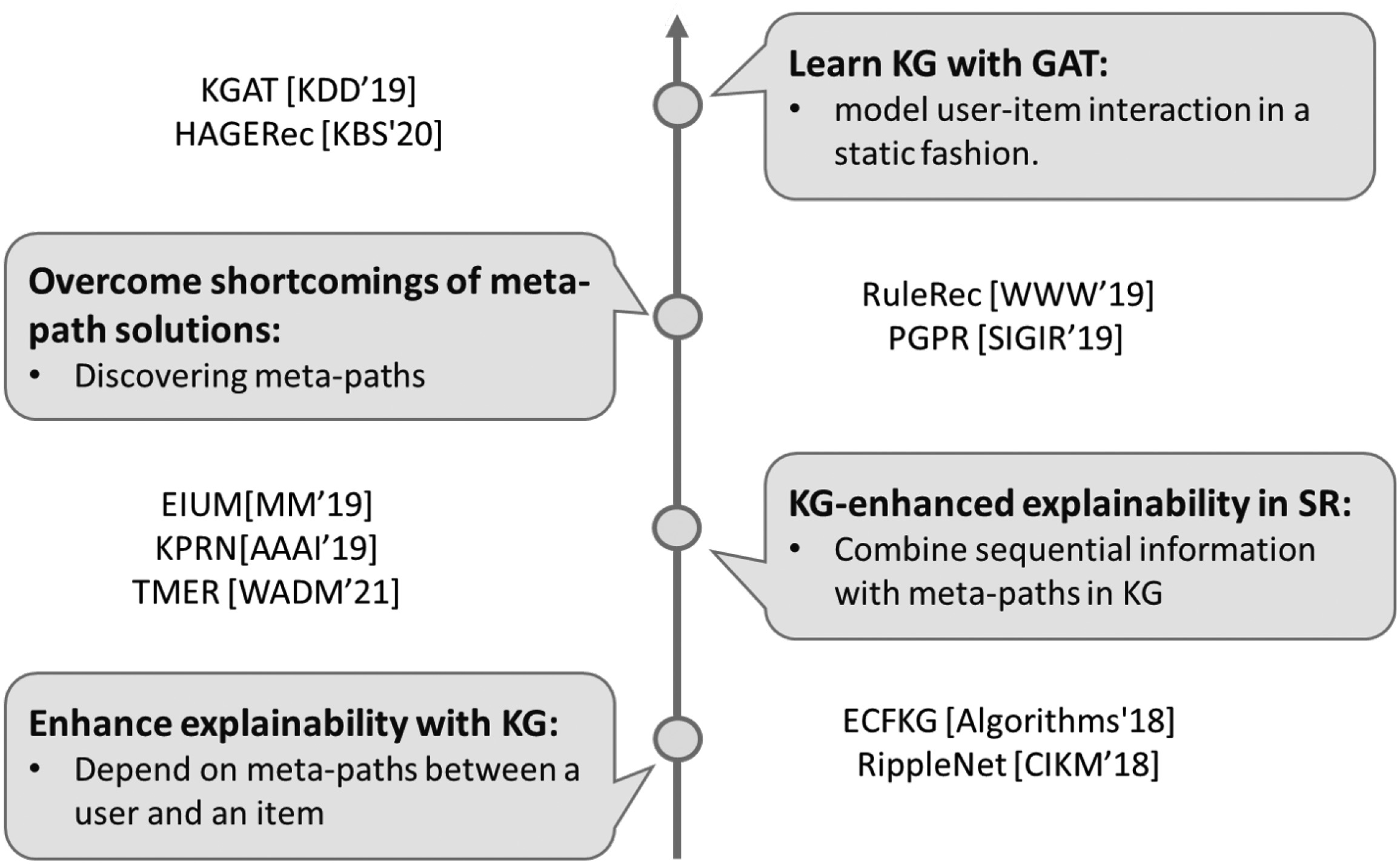
شکل ۱۹. (یا: ۱۹) تصویرسازی از V2HT [ [94](#_bookmark143) ]، کلاه FH [ [214](#_bookmark264) ]، و چارچوب بده‌بستان [ [76](#_bookmark126) ] روی دستیابی به تنوع در سطح سیستم

میز ۱۳. (یا: ۱۳.) جزئیات از جی‌ان‌ان مدل‌ها برای متنوع توصیه (چگونه آنها آدرس چالش‌ها)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| مدل | ضعیف ترجیح سیگنال‌ها | دقت-تنوع تعادل |
| بی جی سی اف [ [159](#_bookmark210) ] | گره کپی کردن | رتبه‌بندی مجدد |
| دی‌جی‌سی‌ان [ [242](#_bookmark292) ] | همسایه نمونه‌برداری | خصمانه آموزش |
| V2HT [ [94](#_bookmark143) ] | استفاده کردن مورد همبستگی‌ها | - |
| کلاه FH [ [214](#_bookmark264) ] | ناهمگن گراف | تنوع ضرر |
| چارچوب بده‌بستان [ [76](#_bookmark126) ] | ان. ان. و اف ان گراف | مفصل آموزش |

علاوه بر این، چند مطالعه [ [76](#_bookmark126) ، [214](#_bookmark264) ] از GNN برای بهبود تنوع در سطح فردی و در سطح سیستم استفاده می‌کنند . به طور خاص، شیه و ال. [ [214](#_bookmark264) ] پیشنهاد دادن اف اچ-گات، که آدرس‌ها ‎‏ ... چالش از سیگنال‌های ضعیف را با ساخت یک نمودار تعامل ناهمگن برای بیان ترجیحات متنوع کاربر، شناسایی می‌کند. اتلاف مبتنی بر شباهت همسایه روی گراف ناهمگن انجام می‌شود تا دقت و تنوع را متعادل کند. ایصوفی و ال. [ [76](#_bookmark126) ] پیشنهاد دادن دو جی‌سی‌ان روی ‎‏ ... **نزدیکترین همسایه (ان. ان.)** گراف و ‎‏ ... گراف **دورترین همسایه (FN) ،** کجا ان. ان. تضمین‌ها دقت و اف ان افزایش می‌دهد ‎‏ ... ضعیف سیگنال‌ها از متنوع اقلام. در همین حال، ‎‏ ... دو جی‌سی‌ان هستند به طور مشترک بهینه شده با الف هایپرپارامتر به دستیابی به الف بده بستان بین دقت و تنوع. میز [۱۳](#_bookmark43) نشان می‌دهد ‎‏ ... تفاوت‌ها در میان ‎‏ ... بالا رویکردها.

* + 1. *جی‌ان‌ان برای قابلیت توضیح.* با گسترش GNN، محققان نیز تلاش‌هایی انجام می‌دهند به بهبود بخشیدن ‎‏ ... توضیح پذیری از توصیه کننده سیستم‌ها با GNN ها قدرت از مدل‌سازی منطقی ۱۰۰۰ روابط، همانطور که در شکل [20 نشان داده شده است](#_bookmark44) . هی و همکارانش [ [64](#_bookmark114) ] یک گراف ناهمگن با سه نوع ساختند از گره‌ها، از جمله ‎‏ ... کاربر، ‎‏ ... مورد، و ‎‏ ... جنبه ( خاص مورد ملک استخراج شده از متن بررسی‌ها). بنابراین، آنها بازیگران ‎‏ ... توصیه وظیفه به الف سه تایی رابطه رتبه بندی



شکل ۲۰. (یا: ۲۰) تصویرسازی از جی‌ان‌ان مدل‌ها برای قابل توضیح توصیه.

وظیفه و پیشنهاد دادن تری‌رنک با الف بالا مدرک از توضیح پذیری توسط صریحاً مدل‌سازی جنبه‌های در بررسی‌ها.

الهام گرفته توسط این کار، ‎‏ ... دنبال کردن تحقیق بیشتر کاوش می‌کند غنی اطلاعات در ابعاد کاربران و اقلام، به طور کلی سازمان یافته در ‎‏ ... فرم از دانش نمودار، به افزایش ‎‏ ... قابلیت توضیح [ [236](#_bookmark286) ]. آی و همکاران [ [5](#_bookmark55) ] یک نمودار دانش با موجودیت‌ها، یعنی کاربران و اقلام، و روابط، مثلاً «کاربر A کالای B *متعلق به آن را خریداری کرد » می‌سازند. به* دسته C. علاوه بر این، آنها هر موجودیت را جاسازی می‌کنند. برای توصیه و اتخاذ کردن ‎‏ ... کوتاه‌ترین رابطه مسیر بین الف کاربر و یک مورد در​ دانش گراف به نشان دادن ‎‏ ... توصیه توضیحات متفاوت از جداگانه استفاده کردن مبتنی بر جاسازی و مبتنی بر مسیر روش‌ها مانند آی و ال. [ [5](#_bookmark55) ]، وانگ و ال. [ [171](#_bookmark221) ] پیشنهادی یک چارچوب سرتاسری، RippleNet، که دو توصیه مبتنی بر گراف دانش را ترکیب می‌کند . روش‌ها با هم. اینجا، ‎‏ ... دانش گراف شامل ‎‏ ... مرتبط دانش از ‎‏ ... موارد توصیه شده، مانند نوع و نویسنده یک فیلم. در این به این ترتیب، توضیحات را می‌توان با ‎‏ ... مسیر بین کاربران تاریخ به یک مورد با بالا نمرات.

مبتنی بر فرامسیر استفاده از دانش گراف می‌تواند همچنین فایده دیگر خاص توصیه وظایف، مثلاً، متوالی توصیه [ [75](#_bookmark125) ، [۱۸۵](#_bookmark235) ]. هوانگ و ال. [ [75](#_bookmark125) ] عصاره فرامسیرهای معنایی بین الف کاربر و یک مورد از دانش گراف به کمک متوالی توصیه. علاوه بر این، آنها رمزگذاری و رتبه ‎‏ ... متا-مسیرها به تولید کردن ‎‏ ... توصیه فهرست، و این متا-مسیرها همچنین نشان دادن ‎‏ ... مربوطه توضیح. به طور مشابه، وانگ و ال. [ [185](#_bookmark235) ] همچنین بهره‌گیری از دانش گراف به بهبود بخشیدن ‎‏ ... عملکرد از ‎‏ ... متوالی توصیه وظیفه و رمزگذاری ‎‏ ... متا-مسیر بین الف کاربر و یک مورد با مکرر عصبی شبکه‌ها. چن و ال. [ [21](#_bookmark71) ] مدل بیشتر ‎‏ ... زمانی متا-مسیرها توسط گرفتن تاریخی مورد ویژگی‌ها و تعریف‌شده توسط مسیر زمینه با شبکه‌های عصبی.

با این حال، اینها مبتنی بر فرامسیر راه حل ها نیز با برخی چالش‌ها در این زمینه مواجه هستند چگونه به دست آوریم اینها متا-مسیرها [ [121](#_bookmark171) ، [۲۱۱](#_bookmark261) ]. اول، از آنجایی که از پیش تعریف شده متا-مسیرها نیاز داشتن گسترده دامنه دانستن- لبه، ما و همکاران [ [121](#_bookmark171) ] به طور مشترک کشف قوانین استقرایی (فرامسیرها) را از مورد- محور ترکیب می‌کنند. دانش نمودار، که تجهیز می‌کند ‎‏ ... چارچوب با توضیح پذیری و ‎‏ ... یادگیری از یک مدل توصیه مبتنی بر قانون. علاوه بر این، برای غلبه بر مشکلات محاسباتی شمارش همه پتانسیل متا-مسیرها، شیان و ال. [ [211](#_bookmark261) ] جایگزین کردن ‎‏ ... شمارش روش با تقویت استدلال رویکرد به شناسایی مناسب متا-مسیرها برای مقیاس پذیری.

علاوه بر این مبتنی بر فرامسیر راه حل ها، وانگ و ال. [ [180](#_bookmark230) ] پیشنهاد دادن الف جدید روش نامگذاری شده **نمودار دانش توجه شبکه (کیلوگرم)** ، کجا ‎‏ ... توجه مکانیسم می‌تواند پیشنهاد توضیح پذیری به

میز ۱۴. جزئیات از جی‌ان‌ان مدل‌ها برای قابل توضیح توصیه

طراحی شبکه مدل برای توضیح‌پذیری ECFKG [ [5](#_bookmark55) ] GE مبتنی بر فرامسیر فرامسیر بیش از دانش گراف ریپل‌نت [ [171](#_bookmark221) ] متا-مسیر مبتنی بر GraphSage متا-مسیر بیش از دانش گراف اییوم [ [75](#_bookmark125) ] فرامسیر مبتنی بر مسیر متای GE بیش از دانش گراف

کی پی آر ان [ [185](#_bookmark235) ] فرامسیر مبتنی بر مسیر متای GE بیش از دانش گراف

TMER [ [21](#_bookmark71) ] GE مبتنی بر فرامسیر فرامسیر روی نمودار دانش و وابستگی زمانی RuleRec [ [121](#_bookmark171) ] GE مبتنی بر متا-مسیر، متا-مسیر را روی گراف دانش کشف کرد

PGPR [ [211](#_bookmark261) ] GE مبتنی بر متا-مسیر، متا-مسیر را روی گراف دانش کشف کرد KGAT [ [180](#_bookmark230) ] مکانیسم توجه GAT

HAGERec [ [219](#_bookmark269) ] توجه GAT مکانیسم

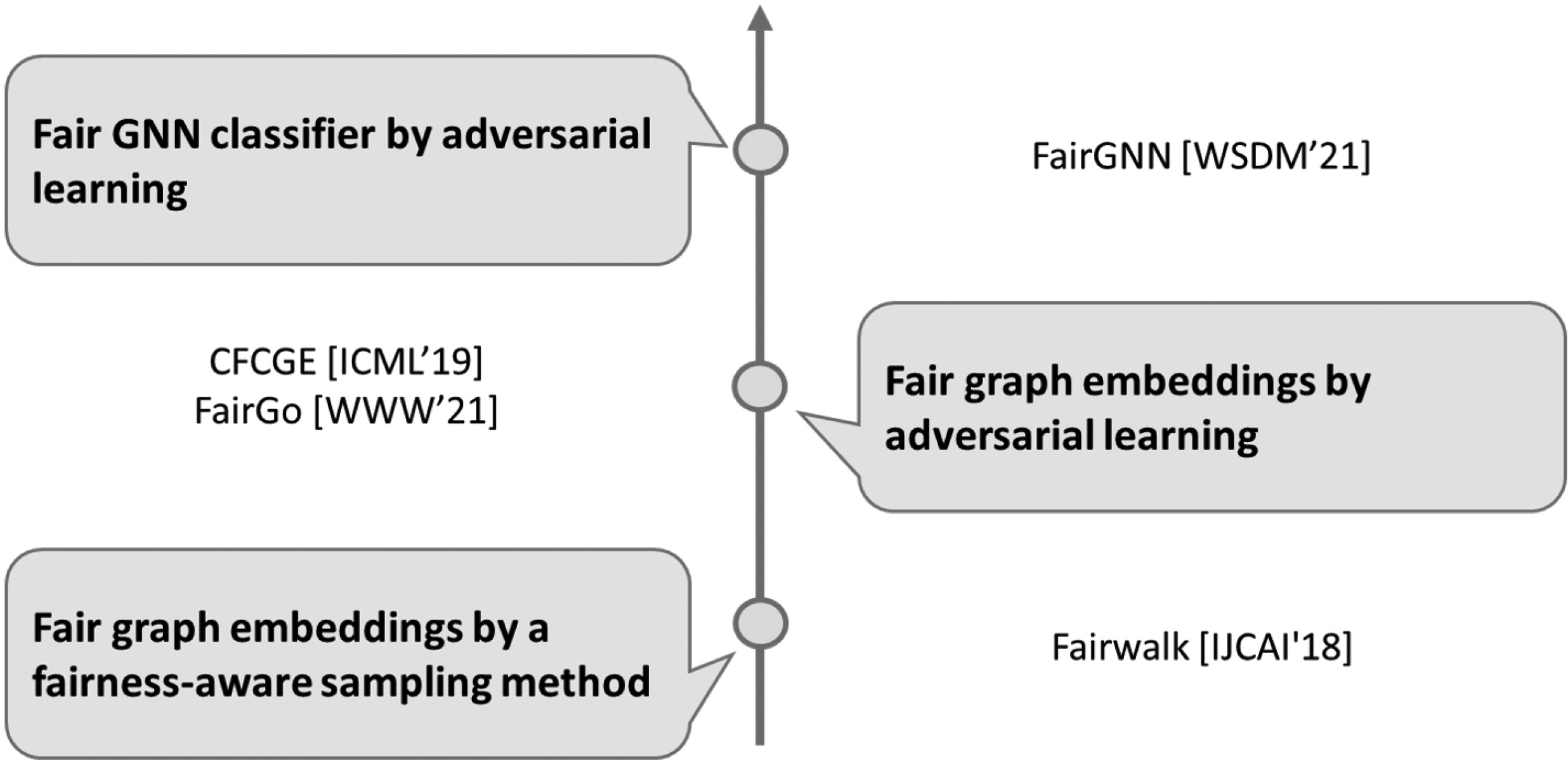
برخی وسعت. یانگ و ال. [ [219](#_bookmark269) ] توسعه دادن الف سلسله مراتبی توجه گراف کانولوشن شبکه برای مدل‌سازی روابط مرتبه بالاتر در نمودار دانش ناهمگن، که در آن قابلیت توضیح نیز ... وابسته روی ‎‏ ... توجه مکانیزم. توضیح پذیری در توصیه شامل می‌شود طراحی​ قابل توضیح مدل و پیدا کردن توضیحات برای آن مدل‌ها بدون توضیح پذیری (چنین به عنوان الف جعبه سیاه مدل). که است، ‎‏ ... قابل توضیح مدل می‌تواند به طور طبیعی تولید کردن قابل توضیح توصیه​ نتایج. همانطور که برای مبتنی بر GNN توصیه مدل‌ها برای توضیح پذیری، آنها می‌تواند استفاده کردن مسیرهای روی ناهمگن نمودارها یا دانش نمودارها به تولید کردن توصیه. از آنجایی که ‎‏ ... مدل معماری صریح و قابل توضیح است، آنها در دسته اول از نظر قابلیت توضیح طبقه‌بندی می‌شوند. توصیه. ما مقایسه ‎‏ ... فنی جزئیات در میز [۱۴. (یا: ۱۴](#_bookmark45) ) موجود کار می‌کند از توصیه مبتنی بر GNN برای توضیح پذیری عمدتاً عصاره ‎‏ ... روابط بین ویژگی‌ها یا رفتارهایی با توصیه نتایج، که نادیده می‌گیرد ‎‏ ... علیت، که ممکن است سرب به اشتباه توضیحات طراحی مناسب سببی استنباط روش‌ها به گراف عصبی مبتنی بر شبکه مدل‌ها است مهم و امیدوارکننده.

* + 1. *جی‌ان‌ان برای انصاف.* با وجود ‎‏ ... قدرت از گراف داده‌ها در توصیه، آن ممکن است ارث بردن یا حتی تقویت کردن تبعیض و ‎‏ ... اجتماعی تعصب در توصیه [ [36](#_bookmark86) ، [۱۴۷](#_bookmark197) ، [۱۹۵](#_bookmark245) ]. گذشته تحقیق دارد اثبات شده که مقایسه شده با مدل‌ها که فقط اتخاذ کردن گره ویژگی‌ها، ‎‏ ... کاربر بی‌انصافی بزرگنمایی شده است به دلیل به ‎‏ ... استفاده از گراف سازه‌ها [ [36](#_bookmark86) ].

به مهار کردن ‎‏ ... انصاف مسئله در توصیه، برخی محققان پیشنهاد دادن به یاد بگیرید منصفانه تعبیه‌های گراف [ [10](#_bookmark60) ، [۱۴۷](#_bookmark197) ، [۱۹۵](#_bookmark245) ]. رحمان و ال. [ [147](#_bookmark197) ] گسترش دادن ‎‏ ... شناخته شده گراف تعبیه کردن روش، نود۲وِک [ [56](#_bookmark106) ]، به الف بیشتر منصفانه نسخه، فِیرواک، که می‌تواند تولید کردن الف بیشتر متنوع شبکه نزدیک- نمایش محله برای توصیه‌های اجتماعی با نمونه‌برداری از گره بعدی بر اساس حساسیت آن سیتیو صفات. بنابراین، همه گره‌ها حساس ویژگی‌ها هستند ضروری و اجتناب‌ناپذیر. بوز و ال. [ [10](#_bookmark60) ] پیشنهاد دادن یک خصمانه چارچوب به کوچک کردن ‎‏ ... حساس اطلاعات در گراف جاسازی‌ها با الف تبعیض- طبیعت اعمال زور ‎‏ ... انصاف محدودیت‌ها علاوه بر این، با در نظر گرفتن ‎‏ ... ارزیابی‌ها از انصاف می‌تواند متغیر، انصاف محدودیت‌ها هستند انعطاف‌پذیر طبق به ‎‏ ... وظیفه با این حال، مشابه به فِیرواک [ [147](#_bookmark197) ]، همه گره‌ها حساس ویژگی‌ها هستند مورد نیاز است. وو و ال. [ [195](#_bookmark245) ] یاد بگیرید منصفانه جاسازی‌ها برای توصیه از یک مبتنی بر گراف دیدگاه. آنها پیشنهاد دادن فیرگو، که اتخاذ می کند الف مبتنی بر گراف خصمانه یادگیری روش به نقشه جاسازی‌ها از هر توصیه مدل‌ها به الف فضای فیلتر شده برای اطلاعات حساس ، بنابراین نشت احتمالی اطلاعات حساس از هر دو منبع اصلی را از بین می‌برد. تعبیه‌های توصیه و ساختارهای گرافیکی کاربر محور. در واقع، به جز یادگیری منصفانه جاسازی‌ها، دای و ال. [ [36](#_bookmark86) ] پیشنهاد دادن فیر جی‌ان‌ان، که یاد می‌گیرد منصفانه جی‌ان‌ان طبقه‌بندی‌کننده‌ها با محدود شناخته شده ویژگی‌های حساس در یک الگوی یادگیری تخاصمی با محدودیت‌های انصاف. متفاوت از انصاف گراف جاسازی‌ها، منصفانه جی‌ان‌ان طبقه‌بندی‌کننده‌ها هستند به اطمینان حاصل کردن گره طبقه بندی وظیفه (بلکه از گراف جاسازی‌ها) مستقل از حساس داده‌ها علاوه بر این، آنها توسعه دادن مبتنی بر GNN داده‌های حساس برآوردگرها به غلبه بر ‎‏ ... مسئله از گم شده حساس داده‌ها در ‎‏ ... واقعی جهان. ما مقایسه جزئیات فنی در جدول [۱۵](#_bookmark46) .

میز ۱۵. جزئیات از جی‌ان‌ان مدل‌ها برای منصفانه توصیه

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| مدل | شبکه طراحی | دستیابی انصاف |
| فِیرواک [ [147](#_bookmark197) ] | نود۲وِک (جنرال الکتریک) | یادگیری منصفانه گراف جاسازی‌ها توسط نمونه‌برداری |
| سی‌اف‌سی‌جی‌ای [ [10](#_bookmark60) ] | ثابت جنرال الکتریک | یادگیری منصفانه گراف جاسازی‌ها توسط خصمانه یادگیری |
| فیرگو [ [195](#_bookmark245) ] | هت‌گنن (GNN) | یادگیری منصفانه گراف جاسازی‌ها توسط خصمانه یادگیری |
| FairGNN [ [36](#_bookmark86) ] | گراف‌سیج (GNN) | یادگیری منصفانه جی‌ان‌ان طبقه‌بندی‌کننده‌ها توسط خصمانه یادگیری |



شکل ۲۱. تصویرسازی از جی‌ان‌ان مدل‌ها برای منصفانه توصیه.

در کوتاه، موجود مبتنی بر GNN توصیه مدل‌ها برای دستیابی به انصاف، به عنوان نشان داده شده در شکل-​ [۲۱](#_bookmark47) ، همیشه سرب به عملکرد قطره به برخی وسعت، مستلزم راه حل ها برای آدرس‌دهی معضل بده بستان.

## جی‌ان‌ان برای خاص توصیه کاربردها

شبکه‌های عصبی گراف همچنین به طور گسترده برای رسیدگی به چالش‌های خاص در کاربردهای مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرند. بخش‌ها از توصیه کننده سیستم‌ها. همانطور که برای تجارت الکترونیک/محصول توصیه، بیشترین از ‎‏ ... آثار موجود داشته باشند شده معرفی شده در ‎‏ ... بالا بخش‌ها لی و ال. [ [100](#_bookmark150) ] پیشنهاد دادن به پشته چندگانه ماژول‌های GNN و استفاده الف قطعی خوشه‌بندی الگوریتم به کمک بهبود بخشیدن ‎‏ ... کارایی از جی‌ان‌ان در مقیاس بزرگ تجارت الکترونیک برنامه های کاربردی. لیو و ال. [ [112](#_bookmark162) ] پیشنهاد دادن به اهرم ‎‏ ... توپولوژی از روابط بین اقلام برای ساختمان گراف عصبی شبکه‌ها در تجارت الکترونیک توصیه. همانطور که برای ‎‏ ... نقطه-از- علاقه توصیه، جی‌جی‌ال‌آر [ [13](#_bookmark63) ] استفاده می‌کند ‎‏ ... توالی از نقاط مورد توجه الف کاربر بازدید کرد به ساخت ‎‏ ... نقطه مورد نظر- نقطه مورد نظر نمودار، کجا ‎‏ ... لبه‌ها بین نقاط مورد توجه نشان دادن ‎‏ ... فرکانس از کاربران به طور متوالی بازدید کردن دو نقاط مورد علاقه. ژانگ و همکاران [ [231](#_bookmark281) ] پیشنهاد می‌کنند که شبکه‌های اجتماعی و تعاملات کاربر-آیتم را با هم ترکیب کنند، که مستقر می‌کند تعبیه کردن تجمیع روی هر دو اجتماعی-مرتبط کاربران و بازدید کرد نقاط مورد توجه (POIs). همانطور که برای اخبار توصیه، هو و همکاران [ [71](#_bookmark121) ] پیشنهاد دادن به معرفی کردن ‎‏ ... ترجیح جداسازی [ [179](#_bookmark229) ] به ‎‏ ... کاربر-اخبار تعبیه کردن انتشار.

آنجا هستند بسیاری دیگر کاغذها برای خاص برنامه های کاربردی، اما آنها می‌تواند باش خب دسته‌بندی‌شده به و پوشیده شده توسط ‎‏ ... متناظر مراحل، سناریوها، و اهداف، و بدین ترتیب ما حذف کردن آنها اینجا.

# باز مشکلات و آینده دستورالعمل‌ها

## بیشتر مجتمع GNN ها

* + 1. *GNN عمیق‌تر.* با توجه به مشکل هموارسازی بیش از حد، مطالعات بیشتر و بیشتری بر افزایش صحیح لایه‌های GNN برای ثبت همبستگی‌های اتصال مرتبه بالاتر روی نمودارها تمرکز می‌کنند. خب به عنوان بهبود بخشیدن مدل‌ها عملکرد [ [20](#_bookmark70) ، [۸۸](#_bookmark138) ، [۱۵۰](#_bookmark200) ، [۲۵۱](#_bookmark301) ]. با وجود اینها پیشرفت‌ها، آنجا است خیر

جهانی راه حل برای ساختن خیلی عمیق جی‌ان‌ان مانند سی‌ان‌ان، و مربوطه کار می‌کند پیشنهاد دادن متفاوت استراتژی‌ها. لای و همکاران [ [88](#_bookmark138) ] یک فراسیاست برای انتخاب تطبیقی تعداد انتشار برای هر گره گراف از طریق آموزش با **تقویت توسعه می‌دهند. یادگیری (RL)** . نتایج آزمایش نشان می‌دهد که جزئی گره‌ها نیاز داشتن بیشتر از سه انتشار لایه‌ها به تقویت مدل عملکرد. رونگ و ال. [ [150](#_bookmark200) ] تسکین دادن ‎‏ ... بیش از حد صاف کردن مشکل توسط به طور تصادفی برداشتن گراف لبه‌ها، کدام عمل می‌کند؟ به عنوان الف انتقال پیام کاهش دهنده کلودیو و ال. [ [51](#_bookmark101) ] در نظر بگیرید جی‌ان‌ان به عنوان الف پویا سیستم، و یاد گرفت بازنمایی‌ها هستند ‎‏ ... سیستم ثابت امتیازها دنبال کردن این فرض، ‎‏ ... دگرگون کننده- بخش ماتریس در انتشار است اول ثابت تحت پایداری شرایط. علاوه بر این، فقط جاسازی‌ها در روش یادگیری به‌روزرسانی می‌شوند و ماتریس آموزش داده نمی‌شود. به این ترتیب، GNN می‌تواند آموزش ببیند. سریع‌تر و برو عمیق تر. لی و ال. [ [92](#_bookmark142) ] انتقال ‎‏ ... مفاهیم از باقیمانده/متراکم اتصالات و گشاد شده پیچش‌ها از سی‌ان‌ان‌ها به کمک کردن عمیق تر GNN ها. همانطور که برای آینده کار می‌کند، ‎‏ ... عملکرد جهش در مقایسه با GNN های کم عمق فعلی، باید یک مشکل اساسی در توسعه شبکه‌های بسیار عمیق باشد. GNN ها، مانند پیشگامانه کار می‌کند در ‎‏ ... منطقه از سی‌ان‌ان [ [74](#_bookmark124) ، [۱۶۴](#_bookmark214) ]. در ‎‏ ... همان زمان، ‎‏ ... محاسبه و زمان پیچیدگی باید همچنین باش قابل قبول.

* + 1. *پویا جی ان ان* موجود مبتنی بر GNN توصیه مدل‌ها هستند تقریباً مبتنی بر روی استاتیک​ نمودار، به عنوان ذکر شده بالا، در حالی که آنجا هستند فراوان از *دینامیک* در توصیه کننده سیستم‌ها. برای برای مثال، در توصیه‌های ترتیبی یا توصیه‌های مبتنی بر جلسه، داده‌های کاربران ... جمع‌آوری‌شده در الف پویا شیوه، به طور طبیعی. در علاوه بر این، مدل‌سازی ‎‏ ... پویا کاربر ترجیحات است یکی از ‎‏ ... بیشترین بحرانی چالش‌ها در اینها توصیه سناریوها در علاوه بر این، ‎‏ ... پلتفرم ممکن است به صورت پویا کاربران جدید را درگیر کند، محصولات جدید، ویژگی‌های جدید، و بنابراین روی، که ژست‌ها چالش‌ها به شبکه‌های عصبی گراف ایستا. اخیراً، شبکه‌های عصبی گراف پویا [ [93](#_bookmark144) ، [123](#_bookmark173) ] توجه زیادی را به خود جلب کرده‌اند. توجه، که عملیات انتشار جاسازی را روی گراف‌های ساخته‌شده به صورت پویا اعمال می‌کند. با توجه به ‎‏ ... تکامل زمانی ملک از توصیه کننده سیستم‌ها، ‎‏ ... پویا گراف عصبی مبتنی بر شبکه توصیه مدل اراده باش الف نویدبخش تحقیق جهت با گسترده کاربردها در دنیای واقعی.
    2. *کارایی و مقیاس‌پذیری در بزرگتر جی ان ان* اوایل کار می‌کند روی جی‌ان‌ان دنبال کردن ‎‏ ... تمام دسته گرادیان​ نزول الگوریتم، کجا ‎‏ ... کل مجاورت ماتریس است ضرب شده روی ‎‏ ... گره جاسازی‌ها در طول هر کدام استنباط قدم، که می‌تواند نه رسیدگی دنیای واقعی توصیه کننده سیستم‌ها، از آنجایی که ‎‏ ... عدد- بر از گره‌ها و لبه‌ها می‌تواند رسیدن الف سطح میلیون مقیاس. الف اخیر کار [ [239](#_bookmark289) ] حتی پیشنهاد می‌کند الف مبتنی بر GNN راه حل برای هر دو ‎‏ ... جستجو کردن و توصیه موتورها، که نتایج در بالاتر الزامات​ از محاسباتی کارایی. همیلتون و ال. پیشنهاد دادن گراف‌سیج [ [62](#_bookmark112) ]، که اجرا می‌کند همسایه نمونه‌برداری و فقط به‌روزرسانی‌ها ‎‏ ... مرتبط زیرگراف در عوض از ‎‏ ... کل گراف در طول هر کدام استنباط قدم نمونه‌برداری استراتژی است همچنین اتخاذ شده در الف تعداد کمی دیگر کار می‌کند [ [22](#_bookmark73) ، [۲۹](#_bookmark79) ]، که کاهش می‌دهد ‎‏ ... محاسبه پیچیدگی از جی‌ان‌ان و بهبود می‌بخشد ‎‏ ... مقیاس پذیری. یینگ و ال. [ [222](#_bookmark272) ] با موفقیت اعمال کردن گراف‌سیج به مقیاس وب توصیه کننده سیستم‌ها، که می‌تواند به طور کارآمد محاسبه جاسازی‌ها برای میلیاردها از اقلام. برخی دیگر کار می‌کند [ [45](#_bookmark96) ] طراحی خاص فراخوانی پرس‌وجو شتاب استراتژی‌هایی برای یک کارآمد توصیه. در علاوه بر این، الف تعداد کمی متن‌باز ابزارها داشته باشند شده منتشر شد که می‌تواند شتاب دادن ‎‏ ... تحقیق و توسعه از مبتنی بر GNN توصیه، چنین به عنوان پی‌جی [ [48](#_bookmark98) ]، دی جی ال [ [174](#_bookmark224) ]، و علی‌گراف [ [252](#_bookmark302) ]. اخیراً، الف گراف یادگیری سیستم با هر دو اثربخشی و مقیاس‌پذیری ، افلاطون جی ال [ [103](#_bookmark153) ]، دارد شده پیشنهاد شده. آن فراهم می‌کند الف عملی راه حل به ترکیب کردن GNN در مقیاس بزرگ با زمان واقعی توصیه، الف بنیادی مشکل برای امروز صنعتی توصیه‌ها . ما ارجاع به دیگری نظرسنجی [ [1](#_bookmark51) ] برای جزئیات روی محاسبات و شتاب دهنده جی ان ان

با وجود این رویکردهای موجود، دستیابی به توصیه مبتنی بر GNN در مقیاس بزرگ هنوز یک چالش است. کار چالش برانگیز، به خصوص در مرحله رتبه بندی که هزاران ویژگی در آن دخیل هستند، که منجر به در الف بزرگ و پیچیده ناهمگن نمودار

## پیشرفته ماشین یادگیری روش‌ها

* + 1. *خود-نظارتی جی ان ان*  مستقیم نظارت از تعامل داده‌ها است نسبتاً پراکنده در مقایسه با ‎‏ ... مقیاس از ‎‏ ... نمودار بنابراین، آن است لازم به شامل شدن بیشتر نظارت سیگنال‌هایی از ‎‏ ... گراف ساختار خودش یا ‎‏ ... توصیه وظیفه برای مثال، یو و ال. [ [227](#_bookmark277) ] و وو وت ال. [ [194](#_bookmark244) ] تلاش به افزایش مبتنی بر GNN توصیه توسط طراحی کمکی وظایف از ساختار گراف با نظارت خودکار. از افزایش داده‌ها مانند حذف گره برای این منظور استفاده می‌شود. تولید کردن نمونه جفت‌ها برای متضاد آموزش. ما باور آن است الف نویدبخش آینده جهت برای بهره‌گیری از وظایف خودنظارتی بیشتر برای یادگیری نمایش‌های معنادار و قوی برای سیستم‌های توصیه‌گر مبتنی بر GNN.
    2. *بهبود یافته با AutoML جی ان ان* توصیه سناریوها هستند متنوع و به طور گسترده متفاوت از هر کدام دیگر؛ بنابراین، آنجا وجود دارد خیر نقره گلوله جی‌ان‌ان مدل که می‌تواند تعمیم دادن در سراسر همه سناریوها. اخیراً، **AutoML (یادگیری خودکار ماشین)** [ [221](#_bookmark271) ] پیشنهاد شده است که می‌تواند به طور خودکار مدل‌های مناسب را برای وظایف خاص طراحی کند. برای توصیه مبتنی بر GNN، جستجو فضا است کاملاً بزرگ، از جمله چندگانه گزینه‌ها برای ‎‏ ... همسایه نمونه بردار، جمع کننده، تعامل​ تابع، و بنابراین روی. در نتیجه، اتوام‌ال می‌تواند، به الف عالی وسعت، کاهش دادن انسان تلاش در کشف پیشرفته مدل سازه‌ها الف تعداد کمی کار می‌کند [ [54](#_bookmark104) ، [72](#_bookmark122) ] داشته باشند شده پیشنهادی که جستجو برای ترکیب لایه‌های GNN و تجمیع همسایه‌ها. بنابراین، طراحی الگوریتم‌های AutoML برای جستجوی مبتنی بر GNN توصیه کننده سیستم‌ها [ [188](#_bookmark238) ] است الف نویدبخش آینده جهت.

## دیگران

* + 1. *درباره طبقه‌بندی. در این بررسی، ما یک طبقه‌بندی برای* توصیه مبتنی بر GNN ارائه کرده‌ایم ، در که ما بحث کردن ‎‏ ... موجود کار می‌کند از چهار جنبه‌ها: مرحله، سناریو، هدف و کاربرد. در اینجا، ما مسیرهای مهم آینده را پس از طبقه‌بندی ارائه شده مورد بحث قرار می‌دهیم.
       - **صحنه.**  سنتی توصیه تقسیم می‌کند ‎‏ ... کل توصیه فرآیند به چندین​ مراحل عمدتاً به دلیل به ‎‏ ... خیلی بزرگ اندازه از ‎‏ ... اصلی نامزد استخر (میلیون یا حتی میلیارد). که است، متفاوت مراحل از توصیه کننده موتورها داشته باشند متفاوت الزامات برای

مدل‌ها. در حال حاضر، با ‎‏ ... سریع رشد از محاسبات قدرت، ‎‏ ... مرزها بین متفاوت​ مراحل دریافت بیشتر و بیشتر تار، که می‌تواند باش فهمیده شد در دو چین‌ها اول، مدل​ در ‎‏ ... رتبه بندی مرحله شروع می‌شود به گرفتن الف اندازه بزرگ مورد استخر و چندگانه کاربر رفتارها به ملاحظه. دوم، ‎‏ ... چندگانه اهداف در ‎‏ ... رتبه‌بندی مجدد مرحله، چنین به عنوان تنوع، می‌تواند همچنین باش به دست آمده توسط ‎‏ ... مدل از ‎‏ ... به یاد بیاورید مرحله یا رتبه بندی مرحله، سازی ‎‏ ... مرحله رتبه‌بندی مجدد چندان ضروری نیست.

* + - * **سناریو.** با ‎‏ ... سریع توسعه از آنلاین اطلاعات خدمات، توصیه سناریوها نیز به سرعت در حال تغییر هستند. برای مثال، کاربر می‌تواند با توصیه‌گر تعامل داشته باشد

سیستم‌ها بیشتر به طور فعال توسط چت کردن با ‎‏ ... ربات، تعریف شده به عنوان الف جدید سناریو از محاوره ای توصیه، که ما اراده بحث کردن در جزئیات بعداً. اخیراً، برخی کار می‌کند [ [239](#_bookmark289) ] در نظر بگیرید ‎‏ ... جستجو و توصیه همزمان، دو هسته مفاهیم از اطلاعات بازیابی، که سعی در طراحی یک مدل شبکه عصبی گراف یکپارچه برای ارائه دو نوع خدمات دارند.

* + - * **اهداف.** کارهای موجود در زمینه مدل‌های توصیه مبتنی بر GNN تلاش زیادی را صرف کرده‌اند. در دستیابی به مختلف اهداف، از جمله دقت، تنوع، توضیح پذیری، انصاف، و بنابراین

روی. با این حال، آنها هستند هنوز رنج از ‎‏ ... بده بستان معضل، در که فقط یکی هدف می‌توانند به طور همزمان بهینه شوند. اخیراً، برخی از کارهای مربوط به توصیه مبتنی بر یادگیری عمیق، چنین به عنوان ام‌ام‌او‌ای [ [120](#_bookmark170) ]، PLE [ [165](#_bookmark215) ]، و بنابراین روی، مورد مطالعه چگونه به مستقر کردن چندگانه جداگانه مدل‌ها، هر کدام از که است طراحی شده به سمت یکی عینی، و سپس بهینه سازی آنها با هم. ما

باور که اینها تکنیک‌ها در چند هدفه یادگیری می‌تواند همچنین باش خب استفاده شده در پرداختن به بده بستان در مبتنی بر GNN توصیه مدل‌ها.

* + - * **برنامه‌ها.** از یک طرف، یک سیستم توصیه‌گر قدرتمند به سیستم‌های موجود غیرشخصی‌سازی‌شده کمک می‌کند . کاربردها جذب کردن بیشتر کاربران و ترویج پلتفرم سود. روشن ‎‏ ... دیگر

دست، تکیه داده روی آن فایده از هر دو سمت کاربر و سمت پلتفرم، ‎‏ ... توصیه کننده سیستم می‌تواند ایجاد برخی از اشکال جدید برنامه‌ها، مانند توصیه‌های میکرو ویدیو در TikTok. در این برنامه‌ها که محتوا دارای ویژگی‌های فراوانی است، به‌کارگیری مدل‌های شبکه عصبی گراف چندوجهی در هر دو زمینه درک محتوا و مدل‌سازی رفتار کاربر، یک جهت تحقیقاتی امیدوارکننده است.

* + 1. *کیلوگرم-تقویت‌شده توصیه با جی ان ان* اخیر تحقیق دارد نشان داده شده ‎‏ ... قدرت​ کیلوگرم در توصیه توسط غنی سازی ‎‏ ... مورد کاربر دو بخشی گراف با دانش [ [53](#_bookmark103) ]. مشخص- کالی، ‎‏ ... استفاده از دانش گراف با جی‌ان‌ان به طور قابل توجهی آدرس‌ها برخی عملی مسائل در توصیه کننده سیستم‌ها [ [53](#_bookmark103) ]، برای مثال، سرد شروع مشکل [ [42](#_bookmark92) ، [۲۳۲](#_bookmark282) ] و پویایی [ [163](#_bookmark213) ]. علاوه بر این ، دانش گراف همچنین پیشنهادات الف رمان راه حل به برخی سناریوها در توصیه‌ها، مثلاً متوالی توصیه [ [75](#_bookmark125) ، [۱۸۵](#_bookmark235) ]، و اهداف، مثلاً، توضیح پذیری [ [140](#_bookmark190) ، [۱۸۰](#_bookmark230) ، [۲۱۹](#_bookmark269) ]. آنجا هستند قبلاً بسیاری کار می‌کند، از جمله کی جی سی ان [ [172](#_bookmark222) ]، ک گات [ [180](#_bookmark230) ]، کیگین [ [182](#_bookmark232) ]، و بنابراین روی. در حال حاضر، ‎‏ ... اکثریت​ از تحقیق اول استفاده می‌کند جی‌ان‌ان به یاد بگیرید جاسازی‌ها از دانش نمودارها و سپس این جاسازی‌ها را در مدل توصیه بگنجانید تا یک مدل سرتاسری آموزش داده شود [ [169](#_bookmark219) ]. بنابراین، ما نقطه بیرون که ‎‏ ... استفاده از کیلوگرم در توصیه با جی‌ان‌ان می‌تواند باش بیشتر تقویت شده از ‎‏ ... دیدگاه‌ها از داده‌ها، سناریو، و مدل. به طور خاص، ‎‏ ... گنجانیده شده کیلوگرم عمدتاً سوابق ‎‏ ... غنی مورد-مورد روابط، مثلاً، فیلم الف تعلق دارد به دسته بندی ب [ [53](#_bookmark103) ]، اما دانش کاربر -کاربر فاقد تعریف رسمی و قابل قبول است و بنابراین اساساً نادیده گرفته می‌شود. آینده کار می‌تواند در نظر بگیرید خلق کردن کاربر محور کیلوگرم مبتنی بر روی فراوان دانش در جامعه‌شناسی. علاوه بر این، با در نظر گرفتن آن موفقیت در سناریوها، چنین به عنوان متوالی توصیه [ [75](#_bookmark125) ، [۱۸۵](#_bookmark235) ]، آن است نویدبخش که ‎‏ ... اهرم از کیلوگرم می‌توانست بیشتر افزایش توصیه کیفیت از ‎‏ ... جنبه‌های که نیاز داشتن بیشتر خارجی دانش، چنین به عنوان تنوع و انصاف. علاوه بر این، موجود روش‌ها از اعمال نفوذ کیلوگرم در توصیه نمی‌تواند به طور کامل مدل پیچیده روابط بین الف کاربر و الف ویژه- سیفیک مورد یا آن صفات. بنابراین، طراحی الف بهتر چارچوب به کنده‌کاری بیرون اینها پیچیده روابط، مسیر آینده‌ی دیگری است.
    2. *محاوره‌ای توصیه با جی ان ان* در سیستم‌های توصیه‌گر موجود، ممکن است وجود داشته باشد ‎‏ ... مسئله از اطلاعات عدم تقارن که ‎‏ ... سیستم می‌تواند فقط تخمین کاربران ترجیحات مبتنی بر روی آنها *از نظر تاریخی* رفتار *جمع‌آوری‌شده* داده‌ها به آدرس آن، اخیراً، محاوره ای ( تعاملی) توصیه تحقیقات [ [89](#_bookmark139) , [۱۱۵](#_bookmark165) ، [۱۶۲](#_bookmark212) ، [204](#_bookmark254) ] پیشنهادی الف جدید پارادایم در که کاربران تعامل دارند با ‎‏ ... اطلاعات سیستم از طریق گفتگوها، و سپس جدید داده‌ها می‌تواند باش به طور پویا جمع‌آوری می‌شود. به طور خاص، کاربران می‌توانند با سیستم چت کنند تا صریحاً مصرف خود را اعلام کنند. موارد پیشنهادی را درخواست یا ارائه بازخورد مثبت/منفی می‌دهد. در مورد کارهای آینده، پیشرفت‌ها در نمایندگی یادگیری با گراف عصبی شبکه‌ها می‌تواند باش ترکیب شده با ترجیح یادگیری در ‎‏ ... محاوره ای توصیه.

# نتیجه‌گیری

آنجا است الف سریع توسعه از گراف عصبی شبکه مدل‌ها در ‎‏ ... تحقیق میدان از توصیه کننده سیستم‌ها. این مقاله فراهم می‌کند یک گسترده نظرسنجی به طور سیستماتیک ارائه ‎‏ ... چالش‌ها، روش‌ها و مسیرهای آینده در این حوزه. نه تنها تاریخچه توسعه، بلکه جدیدترین آنها نیز پیشرفت‌ها هستند خب پوشیده شده و معرفی کرد. ما امید این نظرسنجی می‌تواند خب کمک هر دو جونیور و باتجربه محققان در ‎‏ ... نسبی مناطق.

# منابع

1. سرجی آبادال، آکشای جین، روبرت گیرادو، خورخه لوپز-آلونسو و ادوارد آلارکون. 2021. گراف محاسباتی عصبی شبکه‌ها: بررسی از الگوریتم‌ها تا شتاب‌دهنده‌ها. *محاسبات. سرو.* 54، 9 (2021)، 1–38.
2. هیمن عبدالله پوری، رابین برک و بامشاد مبشر. 2017. کنترل سوگیری محبوبیت در یادگیری به رتبه توصیه. در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... یازدهم ای سی ام کنفرانس روی توصیه‌گر سیستم‌ها* . ۴۲–۴۶.
3. هیمان عبدالله پوری، مسعود منصوری، رابین برک و بامشاد مباشر. 2019. ناعادلانه محبوبیت تعصب در توصیه. در *مجموعه مقالات کارگاه RecSys در مورد توصیه در محیط‌های چند ذینفعی (RMSE)* . 1-7.
4. هیمان عبدالله پوری، مسعود منصوری، رابین بورک، و بامشاد مبشر ۲۰۲۰. (۲۰۲۰) اتصال بین پاپ- قطبیت تعصب، کالیبراسیون، و انصاف در توصیه. در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... چهاردهم ای سی ام کنفرانس روی توصیه‌گر سیستم‌ها* . ۷۲۶–۷۳۱.
5. چینگیائو آی، وحید عزیزی، زو چن و یونگ فنگ ژانگ. 2018. یادگیری تعبیه‌های پایگاه دانش ناهمگون برای توصیه‌های قابل توضیح. *الگوریتم‌ها* ۱۱، ۹ (۲۰۱۸)، ۱۳۷.
6. تینگ بای، یوجی ژانگ، بن وو، و جیان یون نی. ۲۰۲۰. (۲۰۲۰) نمودار زمانی عصبی شبکه‌ها برای توصیه اجتماعی. در *مجموعه مقالات ‎‏ ... IEEE کنفرانس بین‌المللی روی بزرگ داده‌ها* . ۸۹۸–۹۰۳.
7. رابرت م. بل و یهودا کورن ۲۰۰۷. درس‌ها از ‎‏ ... جایزه نتفلیکس چالش. *خبرنامه ACM SIGKDD. کاوش.* 9 2 (2007)، 75-79.
8. ریان ون دن برگ، توماس ن. کیپف، و مکس ولینگ ۲۰۱۸. (۲۰۱۸) نمودار کانولوشن ماتریس تکمیل. در *مجموعه مقالات از روز یادگیری عمیق KDD* . 1-7.
9. الکس بوتل، جیلین چن، تولسی دوشی، های کیان، لی وی، یی وو، لوکاش هلدت، ژه ژائو، لیچان هنگ، اد اچ. چی، و ال. ۲۰۱۹. (۲۰۱۹) انصاف در توصیه رتبه بندی از طریق به صورت جفتی مقایسه‌ها در *مجموعه مقالات بیست و پنجمین ACM SIGKDD کنفرانس بین‌المللی کشف دانش و داده‌کاوی* . ۲۲۱۲–۲۲۲۰.
10. آویشک بوز و ویلیام همیلتون، ۲۰۱۹ محدودیت‌های انصاف ترکیبی برای تعبیه‌های گراف در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... بین‌المللی کنفرانس روی ماشین یادگیری* . پی ام ال آر، ۷۱۵–۷۲۴.
11. دشنگ کای، شنگشنگ کیان، کوان نیش، ژوئن هو، ونکوی دینگ، و چانگشنگ خو ۲۰۲۲. ناهمگن گراف متضاد یادگیری شبکه برای شخصی‌سازی‌شده میکرو ویدئو توصیه. *IEEE ترانس. مولتیم* (۲۰۲۲)، ۱–۱.
12. دا کائو، لیچیانگ نی، Xiangnan او، شیائوچی وی، شونژی ژو، و تات-سنگ چوا ۲۰۱۷. جاسازی فاکتورگیری مدل‌ها برای به طور مشترک توصیه کردن اقلام و کاربر تولید شده فهرست‌ها در *مجموعه مقالات چهلمین دوره بین‌المللی ACM SIGIR کنفرانس تحقیق و توسعه در بازیابی اطلاعات* . 585-594.
13. بورو چانگ، گوانگ‌هون جانگ، سئویون کیم، و جیوو کانگ ۲۰۲۰. (۲۰۲۰) یادگیری مبتنی بر گراف جغرافیایی نهفته نمایندگی برای توصیه‌های مربوط به موضوع مورد نظر. در *مجموعه مقالات ‎‏ ... بیست و نهم ای سی ام بین‌المللی کنفرانس روی اطلاعات و دانش مدیریت* . ۱۳۵-۱۴۴.
14. جیانشین چانگ، چن گائو، Xiangnan او، Depeng جین، و یانگ لی. ۲۰۲۰. (۲۰۲۰) بسته توصیه با گراف باهم- تکاملی شبکه‌ها. در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... چهل و سومین بین‌المللی ای سی ام سیگر کنفرانس روی تحقیق و توسعه در بازیابی اطلاعات* . ۱۶۷۳–۱۶۷۶.
15. جیانشین چانگ، چن گائو، یو ژنگ، ییقون هوی، یانان نیو، یانگ آهنگ، Depeng جین، و یانگ لی. ۲۰۲۱. (یا: ۲۰۲۱) متوالی توصیه با گراف عصبی شبکه‌ها. در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... چهل و چهارمین بین‌المللی ای سی ام سیگر کنفرانس روی تحقیق و توسعه در اطلاعات بازیابی*​ ۳۷۸–۳۸۷.
16. چن چن، جی گوئو و بین سونگ. 2021. انتقال توجه دوگانه در توصیه مبتنی بر جلسه با چند- ابعادی ادغام. در *مجموعه مقالات چهل و چهارمین کنفرانس بین‌المللی ACM SIGIR در زمینه تحقیق و توسعه در بازیابی اطلاعات* . ۸۶۹–۸۷۸.
17. چونگ چن، ویجی ما، حداقل ژانگ، ژاووی وانگ، Xiuqiang او، چن یانگ وانگ، ییقون لیو، و شاوپینگ ما. ۲۰۲۱. توصیه چند رابطه‌ای ناهمگن گراف. در *مجموعه مقالات کنفرانس AAAI در مورد هوش مصنوعی هوش* ، جلد ۳۵. (یا: ۳۵.) ۳۹۵۸–۳۹۶۶.
18. چونگ چن، مین ژانگ، چنیانگ وانگ، ویجی ما، مین مینگ لی، ییکوب لیو و شائوپینگ ما. 2019. کارآمد تطبیقی انتقال عصبی شبکه برای آگاه به مسائل اجتماعی توصیه. در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... چهل و دومین بین‌المللی ای سی ام سیگر کنفرانس روی تحقیق و توسعه در اطلاعات بازیابی* . ۲۲۵-۲۳۴.
19. اغذیه فروشی چن، یانکای لین، وی لی، پنگ لی، جی ژو، و خو خورشید ۲۰۲۰. (۲۰۲۰) اندازه‌گیری و تسکین دهنده ‎‏ ... بیش از حد صاف کردن مسئله شبکه‌های عصبی گراف از دیدگاه توپولوژیکی. در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... AAAI کنفرانس روی مصنوعی هوش* ، جلد ۳۴. ۳۴۳۸–۳۴۴۵.
20. اغذیه فروشی چن، یانکای لین، وی لی، پنگ لی، جی ژو، و خو خورشید ۲۰۲۰. (۲۰۲۰) اندازه‌گیری و تسکین دهنده ‎‏ ... بیش از حد صاف کردن مسئله شبکه‌های عصبی گراف از دیدگاه توپولوژیکی. در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... AAAI کنفرانس روی مصنوعی* *هوش* ، جلد ۳۴. ۳۴۳۸–۳۴۴۵.
21. هونگسو چن، ییکونگ لی، شیانگگو سان، گواندونگ ژو و هنگجی یین. 2021. فرامسیر زمانی هدایت شده سابق قابل توجیه توصیه. در *مجموعه مقالات چهاردهمین کنفرانس بین‌المللی ACM در مورد جستجوی وب و داده‌کاوی* . ۱۰۵۶–۱۰۶۴.
22. جی چن، تنگفی ما، و کائو شیائو. 2018. FastGCN: یادگیری سریع با شبکه‌های کانولوشن گراف از طریق اهمیت نمونه‌برداری. در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... بین‌المللی کنفرانس روی یادگیری نمایندگی‌ها*​ ۱–۱۵.
23. لیانگ چن، یانگ لیو، شیانگ نان هه، لیانلی گائو و زیبین ژنگ. 2019. تطبیق کاربر با مجموعه آیتم: مشارکتی توصیه بسته با شبکه توجه عمیق. در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... بیست و هشتم بین‌المللی مفصل کنفرانس روی مصنوعی هوش* . ۲۰۹۵–۲۱۰۱.
24. تیانون چن و ریموند چی-وینگ وانگ. ۲۰۲۰. جابجایی اطلاعات ضرر از گراف عصبی شبکه‌ها برای جلسه- مبتنی بر توصیه. در *مجموعه مقالات بیست و ششمین کنفرانس بین‌المللی ACM SIGKDD در مورد کشف و توسعه دانش داده‌کاوی* . ۱۱۷۲–۱۱۸۰.
25. تیانون چن و ریموند چی-وینگ وانگ ۲۰۲۱. (یا: ۲۰۲۱) یک کارآمد و مؤثر چارچوب برای مبتنی بر جلسه اجتماعی توصیه. در *مجموعه مقالات چهاردهمین کنفرانس بین‌المللی ACM در مورد جستجوی وب و داده‌کاوی* . ۴۰۰–۴۰۸.
26. خو چن، یونگ‌فنگ ژانگ، و جی رانگ ون ۲۰۲۲. اندازه‌گیری چرا در توصیه کننده سیستم‌ها: الف جامع نظرسنجی روی ‎‏ ... ارزیابی از قابل توضیح توصیه. *آرشیو پیش از چاپ arXiv:2202.06466* (۲۰۲۲).
27. چن چنگ، هایقین یانگ، مایکل آر. لیو، و ایروین پادشاه. ۲۰۱۳. (۱۳۹۲) کجا شما مانند به برو بعدی: متوالی نقطه-از- علاقه توصیه. در *مجموعه مقالات بیست و سومین کنفرانس مشترک بین‌المللی هوش مصنوعی* . ۲۶۰۵–۲۶۱۱.
28. هنگ-تزه چنگ، لونت کوک، ارمیا هارمسن، تال لرزید، توشار چاندرا، هریشی آرادی، گلن اندرسون، گرگ کورادو، وی چای، مصطفی ایسپیر، و ال. ۲۰۱۶. عریض و عمیق یادگیری برای توصیه کننده سیستم‌ها. در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... اول کارگاه روی عمیق یادگیری برای توصیه‌گر سیستم‌ها* . ۷-۱۰.
29. وی لین چیانگ، Xuanqing لیو، سی سی، یانگ لی، سامی بنگیو، و چو-جویی هسیه ۲۰۱۹. (۲۰۱۹) خوشه-GCN: یک کارآمد الگوریتم- ریتم برای آموزش عمیق و بزرگ گراف کانولوشن شبکه‌ها. در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... بیست و پنجم ای سی ام سیگکد بین‌المللی کنفرانس روی دانش کشف و داده‌ها معدنکاری* . ۲۵۷–۲۶۶.
30. جنت چیکایزا و پریسیلا والدیویزو-دیاز ۲۰۲۱. (یا: ۲۰۲۱) الف جامع نظرسنجی از دانش مبتنی بر گراف توصیه- تعمیرکار سیستم‌ها: فناوری‌ها، توسعه، و مشارکت‌ها *اطلاعات* ۱۲، ۶ (۲۰۲۱)، ۲۳۲.
31. مینجین چوی، جین هانگ کیم، جونسوک لی، هیون جونگ شیم، و جونگوک لی ۲۰۲۲. راه رفتن S شکل: دقیق و مقیاس‌پذیر مبتنی بر جلسه توصیه با تصادفی پیاده روی می کند. در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... پانزدهم ای سی ام بین‌المللی کنفرانس روی وب جستجو و داده‌کاوی* . 150-160.
32. یونفی چو، جیانگ چائو یائو، چانگ ژو، و هونگشیا یانگ ۲۰۲۲. نمودار عصبی شبکه‌ها در مدرن توصیه کننده سیستم‌ها. در *گراف عصبی شبکه‌ها: بنیادها، مرزها، و کاربردها* . اشپرینگر، ۴۲۳–۴۴۵.
33. رابرت ب. سیالدینی و نوح جی. گلدشتاین ۲۰۰۴. (۱۳۸۳) اجتماعی نفوذ: انطباق و انطباق *آن کشیش روانشناسی*

۵۵ (۲۰۰۴)، ۵۹۱–۶۲۱.

1. پاول کاوینگتون، جی آدامز، و امره سارگین ۲۰۱۶. عمیق عصبی شبکه‌ها برای یوتیوب توصیه‌ها در *طرفدار- هدایا از ‎‏ ... دهم ای سی ام کنفرانس روی توصیه‌گر سیستم‌ها* . ۱۹۱–۱۹۸.
2. کیانگ کوی، تائو وی، یافنگ ژانگ و چینگ ژانگ. 2020. HeroGRAPH: یک چارچوب نمودار ناهمگن برای چند توصیه بین دامنه‌ای هدف. در *مجموعه مقالات ORSUM@ RecSys: سومین کارگاه آموزشی توصیه‌گر آنلاین مدل‌سازی سیستم‌ها و* کاربران
3. انیان دای و سوهانگ وانگ. ۲۰۲۱. به تبعیض نه بگویید: یادگیری شبکه‌های عصبی گراف منصفانه با محدودیت‌های حساس ویژگی اطلاعات. در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... چهاردهم ای سی ام بین‌المللی کنفرانس روی وب جستجو و داده‌ها معدن* ، ۶۸۰–۶۸۸.
4. جیمز دیویدسون، بنیامین لیبالد، جونینگ لیو، پالاش ناندی، تیلور ون ولت، اولاس گارگی، سوجوی گوپتا، یو او، مایک لمبرت، بلیک لیوینگستون، و ال. ۲۰۱۰. (۱۳۸۹) یوتیوب ویدئو توصیه سیستم. در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... چهارم ای سی ام کنفرانس روی توصیه‌گر سیستم‌ها* . ۲۹۳–۲۹۶.
5. چیلین دنگ، کای وانگ، مینگائو ژائو، ژنه زو، Runze وو، جیانرونگ تائو، چانگجی فن، و لیانگ چن ۲۰۲۰. (۲۰۲۰) بسته شخصی‌سازی‌شده توصیه در آنلاین بازی‌ها در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... بیست و نهم ای سی ام بین‌المللی کنفرانس روی اطلاعات و دانش مدیریت* . ۲۳۸۱–۲۳۸۸.
6. یو دنگ ۲۰۲۱. (یا: ۲۰۲۱) توصیه‌گر سیستم‌ها مبتنی بر روی گراف تعبیه کردن تکنیک‌ها: الف جامع مرور. *آرشیو پیش از چاپ arXiv:2109.09587* (۲۰۲۱).
7. ژی هونگ دنگ، چانگ دونگ وانگ، لینگ هوانگ، جیان هوانگ لای، و فیلیپ س. یو. ۲۰۲۲. جی ۳ اس آر: جهانی گراف هدایت شده

مبتنی بر جلسه توصیه. *IEEE ترانس. عصبی شبکه یاد بگیرید. سیستم* (۲۰۲۲)، ۱–۱۴.

1. ویرژینی دو، سام کوربت-دیویس، جمال عاطف و نیکولاس اوسونیر. 2022. صدور گواهینامه آنلاین برای آزمون‌های منصفانه مبتنی بر ترجیح نس برای شخصی‌سازی‌شده توصیه کننده سیستم‌ها. در *مجموعه مقالات کنفرانس AAAI در مورد هوش مصنوعی* ، جلد ۳۶. ۶۵۳۲–۶۵۴۰.
2. Shaohua Fan، Junxiong Zhu، Xiaotian Han، Chuan Shi، Linmei Hu، Biyu Ma و Yongliang Li. 2019. Metapath- هدایت شده ناهمگن گراف عصبی شبکه برای قصد توصیه. در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... بیست و پنجم ای سی ام سیگکد* *کنفرانس بین‌المللی کشف دانش و داده‌کاوی* . 2478-2486.
3. ونچی فن، یائو ما، چینگ لی، یوان هه، اریک ژائو، جیلیانگ تانگ و داوی یین. 2019. شبکه‌های عصبی گراف برای توصیه اجتماعی. در *مجموعه مقالات ‎‏ ... جهان عریض وب کنفرانس* . ۴۱۷–۴۲۶.
4. زیوی فن، ژیوی لیو، جیاوئی ژانگ، یون شیونگ، لی ژنگ، و فیلیپ س. یو. ۲۰۲۱. (یا: ۲۰۲۱) زمان پیوسته متوالی ضبط- تقدیر با زمانی گراف مشارکتی ترانسفورماتور در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... سی‌امین ای سی ام بین‌المللی کنفرانس در باب مدیریت اطلاعات و دانش* . ۴۳۳–۴۴۲.
5. چائو فنگ، دفو لیان، Xiting وانگ، ژنگ لیو، شینگ شی، و اونانگ چن ۲۰۲۳. تقویت مسیریابی روی تقریباً- تقلید گراف برای کارآمد توصیه. *ای سی ام ترانس. اطلاعات سیستم* ۴۱، ۱ (۲۰۲۳)، ۱۰۴۶–۸۱۸۸.
6. شانشان فنگ، خوتائو لی، یفنگ زنگ، گائو کنگ، یو منگ چی، و کوان یوان ۲۰۱۵. (۱۳۹۴) شخصی‌سازی‌شده رتبه بندی تعبیه متریک برای توصیه جدید POI بعدی. در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... بیست و چهارم بین‌المللی مفصل کنفرانس روی مصنوعی هوش* .
7. ییفان فنگ، هاوکسوان تو، زیژائو ژانگ، رونگرونگ جی، و یو گائو ۲۰۱۹. (۲۰۱۹) هایپرگراف عصبی شبکه‌ها. در *ادامه دهید- اینگز از ‎‏ ... AAAI کنفرانس روی مصنوعی هوش* ، جلد ۳۳. ۳۵۵۸–۳۵۶۵.
8. ماتیاس فی و جان اریک لنسن. ۲۰۱۹. سریع گراف نمایندگی یادگیری با پای‌تورچ هندسی. در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... کارگاه از بین‌المللی کنفرانس روی یادگیری بازنمایی‌ها* . ۱-۹.
9. الکس فوت، جاناتان بِرد، بصیر شریعت، و آسا بن هور. ۲۰۱۷. پروتئین رابط پیش‌بینی با استفاده از گراف پیچ و تاب- شبکه‌های اجتماعی. *پیشرفته. عصبی اطلاعات فرآیند. سیستم* 30 (2017)، 1–10.
10. ونجینگ فو، ژائوهویی پنگ، سنجانگ وانگ، یانگ خو، و جین لی. ۲۰۱۹. (۲۰۱۹) عمیقاً فیوز کردن نقد و بررسی‌ها و محتویات برای سرد شروع کاربران در دامنه متقابل توصیه سیستم‌ها. در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... AAAI کنفرانس روی مصنوعی هوش* ، جلد ۳۳. ۹۴–۱۰۱.
11. کلودیو گالیچیو و آلسیو میچلی. 2020. شبکه‌های عصبی گراف سریع و عمیق. در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... AAAI کنفرانس هوش مصنوعی* ، جلد ۳۴. ۳۸۹۸–۳۹۰۵.
12. چن گائو، Xiangning چن، فولی فنگ، کای ژائو، Xiangnan او، یانگ لی، و Depeng جین ۲۰۱۹. (۲۰۱۹) دامنه متقابل توصیه- توصیه بدون اشتراک گذاری مرتبط با کاربر داده‌ها در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... جهان عریض وب کنفرانس* . ۴۹۱–۵۰۲.
13. یانگ گائو، یی-فان لی، یو لین، هانگ گائو و لطیفور خان. 2020. یادگیری عمیق روی نمودار دانش برای پیشنهاددهنده سیستم: یک بررسی. *arXiv پیش از چاپ arXiv:2004.00387* (۲۰۲۰).
14. یانگ گائو، هونگ یانگ، پنگ ژانگ، چوان ژو و یو هو. 2021. جستجوی معماری عصبی گراف. در *مجموعه مقالات بیست و نهمین کنفرانس بین‌المللی کنفرانس‌های مشترک بین‌المللی در زمینه هوش مصنوعی* . ۱۴۰۳–۱۴۰۹.
15. شاهین سم گایک، استوارت امبلر، و کریشنارام کنتاپادی ۲۰۱۹. (۲۰۱۹) آگاه به انصاف رتبه بندی در جستجو و توصیه- توصیه سیستم‌ها با کاربرد به لینکدین استعداد جستجو کنید. در *مجموعه مقالات بیست و پنجمین دوره ACM SIGKDD International کنفرانس روی دانش کشف و داده‌ها معدنکاری* . ۲۲۲۱–۲۲۳۱.
16. آدیتیا گروور و جور لسکووک. ۲۰۱۶. node2vec: یادگیری ویژگی مقیاس‌پذیر برای شبکه‌ها. در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... بیست و دومین کنفرانس بین‌المللی ACM SIGKDD در مورد کشف دانش و داده‌کاوی* . 855-864.
17. هویفنگ گو، روئیمینگ تانگ، یونمینگ آره، ژنگو لی، و Xiuqiang او. ۲۰۱۷. دیپ اف ام: الف دستگاه فاکتورگیری مبتنی بر عصبی شبکه برای نرخ کلیک پیش‌بینی در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... بیست و ششم بین‌المللی مفصل کنفرانس روی مصنوعی اینتل- لیگنس* . ۱۷۲۵–۱۷۳۱.
18. لی گو، لی تانگ، تانگ چن، لی ژو، کوک ویت آویزان نگوین، و هونگژی یین ۲۰۲۱. (یا: ۲۰۲۱) DA-GCN: الف آگاه از دامنه شبکه کانولوشن گراف هوشیار برای توصیه ترتیبی بین دامنه‌ای حساب‌های مشترک. در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... سی‌امین بین‌المللی مفصل کنفرانس روی مصنوعی هوش* . ۲۴۸۳–۲۴۸۹.
19. چینگیو گو، فوژن ژوانگ، چوان کوین، هنگشو ژو، زینگ شی، هوی شیونگ، و چینگ هه. 2022. نظرسنجی در دانش مبتنی بر گراف توصیه کننده سیستم‌ها. *IEEE ترانس. نول داده‌ها مهندس* ۳۴، ۸ (۲۰۲۲)، ۳۵۴۹–۳۵۶۸.
20. وی گو، رونگ سو، رنهائو قهوهای مایل به زرد، هویفنگ گو، Yingxue ژانگ، ژیرونگ لیو، روئیمینگ تانگ، و Xiuqiang او. ۲۰۲۱. (یا: ۲۰۲۱) دوگانه گراف تقویت‌شده تعبیه کردن عصبی شبکه برای نرخ کلیک پیش‌بینی در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... بیست و هفتم ای سی ام سیگکد باهم- ارجاع روی دانش کشف و داده‌ها معدنکاری* . ۴۹۶–۵۰۴.
21. ژیوی گو و هنگ وانگ ۲۰۲۰. (۲۰۲۰) الف عمیق گراف عصبی مبتنی بر شبکه مکانیسم برای اجتماعی توصیه‌ها

*IEEE ترانس. صنعت اطلاع رسانی کنید.* ۱۷، ۴ (۲۰۲۰)، ۲۷۷۶–۲۷۸۳.

1. ویلیام ل. همیلتون، رکس یینگ، و جوره لسکووک ۲۰۱۷. القایی نمایندگی یادگیری روی بزرگ نمودارها در *طرفدار- هدایا از ‎‏ ... سی و یکم بین‌المللی کنفرانس روی عصبی اطلاعات پردازش سیستم‌ها* . ۱۰۲۵–۱۰۳۵.
2. دیوید ک. هاموند، پیر واندرگینست، و رمی گریبونوال ۲۰۱۱. (۱۳۹۰) موجک‌ها روی نمودارها از طریق طیفی گراف نظریه.

*کاربرد محاسبه. هارمون مقعدی* ۳۰، ۲ (۲۰۱۱)، ۱۲۹–۱۵۰.

1. Xiangnan او، تائو چن، مین-ین کان، و شیائو چن ۲۰۱۵. (۱۳۹۴) تری‌رنک: آگاه از نقد و بررسی قابل توضیح توصیه توسط مدل‌سازی جنبه‌ها در *مجموعه مقالات بیست و چهارمین کنفرانس بین‌المللی ACM در زمینه مدیریت اطلاعات و دانش سن* . ۱۶۶۱–۱۶۷۰.
2. Xiangnan He، Kuan Deng، Xiang Wang، Yan Li، Yongdong Zhang و Meng Wang. 2020. LightGCN: ساده‌سازی و نیرو دادن گراف کانولوشن شبکه برای توصیه. در *مجموعه مقالات چهل و سومین دوره بین‌المللی ACM SIGIR کنفرانس تحقیق و توسعه در بازیابی اطلاعات* . 639-648.
3. Xiangnan He، Lizi Liao، Hanwang Zhang، Liqiang Nie، Xia Hu و Tat-Seng Chua. 2017. فیلترینگ مشارکتی عصبی. در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... بیست و ششم بین‌المللی کنفرانس روی جهان عریض وب* . ۱۷۳–۱۸۲.
4. بالاش هیداسی، الکساندروس کاراتزاوغلو، لیناس بالتروناس، و دومونکوس تیک ۲۰۱۶. مبتنی بر جلسه توصیه‌ها با شبکه‌های عصبی بازگشتی. در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... بین‌المللی کنفرانس روی یادگیری بازنمایی‌ها* . ۱-۱۰.
5. سپ هوخرایتر و یورگن اشمیدهوبر ۱۹۹۷ میلادی. طولانی کوتاه مدت حافظه. *عصبی محاسبه.* ۹، ۸ (۱۹۹۷)، ۱۷۳۵–۱۷۸۰.
6. چنگ هسو و چنگ-ته لی. 2021. RetaGNN: شبکه‌های عصبی گراف با توجه زمانی رابطه‌ای برای جستجوی کل‌نگر ترتیبی توصیه. در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... وب کنفرانس* . ۲۹۶۸–۲۹۷۹.
7. گوانگننگ هو، یو ژانگ و کیانگ یانگ. 2018. CoNet: شبکه‌های متقابل مشارکتی برای توصیه‌های بین دامنه‌ای تاریخ در *مجموعه مقالات بیست و هفتمین کنفرانس بین‌المللی مدیریت اطلاعات و دانش ACM* . ۶۶۷–۶۷۶.
8. لینمی هو، سیونگ خو، چن لی، چنگ یانگ، چوان شی، نان دوان، شینگ شی، و مینگ ژو ۲۰۲۰. (۲۰۲۰) نمودار عصبی اخبار توصیه با بدون نظارت ترجیح گره گشایی. در *مجموعه مقالات پنجاه و هشتمین نشست سالانه ‎‏ ... انجمن برای محاسباتی زبان‌شناسی* . ۴۲۵۵–۴۲۶۴.
9. ژائو هوان، یائو کوانمینگ، و تو وی وی. ۲۰۲۱. (یا: ۲۰۲۱) جستجو به مجموع محله برای گراف عصبی شبکه. در

*مجموعه مقالات از ‎‏ ... IEEE سی و هفتمین بین‌المللی کنفرانس روی داده‌ها مهندسی* . ۵۵۲–۵۶۳.

1. چائو هوانگ، هوانس خو، یونگ زو، پنگ دای، لیانگهائو شیا، منگیین لو، لیفنگ بو، هائو زینگ، شیائوپینگ لای و یانفنگ آره. (ye.) ۲۰۲۱. (یا: ۲۰۲۱) آگاه به دانش جفت شده شبکه عصبی گراف شبکه برای اجتماعی توصیه. در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... کنفرانس* AAAI *در مورد هوش مصنوعی*
2. گائو هوانگ، ژوانگ لیو، لارنس ون در ماتن، و کیلیان کیو. واینبرگر. ۲۰۱۷. کانولوشن با اتصال متراکم شبکه‌ها. در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... IEEE کنفرانس روی کامپیوتر چشم انداز و الگو شناخت* . ۴۷۰۰–۴۷۰۸.
3. Xiaowen Huang، Quan Fang، Shengsheng کیان، جیتائو سانگ، یان لی و چانگشنگ ژو. ۲۰۱۹. تعامل قابل توضیح- رانده شده کاربر مدل‌سازی بیش از دانش گراف برای متوالی توصیه. در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... بیست و هفتم ای سی ام اینتر- ملی کنفرانس روی چندرسانه‌ای* . ۵۴۸–۵۵۶.
4. الوین ایصوفی، ماتئو پوچیاری، و آلن هانجالیچ ۲۰۲۱. (یا: ۲۰۲۱) دقت-تنوع معاوضه در توصیه کننده سیستم‌ها از طریق گراف پیچیدگی‌ها *اطلاعات فرآیند. مدیریت.* ۵۸، ۲ (۲۰۲۱)، ۱۰۲۴۵۹.
5. ونسن جیانگ، ییژو جیائو، چینگ‌کین وانگ، چوانمینگ لیانگ، لیجی گوئو، یائو ژانگ، ژی‌جوون سان، یون شیونگ و یانگ‌یونگ ژو. 2022. شبکه‌ی علاقه‌ی گراف مثلثی برای پیش‌بینی نرخ کلیک. در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... پانزدهم ای سی ام بین‌المللی کنفرانس روی وب جستجو و داده‌ها معدنکاری* . ۴۰۱–۴۰۹.
6. بوئن جین، چن گائو، Xiangnan او، Depeng جین، و یانگ لی. ۲۰۲۰. (۲۰۲۰) چند رفتاری توصیه با گراف کانولوشن شبکه‌ها. در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... چهل و سومین بین‌المللی ای سی ام سیگر کنفرانس روی تحقیق و توسعه در بازیابی اطلاعات* . 659-668.
7. سونگ کو کانگ، جونیونگ هوانگ، دونگها لی و هوانجو یو. 2019. یادگیری نیمه نظارتی برای حوزه‌های متقابل توصیه به استارت سرد کاربران. در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... بیست و هشتم ای سی ام بین‌المللی کنفرانس روی اطلاعات و دانش مدیریت* . ۱۵۶۳–۱۵۷۲.
8. وانگ-چنگ کانگ و جولیان مک‌آلی. ۲۰۱۸. توصیه‌های متوالی خودآگاه. در *مجموعه مقالات IEEE بین‌المللی کنفرانس روی داده‌ها معدن* . IEEE، 197-206.
9. وانگ چنگ کانگ و جولیان مک‌آلی ۲۰۱۹. (۲۰۱۹) نامزد نسل با دودویی کدها برای در مقیاس بزرگ تاپ-ان ضبط- تقدیرنامه. در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... بیست و هشتم ای سی ام بین‌المللی کنفرانس روی اطلاعات و دانش مدیریت* . ۱۵۲۳–۱۵۳۲.
10. کیونگ مین کیم، دونگهیون کواک، هانوک کواک، پارک یانگ جین، سانگکوون سیم، جائه هان چو، مینکیو کیم، جیهون کوون، ناکو سونگ، و جونگ وو ها. ۲۰۱۹. (۲۰۱۹) سه جانبه ناهمگن گراف انتشار برای در مقیاس بزرگ بنابراین- اجتماعی توصیه. *آرشیو پیش از چاپ arXiv:1908.02569* (۲۰۱۹).
11. توماس ن. کیپف و مکس ولینگ ۲۰۱۷. نیمه نظارتی طبقه بندی با گراف کانولوشن شبکه‌ها. در *طرفدار-* *هدایا از ‎‏ ... بین‌المللی کنفرانس روی یادگیری نمایندگی‌ها*​ ۱–۱۴.
12. یهودا کورن ۲۰۰۹. (۱۳۸۸) بلکور راه حل به ‎‏ ... نتفلیکس بزرگ جایزه. *نتفلیکس جایزه سند.* ۸۱، ۲۰۰۹ (۲۰۰۹)، ۱–۱۰.
13. یهودا کورن، رابرت بل، و کریس ولینسکی ۲۰۰۹. (۱۳۸۸) ماتریس فاکتورگیری تکنیک‌ها برای توصیه کننده سیستم‌ها.

*کامپیوتر* ۴۲، ۸ (۲۰۰۹)، ۳۰–۳۷.

1. یوهانس کانکل، تیم دانکرز، لیزا مایکل، کاتالین-میهای باربو و یورگن زیگلر. 2019. بگذارید توضیح دهم: تأثیر از شخصی و غیر شخصی توضیحات روی اعتماد در توصیه کننده سیستم‌ها. در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... چی کنفرانس روی عوامل انسانی در سیستم‌های محاسباتی* . ۱-۱۲.
2. والریو لا گاتا، وینچنزو موسکاتو، میرکو پنونه، مارکو پستیلیونه و جیانکارلو اسپرلی. 2022. توصیه موسیقی توصیه از طریق هایپرگراف جاسازی *IEEE ترانس. عصبی شبکه یاد بگیرید. سیستم* (۲۰۲۲)، ۱–۱۳.
3. Kwei-Herng Lai، Daochen Zha، Kaixiong Zhou، و Xia Hu. 2020. Policy-GNN: بهینه سازی تجمع برای نمودار عصبی شبکه‌ها. در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... بیست و ششم ای سی ام سیگکد بین‌المللی کنفرانس روی دانش کشف و داده‌ها معدن* . ۴۶۱–۴۷۱.
4. ونچیانگ لی، گانگی ژانگ، Xiangnan او، ییسونگ میائو، شیانگ وانگ، لیانگ چن، و تات-سنگ چوا ۲۰۲۰. (۲۰۲۰) در- تعاملی مسیر استدلال روی گراف برای محاوره ای توصیه. در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... بیست و ششم ای سی ام سیگکد کنفرانس بین‌المللی کشف دانش و داده‌کاوی* . 2073-2083.
5. یورک لئونارد، آویشک آناند، و مگا خوسلا. 2018. انصاف کاربر در سیستم‌های توصیه‌گر. در *مجموعه مقالات از* *کنفرانس وب* . 101-102.
6. چن لی، لینمی هو، چوان شی، گوجی آهنگ، و یوانفو لو. ۲۰۲۱. (یا: ۲۰۲۱) آگاه از توالی ناهمگن گراف عصبی مشارکتی فیلتر کردن. در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... سیام بین‌المللی کنفرانس روی داده‌ها معدنکاری* . سیام، ۶۴–۷۲.
7. گوهائو لی، ماتیاس مولر، علی ثابت، و برنارد غانم ۲۰۱۹. (۲۰۱۹) دیپ‌جی‌سی‌ان‌ها: می‌توان GCN ها برو به عنوان عمیق به عنوان سی‌ان‌ان‌ها؟ در

*مجموعه مقالات از ‎‏ ... IEEE/CVF بین‌المللی کنفرانس روی کامپیوتر بینایی* . ۹۲۶۷–۹۲۷۶.

1. مائوسن لی، سیهنگ چن، یانگنگ ژائو، بله ژانگ، یانفنگ وانگ، و چی تیان ۲۰۲۰. (۲۰۲۰) پویا چندمقیاسی گراف عصبی شبکه‌ها برای سه بعدی اسکلت مبتنی بر انسان حرکت پیش‌بینی در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... IEEE/CVF کنفرانس روی کامپیوتر چشم انداز و الگو شناخت* . ۲۱۴–۲۲۳.
2. منگمنگ لی، تیان گان، منگ لیو، ژیونگ چنگ، جیان هوا یین و لیچیانگ نی. 2019. هشتگ دم بلند توصیه می شود- داتیون برای میکرو-ویدیوها با گراف کانولوشن شبکه. در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... بیست و هشتم ای سی ام بین‌المللی کنفرانس در باب مدیریت اطلاعات و دانش* . 509–518.
3. زینگچن لی، شیانگ وانگ، Xiangnan او، طولانی چن، ژوئن شیائو، و تات-سنگ چوا ۲۰۲۰. (۲۰۲۰) سلسله مراتبی مد گراف شبکه برای شخصی‌سازی‌شده لباس توصیه. در *مجموعه مقالات چهل و سومین کنفرانس بین‌المللی ACM SIGIR تحقیق و توسعه در اطلاعات بازیابی*​ ۱۵۹–۱۶۸.
4. یونقی لی، هانسیونگ چن، زوهویی فو، یینگ کیانگ جی، و یونگ‌فنگ ژانگ ۲۰۲۱. (یا: ۲۰۲۱) کاربر محور انصاف در توصیه- توصیه در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... وب کنفرانس* . ۶۲۴–۶۳۲.
5. یانگ لی، تانگ چن، یادان لو، هونگژی یین، و زی هوانگ ۲۰۲۱. (یا: ۲۰۲۱) کشف کردن مشارکتی سیگنال‌ها برای بعدی نقطه مورد نظر توصیه با تکراری نمودار توالی دو بعدی تقویت. در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... سی‌امین بین‌المللی مفصل کنفرانس روی مصنوعی هوش* . ۱۴۹۱–۱۴۹۷.
6. یونقی لی، یینگ کیانگ جی، و یونگ‌فنگ ژانگ ۲۰۲۱. (یا: ۲۰۲۱) آموزش روی انصاف از دستگاه یادگیری در توصیه کننده سیستم‌ها. در *مجموعه مقالات ‎‏ ... بین‌المللی ای سی ام سیگر کنفرانس روی تحقیق و توسعه در بازیابی اطلاعات* .
7. زکون لی، زیو کوئی، شو وو، شیائیو ژانگ و لیانگ وانگ. 2019. Fi-GNN: مدل سازی تعاملات ویژگی از طریق شبکه‌های عصبی گراف برای پیش‌بینی نرخ کلیک. در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... بیست و هشتم ای سی ام بین‌المللی کنفرانس روی اطلاعات و مدیریت دانش* . 539-548.
8. ژائو لی، شین شن، یوهانگ جیائو، شومینگ پان، پنگچنگ زو، Xianling منگ، چنگوی یائو، و جیاجون بو. ۲۰۲۰. (۲۰۲۰) سلسله مراتبی دو بخشی گراف عصبی شبکه‌ها: به سمت در مقیاس بزرگ تجارت الکترونیک برنامه های کاربردی. در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... سی و ششمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی داده IEEE* . 1677–1688.
9. Jianxun Lian، Xiaohuan Zhou، Fuzheng Zhang، Zhongxia Chen، Xing Xie و Guangzhong Sun. 2018. xDeepFM: ترکیب صریح و ضمنی ویژگی تعاملات برای توصیه کننده سیستم‌ها. در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... بیست و چهارم ای سی ام سیگکد بین‌المللی کنفرانس روی دانش کشف و داده‌ها معدنکاری* . ۱۷۵۴–۱۷۶۳.
10. نیکلاس لیم، برایان هوی، سی-کیونگ نگ، شوئو وانگ، یانگ لیانگ گو، رنرونگ ونگ، و جاگانادان وارادارا- ژانویه ۲۰۲۰. STP-UDGAT: شبکه توجه گراف کاربر-بعدی با ترجیحات مکانی-زمانی برای دریافت POI بعدی تقدیر. در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... بیست و نهم ای سی ام بین‌المللی کنفرانس روی اطلاعات و دانش مدیریت* . ۸۴۵–۸۵۴.
11. دندان لین، شیجیه خورشید، جینگتائو دینگ، شوهان کِ، هائو گو، شینگ هوانگ، چونگانگ آهنگ، شوری ژانگ، لینگلینگ یی، جی ون، و چوان چن ۲۰۲۲. افلاطون جی ال: مؤثر و مقیاس‌پذیر عمیق گراف یادگیری سیستم برای گراف بهبود یافته زمان واقعی توصیه. در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... کنفرانس روی اطلاعات و دانش مدیریت* .
12. فن لیو، ژیونگ چنگ، لی ژو، زان گائو و لیچیانگ نی. 2021. gcn ارسال پیام آگاه از علاقه برای توصیه توصیه. در *مجموعه مقالات ‎‏ ... وب کنفرانس* . ۱۲۹۶–۱۳۰۵.
13. فن لیو، ژیونگ چنگ، لی ژو، چنگهائو لیو، و لیچیانگ نی. ۲۰۲۲. A2-GCN: یک آگاه از ویژگی با توجه جی‌سی‌ان مدل برای توصیه. *مهندسی داده IEEE Trans. Knowl.* 34 ۹ (۲۰۲۲)، ۴۰۷۷–۴۰۸۸.
14. فنگ لیو، ویون لیو، زوتائو لی و یونمینگ یه. 2020. چارچوب بهبود یافته بین دنباله ای برای شخصی‌سازی ترتیبی توصیه. *آرشیو پیش از چاپ arXiv:2004.12118* (۲۰۲۰).
15. هان لیو، یین وی وی، جیانهوا یین، و لیچیانگ نی. ۲۰۲۲. HS-GCN: همینگ فضایی گراف کانولوشن شبکه‌ها برای توصیه. *IEEE ترانس. نول داده‌ها مهندس* (۲۰۲۲)، ۱–۱.
16. جیاوئی لیو، چوان شی، چنگ یانگ، ژیوان لو، و فیلیپ س. یو. ۲۰۲۲. الف نظرسنجی روی ناهمگن اطلاعات شبکه مبتنی بر توصیه کننده سیستم‌ها: مفاهیم، روش‌ها، کاربردها و منابع. *هوش مصنوعی باز* ۳ (۲۰۲۲)، ۴۰–۵۷.
17. منگ لیو، جیانجون لی، گوهویی لی، و پنگ تابه ۲۰۲۰. (۲۰۲۰) دامنه متقابل توصیه از طریق دو جهته نمودار انتقال مشارکتی فیلتر کردن شبکه‌ها. در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... بیست و نهم ای سی ام بین‌المللی کنفرانس روی اطلاعات و دانش مدیریت* . ۸۸۵–۸۹۴.
18. چی لیو، رووبینگ شی، لی چن، شوکای لیو، که تو، پنگ کوی، بو ژانگ، و لیو لین ۲۰۲۰. (۲۰۲۰) نمودار عصبی شبکه برای برچسب رتبه بندی در برچسب‌گذاری پیشرفته ویدئو توصیه. در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... بیست و نهم ای سی ام بین‌المللی کنفرانس روی اطلاعات و دانش مدیریت* . ۲۶۱۳–۲۶۲۰.
19. ویون لیو، چینگ لیو، روئیمینگ تانگ، جونیانگ چن، Xiuqiang او، و فنگ آن هنگ ۲۰۲۰. (۲۰۲۰) شخصی‌سازی‌شده دوباره- رتبه‌بندی با روابط اقلام برای تجارت الکترونیک. در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... بیست و نهم ای سی ام بین‌المللی کنفرانس روی اطلاعات- مدیریت دانش و اطلاعات* . ۹۲۵–۹۳۴.
20. ویون لیو، یین ژانگ، جیانلینگ وانگ، یون هه، جیمز کاورلی، پاتریک پی‌کی چان، دنیل اس. یونگ و پنگ- آن هنگ ۲۰۲۲. مورد رابطه گراف عصبی شبکه‌ها برای تجارت الکترونیک. *IEEE Trans. شبکه عصبی. یادگیری. سیستم.* 33، ۹ (۲۰۲۲)، ۴۷۸۵–۴۷۹۹.
21. یانگ لیو، چن لیانگ، شیانگ نان هه، جیایینگ پنگ، زیبین ژنگ و جی تانگ. 2022. مدل سازی اجتماعی با مرتبه بالا روابط برای مورد توصیه. *مهندسی داده IEEE Trans. Knowl.* 34 ۹ (۲۰۲۲)، ۴۳۸۵–۴۳۹۷.
22. ییدان لیو، مین شی، و لاکس وی. س. لاکشمانان. 2014. کاربر پیشنهادی فهرست‌های اقلام تولید شده در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... هشتم ای سی ام کنفرانس روی توصیه‌گر سیستم‌ها* . ۱۸۵–۱۹۲.
23. زمینینگ لیو، دینگ ژو، هائو لیو، هایفنگ وانگ، ژنگ یو نیو، هوآ وو، وانشیانگ چ، تینگ لیو، و هوی شیونگ ۲۰۲۲. گراف-گراند شده هدف برنامه‌ریزی برای توصیه محاوره ای *IEEE ترانس. نول داده‌ها مهندس* (۲۰۲۲)، ۱–۱.
24. دونگ‌شنگ لو، یوچن بیان، شیانگ ژانگ و جون هوان. 2020. توصیه اجتماعی دقیق: به سمت کاربر و مورد تنوع‌ها *آرشیو پیش از چاپ arXiv:2011.04797* (۲۰۲۰).
25. شوشنگ لو، لوکسین لیو، یونگ هوا یانگ، لو بو، یوان پنگ کائو، جینگانگ وو، چیانگ لی، نگه داشتن یانگ، و کنی س. ژو ۲۰۲۰. (۲۰۲۰) علی‌کو: علی بابا تجارت الکترونیک شناختی مفهوم خالص در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... ای سی ام سیگمود بین‌المللی کنفرانس مدیریت داده‌ها* . 313-327.
26. زیو لیو، یو وو، جونجی لای، حداقل یانگ، چنگ مینگ لی، و وی ژو ۲۰۲۲. دانش تقویت‌شده گراف عصبی شبکه‌ها برای قابل توضیح توصیه. *IEEE ترانس. نول داده‌ها مهندس* (۲۰۲۲)، ۱–۱.
27. چن ما، لیهنگ ما، یینگ ژو ژانگ، جیانینگ سان، ژو لیو و مارک کوتس. 2020. نمودار تقویت شده حافظه عصبی شبکه‌ها برای متوالی توصیه. در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... AAAI کنفرانس روی مصنوعی هوش* ، جلد ۳۴. ۵۰۴۵–۵۰۵۲.
28. جیاقی ما، ژه ژائو، شینیانگ یی، جیلین چن، لیچان هنگ، و اد اچ. چی. ۲۰۱۸. (۲۰۱۸) مدل‌سازی وظیفه روابط در چند- وظیفه یادگیری با چند دروازه ترکیبی از متخصصان. در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... بیست و چهارم ای سی ام سیگکد بین‌المللی کنفرانس روی دانش کشف و داده‌ها معدنکاری* . ۱۹۳۰–۱۹۳۹.
29. ویجی ما، مین ژانگ، یو کائو، ووجونگ جین، چنیانگ وانگ، ییقون لیو، شائوپینگ ما و شیانگ رن. 2019. مشترکاً یادگیری قوانین قابل توضیح برای توصیه با دانش نمودار در *مجموعه مقالات وب جهانی کنفرانس* . ۱۲۱۰–۱۲۲۱.
30. شیائو ما، لیکین ژائو، گوان هوانگ، ژی وانگ، زلین هو، شیائوکیانگ ژو، و کون گای ۲۰۱۸. (۲۰۱۸) کل فضا چند وظیفه ای مدل: یک مؤثر رویکرد برای تخمین زدن پس از کلیک تبدیل نرخ. در *مجموعه مقالات چهل و یکمین دوره بین‌المللی ACM سیگر کنفرانس روی تحقیق و توسعه در اطلاعات بازیابی*​ ۱۱۳۷–۱۱۴۰.
31. یائو ما، زی گی گو، ژائوکون رن، جیلیانگ تانگ و داوی یین. 2020. شبکه های عصبی گراف جریانی. در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... چهل و سومین بین‌المللی ای سی ام سیگر کنفرانس روی تحقیق و توسعه در اطلاعات بازیابی* . ۷۱۹–۷۲۸.
32. تانگ مرد، هواوی شن، شیائولونگ جین، و شوئچی چنگ ۲۰۱۷. دامنه متقابل توصیه: یک تعبیه کردن و رویکرد نقشه‌برداری. در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... بیست و ششم بین‌المللی مفصل کنفرانس روی مصنوعی هوش* . ۲۴۶۴–۲۴۷۰.
33. مسعود منصوری، هیمان عبدالله پوری، میکولا پچنیزکی، بامشاد مبشر، و رابین بورک ۲۰۲۰. (۲۰۲۰) منصفانه- مطابقت: الف مبتنی بر گراف رویکرد برای در حال بهبود مجموع تنوع در توصیه کننده سیستم‌ها. در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... بیست و هشتم ای سی ام کنفرانس روی کاربر مدل‌سازی، سازگاری و شخصی سازی* . ۱۵۴–۱۶۲.
34. جولیان مک‌آلی و جوره لسکووک ۲۰۱۳. (۱۳۹۲) پنهان عوامل و پنهان مباحث: درک رتبه‌بندی ابعاد با متن نقد. در *مجموعه مقالات ‎‏ ... هفتمین دوره مسابقات ACM کنفرانس روی سیستم‌های توصیه‌گر* . ۱۶۵-۱۷۲.
35. میلر مک‌فرسون، لین اسمیت-لووین، و جیمز م. آشپز. ۲۰۰۱. (۱۳۸۰) پرندگان از الف پر: هوموفیلی در اجتماعی شبکه‌ها.

*آن کشیش جامعه‌شناسی* ۲۷، ۱ (۲۰۰۱)، ۴۱۵–۴۴۴.

1. ریشاب مهروترا، جیمز مک‌اینرنی، هوگ‌ها بوچارد، مونیا لالماس، و فرناندو دیاز ۲۰۱۸. (۲۰۱۸) به سمت الف منصفانه بازار: ارزیابی خلاف واقع از بده بستان بین مرتبط بودن، انصاف و رضایت در توصیه‌ها بخش سیستم‌ها. در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... بیست و هفتم ای سی ام بین‌المللی کنفرانس روی اطلاعات و دانش مدیریت* . ۲۲۴۳–۲۲۵۱.
2. Wenjing Meng، Deqing Yang و Yanghua Xiao. 2020. گنجاندن ریزرفتارهای کاربر و دانش مربوط به آیتم‌ها چند وظیفه ای یادگیری برای مبتنی بر جلسه توصیه. در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... چهل و سومین بین‌المللی ای سی ام سیگر کنفرانس روی تحقیق و توسعه در اطلاعات بازیابی*​ ۱۰۹۱–۱۱۰۰.
3. توماس میکولوف، کای چن، گرگ کورادو، و جفری دین. ۲۰۱۳. (۱۳۹۲) کارآمد تخمین از کلمه بازنمایی‌ها در بردار فضا. در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... بین‌المللی کنفرانس روی یادگیری نمایندگی‌ها*​ ۱–۱۲.
4. Weiqing حداقل، شوکیانگ جیانگ، و رامش جین ۲۰۱۹. (۲۰۱۹) توصیه غذایی: چارچوب، موجود راه حل ها، و چالش‌ها. *IEEE ترانس. مولتیم* ۲۲، ۱۰ (۲۰۱۹)، ۲۶۵۹–۲۶۷۱.
5. نیما میربخش و چارلز ایکس. لینگ. ۲۰۱۵. بهبود تاپ-ان توصیه برای استارت سرد کاربران از طریق دامنه متقابل اطلاعات. *ACM ترانس. نول دیسکو داده‌ها* 9، 4 (2015)، 1–19.
6. نان مو، دارن ژا، یوانیه او، و ژیهائو تانگ ۲۰۱۹. (۲۰۱۹) نمودار توجه شبکه‌ها برای عصبی توصیه اجتماعی. در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... IEEE سی و یکم بین‌المللی کنفرانس روی ابزارها با مصنوعی اطلاعات* . ۱۳۲۰–۱۳۲۷.
7. شومپی اوکورا، یوکیهیرو تاگامی، شینگو اونو، و آکیرا تاجیما ۲۰۱۷. مبتنی بر جاسازی اخبار توصیه برای میلیون‌ها نفر از کاربران. در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... بیست و سوم ای سی ام سیگکد بین‌المللی کنفرانس روی دانش کشف و* *داده‌کاوی* . ۱۹۳۳–۱۹۴۲.
8. سومیاسوندار پال، فلورانس رگول و مارک کوتس. 2019. شبکه‌های عصبی کانولوشن گراف بیزی با استفاده از گره کپی کردن. در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... ICML کارگاه روی یادگیری و استدلال با ساختار گراف داده‌ها* .
9. ژیکیانگ پان، فی کای، وانیو چن، چونگهائو چن، و هونگهویی چن ۲۰۲۲. مشارکتی گراف یادگیری برای مبتنی بر جلسه توصیه. *ای سی ام ترانس. اطلاعات سیستم* ۴۰، ۴ (۲۰۲۲)، ۱–۲۶.
10. ژیکیانگ پان، فی کای، وانیو چن، هونگهویی چن، و مارتن د ریجکه ۲۰۲۰. (۲۰۲۰) ستاره گراف عصبی شبکه‌ها برای توصیه مبتنی بر جلسه. در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... بیست و نهم ای سی ام بین‌المللی کنفرانس روی اطلاعات و دانش مدیریت* . ۱۱۹۵–۱۲۰۴.
11. Yitong پانگ، لینگفی وو، چی شن، ییمینگ ژانگ، ژیهوا وی، فنگلی خو، اتان چانگ، بو بلند، و جیان پی. ۲۰۲۲. شبکه‌های عصبی گراف سراسری ناهمگن برای توصیه‌های شخصی‌سازی‌شده مبتنی بر جلسه. در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... پانزدهم ای سی ام بین‌المللی کنفرانس روی وب جستجو و داده‌ها معدنکاری* . ۷۷۵–۷۸۳.
12. یوآنیس پاپرریزوس، بی. بارلا کامبازوغلو، و آریستیدس گیونیس. 2011. توصیه شغلی یادگیری ماشینی. در *طرفدار هدایا از ‎‏ ... پنجم ای سی ام کنفرانس روی توصیه‌گر سیستم‌ها* . ۳۲۵–۳۲۸.
13. پارک سونگ جون، دونگ کیو چای، هونگ کیون بائه، پارک سومین و سانگ ووک کیم. 2022. یادگیری تقویتی بیش از احساسات تقویت‌شده دانش نمودارها به سمت دقیق و قابل توضیح توصیه. در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... پانزدهم ای سی ام بین‌المللی کنفرانس روی وب جستجو و داده‌ها معدنکاری* . ۷۸۴–۷۹۳.
14. آپوروا پاتاک، کشیتیز گوپتا، و جولیان مک‌آلی ۲۰۱۷. تولید و شخصی سازی بسته نرم افزاری توصیه‌ها روی بخار در *مجموعه مقالات چهلمین کنفرانس بین‌المللی ACM SIGIR در مورد تحقیق و توسعه در اطلاعات بازیابی* . 1073–1076.
15. جورجینا پیک و ژوئن وانگ ۲۰۱۸. (۲۰۱۸) توضیح استخراج معدن: پست تک کاره تفسیرپذیری از نهفته عامل مدل‌ها برای ضبط- تقدیر سیستم‌ها. در *مجموعه مقالات بیست و چهارمین کنفرانس بین‌المللی ACM SIGKDD در مورد کشف و توسعه دانش داده‌کاوی* . 2060-2069.
16. چانگوا پی، یی ژانگ، یونگ‌فنگ ژانگ، فی خورشید، شیائو لین، هانشیائو خورشید، جیان وو، پنگ جیانگ، جونفنگ جی، ون وو او، و ال. ۲۰۱۹. (۲۰۱۹) شخصی‌سازی‌شده رتبه‌بندی مجدد برای توصیه. در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... سیزدهم ای سی ام کنفرانس روی توصیه- سیستم‌های تعمیر* . ۳-۱۱.
17. برایان پیروزی، رامی الرفو و استیون اسکینا. ۲۰۱۴. دیپ واک: یادگیری آنلاین بازنمایی‌های اجتماعی. در *Pro- تقدیرنامه‌های بیستمین کنفرانس بین‌المللی ACM SIGKDD در مورد کشف دانش و داده‌کاوی* . 701-710.
18. رویهونگ کیو، جینگ‌جینگ لی، زی هوانگ، و هونگژی یین ۲۰۱۹. (۲۰۱۹) بازاندیشی ‎‏ ... مورد سفارش در مبتنی بر جلسه توصیه- ارتباط با شبکه‌های عصبی گراف. در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... بیست و هشتم ای سی ام بین‌المللی کنفرانس روی اطلاعات و مدیریت دانش* . 579-588.
19. رویهونگ کیو، هونگژی یین، زی هوانگ و تانگ چن. 2020. GAG: شبکه عصبی گراف نسبت‌دهی‌شده جهانی برای جریان- ینگ مبتنی بر جلسه توصیه. در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... چهل و سومین بین‌المللی ای سی ام سیگر کنفرانس روی تحقیق و توسعه در اطلاعات بازیابی* . ۶۶۹–۶۷۸.
20. تاهلین رحمان، بارتلومیج سورما، مایکل بکس، و یانگ ژانگ ۲۰۱۹. (۲۰۱۹) فِیرواک: به سمت منصفانه گراف جاسازی در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... بیست و هشتم بین‌المللی مفصل کنفرانس روی مصنوعی اطلاعات* . ۳۲۸۹–۳۲۹۵.
21. استفن رندل. ۲۰۱۰. ماشین‌های فاکتورگیری. در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... بین‌المللی کنفرانس روی داده‌ها معدن* . IEEE، ۹۹۵–۱۰۰۰.
22. استفن رندل، کریستوف فرویدنتالر، زنو گانتنر، و لارس اشمیت-تیم ۲۰۰۹. (۱۳۸۸) بی پی آر: بیزی شخصی‌سازی‌شده رتبه بندی از ضمنی بازخورد. در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... بیست و پنجم کنفرانس روی عدم قطعیت در مصنوعی هوش* . ۴۵۲–۴۶۱.
23. یو رونگ، ونبینگ هوانگ، تین یانگ خو، و جونژو هوانگ ۲۰۱۹. (۲۰۱۹) دراپ اِج: به سمت عمیق گراف کانولوشن شبکه‌هایی بر اساس طبقه‌بندی گره. در *مجموعه مقالات ‎‏ ... بین‌المللی کنفرانس روی یادگیری بازنمایی‌ها* . ۱-۱۸.
24. هنگ-شیو شو و شنگ لی. 2020. آگاه از متن تعبیه گراف برای داده‌های مبتنی بر جلسه توصیه‌های خبری. در

*مجموعه مقالات از ‎‏ ... چهاردهم ای سی ام کنفرانس روی توصیه‌گر سیستم‌ها* . ۶۵۷–۶۶۲.

1. دیوید من. شومان، سونیل ک. نارنگ، پاسکال فروسارد، آنتونیو اورتگا، و پیر واندرگینست ۲۰۱۳. (۱۳۹۲) نوظهور میدان از سیگنال پردازش روی نمودارها: گسترش ابعاد بالا داده‌ها تحلیل به شبکه‌ها و دیگر نامنظم دامنه‌ها *IEEE فرآیند امضا. مجله* 30، ۳ (۲۰۱۳)، ۸۳–۹۸.
2. آشودیپ سینگ و تورستن یواخیمز ۲۰۱۸. (۲۰۱۸) انصاف از قرار گرفتن در معرض بیماری در رتبه بندی ها. در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... بیست و چهارم ای سی ام سیگکد بین‌المللی کنفرانس روی دانش کشف و داده‌ها معدن* . ۲۲۱۹–۲۲۲۸.
3. رشمی سینها و کیرستن سوآرینگن ۲۰۰۲. نقش از شفافیت در توصیه‌گر سیستم‌ها. در *چی'02 تمدید شده چکیده‌ها روی انسان عوامل در محاسبات سیستم‌ها* ، انجمن برای محاسبات ماشین آلات، ۸۳۰–۸۳۱.
4. چانگهائو آهنگ، بو وانگ، کینکسو جیانگ، یهوا ژانگ، رویفانگ او، و یوکسیان هو. ۲۰۲۱. (یا: ۲۰۲۱) اجتماعی توصیه- بخش با ضمنی اجتماعی نفوذ. در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... چهل و چهارمین بین‌المللی ای سی ام سیگر کنفرانس روی تحقیق و توسعه در اطلاعات بازیابی*​ ۱۷۸۸–۱۷۹۲.
5. ویپینگ آهنگ، شانس شی، ژیپینگ شیائو، ژیجیان دوان، Yewen خو، مینگ ژانگ، و جیان تانگ ۲۰۱۹. (۲۰۱۹) خودکار: طلا- توماتیک ویژگی تعامل یادگیری از طریق خود-توجه عصبی شبکه‌ها. در *مجموعه مقالات بیست و هشتمین کنفرانس بین‌المللی ACM کنفرانس روی اطلاعات و دانش مدیریت* . ۱۱۶۱–۱۱۷۰.
6. ویپینگ سونگ، ژیپینگ شیائو، یفان وانگ، لوران چارلین، مینگ ژانگ و جیان تانگ. 2019. اجتماعی مبتنی بر جلسه توصیه از طریق پویا گراف توجه شبکه‌ها. در *مجموعه مقالات دوازدهمین کنفرانس بین‌المللی ACM* *جستجوی وب و داده‌کاوی* . 555-563.
7. ییشین سو، روی ژانگ، سارا عرفانی، و. ژنگهوا خو ۲۰۲۱. (یا: ۲۰۲۱) تشخیص سودمندی ویژگی تعاملات برای توصیه کننده سیستم‌ها. در *مجموعه مقالات ‎‏ ... AAAI کنفرانس روی هوش مصنوعی* ، جلد ۳۵. ۴۳۵۷–۴۳۶۵.
8. جیانینگ خورشید، وی گو، دنگ چنگ ژانگ، Yingxue ژانگ، فلورانس رگول، یائوچن هو، هویفنگ گو، روئیمینگ تانگ، هان یوان، Xiuqiang او، و ال. ۲۰۲۰. (۲۰۲۰) الف چارچوب برای توصیه کردن دقیق و متنوع اقلام با استفاده از بیزی گراف کانولوشن عصبی شبکه‌ها. در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... بیست و ششم ای سی ام سیگکد بین‌المللی کنفرانس روی دانش کشف و داده‌ها معدن* . 2030-2039.
9. جیانینگ خورشید، Yingxue ژانگ، وی گو، هویفنگ گو، روئیمینگ تانگ، Xiuqiang او، چن ما، و مارک کوتس ۲۰۲۰. (۲۰۲۰) همسایه تعامل آگاه گراف کانولوشن شبکه‌ها برای توصیه. در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... چهل و سومین بین‌المللی ای سی ام سیگر کنفرانس روی تحقیق و توسعه در اطلاعات بازیابی* . ۱۲۸۹–۱۲۹۸.
10. پیجی خورشید، لو وو، و منگ وانگ ۲۰۱۸. (۲۰۱۸) توجه مکرر اجتماعی توصیه. در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... چهل و یکمین بین‌المللی ای سی ام سیگر کنفرانس روی تحقیق و توسعه در اطلاعات بازیابی* . ۱۸۵-۱۹۴.
11. یومینگ سان و یی ژانگ ۲۰۱۸. (۲۰۱۸) محاوره‌ای توصیه کننده سیستم. در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... چهل و یکمین بین‌المللی ای سی ام سیگر کنفرانس روی تحقیق و توسعه در اطلاعات بازیابی* . ۲۳۵-۲۴۴.
12. ژو خورشید، جی یانگ، جی ژانگ، الساندرو بوزون، لانگ-کای هوانگ، و چی خو ۲۰۱۸. (۲۰۱۸) مکرر دانش گراف جاسازی برای توصیه مؤثر. در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... دوازدهم ای سی ام کنفرانس روی توصیه‌گر سیستم‌ها* . ۲۹۷–۳۰۵.
13. مسیحی سگدی، وی لیو، یانگ کینگ جیا، پیر سرمانت، اسکات رید، دراگومیر آنگلوف، دومیترو ارهان، وینسنت ونهوک، و اندرو رابینوویچ ۲۰۱۵. (۱۳۹۴) رفتن عمیق تر با پیچیدگی‌ها در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... IEEE کنفرانس در مورد بینایی کامپیوتر و تشخیص الگو* . ۱-۹.
14. هونگیان تانگ، جونینگ لیو، مینگ ژائو، و شودونگ گونگ ۲۰۲۰. (۲۰۲۰) مترقی لایه لایه استخراج (PLE): الف رمان چند وظیفه ای یادگیری (ام تی ال) مدل برای شخصی‌سازی‌شده توصیه‌ها در *مجموعه مقالات چهاردهمین کنفرانس ACM سیستم‌های توصیه‌گر* . ۲۶۹-۲۷۸.
15. نوا تینتارف و جودیت مستوف ۲۰۰۷. (۱۳۸۶) الف نظرسنجی از توضیحات در توصیه کننده سیستم‌ها. در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... بیست و سومین کنفرانس بین‌المللی IEEE در مورد کارگاه مهندسی داده* . 801-810.
16. آرون ون دن اورد، ساندر دیلمان، و بنیامین شراوون ۲۰۱۳. (۱۳۹۲) عمیق مبتنی بر محتوا موسیقی توصیه. در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... عصبی اطلاعات پردازش سیستم‌ها کنفرانس* ، جلد ۲۶.
17. پتار ولیچکوویچ، گیلم کوکورول، آرانتکسا کازانووا، آدریانا رومرو، پیترو لیو، و یوشوا بنجیو. 2018. نمودار شبکه‌های توجه. در *مجموعه مقالات کنفرانس بین‌المللی بازنمایی‌های یادگیری* . ۱-۱۲.
18. بائوچنگ وانگ و ونتائو کای ۲۰۲۰. (۲۰۲۰) دانش‌افزایی گراف عصبی شبکه‌ها برای متوالی توصیه.

*اطلاعات* ۱۱، ۸ (۲۰۲۰)، ۳۸۸.

1. بی وانگ، چنروی ژانگ، هائو ژانگ، شیائوکینگ لیو، و ژی تانگ ۲۰۲۰. (۲۰۲۰) دوگانه رمزگذار خودکار شبکه با مبادله بازسازی برای استارت سرد توصیه. در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... بیست و نهم ای سی ام بین‌المللی کنفرانس روی اطلاعات و دانش مدیریت* . ۲۲۴۹–۲۲۵۲.
2. هونگ وی وانگ، فوژنگ ژانگ، جیالین وانگ، میائو ژائو، ونجی لی، زینگ زی و مینی گوئو. 2018. RippleNet: انتشار ترجیحات کاربر در نمودار دانش برای سیستم‌های توصیه‌گر. در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... بیست و هفتم ای سی ام بین‌المللی کنفرانس روی اطلاعات و دانش مدیریت* . ۴۱۷–۴۲۶.
3. هونگوی وانگ، میائو ژائو، شینگ شی، ونجی لی، و مینیی گو. ۲۰۱۹. (۲۰۱۹) دانش گراف کانولوشن شبکه‌ها برای سیستم‌های توصیه‌گر. در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... جهان عریض وب کنفرانس* . ۳۳۰۷–۳۳۱۳.
4. جیانلینگ وانگ، کایزه دینگ، زیوی ژو، و جیمز کاورلی ۲۰۲۱. (یا: ۲۰۲۱) مبتنی بر جلسه توصیه با هایپرگراف توجه شبکه‌ها. در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... سیام بین‌المللی کنفرانس روی داده‌ها معدنکاری* . سیام، ۸۲–۹۰.
5. مینجی وانگ، دا ژنگ، زیهائو آره، کوان گان، موفی لی، شیانگ آهنگ، جینجینگ ژو، چائو ما، لینگفان یو، یو گای، و ال. ۲۰۱۹. (۲۰۱۹) عمیق گراف کتابخانه: الف گراف-محور، بسیار کارآمد بسته برای گراف عصبی شبکه‌ها. *آرشیو پیش از چاپ arXiv:1909.01315* (۲۰۱۹).
6. Shoujin Wang، Longbing Cao، Yan Wang، Quan Z. Sheng، Mehmet A. Orgun و Defu Lian. 2021. نظرسنجی در مبتنی بر جلسه توصیه کننده سیستم‌ها. *محاسبه. سرو.* ۵۴، ۷ (۲۰۲۱)، ۱–۳۸.
7. شوجین وانگ، لیانگ هو، یان وانگ، شیانگ نان هه، کوان زی شنگ، مهمت آ. اورگون، لانگبینگ کائو، فرانچسکو ریچی، و فیلیپ اس. یو. 2021. سیستم‌های توصیه‌گر مبتنی بر یادگیری گراف: یک بررسی. *arXiv پیش از چاپ arXiv:2105.06339* (۲۰۲۱).
8. ون وانگ، وی ژانگ، شوکای لیو، چی لیو، بو ژانگ، لیو لین، و هونگ‌یوان ژا ۲۰۲۰. (۲۰۲۰) فراتر از کلیک‌ها: مدل- ینگ چند رابطه‌ای مورد گراف برای مبتنی بر جلسه هدف رفتار پیش‌بینی در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... وب کنفرانس* . ۳۰۵۶–۳۰۶۲.
9. ون وانگ، وی ژانگ، شوکای لیو، چی لیو، بو ژانگ، لیو لین، و هونگ‌یوان ژا ۲۰۲۳. ادغام پیوند پیش- طرز بیان به چند رابطه‌ای مورد گراف مدل‌سازی برای مبتنی بر جلسه توصیه. *مهندسی داده و دانش انتقال IEEE*

۳۵، ۳ (۲۰۲۳)، ۲۶۸۳–۲۶۹۶. DOI: [10.1109/TKDE.2021.3111436](https://doi.org/10.1109/TKDE.2021.3111436)

1. شین وانگ، هنگ چن، یووی ژو، جیانشین ما، و ون وو ژو ۲۰۲۳. رها شده نمایندگی یادگیری برای توصیه. *IEEE ترانس. الگو مقعدی ماخ هوش.* ۴۵، ۱ (۲۰۲۳)، ۴۰۸–۴۲۴. DOI: [10.1109/TPAMI.2022.3153112](https://doi.org/10.1109/TPAMI.2022.3153112)
2. شیانگ وانگ، Xiangnan او، ییشین کائو، منگ لیو، و تات-سنگ چوا ۲۰۱۹. (۲۰۱۹) کیلوگرم: دانش گراف توجه خالص-

کار برای توصیه. در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... بیست و پنجم ای سی ام سیگکد بین‌المللی کنفرانس روی دانش کشف و داده‌کاوی* . ۹۵۰-۹۵۸.

1. شیانگ وانگ، Xiangnan او، منگ وانگ، فولی فنگ، و تات-سنگ چوا ۲۰۱۹. (۲۰۱۹) عصبی گراف مشارکتی فیلتر کردن. در *مجموعه مقالات چهل و دومین کنفرانس بین‌المللی ACM SIGIR در مورد تحقیق و توسعه در بازیابی اطلاعات* . ۱۶۵–۱۷۴.
2. شیانگ وانگ، تینگلین هوانگ، دینگ شیان وانگ، یانچنگ یوان، ژنگوانگ لیو، شیانگ نان هه و تات-سنگ چوا. ۲۰۲۱. اهداف یادگیری پشت تعاملات با نمودار دانش برای توصیه. در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... وب کنفرانس* . ۸۷۸–۸۸۷.
3. شیانگ وانگ، هونگیه جین، آن ژانگ، شیانگ نان هه، تانگ زو و تات-سنگ چوا. 2020. نمودار جداشده فیلترینگ آزمایشگاهی. در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... چهل و سومین بین‌المللی ای سی ام سیگر کنفرانس روی تحقیق و توسعه در بازیابی اطلاعات* . 1001-1010.
4. Xiting Wang، Kunpeng Liu، Dongjie Wang، Le Wu، Yanjie Fu و Xing Xie. 2022. توصیه های چند سطحی سونینگ بیش از دانش نمودارها با تقویت یادگیری. در *مجموعه مقالات ‎‏ ... ای سی ام وب کنفرانس* . ۲۰۹۸–۲۱۰۸.
5. شیانگ وانگ، دینگ شیان وانگ، کانران ژو، ژیانگ نان هه، ییسین کائو و تات-سنگ چوا. 2019. قابل توضیح استدلال بیش از دانش نمودارها برای توصیه. در *مجموعه مقالات کنفرانس AAAI در مورد هوش مصنوعی* ، جلد ۳۳. ۵۳۲۹–۵۳۳۶.
6. شینشی وانگ و آره وانگ ۲۰۱۴. (۱۳۹۳) بهبود مبتنی بر محتوا و هیبریدی موسیقی توصیه با استفاده از عمیق یادگیری. در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... بیست و دومین ای سی ام بین‌المللی کنفرانس روی چندرسانه‌ای* . ۶۲۷–۶۳۶.
7. زیانگ وانگ، وی وی، گائو کونگ، شیائو لی لی، شیان لینگ مائو و مینگهویی کیو. 2020. نمودار بهبود یافته زمینه جهانی عصبی شبکه‌ها برای مبتنی بر جلسه توصیه. در *مجموعه مقالات چهل و سومین کنفرانس بین‌المللی ACM SIGIR روی تحقیق و توسعه در اطلاعات بازیابی*​ ۱۶۹–۱۷۸.
8. ژنی وانگ، هوان ژائو، و چوان شی. 2022. پروفایل‌بندی فضای طراحی برای شبکه‌های عصبی گراف مبتنی بر همکاری نسبی فیلتر کردن. در *مجموعه مقالات پانزدهمین کنفرانس بین‌المللی ACM در زمینه جستجوی وب و داده‌کاوی* . ۱۱۰۹–۱۱۱۹.
9. ژائوبو وانگ، یانمین ژو، کیائومی ژانگ، هاوبین لیو، چون یانگ وانگ، و تانگ لیو ۲۰۲۲. گراف بهبود یافته مکانی-زمانی شبکه برای بعدی پوی توصیه. *ای سی ام ترانس. نول دیسکو داده‌ها* ۱۶، ۶ (۲۰۲۲)، ۲۱.
10. مارک ویلهلم، آجیت راماناتان، الکساندر بونومو، ساگار جین، اد اچ. چی، و جنیفر گیلنواتر. 2018. عملی متنوع توصیه‌هایی در مورد یوتیوب با فرآیندهای نقطه‌ای دترمینان‌دار. در *مجموعه مقالات بیست و هفتمین ACM بین‌المللی کنفرانس روی اطلاعات و دانش مدیریت* . ۲۱۶۵–۲۱۷۳.
11. ژائوبو وانگ، یانمین ژو، کیائومی ژانگ، هاوبینگ لیو، چون یانگ وانگ، و تانگ لیو ۲۰۲۲. گراف بهبود یافته مکانی-زمانی شبکه برای بعدی نقطه مورد نظر توصیه. *ای سی ام ترانس. نول دیسکو داده‌ها* ۱۶، ۶ (۲۰۲۲)، ۲۱.
12. فانگژائو وو، یینگ چیائو، جیون-هونگ چن، چوهان وو، تائو چی، جیان شون لیان، دانیانگ لیو، شینگ شی، جیان فنگ گائو، وینی وو، و ال. ۲۰۲۰. (۲۰۲۰) ذهن: الف در مقیاس بزرگ مجموعه داده‌ها برای اخبار توصیه. در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... پنجاه و هشتمین سالانه جلسه از ‎‏ ... انجمن برای محاسباتی زبان‌شناسی* . ۳۵۹۷–۳۶۰۶.
13. Jiancan Wu، Xiangnan He، Xiang Wang، Qifan Wang، Weijian Chen، Jianxun Lian و Xing Xie. 2022. نمودار نمودار محلول دستگاه برای آگاه از زمینه توصیه کننده سیستم. *جبهه. محاسبه. علمی* ۱۶، ۶ (۲۰۲۲)، ۱–۱۲.
14. جیانکان وو، شیانگ وانگ، فولی فنگ، Xiangnan او، لیانگ چن، جیان شون لیان، و شینگ شی. ۲۰۲۱. (یا: ۲۰۲۱) خود-نظارتی گراف یادگیری برای توصیه. در *مجموعه مقالات چهل و چهارمین کنفرانس بین‌المللی ACM SIGIR در زمینه تحقیق و توسعه در اطلاعات بازیابی* . ۷۲۶–۷۳۵.
15. لو وو، لی چن، پنگیانگ شائو، ریچانگ هونگ، ژیتینگ وانگ و منگ وانگ. 2021. آموزش بازنمایی های منصفانه برای توصیه: الف مبتنی بر گراف دیدگاه. در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... وب کنفرانس* . ۲۱۹۸–۲۲۰۸.
16. لو وو، Xiangnan او، شیانگ وانگ، کون ژانگ، و منگ وانگ ۲۰۲۲. الف نظرسنجی روی دقت گرا عصبی توصیه- توصیه: از مشارکتی فیلتر کردن به غنی از اطلاعات توصیه. *مهندسی داده ترانس. دانش IEEE* (2022)، ۱–۱.
17. لو وو، جونوی لی، پیجی خورشید، ریچانگ هنگ، یانگ جی، و منگ وانگ ۲۰۲۲. دیف‌نت++: الف عصبی نفوذ و علاقه انتشار شبکه برای اجتماعی توصیه. *IEEE ترانس. نول داده‌ها مهندس* ۳۴، ۱۰ (۲۰۲۲)، ۴۷۵۳–۴۷۶۶.

DOI: [10.1109/TKDE.2020.3048414](https://doi.org/10.1109/TKDE.2020.3048414)

1. Le Wu، Peijie Sun، Yanjie Fu، Richang Hong، Xiting Wang و Meng Wang. 2019. انتشار تأثیر عصبی مدلی برای توصیه اجتماعی. در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... چهل و دومین بین‌المللی ای سی ام سیگر کنفرانس روی تحقیق و توسعه در اطلاعات بازیابی* . ۲۳۵-۲۴۴.
2. لو وو، پیجی خورشید، ریچانگ هونگ، یونگ جی، و منگ وانگ. ۲۰۲۱. مشارکتی عصبی اجتماعی توصیه‌نامه. *IEEE ترانس. سیستم مرد سایبری.: سیستم* 51، 1 (2021)، 464–476.
3. پیژی وو، یی تو، شیائوجی یوان، آدم جاتوت، و ژنگلو یانگ ۲۰۱۸. (۲۰۱۸) عصبی چارچوب برای مفصل تکامل مدل- ینگ از کاربر بازخورد و اجتماعی لینک‌ها در پویا اجتماعی شبکه‌ها. در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... بین‌المللی مفصل کنفرانس* *روی مصنوعی هوش* . ۱۶۳۲–۱۶۳۸.
4. کیتیان وو، هنگروی ژانگ، شیائوفنگ گائو، پنگ هه، پل ونگ، هان گائو و گیهای چن. 2019. نمودار دوگانه توجه- شبکه‌های اجتماعی برای نمایش عمیق و پنهان اثرات اجتماعی چندوجهی در سیستم‌های توصیه‌گر. در *مجموعه مقالات* *از ‎‏ ... جهان عریض وب کنفرانس* . 2091–2102.
5. شیون وو، فی خورشید، ونتائو ژانگ، و بن کوی ۲۰۲۱. (یا: ۲۰۲۱) نمودار عصبی شبکه‌ها در توصیه کننده سیستم‌ها: الف نظرسنجی

*آرشیو پیش از چاپ arXiv:2011.02260* (۲۰۲۱).

1. شو وو، یویوان تانگ، یانکیائو ژو، لیانگ وانگ، شینگ شی، و تینیو برنزه ۲۰۱۹. (۲۰۱۹) مبتنی بر جلسه توصیه با شبکه‌های عصبی گراف. در *مجموعه مقالات ‎‏ ... AAAI کنفرانس روی هوش مصنوعی* ، جلد ۳۳. ۳۴۶–۳۵۳.
2. یوکسیا وو، لیزی لیائو، گانگی ژانگ، ونچیانگ لی، گوشوای ژائو، شومینگ کیان، و تات-سنگ چوا ۲۰۲۲. ایالت گراف استدلال برای چندوجهی محاوره ای توصیه. *IEEE ترانس. مولتیم* (۲۰۲۲)، ۱–۱.
3. Zonghan Wu، Shirui Pan، Fengwen Chen، Guodong Long، Chengqi Zhang و S Yu Philip. 2020. جامع نظرسنجی روی گراف عصبی شبکه‌ها. *IEEE ترانس. عصبی شبکه یاد بگیرید. سیستم* ۳۲، ۱ (۲۰۲۰)، ۴–۲۴.
4. لیانگهائو شیا، چائو هوانگ، یانگ خو، پنگ دای، منگیین لو، و لیفنگ بو. ۲۰۲۱. (یا: ۲۰۲۱) چند رفتاری تقویت‌شده توصیه- توصیه با تعامل متقابل رابطه مشارکتی مدل سازی. در *مجموعه مقالات سی و هفتمین کنفرانس بین المللی روی داده‌ها مهندسی* . IEEE، ۱۹۳۱–۱۹۳۶.
5. لیانگهائو شیا، چائو هوانگ، یونگ زو، پنگ دای، ژیو ژانگ، هونگ‌شنگ یانگ، جیان پی و لیفنگ بو. 2021. شبکه مبدل گراف سلسله مراتبی با دانش بهبود یافته برای توصیه چند رفتاری. در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... AAAI کنفرانس روی مصنوعی هوش* ، جلد ۳۵. (یا: ۳۵.) ۴۴۸۶–۴۴۹۳.
6. لیانگهائو شیا، یونگ زو، چائو هوانگ، پنگ دای و لیفنگ بو. 2021. گراف متای شبکه برای توصیه های چند رفتاری توصیه در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... چهل و چهارمین بین‌المللی ای سی ام سیگر کنفرانس روی تحقیق و توسعه در اطلاعات بازیابی* . ۷۵۷–۷۶۶.
7. شین شیا، هنگجی یین، جونلیانگ یو، ینگشیا شائو، و لیزن کوی. 2021. آموزش همزمان نمودار خودنظارتی برای جلسه- مبتنی بر توصیه. در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... سی‌امین ای سی ام بین‌المللی کنفرانس روی اطلاعات و دانش مرد- سن* . ۲۱۸۰–۲۱۹۰.
8. Xin Xia، Hongzhi Yin، Junliang Yu، Qinyong Wang، Lizhen Cui، و Xiangliang Zhang. 2021. بیش از حد تحت نظارت خود گراف کانولوشن شبکه‌ها برای مبتنی بر جلسه توصیه. در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... AAAI کنفرانس روی مصنوعی هوش* ، جلد ۳۵. (یا: ۳۵.) ۴۵۰۳–۴۵۱۱.
9. Yikun Xian، Zuohui Fu، S. Muthukrishnan، Gerard de Melo، و Yongfeng Zhang. 2019. دانش تقویتی گراف استدلال برای قابل توضیح توصیه. در *مجموعه مقالات ‎‏ ... چهل و دومین بین‌المللی ای سی ام سیگر کنفرانس روی تحقیق و توسعه در اطلاعات بازیابی*​ ۲۸۵–۲۹۴.
10. فنگ تونگ شیائو، لین لی، وینان ژو، جینگیو ژائو، شیائوفنگ یانگ، جون لانگ و هائو وانگ. 2021. DMBGN: عمیق شبکه‌های گراف چند رفتاری برای پیش‌بینی نرخ بازخرید کوپن. در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... بیست و هفتم ای سی ام سیگکد کنفرانس روی دانش کشف و داده‌ها معدنکاری* . ۳۷۸۶–۳۷۹۴.
11. مین شی، هنگجی یین، فنجیانگ ژو، هائو وانگ و شیائوفانگ ژو. 2016. تعبیه متریک مبتنی بر نمودار برای توصیه POI بعدی. در *مجموعه مقالات کنفرانس بین‌المللی مهندسی سیستم‌های اطلاعات وب* . اشپرینگر، ۲۰۷–۲۲۲.
12. روبینگ زی، چی لیو، شوکای لیو، زیوی ژانگ، پنگ کوی، بو ژانگ و لیو لین. 2022. بهبود دقت و تنوع در تطبیق توصیه با شبکه ترجیحات متنوع. *IEEE ترانس. بزرگ داده‌ها* ۸، ۴ (۲۰۲۲)، ۹۵۵–۹۶۷.
13. چنگ فنگ خو، پنگ‌پنگ ژائو، یانچی لیو، ویکتور س. شنگ، جیاجی خو، فوژن ژوانگ، جونهوا نیش، و شیائوفانگ ژو ۲۰۱۹. (۲۰۱۹) نمودار زمینه‌مند توجه به خود شبکه برای مبتنی بر جلسه توصیه. در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... کنفرانس بین‌المللی کنفرانس‌های مشترک بین‌المللی در مورد هوش مصنوعی* ، جلد ۱۹. ۳۹۴۰–۳۹۴۶.
14. فنگلی خو، جیان شون لیان، ژنیو هان، یانگ لی، یوجیان خو، و شینگ شی. ۲۰۱۹. (۲۰۱۹) آگاه از رابطه گراف کانولوشن شبکه‌ها برای آغاز شده توسط عامل اجتماعی تجارت الکترونیک توصیه. در *مجموعه مقالات بیست و هشتمین کنفرانس بین‌المللی ACM ارجاع روی اطلاعات و دانش مدیریت* . 529-538.
15. هوانس خو، چائو هوانگ، یانگ خو، لیانگهائو شیا، هائو شینگ، و داوی یین ۲۰۲۰. (۲۰۲۰) جهانی زمینه تقویت‌شده اجتماعی توصیه با شبکه‌های عصبی گراف سلسله مراتبی. در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... IEEE بین‌المللی کنفرانس روی داده کاوی* . IEEE، 701-710.
16. ژن یانگ، مینگ دینگ، خو زو، جی تانگ، بن خو، چانگ ژو، و هونگشیا یانگ ۲۰۲۲. منطقه یا جهانی الف اصل برای منفی نمونه‌برداری در مبتنی بر گراف توصیه. *IEEE ترانس. نول داده‌ها مهندس* (۲۰۲۲)، ۱–۱.
17. زوکسی یانگ و شوبین دونگ. 2020. HAGERec: شبکه کانولوشنی گراف توجه سلسله مراتبی با استفاده از دانش گراف برای قابل توضیح توصیه. *سیستم مبتنی بر دانش.* ۲۰۴ (۲۰۲۰)، ۱۰۶۱۹۴.
18. لیانگ یائو، چنگ شنگ مائو، و یوان لو. ۲۰۱۹. (۲۰۱۹) نمودار کانولوشن شبکه‌ها برای متن طبقه بندی. در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... AAAI کنفرانس روی مصنوعی هوش* ، جلد ۳۳. ۷۳۷۰–۷۳۷۷.
19. Quanming Yao، Mengshuo Wang، Yuqiang Chen، Wenyuan Dai، Yu-Feng Li، Wei-Wei Tu، Qiang Yang و Yang یو. ۲۰۱۸. حذف انسان از برنامه‌های یادگیری: بررسی یادگیری ماشین خودکار. *arXiv پیش از چاپ arXiv:1810.13306* (2018).
20. رکس یینگ، روئینینگ هی، کایفنگ چن، پونگ اکسومبچای، ویلیام ال. همیلتون، و جور لسکووک. ۲۰۱۸. گراف کانولوشن عصبی شبکه‌ها برای مقیاس وب توصیه کننده سیستم‌ها. در *مجموعه مقالات بیست و چهارمین کنفرانس بین المللی ACM SIGKDD* *ملی کنفرانس روی دانش کشف و داده‌ها معدنکاری* . ۹۷۴–۹۸۳.
21. بو یو، روکیان ژانگ، وی چن و جونهوا فانگ. 2021. مدل مبتنی بر شبکه عصبی گراف برای چند رفتاری مبتنی بر جلسه توصیه. *ژئواینفورماتیکا* (۲۰۲۱)، ۱–۱۹.
22. فنگ یو، یانکیائو ژو، کیانگ لیو، شو وو، لیانگ وانگ و تینیو تان. 2020. TAGNN: نمودار توجه هدف عصبی شبکه‌ها برای مبتنی بر جلسه توصیه. در *مجموعه مقالات چهل و سومین کنفرانس بین‌المللی ACM SIGIR روی تحقیق و توسعه در اطلاعات بازیابی*​ ۱۹۲۱–۱۹۲۴.
23. جونلیانگ یو، هونگژی یین، حداقل گائو، شین شیا، Xiangliang ژانگ، و نگوین کوک ویت آویزان. ۲۰۲۱. (یا: ۲۰۲۱) آگاه به مسائل اجتماعی خود نظارتی آموزش سه‌گانه برای توصیه. در *مجموعه مقالات بیست و هفتمین کنفرانس ACM SIGKDD در مورد دانش کشف و داده‌ها معدن* . 2084-2092.
24. جونلیانگ یو، هونگژی یین، جوندونگ لی، حداقل گائو، زی هوانگ، و لیژن کوی ۲۰۲۲. تقویت اجتماعی توصیه [با شبکه‌های کانولوشن گراف تخاصمی. *IEEE Trans. Knowl. Data Eng.* 34, 8 (2023), 3727–3739. DOI: 10.1109/ TKDE.2020.3033673](https://doi.org/10.1109/TKDE.2020.3033673)
25. جونلیانگ یو، هونگژی یین، جوندونگ لی، کینیونگ وانگ، نگوین کوک ویت آویزان، و Xiangliang ژانگ ۲۰۲۱. (یا: ۲۰۲۱) خود- تحت نظارت چند کاناله هایپرگراف کانولوشن شبکه برای اجتماعی توصیه. در *مجموعه مقالات وب کنفرانس* . ۴۱۳–۴۲۴.
26. ونهویی یو، زیکسین ژانگ، و ژنگ شین ۲۰۲۲. پایین گذر گراف کانولوشن شبکه برای توصیه. *مجموعه مقالات AAAI کنفرانس مصنوع هوش.* ۳۶، ۸ (۲۰۲۲)، ۸۹۵۴–۸۹۶۱.
27. چوکسو ژانگ، دونجین آهنگ، چائو هوانگ، آنانترام سوامی، و نیتش وی. چاولا ۲۰۱۹. (۲۰۱۹) ناهمگن گراف شبکه عصبی. در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... بیست و پنجم ای سی ام سیگکد بین‌المللی کنفرانس روی دانش کشف و داده‌ها معدن* . ۷۹۳–۸۰۳.
28. ژوئن ژانگ، چن گائو، Depeng جین، و یانگ لی. ۲۰۲۱. (یا: ۲۰۲۱) خرید گروهی توصیه برای اجتماعی تجارت الکترونیک. در

*مجموعه مقالات از ‎‏ ... IEEE سی و هفتمین بین‌المللی کنفرانس روی داده‌ها مهندسی* . ۱۵۳۶–۱۵۴۷.

1. جیونگ ژانگ، شین لیو، شیائوفی ژو و شیائوون چو. 2021. استفاده از شبکه‌های عصبی گراف برای نقاط مورد نظر توصیه‌ها. *Neurocomputing* 462 (2021)، 1–13.
2. جیانی ژانگ، شینگجیان شی، شنگلین ژائو، و ایروین پادشاه. ۲۰۱۹. (۲۰۱۹) STAR-GCN: انباشته و بازسازی شده گراف باهم- تکاملی شبکه‌ها برای توصیه کننده سیستم‌ها. در *مجموعه مقالات بیست و هشتمین کنفرانس مشترک بین‌المللی علوم مصنوعی هوش* . ۴۲۶۴–۴۲۷۰.
3. منگی ژانگ، شو وو، منگ گائو، شین جیانگ، که خو، و لیانگ وانگ ۲۰۲۲. شخصی‌سازی‌شده گراف عصبی شبکه‌ها با توجه مکانیسم برای آگاه از جلسه توصیه. *IEEE ترانس. نول داده‌ها مهندس* ۳۴، ۸ (۲۰۲۲)، ۳۹۴۶–۳۹۵۷.
4. منگی ژانگ، شو وو، ژولی یو، چیانگ لیو، و لیانگ وانگ ۲۰۲۲. پویا گراف عصبی شبکه‌ها برای متوالی توصیه‌نامه. *IEEE ترانس. نول داده‌ها مهندس* (۲۰۲۲)، ۱–۱.
5. ویفنگ ژانگ، جینگ ون مائو، یی کائو، و کنگفو خو ۲۰۲۰. (۲۰۲۰) مالتی پلکس گراف عصبی شبکه‌ها برای چند رفتاری توصیه. در *مجموعه مقالات بیست و نهمین کنفرانس بین‌المللی مدیریت اطلاعات و دانش ACM* . ۲۳۱۳–۲۳۱۶.
6. یونگ‌فنگ ژانگ و شو چن. 2020. توصیه‌های قابل توضیح: یک نظرسنجی و دیدگاه‌های جدید. *یافت شد. روندها اطلاعات عقب‌نشینی* ۱۴، ۱ (۲۰۲۰)، ۱–۱۰۱.
7. یونگ‌فنگ ژانگ، گووکون لای، حداقل ژانگ، یی ژانگ، ییقون لیو، و شاوپینگ ما. ۲۰۱۴. (۱۳۹۳) صریح عامل مدل‌ها برای قابل توضیح توصیه مبتنی بر روی سطح عبارت احساسات تحلیل. در *مجموعه مقالات ‎‏ ... سی و هفتمین بین‌المللی ای سی ام سیگر کنفرانس روی تحقیق و پژوهش توسعه در بازیابی اطلاعات* . ۸۳-۹۲.
8. چنگ ژائو، چنلیانگ لی و کنگ فو. 2019. توصیه بین دامنه از طریق انتشار ترجیحی GraphNet. در *مجموعه مقالات بیست و هشتمین کنفرانس بین‌المللی ACM در مورد مدیریت اطلاعات و دانش* . ۲۱۶۵–۲۱۶۸.
9. کای ژائو، یوکان ژنگ، تائو ژوانگ، شیانگ لی، و شیاویی زنگ ۲۰۲۲. مفصل یادگیری از تجارت الکترونیک جستجو و توصیه با یک شبکه عصبی گراف یکپارچه. در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... پانزدهم ای سی ام بین‌المللی کنفرانس روی وب جستجو و داده‌ها معدن* . ۱۴۶۱–۱۴۶۹.
10. سن ژائو، وی وی، دینگ زو، و Xianling مائو ۲۰۲۲. چندنمایی قصد گره گشایی کردن گراف شبکه‌ها برای بسته نرم افزاری توصیه. *مجموعه مقالات AAAI کنفرانس مصنوع هوش.* ۳۶، ۴ (۲۰۲۲)، ۴۳۷۹–۴۳۸۷.
11. روئیکی ژنگ، لیانگ کو، بن کوی، یوهویی شی، و هنگجی یین. ۲۰۲۲. اتوام‌ال برای توصیه‌گر عمیق سیستم‌ها: الف نظرسنجی

*آرشیو پیش از چاپ arXiv:2203.13922* (۲۰۲۲).

1. یو ژنگ، چن گائو، لیانگ چن، Depeng جین، و یانگ لی. ۲۰۲۱. (یا: ۲۰۲۱) دی‌جی‌سی‌ان: متنوع توصیه با گراف شبکه‌های کانولوشن. در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... وب کنفرانس* . ۴۰۱–۴۱۲.
2. یو ژنگ، چن گائو، شیانگ نان هه، دپنگ جین و یونگ لی. 2023. گنجاندن قیمت در توصیه [با شبکه‌های کانولوشن گراف . *IEEE ترانس. نول داده‌ها مهندس* 34، 8 (2022)، 3727–3739. DOI: 10.1109/TKDE. ۲۰۲۰.۳۰۳۳۶۷۳](https://doi.org/10.1109/TKDE.2020.3033673)
3. یو ژنگ، چن گائو، Xiangnan او، یانگ لی، و Depeng جین ۲۰۲۰. (۲۰۲۰) آگاه از قیمت توصیه با گراف کاروان- شبکه‌های بصری. در *مجموعه مقالات ‎‏ ... سی و ششمین بین‌المللی کنفرانس روی داده‌ها مهندسی* . IEEE، ۱۳۳–۱۴۴.
4. یوجیا ژنگ، سییی لیو، زکون لی و شو وو. 2020. DGTN: شبکه انتقال نمودار دو کاناله برای مبتنی بر جلسه توصیه. در *مجموعه مقالات کنفرانس بین‌المللی کارگاه‌های داده‌کاوی* . IEEE، 236-242.
5. ژی ژنگ، چائو وانگ، تانگ زو، داژونگ شن، پنگانگ شین، باوکسینگ هوآی، تونگژو لیو، و انهونگ چن. ۲۰۲۱. (یا: ۲۰۲۱) دارو بسته توصیه از طریق آگاه از تعامل گراف القای. در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... وب کنفرانس* . ۱۲۸۴–۱۲۹۵.
6. ژی ژنگ، چائو وانگ، تانگ خو، داژونگ شن، پنگگانگ شین، شیانگیو ژائو، بوکسینگ هوای، شیان وو، و اونانگ چن ۲۰۲۳. تعامل آگاهانه دارو بسته توصیه از طریق سیاست گرادیان. *ای سی ام ترانس. اطلاعات سیستم* ۴۱، ۱ (۲۰۲۳)، ۱۰۴۶–۸۱۸۸.
7. گورویی ژو، شیائوکیانگ ژو، چنرو آهنگ، یینگ فن، هان ژو، شیائو ما، یانگهویی یان، جونقی جین، هان لی، و کون گای ۲۰۱۸. (۲۰۱۸) عمیق علاقه شبکه برای کلیک کردن نرخ پیش‌بینی در *مجموعه مقالات بیست و چهارمین دوره ACM SIGKDD International کنفرانس روی دانش کشف و داده‌ها معدنکاری* . ۱۰۵۹–۱۰۶۸.
8. Huachi Zhou، Qiaoyu Tan، Xiao Huang، Kaixiong Zhou، و Xiaoling Wang. 2021. عصبی گراف تقویت شده زمانی شبکه‌ها برای توصیه‌های مبتنی بر جلسه. در *مجموعه مقالات چهل و چهارمین کنفرانس بین‌المللی ACM SIGIR در مورد تحقیق و توسعه در اطلاعات بازیابی*​ ۱۷۹۸–۱۸۰۲.
9. جی ژو، گانقو کوی، شنگدینگ هو، ژنگیان ژانگ، چنگ یانگ، ژیوان لیو، لایفنگ وانگ، چانگ چنگ لی، و مائوسونگ خورشید ۲۰۲۰. (۲۰۲۰) نمودار عصبی شبکه‌ها: الف بررسی از روش‌ها و برنامه های کاربردی. *هوش مصنوعی باز* ۱ (۲۰۲۰)، ۵۷–۸۱.
10. کایشیونگ ژو، شیائو هوانگ، یوئنینگ لی، داوچن ژا، روی چن، و شیا هو. ۲۰۲۰. (۲۰۲۰) به سمت عمیق تر گراف عصبی شبکه‌ها با مشتق‌پذیر گروه عادی سازی. *پیشرفته عصبی اطلاعات فرآیند. سیستم* ۳۳ (۲۰۲۰)، ۱–۱۲.
11. رونگ ژو، کون ژائو، هونگشیا یانگ، وی لین، چانگ ژو، بائول آی، یانگ لی، و جینگرن ژو ۲۰۱۹. (۲۰۱۹) علی‌گراف: الف جامع گراف عصبی شبکه پلتفرم *مجموعه مقالات وی ال دی بی وقف کردن.* ۱۲، ۱۲ (۲۰۱۹)، ۲۰۹۴–۲۱۰۵.
12. تیانیو ژو، لیلی خورشید، و گووکینگ چن ۲۰۲۳. مبتنی بر نمودار تعبیه کردن صاف کردن برای متوالی توصیه- بخش *IEEE ترانس. نول داده‌ها مهندس* ۳۵، ۱ (۲۰۲۳)، ۴۹۶–۵۰۸. DOI: [10.1109/TKDE.2021.3073411](https://doi.org/10.1109/TKDE.2021.3073411)
13. زیوی ژو، شیا هو، و جیمز کاورلی ۲۰۱۸. (۲۰۱۸) آگاه به انصاف مبتنی بر تانسور توصیه. در *مجموعه مقالات از ‎‏ ...*

*بیست و هفتم ای سی ام بین‌المللی کنفرانس روی اطلاعات و دانش مدیریت* . ۱۱۵۳–۱۱۶۲.

1. تائو ژوانگ، ون وو او، و ژیرونگ وانگ ۲۰۱۸. (۲۰۱۸) در سطح جهانی بهینه شده متقابل نفوذ آگاه رتبه بندی در تجارت الکترونیک جستجو کنید. در *مجموعه مقالات از ‎‏ ... بیست و هفتم بین‌المللی مفصل کنفرانس روی مصنوعی هوش* . ۳۷۲۵–۳۷۳۱.

دریافت شده ۱۳ مه ۲۰۲۲؛ اصلاح‌شده ۲۱ مرداد ۲۰۲۲؛ پذیرفته شده ۲۴ مرداد ۲۰۲۲