****

**بسمه تعالی**

**خلاصه پيشنهاد سمينار کارشناسي ارشد**

**عنوان:** **شناسایی جوامع همپوشان در شبکه های اجتماعی**

**1- شرح مساله (با ارجاع به مراجع)**

شناسایی جوامع[[1]](#footnote-1) در شبکه‌ها یکی از موضوعات پرطرفدار در علم شبکه‌ های مدرن است. جوامع یا خوشه‌ها[[2]](#footnote-2) معمولاً گروه‌هایی از رأس‌ها هستند که احتمال اتصال آن‌ها به یکدیگر بیشتر از احتمال اتصال به اعضای گروه‌های دیگر است. شناسایی جوامع یک مسئله تعریف‌نشده و مبهم است. هیچ پروتکل جهانی برای اجزای اساسی مانند تعریف جامعه و همچنین مسائل حیاتی دیگر مانند ارزیابی الگوریتم‌ها و مقایسه عملکرد آن‌ها وجود ندارد. این وضعیت منجر به سردرگمی‌ها و سوءبرداشت‌هایی شده است که پیشرفت در این حوزه را تحت تأثیر قرار داده‌اند.

شناسایی جوامع می‌تواند بینشی در مورد نحوه سازماندهی شبکه ارائه دهد. این فرآیند به ما امکان می‌دهد تا روی بخش‌هایی از شبکه که دارای درجه‌ای از استقلال هستند تمرکز کنیم. همچنین شناسایی جوامع به طبقه‌بندی رأس‌ها بر اساس نقشی که در جوامع خود ایفا می‌کنند، کمک می‌کند[1].

خوشه‌بندی نرم، جایی که جوامع ممکن است همپوشانی داشته باشند، مسأله‌ای حتی سخت‌تر از خوشه‌بندی سخت است، جایی که هیچ همپوشانی در جوامع وجود ندارد و این امکان عضویت‌های چندگانه برای رئوس، درجات آزادی اضافی به مسأله اضافه می‌کند و باعث گسترش وسیع فضای راه‌حل‌های ممکن می‌شود. اشاره شده است که جوامع همپوشان، به‌ویژه در شبکه‌های اجتماعی، نشان‌دهنده انواع مختلفی از روابط میان افراد هستند. دو فرد ممکن است همکار، دوست، خویشاوند، هم‌تیمی ورزشی و غیره باشند[2].

**2- مباحث تحت پوشش سمينار(با ارجاع به مراجع)**

موضوعات اصلی که در این سمینار بررسی می‌شوند به شرح زیر است:

**1. تعریف جوامع همپوشان و تفاوت با جوامع غیرهمپوشان**

جوامع همپوشان به گروه‌هایی از گره‌ها در شبکه اشاره دارند که گره‌ها می‌توانند به طور همزمان به چند جامعه تعلق داشته باشند. این مفهوم در مقابل جوامع غیرهمپوشان قرار دارد که در آن هر گره تنها به یک جامعه تعلق دارد.

**2. روش‌های شناسایی جوامع همپوشان**

روش‌های مختلفی را برای شناسایی جوامع همپوشان بررسی می‌کند، از جمله:

- روش های مبتنی بر قله‌های چگالی[[3]](#footnote-3): این روش مبتنی بر ایده‌ای است که مراکز خوشه‌ها دارای چگالی بالاتری نسبت به گره‌های اطراف خود هستند و فاصله بیشتری از سایر مراکز خوشه دارند.[3], [4]

- روش‌های مبتنی بر کلیک ها[[4]](#footnote-4): روش CPMبر اساس شناسایی کلیک‌ها (زیرگراف‌های کامل) در شبکه طراحی شده است. کلیک به گروهی از گره‌ها گفته می‌شود که هر گره با تمام گره‌های دیگر درون همان گروه متصل است. در این روش، گراف به کلیک‌های k-گانه تقسیم می‌شود، که یک گراف کامل با Kراس است.

- روش‌های مبتنی بر خوشه‌بندی لبه‌ها: در این روش‌ها به جای گره‌ها، لبه‌ها (ارتباطات) خوشه‌بندی می‌شوند تا همپوشانی گره‌ها به طور ضمنی استخراج شود.

- روش‌های ماتریسی و طیفی[[5]](#footnote-5): از تکنیک‌های جبر خطی مانند تجزیه ماتریس برای شناسایی ساختارهای همپوشان در شبکه‌ها استفاده می‌شود.

-الگوریتم‌های مبتنی بر بهینه‌سازی: این الگوریتم‌ها معیارهایی مانند ماژولاریتی (Modularity) را برای یافتن جوامع بهینه به کار می‌گیرند [5].

**3. معیارهای ارزیابی کیفیت جوامع همپوشان**

معیارهایی که برای ارزیابی کیفیت و دقت جوامع شناسایی شده و به کار می‌روند، عبارتند از:

الف) اطلاعات متقابل نرمال شده[[6]](#footnote-6):

این معیار شباهت بین ساختار جوامعی که تشخیص داده شده‌اند و ساختار واقعی (ground truth) را اندازه‌گیری می‌کند. NMI نمره‌ای نرمال‌شده ارائه می‌دهد که اندازه جوامع را نیز در نظر می‌گیرد.

ب)شاخص اومگا(Ω )[[7]](#footnote-7):

شاخص اومگا میزان همپوشانی بین جوامع را ارزیابی می‌کند. این معیار جوامع شناسایی‌شده را با همپوشانی‌های واقعی موجود در شبکه مقایسه می‌کند و برای شبکه‌هایی که گره‌ها در بیش از یک جامعه قرار می‌گیرند، بسیار مفید است.

پ) F-Score:

دقت (Precision) و فراخوانی (Recall) را ترکیب کرده و عملکرد الگوریتم را از دید گره‌ها ارزیابی می‌کند. این معیار خصوصاً برای ارزیابی تشخیص گره‌های همپوشان اهمیت دارد[6].

**4. چالش‌های شناسایی جوامع همپوشان**

چالش‌های اصلی این حوزه عبارت‌اند از:

- پیچیدگی محاسباتی بالا: بسیاری از الگوریتم‌های موجود دارای زمان اجرا و هزینه محاسباتی زیادی هستند.

- عدم وجود معیارهای استاندارد: مقایسه‌ی نتایج الگوریتم‌های مختلف به دلیل تنوع معیارها دشوار است.

- تطبیق با داده‌های واقعی: بسیاری از روش‌ها در شبیه‌سازی‌ها کارایی بالایی دارند اما در شبکه‌های واقعی با مشکلاتی مواجه می‌شوند.[6]

**3- اهميت موضوع**

هدف از شناسایی جوامع، کشف ساختارهای بالقوه جامعه در شبکه‌های پیچیده است. نتایج تحقیقات در این حوزه دارای اهمیت نظری و کاربرد عملی مهمی برای درک توپولوژی شبکه‌ها و تحلیل الگوهای رفتاری بین جوامع است. یافته‌های مربوط به جوامع به طور گسترده در حوزه‌ها و وظایف مختلف به کار گرفته شده است. به عنوان مثال، شناسایی جوامع بر اساس رفتار اجتماعی آنلاین توانست به طور مؤثر روابط بین کاربران را شناسایی کند و برای وظایفی مانند تشخیص هرزنامه‌نویسان استفاده شود.[7]در واقع موارد زیر مهمترین آنها هستند:

**بازتاب ساختارهای اجتماعی دنیای واقعی:**

در دنیای واقعی، افراد معمولاً عضوی از یک جامعه واحد نیستند. به عنوان مثال، یک فرد ممکن است همزمان عضو خانواده، محل کار، باشگاه‌های اجتماعی و گروه‌های آنلاین با علایق مشابه باشد. الگوریتم‌های سنتی تشخیص جامعه معمولاً یک گره (فرد) را به یک جامعه واحد اختصاص می‌دهند که این می‌تواند ساختار شبکه را به طور ساده‌سازی‌شده نشان دهد. تشخیص جامعه‌های همپوشان این وابستگی‌های متعدد را شناسایی و مدل‌سازی می‌کند و نمای دقیقتری از نحوه تعامل افراد در عرصه‌های اجتماعی مختلف ارائه می‌دهد.[8]

**بینش عمیق‌تری در مورد دینامیک شبکه و تحلیل پیشرفته :**

شناسایی جوامع همپوشان، بینش‌های عمیق‌تری از ساختارها و روابط پنهان در شبکه ارائه می‌دهد.[9]

ساختار جامعه ویژگی مهمی در شبکه‌ها است، زیرا گره‌های موجود در یک جامعه معمولاً ویژگی‌های مشترکی دارند. ساختار جامعه در شبکه‌های اجتماعی آنلاین به افراد کمک می‌کند تا رفتار و علایق کاربران در این شبکه‌ها را بهتر درک کنند. علاوه بر این، این ساختار به ارائه‌دهندگان خدمات شبکه‌های اجتماعی کمک می‌کند تا خدمات و پیشنهادات بهتری برای کاربران خود ارائه دهند.[8] که برای وظایفی مانند بازاریابی هدفمند، سیستم‌های توصیه‌گر و درک پویایی‌های اجتماعی ضروری است.

**توانایی انطباق با شبکه‌های پویا:**

شبکه‌های اجتماعی در دنیای واقعی معمولاً شبکه‌هایی پراکنده و خودسازمانده هستند که به طور مداوم در حال تغییر و تحول هستند. درون هر جامعه، چگالی تعاملات بیشتر از تعاملات بین جوامع مختلف است. در تحلیل شبکه‌های اجتماعی امروزی، روند مهم و نیاز قابل توجهی به استفاده از روش‌های شناسایی ساختارهای پیچیده شبکه وجود دارد، به‌ویژه در شبکه‌های اجتماعی با روابط ناهمگن و دینامیک (که در آن‌ها گره‌ها یا یال‌ها با گذر زمان تغییر می‌کنند) تا ساختارهای پنهان جامعه را استخراج کنند.[10] این توانایی برای تحلیل‌های شبکه‌ بلادرنگ بسیار حیاتی است، چرا که می‌تواند به سرعت به تحولات شبکه و تعاملات جدید پاسخ دهد.

[1] S. Fortunato and D. Hric, “Community detection in networks: A user guide,” Nov. 11, 2016, *Elsevier B.V.* doi: 10.1016/j.physrep.2016.09.002.

[2] T. S. Evans and R. Lambiotte, “Line graphs, link partitions, and overlapping communities,” *Phys Rev E Stat Nonlin Soft Matter Phys*, vol. 80, no. 1, Aug. 2009, doi: 10.1103/PhysRevE.80.016105.

[3] A. Rodriguez and A. Laio, “Clustering by fast search and find of density peaks,” *Science (1979)*, vol. 344, no. 6191, pp. 1492–1496, 2014, doi: 10.1126/science.1242072.

[4] L. Sun, T. Ye, J. Sun, X. Duan, and Y. Luo, “Density-Peak-Based Overlapping Community Detection Algorithm,” *IEEE Trans Comput Soc Syst*, vol. 9, no. 4, pp. 1211–1223, Aug. 2022, doi: 10.1109/TCSS.2021.3122018.

[5] M. A. Javed, M. S. Younis, S. Latif, J. Qadir, and A. Baig, “Community detection in networks: A multidisciplinary review,” Apr. 15, 2018, *Academic Press*. doi: 10.1016/j.jnca.2018.02.011.

[6] J. Xie, S. Kelley, and B. K. Szymanski, “Overlapping community detection in networks: The state-of-the-art and comparative study,” *ACM Comput Surv*, vol. 45, no. 4, Jan. 2013, doi: 10.1145/2501654.2501657.

[7] S. Shi, M. Yan, and J. Li, “Overlapping Community Detection Based on Weak Equiconcept,” *IEEE Access*, vol. 12, pp. 42147–42162, 2024, doi: 10.1109/ACCESS.2024.3374882.

[8] W. Fan, K.-H. Yeung, and W. Fan, “Overlapping community structure detection in multi-online social networks,” in *2015 18th International Conference on Intelligence in Next Generation Networks, ICIN 2015*, 2015, pp. 239–243. doi: 10.1109/ICIN.2015.7073837.

[9] X. Bai, P. Yang, and X. Shi, “An overlapping community detection algorithm based on density peaks,” *Neurocomputing*, vol. 226, pp. 7–15, Feb. 2017, doi: 10.1016/j.neucom.2016.11.019.

[10] S. Dong and M. Sarem, “NOCD: a new overlapping community detection algorithm based on improved KNN,” *J Ambient Intell Humaniz Comput*, vol. 13, no. 6, pp. 3053–3063, Jun. 2022, doi: 10.1007/s12652-022-03774-4.

**4**- نتيجه ارزيابي در گروه:

قبول رد تصحيح ارسال براي داوري تاريخ --/--/---- امضاء مدير گروه:

1. Community Detection [↑](#footnote-ref-1)
2. Clusters [↑](#footnote-ref-2)
3. Density Peak Base Algorithms [↑](#footnote-ref-3)
4. Clique Percolation Methods (CPM) [↑](#footnote-ref-4)
5. Spectral [↑](#footnote-ref-5)
6. Normalized Mutual Information (NMI) [↑](#footnote-ref-6)
7. Omega Index (Ω) [↑](#footnote-ref-7)