



سومین کنفرانس بین المللی اینترنت اشیا و کاربردها

فروردین ۱۳۹۸ - دانشگاه اصفهان

ارائه رتبه‌بندی مناسب معیارهای مرکزیت در شناسایی گره‌های نفوذ در شبکه‌های اجتماعی

بهاره علائیان^۱ و حسن نادری^{۲*}

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشکده مهندسی کامپیوتر دانشگاه علم و صنعت ایران، bahareh.alaeiyan@gmail.com

۲- استاد دانشکده مهندسی کامپیوتر دانشگاه علم و صنعت ایران، naderi@iust.ac.ir

چکیده: شبکه‌های اجتماعی در عصر حاضر در حال گسترش هستند. شبکه اجتماعی ساختار اطلاعاتی است که از افراد یا موجودیت‌ها تشکیل شده است که توسط یک یا چند نوع خاص از وابستگی به هم متصل‌اند. در این شبکه‌ها ساختار اجتماع به شکل یک گراف و افراد و روابط اجتماعی را با اصطلاحات رأس و یال در نظر گرفته می‌شود. اهمیت گره‌ها در شبکه‌های اجتماعی براساس انواع معیار مرکزیت در نظر گرفته می‌شود. مرکزیت رأس‌ها در گراف اجتماعی از اهمیت خاصی برخوردار است. در این مقاله سعی بر مقایسه و ارائه رتبه‌بندی مناسب معیارهای مرکزیت جهت شناسایی بهتر گره‌های نفوذ در شبکه‌های اجتماعی شده‌است که بر اساس یک مجموعه داده شبکه اجتماعی ارزیابی شده است.

کلیدواژه‌ها: شبکه اجتماعی، گره، نفوذ، مرکزیت

۱- مقدمه

نوآوران ایده، افراد قابل اعتماد و غیره که هرکدام به نوعی تاثیرگذار هستند. همچنین ارتباط این گره‌ها در رابطه با همسایه‌هایشان در یک شبکه بزرگ مورد توجه است. تحقیق روی اهمیت گره از مطالعه‌ی شبکه‌های اجتماعی سرچشمه می‌گیرد. شبکه‌های اجتماعی، ساختارهایی هستند که از مجموعه‌ای از گره‌ها و یال‌هایی که در واقع وابستگی‌های بین این گره‌ها هستند، تشکیل شده‌اند.

در عصر حاضر، فعالیت‌ها در حوزه شبکه‌های دنیای واقعی در حال افزایش است. این شبکه‌ها که معمولاً به طور مستقیم یا غیرمستقیم از فعالیت و تعامل انسان‌ها ساخته می‌شوند (به همین دلیل به آن‌ها لقب اجتماعی می‌دهند)، این‌گونه از ارتباطات در زمینه‌های زیادی ظاهر شده‌اند و اغلب یک ساختار شگفت‌انگیز مشابه را نشان می‌دهند. موقعیت یک فرد در جامعه در ارتباط با نقش اجتماعی اوست. نقش اجتماعی جایگاه ویژه یک فرد است که رفتارها، مسئولیت‌ها و انتظارات او را درون یک شبکه نشان می‌دهد. شناسایی نقش گره و ارتباطات آن در بسیاری از برنامه‌های کاربردی و شبکه‌های اجتماعی پراهمیت است. وقتی که به مطالعه رفتارهای انسان پرداخته می‌شود، سوالات چالش برانگیز زیادی وجود دارد. محققان درگیر مسائلی مانند پیدا کردن گروه‌های دوستی یا گروه‌های افراد نزدیک، شناسایی نوآوران ایده، شناسایی افراد قدرتمند که بر باورها و رفتارهای دیگران تأثیر می‌گذارد، هستند. تحلیل و بررسی نقش‌ها مانند تشخیص افراد پراهمیت، غیرطبیعی، اعضای پرنفوذ،

۲- معرفی معیار مرکزیت

یکی از مهم‌ترین مفاهیم اولیه این است که محققان تلاش کرده‌اند که مرکزیت گره در شبکه را به دست آورند. در حالت ایده‌آل، هر گره (که اغلب نشان دهنده‌ی یک فرد است) درجه‌ای از نفوذ یا اهمیت در حوزه اجتماعی تحت بررسی را دارد، در واقع، مرکزیت یک معیار کمی با هدف اندازه‌گیری اهمیت یک گره است. با توجه به ویژگی‌های شبکه‌های اجتماعی، می‌توان بر اساس انواع مختلف دانش موجود، شبکه‌های اجتماعی را تحلیل کرد.

شکل ۱ ارتباطات درون یک شبکه اجتماعی را به عنوان یک

سومین کنفرانس بین‌المللی اینترنت اشیاء و کاربردها

فروردین ۱۳۹۸ - دانشگاه اصفهان

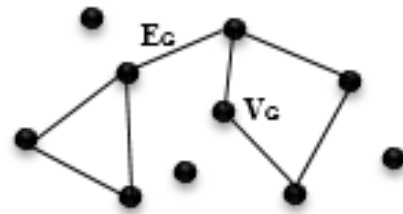
اولین و ساده‌ترین مفهوم مرکزیت، درجه^۱ است، که به عنوان تعداد لینک‌های حادث بر یک گره تعریف شده است. در یک شبکه جهت‌دار، معمولاً دو معیار متمایز مرکزیت درجه تعریف شده است، یعنی درجه ورودی. بر این اساس، درجه ورودی تعداد یال‌های وارد شونده به گره و درجه خروجی تعداد یال‌هایی است که خروجی گره به آنها اشاره می‌کند. درجه ورودی اغلب به عنوان یک شکل از محبوبیت و درجه خروجی به عنوان جمع‌گرایی تفسیر شده است.

مرکزیت نزدیکی^۲ [۱، ۷، ۱۱، ۱۲] نشان‌دهنده میزان مرکزیت گره در شبکه است. اگر گره در مرکزی‌ترین مکان شبکه قرار گرفته باشد، اطلاعات در کوتاه‌ترین زمان در کل شبکه منتشر خواهند شد. گره‌ی که مرکزیت نزدیکی بیشتری داشته باشد، گره مرکزی‌تر و مهم‌تری در شبکه خواهد بود. در واقع گره‌ای به عنوان گره مرکزی در نظر گرفته می‌شود که برای ارتباط با دیگر گره‌ها به تعداد کمی واسط نیاز داشته باشد.

مرکزیت بینابینی^۳ [۲، ۴] تعداد دفعاتی که یک گره به عنوان یک پل در طول کوتاه‌ترین مسیر بین دو گره دیگر عمل کند را مشخص کرده است و به عنوان یک معیار برای تعیین کمیت کنترل یک فرد روی ارتباط موجود بین دیگر افراد در یک شبکه اجتماعی توسط لیستون فریمن معرفی شده است.

مرکزیت رتبه صفحه^۴ [۶، ۹] یکی از شاخص‌های طیفی است که در استفاده امروزه بیشتر بحث و نقل می‌شود، نویسندگان ادعا می‌کنند که امتیاز رتبه صفحه یک احتمال توزیع صفحات وب است. سه عامل متمایز وجود دارد که رتبه صفحه رتبه یک گره را تعیین می‌کند: (۱) تعداد لینک‌هایی که دریافت می‌کنند، (۲) گرایش پیوند لینک‌ها و (۳) مرکزیت لینک‌ها.

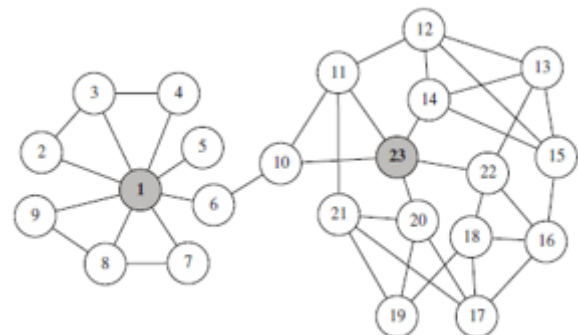
گراف G با دو مجموعه V_G و E_G مدل کرده است. به طوری که مجموعه V_G نشان دهنده‌ی گره‌ها است که در واقع اعضای شبکه اجتماعی می‌باشند و مجموعه E_G نشان دهنده‌ی یال‌های بین این گره‌ها می‌باشد که به روابط بین اعضا اشاره می‌کند.



شکل ۱- نمایش گراف اجتماعی

معیارهای مرکزیت زیادی برای رتبه‌بندی گره‌های شبکه ارائه شده‌اند. یکی از ساده‌ترین‌ها مرکزیت درجه است [۱، ۶، ۱۴]، یعنی، گره‌ای که درجه‌ی بالاتری دارد به احتمال زیاد نفوذ بالاتری نسبت به گره‌ای با درجه کمتر دارد (به عنوان مثال، گره-ای که ابتدا به آن نفوذ شده است، انتظار این است که سریع‌تر و گسترده‌تر، گسترش یابد). با این حال در برخی موارد، این روش در شناسایی گره‌های با نفوذ شکست می‌خورد چون فقط اطلاعات بسیار محدود و محلی را در نظر گرفته است.

برای مثال، همانطور که در شکل ۲ نشان داده شده است، اگر چه گره ۱ بیشترین درجه را بین همه گره‌ها دارد، اگر بیماری از گره ۱ شروع شود ممکن است به طور سریع و گسترده‌تری، گسترش نیابد زیرا گره‌های همسایه آن دارای درجه کمی هستند. در مقابل، گره ۲۳ ممکن است نفوذ بیشتری داشته باشد هر چند نسبت به گره ۱ دارای درجه پایین‌تری است [۳، ۴، ۱۰].



شکل ۲- اهمیت گره در شبکه‌های اجتماعی

^۱ Degree

^۲ Closeness

^۳ Betweenness

^۴ PageRank



سومین کنفرانس بین‌المللی اینترنت اشیا و کاربردها

فروردین ۱۳۹۸ - دانشگاه اصفهان

جدول ۱- مقایسه انواع معیار مرکزیت

N	معیار مرکزیت	Degree centrality	Closeness centrality	Betweenness centrality	PageRank centrality	Weight W_i
۲	Degree centrality	۱	۰	۰	۰	۱
۳	Betweenness centrality	۲	۰	۱	۰	۳
۴	Closeness centrality	۲	۱	۲	۰	۵
۵	PageRank centrality	۲	۲	۲	۱	۷

استخراج می‌شود سپس گره‌ها بر اساس مقدارشان در لیستی به صورت نزولی مرتب می‌شوند. در این صورت به ازای هر معیار مرکزیت برای مجموعه داده مورد نظر یک لیست مرتب شده از مقادیر گره‌ها داریم که این لیست در واقع رتبه‌بندی گره‌ها از نظر میزان اهمیت براساس آن معیار را نشان می‌دهد. پس از بررسی‌های مختلف و مشاهده گره‌های بدست آمده و میزان اهمیت آن‌ها در نهایت رتبه‌بندی اینکه هر یک از این معیارها چه میزان از گره‌های پراهمیت را استخراج کرده و بهترین رتبه‌بندی از گره‌های پراهمیت را ارائه داده‌اند به معیار برتر انتخاب شده و بقیه در رتبه‌های بعدی قرار گرفته‌اند. اهمیت هر یک از این معیارها در مقایسه با یکدیگر مشخص شود.

این سنجش و مقایسه با تکیه بر سه موضوع است که عبارتند از:

- ۱- تعریف هر معیار
- ۲- تعداد گره‌های پراهمیت واقعی استخراج شده در هر روش
- ۳- رتبه‌بندی درست گره‌ها در لیست مرتب شده هر معیار نسبت به دیگر روش‌ها اندازه‌گیری می‌شود.

و در نهایت جدول ۱ برای ارائه رتبه‌بندی و وزندهی این چهار معیار مرکزیت ارائه شده است:

بدین صورت که با تست‌های صورت گرفته میزان اهمیت هر معیار دو به دو با یکدیگر بررسی شده تا وزن درستی برای هر معیار تعیین شود که در این مقایسه رتبه صفحه بالاترین رتبه را در مقایسه با دیگر معیارها دارد.

در روش پیشنهادی به بررسی این معیارهای مرکزیت پرداخته شده است.

۲-۱-۳- روش پیشنهادی

در شبکه‌های اجتماعی هر گره در ارتباط با گره‌های دیگر دارای روابط گوناگونی است و هر یک از این روابط به یک خصیصه اطلاق می‌شود. همانطور که تا به اینجا گفته شد، انواع معیارهای مرکزیت برای اندازه‌گیری اهمیت گره‌ها در شبکه‌های اجتماعی وجود دارد. هدف از استفاده از معیارهای مرکزیت ارزیابی میزان اهمیت یک گره در یک شبکه اجتماعی است. هر یک از این معیارهای مرکزیت بیانگر یک خصیصه و جایگاه از نظر اهمیت برای یک گره هستند.

با استفاده از هر یک از این معیارها تعدادی از گره‌های پراهمیت یک شبکه اجتماعی براساس خصیصه‌ی مربوط به آن معیار بدست می‌آیند. اما نمی‌توان از این مسئله چشم‌پوشی کرد که هر گره تنها دارای یک خصیصه نیست بلکه گره‌هایی وجود دارند که براساس چندین خصیصه خود و به دنبال آن براساس چندین معیار مرکزیت از اهمیت خاصی برخوردار هستند، به همین دلیل نمی‌توان تنها با تکیه بر یک خصیصه و اندازه‌گیری یک معیار مرکزیت در مورد میزان اهمیت یک گره در شبکه اجتماعی اظهار نظر کرد. از این‌رو در این مقاله با بررسی‌های مختلف یک رتبه‌بندی مناسب برای شناسایی گره‌های تاثیرگذار در شبکه‌های اجتماعی استفاده شده است.

در این روش، کار به این صورت است که مجموعه داده‌ای به همراه مجموعه نقش‌های پراهمیت آن در نظر گرفته می‌شود. در چهار معیار مرکزیت که در بخش قبل معرفی شده‌اند به ترتیب هر کدام روی مجموعه داده‌ی مورد نظر تست شده‌اند و براساس هر یک از معیارهای مرکزیت گره‌های پراهمیت مجموعه داده

سومین کنفرانس بین المللی اینترنت اشیاء و کاربردها

فروردین ۱۳۹۸ - دانشگاه اصفهان

۱۴	Bran
۱۵	Eddard
۱۶	Sandor
۱۷	Samwell
۱۸	Gregor
۱۹	Mance
۲۰	Lysa

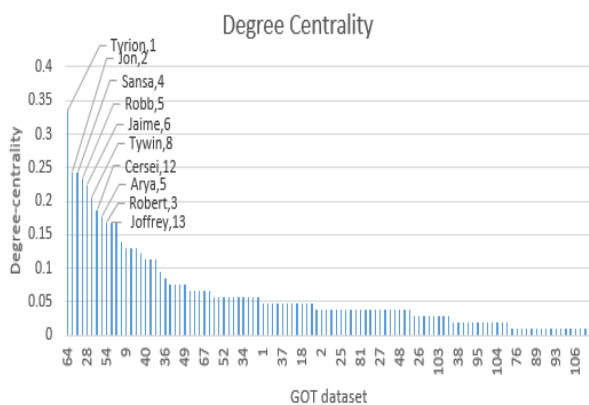
۳-۴- ارزیابی و نتایج

مجموعه داده GOT یک مجموعه از گره‌ها و ارتباطات میان آن‌ها یا همان یال است. این مجموعه داده یک گراف تشکیل شده از ۱۱۰ گره و ۴۰۰ یال تشکیل شده است که گره‌ها معرف افراد و یال‌ها ارتباط میان این افراد را نمایش می‌دهند. همچنین این مجموعه داده به همراه خود مجموعه‌ای از گره‌های هسته را دارد که افراد مهم این شبکه اجتماعی با ترتیب اهمیت به صورت نزولی آورده شده است.

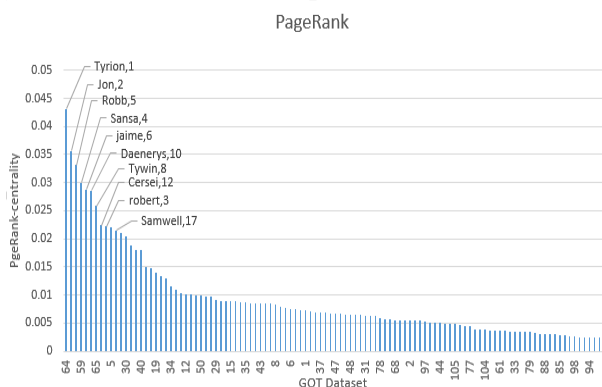
نمودار رتبه بندی بدست آمده از هر معیار مرکزیت در زیر آورده شده است.

جدول ۲ ترتیب افراد بر اساس مجموع سه المان به ترتیب نقش-هایشان در طول سریال و میزان ارتباطات هر فرد با کل مجموعه و همچنین مقام این افراد است.

جدول ۲ - نقش‌های GOT



شکل ۳- رتبه بندی GOT بر اساس معیار مرکزیت درجه

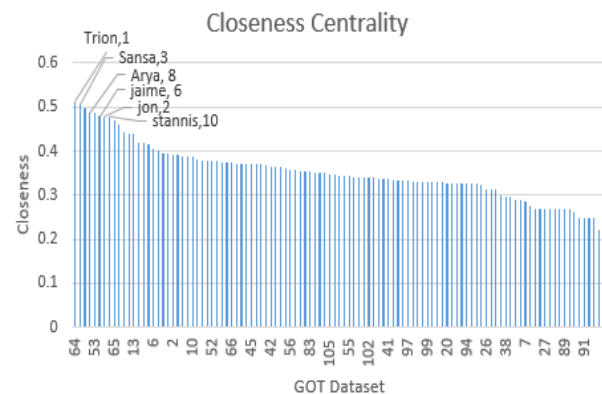


شکل ۴ - رتبه بندی GOT بر اساس معیار مرکزیت رتبه صفحه

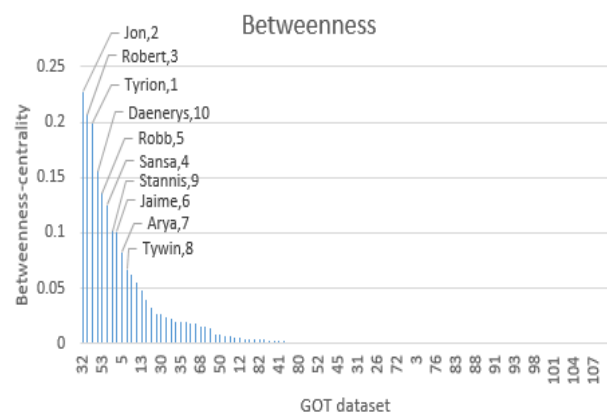
مرتبه	نام
۱	Tyrion
۲	Jon
۳	Robert
۴	Sansa
۵	Robb
۶	Jaime
۷	Cersei
۸	Arya
۹	Tywin
۱۰	Stannis
۱۱	Daenerys
۱۲	Catelyn
۱۳	Joffrey

مراجع

- [۱] A. Abnar, M. Takaffoli, R. Rabbany, O. R. J. S. N. A. Zaïane, and Mining, "SSRM: structural social role mining for dynamic social networks," vol. ۵, no. ۱, p. ۵۶, ۲۰۱۵.
- [۲] C. C. Aggarwal, S. Lin, and P. S. Yu, "On influential node discovery in dynamic social networks," in *Proceedings of the ۲۰۱۲ SIAM International Conference on Data Mining*, ۲۰۱۲, pp. ۶۳۶-۶۴۷: SIAM.
- [۳] T. Bian and Y. J. C. A. I. J. o. N. S. Deng, "Identifying influential nodes in complex networks: A node information dimension approach," vol. ۲۸, no. ۴, p. ۰۴۳۱۰۹, ۲۰۱۸.
- [۴] P. Hu, W. Fan, S. J. P. A. S. M. Mei, and i. Applications, "Identifying node importance in complex networks," vol. ۴۲۹, pp. ۱۶۹-۱۷۶, ۲۰۱۵.
- [۵] S. Pei, F. Morone, and H. A. Makse, "Theories for influencer identification in complex networks," in *Complex Spreading Phenomena in Social Systems*: Springer, ۲۰۱۸, pp. ۱۲۵-۱۴۸.
- [۶] N. Ohsaka, T. Maehara, and K.-i. Kawarabayashi, "Efficient pagerank tracking in evolving networks," in *Proceedings of the ۲۱th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining*, ۲۰۱۵, pp. ۸۷۵-۸۸۴: ACM.
- [۷] R. Saxena, S. Kaur, V. J. D. M. Bhatnagar, and K. Discovery, "Social centrality using network hierarchy and community structure," vol. ۳۲, no. ۵, pp. ۱۴۲۱-۱۴۴۳, ۲۰۱۸.
- [۸] T. Bian, Y. J. C. Deng, Solitons, and Fractals, "A new evidential methodology of



شکل ۵ - رتبه بندی GOT بر اساس معیار مرکزیت نزدیکی



شکل ۶ - رتبه بندی GOT بر اساس معیار مرکزیت بینابینی

۴ - نتیجه گیری

هر شبکه با توجه به روابط موجود در شبکه از خصوصیات خاصی برخوردار است. در این مقاله در ابتدا به بررسی چند معیار مرکزیت مهم تر پرداخته و به رتبه بندی درستی از این معیارها برای یافتن گره های تاثیرگذار دست یافته شد. از مزایای این رتبه بندی می توان به دقت بالا در شناسایی گره های تاثیرگذار و پراهمیت و همچنین ارائه بهترین رتبه بندی برای گره های تاثیرگذار و پراهمیت استخراج شده اشاره کرد.

چالش های زیادی در حوزه شبکه های اجتماعی وجود داد. در راستای این مقاله به عنوان کار آتی می توان از چالش زمان را برای شناسایی گره های پراهمیت در شبکه های اجتماعی استفاده کرد و در بستر زمان به بررسی تغییرات نقش ها پرداخت.



سومین کنفرانس بین المللی اینترنت اشیاء و کاربردها

فروردین ۱۳۹۸ - دانشگاه اصفهان

identifying influential nodes in complex networks," vol. ۱۰۳, pp. ۱۰۱-۱۱۰, ۲۰۱۷.

[۹] D. Qiu, H. Li, and Y. Li, "Identify node role and track node evolution in temporal networks," in *Soft Computing and Pattern Recognition (SoCPaR)*, ۲۰۱۱ *International Conference of*, ۲۰۱۱, pp. ۱۲۹-۱۳۴: IEEE.

[۱۰] X. Zhao, F. a. Liu, J. Wang, and T. J. I. I. J. o. G.-I. Li, "Evaluating influential nodes in social networks by local centrality with a coefficient," vol. ۶, no. ۲, p. ۳۵, ۲۰۱۷.

[۱۱] P. J. P. R. E. Holme, "Three faces of node importance in network epidemiology: Exact results for small graphs," vol. ۹۶, no. ۶, p. ۰۶۲۳۰۵, ۲۰۱۷.

[۱۲] D. Pennacchioli, G. Rossetti, L. Pappalardo, D. Pedreschi, F. Giannotti, and M. Coscia, "The three dimensions of social prominence," in *International Conference on Social Informatics*, ۲۰۱۳, pp. ۳۱۹-۳۳۲: Springer.