

خوشه بندی گره های موردي بی سیم مبتنی بر الگوريتم KPP

حسین سالخورده کول^۱؛ محمد رضا میدی^۲

چکیده

در شبکه های موردي بی سیم، عملیات همه پخشی پیام ها از طریق مکانیزم سیلاپ سراسری صورت می گيرد، که بکارگیری این مکانیزم، هزينه بسياري را از نظر ارسال مجدد پیام ها و محدوديت در انرژي گره ها، بر اين شبکه ها تحمل می نماید. يك مجموعه حاكم متصل ضعيف (WCDS) ساختاري را در شبکه های موردي ايجاد می کند که توسط آن می توان همه پخشی پیام ها را از طریق خوشه بندی گره ها در اين نوع شبکه ها، مدیریت نمود بطور يك، فقط گره های موجود در مجموعه حاكم متصل ضعيف عمل ارسال بسته ها را انجام می دهند. مسئله مجموعه حاكم متصل ضعيف يك مسئله بفرنج بوده، که برای حل آن يکسری الگوريتم های تقریبی ارائه شده است. در اين مقاله، ما الگوريتم متمرکز WCDS-KPP مبتنی بر اصل نزدیکی گره ها در گراف را، جهت یافتن يك مجموعه حاكم متصل ضعيف کمینه، پیشنهاد می نماییم.

در گام اول، از يك الگوريتم یافتن کوتاهترین مسیر، به منظور تعیین حداقل فاصله گره ها در گراف استفاده می گردد. سپس بوسيله الگوريتم (KPP) Key Player Problem، گره ها بر اساس فاصله نسبی آن ها با سایر گره ها در شبکه وزن دهنده و گره های حاكم براساس وزن آن ها تعیین می شوند. نتایج حاصل از شبيه سازی روش پیشنهادي، با برخی از بهترین الگوريتم های موجود مورد مقایسه قرار گرفته که نتیجه اين مقایسات، کارايی الگوريتم پیشنهادی را از نظر کمینه بودن تعداد گره های حاكم، نسبت به الگوريتم های ذكر شده نشان می دهد.

كلمات کلیدی

مجموعه حاكم متصل ضعيف، شبکه های موردي بی سیم، خوشه بندی، الگوريتم KPP.

۱. مقدمه

شبکه موردي بی سیم، يك شبکه ارتباطی بی سیم چندگامه^۱ است که قادر به پشتيبانی مجموعه ای از میزبان های متتحرك می باشد. اين شبکه ها قادر يك زيرساخت شبکه ای ثابت و مدیریت مرکزی هستند که در اين شبکه ها میزبان های متتحرك می توانند يك زير ساخت شبکه ای موقتی را در يك مدل موردي ايجاد کنند. در اين شبکه ها دو میزبان در صورتی می توانند به طور مستقيم با يكديگر ارتباط برقرار کنند که در محدوده ارسالی يكديگر قرار گيرند و به صورت غيرمستقيم از طریق میزبان های میانی با يكديگر ارتباط برقرار می کنند. هر میزبان نقش يك مسیریاب و انتقال دهنده بسته ها به سوی مقصود نهایی را ایفا می کند. ساده ترین راه به منظور پخش سراسری، انتشار کورکورانه بسته ها توسعه گره های میزبان است در اين حالت هر گره دریافت کننده بسته، مجدد ارسال می نماید که اين روش باعث افزایش برخورد میان بسته ها و همچنین تکرار ارسال غیرضروري بسته ها می گردد که به نوبه خود موجب اتلاف منابع انرژی و همچنین پهنانی باند شبکه می گردد^[۶]. از اينرو راهکارهای مختلفی به منظور پخش سراسری بسته ها پیشنهاد گردیده است، که ايجاد ستون فقرات از طریق تعیین مجموعه حاكم متصل کمینه از مهمترین

^۱. دانشجوی کارشناسی ارشد کامپیوتر، دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر دانشگاه آزاد قزوین، ir

^۲. عضو هیأت علمی دانشکده مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ir

این روش ها می باشد[۶]. محدودیت های شدید منبعی این نوع از شبکه ها، از قبیل محدودیت های پهنای باند و توان مصرفی، همچنین فقدان زیرساخت های شبکه ای ثابت و کارآمد و مدیریت مت مرکز، مسیریابی و انتقال بسته هادر شبکه را با مشکل مواجه کرده و هزینه زیادی را بر شبکه تحمیل می کند، از این رو برای حصول یک کارایی عالی در شبکه های موردنی باید سربار میزانها را تا حد ممکن کاهش داد.

یک شبکه موردنی را می توان به کمک گراف دیسکی واحد^۴ ($V, E = G$) نشان داد که در آن، رئوس گراف معروف گره های میزان بوده و هر یال از گراف، دو میزان را که در محدوده ارسال یکدیگر قرار دارند متصل می نماید. مجموعه حاکم S ، زیر مجموعه ای از مجموعه V می باشد بطوری که هر گره در $V - S$ حداقل با یک گره از مجموعه S مجاور باشد. مجموعه حاکم متصل کمینه S ، یک مجموعه حاکم به صورت یک زیر گراف متصل از G با پایین ترین کار دینالیتی است[۱]. یافتن مجموعه حاکم متصل جزو مسائل بفرنج است[۲],[۳],[۷]، از این رو الگوریتم های مت مرکز و توزیع شده بسیاری برای حل آن پیشنهاد شده است.

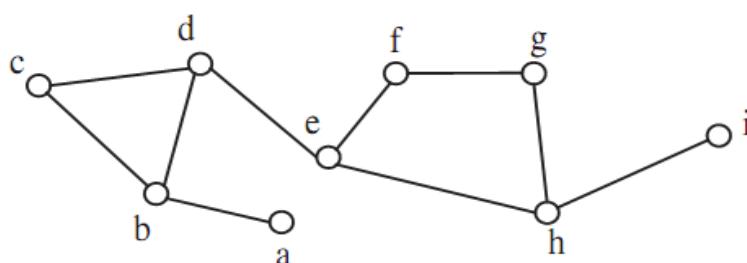
گوها و کاهله[۲] دو الگوریتم اکتشافی حریصانه با تضمین دامنه کارایی ارائه داده اند که در الگوریتم اول، مجموعه حاکم متصل از یک گره شروع شده و به سمت گره های دیگر رشد می کند. در الگوریتم دوم، ابتدا یک مجموعه حاکم متصل ضعیف ایجاد شده، سپس گره های میانی برای ایجاد یک مجموعه حاکم متصل انتخاب می شوند. الذوبی و همکارانش [۵]، [۴] دو نسخه از یک الگوریتم را بنظر ایجاد مجموعه حاکم در یک شبکه بی سیم فراهم کردند. در هر دو الگوریتم، از یک استراتژی بر چسب زنی تکراری استفاده کردند تا گره های حاکم گراف را بر پایه رتبه هایشان دسته بندی نمایند. چن و لیستمن [۳]، یک سری از الگوریتم های تقریبی را برای محاسبه مجموعه حاکم متصل ضعیف به منظور استفاده در خوش بندی شبکه های موردنی پیشنهاد دادند. فانک و همکارانش [۹] الگوریتمی را بر مبنای یک مکانیزم ساده رنگ آمیزی گراف به منظور ایجاد مجموعه حاکم متصل ضعیف ارائه داده اند. هان و همکارانش [۱۰] یک الگوریتم توزیع شده مبتنی بر ناحیه^۵ برای ایجاد مجموعه حاکم متصل ضعیف پیشنهاد داده اند که در این الگوریتم گره های شبکه به یکسری نواحی بخش بندی شده و از شرایط خاصی برای انتخاب گره های مجموعه حاکم متصل ضعیف در هر ناحیه استفاده می گردد. ترکستانی [۱۱] الگوریتم تقریبی مت مرکزی مبتنی بر اتماتاتی یادگیر توزیع شده^۶ به نام DLA-CC برای حل مسئله مجموعه حاکم متصل ضعیف در یک گراف ارائه داده است. در این الگوریتم ابتدا به هر گره در شبکه یک اتماتاتی یادگیر نسبت داده می شود که هر یک مجموعه اعمال خود را دارند و همچنین می توانند این مجموعه اعمال را هرس نمایند، عمل هایی که حذف می شوند متناظر با گره های حاکم و همسایه های آن ها می باشد.

در این مقاله یک الگوریتم تقریبی به منظور خوش بندی گره ها و همچنین ایجاد مجموعه حاکم متصل ضعیف در شبکه های موردنی بی سیم ارائه می گردد. الگوریتم تقریبی پیشنهادی با یافتن مجموعه حاکم متصل با کار دینالیتی پایین برای گراف شبکه، ستون فقراتی را در سطح شبکه ایجاد می نماید. در گام اول، از یک الگوریتم یافتن کوتاه ترین مسیر، به منظور تعیین حداقل فاصله گره ها در گراف استفاده می شود. سپس بوسیله الگوریتم Key Player Problem(KPP) ، گره ها را بر اساس فاصله نسبی آن ها با سایر گره ها در شبکه وزن دهی کرده و گره های حاکم را براساس وزن آن ها تعیین می نماید. نتایج حاصل از شبیه سازی روش پیشنهادی، با برخی از بهترین الگوریتم های موجود مورد مقایسه قرار گرفته که نتیجه این مقایسه کارایی الگوریتم پیشنهادی را از نظر کمینه بودن تعداد گره های حاکم، نسبت به الگوریتم های ذکر شده نشان می دهد.

در ادامه این مقاله و در بخش ۲ الگوریتم KPP به اختصار شرح داده شده سپس در بخش ۳ نیز الگوریتم پیشنهادی به تفضیل مورد بررسی قرار داده می شود. همچنین در بخش ۴ نتایج شبیه سازی های انجام شده و در بخش ۵ خلاصه و نتیجه گیری مقاله ارائه می گردد.

۲. الگوریتم KPP

این الگوریتم در پردازش زیان های طبیعی و همچنین شبکه های اجتماعی کاربرد دارد[۱۳]. در این الگوریتم گره ای از گراف اولویت بالاتری دارد که فاصله کمتری با سایر رئوس گراف داشته باشد[۱۲]:



^۴Unit Disk Graph(UDG)

^۵area

^۶Distributed Learning Automata

شکل ۱: گراف ایجاد شده از شبکه

$$KPP(v) = \frac{\sum_{u \in V: u \neq v} \frac{1}{d(u,v)}}{|V| - 1} \quad (1)$$

بطوریکه صورت کسر مجموع معکوس کوتاهترین فاصله بین گره v و سایر گره های دیگر و همچنین مخرج کسر تعداد گره های موجود در گراف (شامل گره V) است. از اینرو KPP یک گره غیر متصل بر طبق معادله (۲) یک عدد ثابت کوچک است.

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{|V|} \quad (2)$$

برای مثال، KPP گره های a و f در شکل ۱ برابر است با :

$$kpp(a) = \frac{1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \frac{1}{4} + \frac{1}{5} + \frac{1}{5}}{8} = 0.40$$

$$kpp(f) = \frac{1 + 1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{3} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4}}{8} = 0.53$$

در نتیجه گره f به دلیل فاصله کمتر نسبت به سایر گره ها از اهمیت بیشتری برخوردار است.

۳. الگوریتم ایجاد مجموعه حاکم متصل ضعیف مبتنی بر الگوریتم KPP

فرض می شود که گره های میزبان از طریق یک کانال بی سیم همه پخشی عمومی و با استفاده از آنتن های همه جهته، که همگی از محدوده ارسال یکسانی برخوردارند، با یکدیگر ارتباط برقرار می نمایند. به عبارت دیگر، در طراحی و تحلیل الگوریتم پیشنهادی، گراف معادل شبکه، یک گراف دیسکی واحد در نظر گرفته می شود. هر گره درون شبکه یک شماره شناسایی منحصر به فرد داشته و از شماره شناسایی گره های مجاور خود آگاه است. هر دو گره از شبکه تنها در صورتی که یک کانال ارتباطی مستقیم دو سویه میان آنها برقرار باشد، به یکدیگر متصل می شوند. بنابراین، گراف حاصل گرافی غیر جهتدار در نظر گرفته می شود.

در ابتدا تعداد گام های هر گره با سایر گره ها محاسبه شده سپس با استفاده از الگوریتم KPP به هر یک از گره های گراف بر اساس فاصله آن گره با سایر گره ها وزنی تخصیص داده می شود، در آخرین مرحله گره های با بیشترین وزن به عنوان گره حاکم انتخاب می گردند. تشریح مراحل الگوریتم در ادامه آمده است.

گام ۱. در ابتدا با استفاده از الگوریتم فلولید کوتاهترین مسیر هر گره تا سایر گره ها بر اساس تعداد گام، محاسبه می گردد.

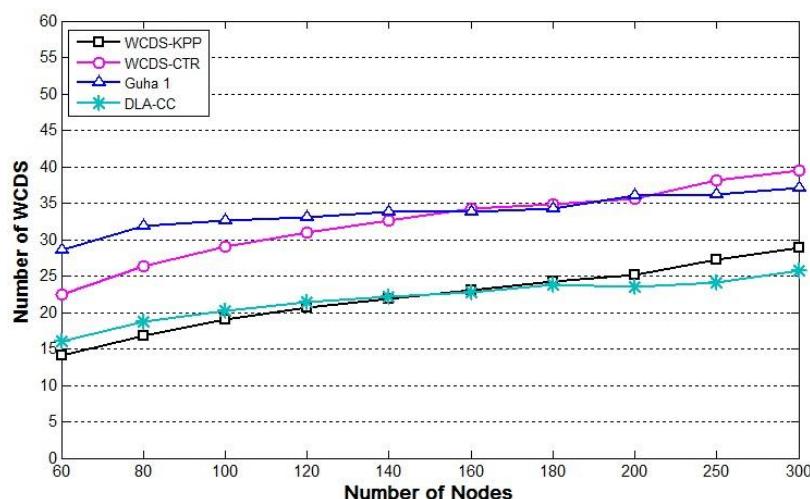
گام ۲. از طریق الگوریتم KPP و بر اساس فاصله محاسبه شده، به هر یک از گره ها وزنی تخصیص داده می شود. گره ای که کمترین فاصله را با گره های دیگر دارد، دارای بیشترین وزن است.

گام ۳. در این مرحله گره با بیشترین وزن به عنوان گره حاکم انتخاب می شود، سپس تمامی گره هایی که در همسایگی گره انتخاب شده قرار دارند از لیست گره های کاندید مجموعه حاکم حذف می گردند.

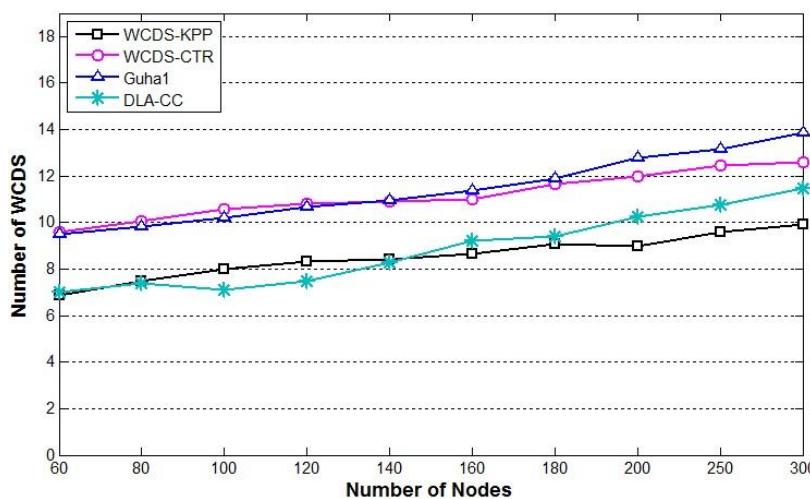
تا زمانی که تمامی گره های گراف پیمایش شوند، مرحله ۳ به صورت تکراری اجرا می شود.

۴. نتایج آزمایشات

در این بخش، به منظور ارزیابی عملکرد الگوریتم پیشنهادی، نتایج حاصل از شبیه سازی الگوریتم های موجود به لحاظ اندازه مجموعه حاکم مقایسه می گردد. از جمله این الگوریتم ها، Guha, I [۲] ، WCDS-CTR [۳] و DLA-CC [۱۱] می باشند که برای مقایسه با نتایج بدست آمده توسط الگوریتم پیشنهادی انتخاب گردیده اند. در این آزمایشات، نرم افزار شبیه ساز، گراف های متصلی را از طریق توزیع تصادفی گره ها در یک ناحیه 100×100 تولید می نماید. فرض می شود که تمامی گره های میزبان از محدوده ارسال رادیوئی یکسانی برخوردارند. گره های میزبانی که در شعاع ارسال یکدیگر قرار دارند قادرند تا بطور مستقیم با یکدیگر ارتباط برقرار نمایند. پس از توزیع تصادفی گره ها، بررسی می شود که گراف تولید شده متصل باشد. مجموعه حاکم متصل ضعیف بر روی گراف تولید شده ایجاد و اندازه آن تعیین می گردد. محدوده ارسال رادیوئی گره ها و همچنین تعداد گره ها درون شبکه، دو پارامتر مهم هستند که اندازه مجموعه حاکم تولید شده را تحت تاثیر قرار می دهند. آزمایشات برای هر مقدار از پارامتر ها، ۱۰۰ مرتبه تکرار شده و فرض می شود که محدوده ارسال رادیوئی هر گره میزبان ۱۵ و سپس ۳۰ می باشد. آزمایشات به ترتیب با تعداد گره های ۶۰ تا ۳۰۰ تکرار و نتایج در اشکال ۲ و ۳ آورده شده است. با مقایسه نمودارهای نشان داده شده در شکل ۳ می توان دریافت که با افزایش شعاع ارسال رادیوئی گره های شبکه، اندازه مجموعه حاکم متصل کاهش خواهد یافت. علت این امر آنست که گره های حاکم با محدوده ارسال رادیوئی بیشتر، قادرند تا تعداد گره های بیشتری را پوشش دهند و در نتیجه مجموعه حاکم با تعداد گره کمتری ایجاد می گردد.



شکل ۲ : نتایج شبیه سازی با گره هایی با برد ۱۵



شکل ۳ : نتایج شبیه سازی با گره هایی با برد ۳۰

مجموعه حاکم ایجاد شده توسط الگوریتم پیشنهادی ستون فقراتی را در شبکه ایجاد می کند، که کمترین تعداد گره های حاکم را در مقایسه با سایر روش های ذکر شده داراست.

۵. خلاصه و نتیجه گیری

در شبکه های موردی با توجه به محدودیت های پهنای باند و نیز انرژی گره ها، همه پخشی پیام ها و طوفان انتشار ناشی از آن، هزینه زیادی را بر شبکه تحمیل کرده و موجب افت کارایی شبکه می شود. یک مجموعه حاکم متصل، ستون فقراتی را در شبکه ایجاد می کند که نرخ ارسال مجدد پیام ها در شبکه و همچنین توان مصرفی گره ها را به حداقل می رساند. در الگوریتم پیشنهادی، از طریق وزن دهی گره های شبکه، مجموعه حاکم ایجاد می گردد. کارائی روش پیشنهادی در مقایسه با روش های ذکر شده، شبیه سازی و ارزیابی گردید و مشخص شد که مجموعه حاکم ایجاد شده توسط الگوریتم پیشنهادی دارای کمترین کاردينالیتی می باشد.

۶. مراجع

- [۱] J. Blum, M. Ding, A. Thaeler and X. Cheng, “Connected dominating set in sensor networks and manets”, *Kluwer Academic Publishers*, pp. ۳۲۹-۳۶۹, ۲۰۰۴.
- [۲] S. Guha and S. Khuller, “Approximation algorithms for connected dominating sets”, *Journal of Algorithmica*, Vol. ۲۰, No. ۴, pp. ۳۷۴-۳۸۷, Apr ۱۹۹۸.
- [۳] Y. Chen and A. Liestman, “Approximating minimum size weakly-connected dominating sets for clustering mobile ad hoc networks”, *ACM MobiHoc*, June ۲۰۰۲.
- [۴] M. Alzoubi, P.J. Wan and O. Frieder, “New distributed algorithm for connected dominating set in wireless ad hoc networks”, *Proceedings of the ۷th Hawaii International Conference on System Sciences*, Big Island, Hawaii, ۲۰۰۲.
- [۵] K.M. Alzoubi, P.J. Wan and O. Frieder, “Distributed heuristics for connected dominating sets in wireless ad hoc networks”, *Journal of Communications and Networks*, Vol. ۴, No. ۱, Mar ۲۰۰۲.
- [۶] X. Cheng, “Routing issues in ad hoc wireless networks”, *PhD Thesis, Department of Computer Science*, University of Minnesota, ۲۰۰۲.
- [۷] B. N. Clark, C. J. Colbourn, and D. S. Johnson, “Unit Disk Graphs,” *Discrete Mathematics*, Vol. ۸۶, pp. ۱۶۵-۱۷۷, ۱۹۹۰.
- [۸] M.V. Marathe, H. Breu, H.B. Hunt III, S.S. Ravi, D.J. Rosenkrantz, “Simple Heuristics for Unit Disk Graphs,” *Networks*, Vol. ۲۵, pp. ۵۹-۶۸, ۱۹۹۵.
- [۹] S. Funke, A. Kesselman, U. Meyer and M. Segal, “A Simple Improved Distributed Algorithm CDS in Unit Disk Graphs”, *IEEE International Conference on Wireless And Mobile Computing, Networking And Communications (WiMob'۲۰۰۴)*, Vol. ۲, pp. ۲۲۰-۲۲۳.
- [۱۰] B. Han and W. Jia, “Efficient Construction of Weakly-Connected Dominating Set for Clustering Wireless Ad Hoc Networks”, *GLOBECOM '۰۶ IEEE*, pp ۱-۵, ۲۰۰۶.
- [۱۱] J. R. Torkestani and M. R. Meybodi, “Clustering the wireless Ad-hoc Networks: A Distributed Learning Automata Approach”, *Journal of Parallel and Distributed Computing*, Vol ۷۰, pp. ۳۹۴-۴۰۵, ۲۰۱۰.
- [۱۲] S.P. Borgatti, “Identifying Sets of Key Players in a Network,” *Proc. Conf. Integration of Knowledge Intensive Multi-Agent Systems*, pp. ۱۲۷-۱۳۱, ۲۰۰۳.
- [۱۳] R. Navigli and M. Lapata, “Graph Connectivity Measures for Unsupervised Word Sense Disambiguation”, *IJCAI-07*, ۲۰۰۷.