

استفاده از روش های شناسایی آماری الگو در خوشه بندی شبکه های مخابراتی بی سیم

مهديه ساسان^۱، فرهاد فغانی^۲، روح ا... آقا جانی^۳

^۱دانشجوی کارشناسی ارشد؛ دانشکده مهندسی برق؛ دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد؛ اصفهان؛ ایران mahdie.sasan@yahoo.com

^۲استاد یار؛ دانشکده مهندسی برق؛ دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد؛ اصفهان؛ ایران faghani@iaun.ac.ir

^۳استادیار؛ دانشکده مهندسی برق؛ دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد؛ اصفهان؛ ایران aghajani@iaun.ac.ir

چکیده

دستیابی به قابلیت گسترش شبکه و انجام عملیات مسیریابی و کنترلی در شبکه های موردی سیار با ابعاد بزرگ نسبتاً پیچیده می باشد. برای این منظور باید راهی بیابیم که پیام های درخواست مسیر کمتری در این شبکه ها همه پخشی گردد و تا حد امکان تحرک گره های شبکه از دید دیگر گره های شبکه پنهان بماند. یکی از راه حل ها برای دستیابی به اهداف فوق استفاده از تکنیک خوشه بندی می باشد. نیاز به تبادل پیام های کنترلی صریح و موج خوشه بندی مجدد به واسطه تحرک نودها، هزینه های اصلی شبکه های موردی خوشه بندی شده نسبت به شبکه های مسطح می باشد. برای کاهش این هزینه ها بایستی خوشه هایی با پایداری بالاتر ایجاد کرد. در این مقاله یک روش خوشه بندی مبتنی بر الگوریتم های شناسایی آماری الگو ارائه شده است، ایده جدید استفاده از یک چهارچوب ریاضی و الگوریتم های غیر پارامتریک در فاز اولیه تشکیل خوشه می باشد، به طوری که خوشه های هدفمند بر روی شبکه تشکیل می دهد. در روش پیشنهادی سرخوشه در مرکز خوشه قرار دارد و حداقل فاصله را بر اساس معیار جذب تعریف شده به اعضای خوشه ی خود دارد و با ایجاد خوشه های چندگانه، خوشه تشکیل شده پایداری بالاتری نسبت به روش های مشابه دارد و موجب بهبود پارامترهای عملکرد شبکه نظیر تأخیر می شود و پهنای باند مورد استفاده نودهای شبکه را افزایش می دهد.

کلمات کلیدی

خوشه بندی، خوشه بندی شبکه های موردی، الگوریتم k-means، معیار جذب نود

۱- مقدمه

گره ها در شبکه موردی به صورت بی سیم در روشی که خود تصمیم می گیرند با هم ارتباط برقرار می کنند و دارای توپولوژی از قبل تعیین شده ای نمی باشد. برخی از کاربردهای شبکه های موردی را در شبکه های ارتباطی نظامی و یا شبکه های تجاری آینده می توان نام برد، که از نظر تعداد گره های شبکه، می توانند بزرگ باشند. ذخیره اطلاعات مسیریابی در گره ها باعث مشکلاتی در قابلیت گسترش شبکه می شود. برای غلبه بر مشکلات قابلیت گسترش تکنیک های خوشه بندی ارائه شده اند [۱-۲]. خوشه بندی گره های شبکه در زمینه های زیادی مورد بررسی قرار گرفته است. هر یک از این روش ها خوشه بندی را با اهداف مختلفی همچون توازن بار، افزایش تحمل پذیری در مقابل خطا، افزایش میزان اتصالات، کاهش تاخیر و یا افزایش طول عمر شبکه انجام می دهند. خوشه بندی یکی از راهکارهای تامین مقیاس پذیری برای مسیریابی در شبکه های موردی است که تا حدودی مساله تحرک را حل می کند. مسیریابی در شبکه های موردی می تواند به دو صورت کلی سلسله مراتبی یا مسطح انجام گیرد. در اولی میان گره ها یک سلسله مراتب تشکیل می شود ولی در دومی تمام گره ها همسان در نظر گرفته می شود. مسیریابی مسطح که در اکثر پروتکل های مسیریابی وجود دارد، ممکن است قابلیت انجام عمل مسیریابی به صورت کارا را نداشته باشد، چون جدول مسیریابی باید به اندازه ای بزرگ باشد که برای هر گره شبکه یک واحد در خود جا داده تا دید کاملی از توپولوژی شبکه داشته باشد. بنابراین الگوریتم های خوشه بندی ارائه شده اند تا مشکل قابلیت گسترش شبکه را با ارائه ساختار خوشه ای حل کنند [۱]. یک ساختار خوشه ای منجر به برقراری اتصالات سریع بین نودها، مدیریت بهینه تغییرات توپولوژی شبکه، مسیریابی بهتر و کاهش اندازه جدول مسیریابی، صرفه جویی در انرژی، استفاده از فرکانس یا مجموعه کد یکسان برای خوشه های غیر همسایه در صورت عدم وجود همپوشانی، به گونه ای که می تواند ظرفیت سیستم را به صورت قابل توجهی افزایش دهد. ساختار خوشه ای منجر به کوچکتر و پایدارتر شدن ساختار شبکه و نهایتاً بهبود پارامترهای عملکرد

شبکه نظیر تاخیر، پهنای باند مصرفی و بهره‌گیری از پیوندها و سویچ‌های شبکه می‌گردد [۳]. خوشه بندی در کنار مزایای که فراهم می‌کند هزینه‌هایی را نیز به شبکه تحمیل می‌نماید. نیاز به تبادل پیام‌های کنترلی، موج خوشه بندی مجدد، فرض سکون اولیه برای تشکیل خوشه، ثابت نبودن مراحل که فرایند خوشه بندی اجرا و تکمیل می‌شود و پیچیدگی ارتباطی که نمایانگر تعداد پیام‌های مورد نیاز برای تشکیل خوشه است، هزینه‌های اصلی شبکه‌های موردی خوشه بندی شده نسبت به شبکه‌های موردی مسطح است. کاهش یا رفع هزینه‌های خوشه بندی کلید اصلی در اعتبار کارایی و بهبود گسترش ساختار خوشه‌ای می‌شود. گره‌ها در شبکه می‌توانند با روش‌های مختلف خوشه بندی شوند که چندین خوشه کل شبکه را پوشش دهد. با تقسیم کردن شبکه به بخش‌های بدون روی هم افتادگی، مسیریابی درون خوشه‌ها به وسیله سرخوشه‌ها مدیریت می‌شود و مسیریابی بین خوشه‌ها به وسیله سرخوشه‌ها با یک روش انفعالی توسط سرخوشه انجام می‌شود. سرخوشه گره‌ای است که وظیفه‌ای همانند ایستگاه پایه در شبکه‌های سلولی را در خوشه دارد. در حالت کلی، خوشه بندی می‌تواند موجب کاهش اطلاعات مورد نیاز برای نشان دادن حالت شبکه شود. با گروه بندی چندین گره در یک خوشه، گره‌های دیگر می‌توانند به جای اطلاعات چندین گره اطلاعات یک خوشه را داشته باشند. یک یا چندین گره درون خوشه می‌توانند اطلاعات حالت خوشه را جمع‌آوری و توزیع کنند و هر گره ممکن است یک دید جزئی از حالت خوشه داشته باشد. گره‌های دور خارج از خوشه معمولاً نیازی به دانستن جزئیات اتفاقات خاصی که درون خوشه واقع می‌شود ندارند. بنابراین یک دید کلی از حالت خوشه معمولاً برای گره‌های دور کافی است تا کنترل تصمیم‌گیری را انجام دهد. این کاهش در اطلاعات حالت خصوصاً در شبکه‌های پویا همانند شبکه‌های بی‌سیم متحرک مفید می‌باشد. با نشان دادن حالت سطح خوشه‌ها، می‌توان تناوب ظهور تغییر در شبکه و همچنین، اندازه اطلاعات حالت که باید توزیع شوند تا گره‌ها بتوانند کنترل تصمیم‌گیری خوبی انجام دهند، را کاهش دهد. وقتی یک گره مکانش را تغییر می‌دهد کافی است تا گره‌های درون خوشه اطلاعات توپولوژی را به روز کنند. هم‌چنین کار مدیریت شبکه می‌تواند ساده‌تر شود اگر مدیریت درون خوشه با سرخوشه انجام شود [۵]. در ادامه این مقاله در بخش ۲ مرور کوتاهی بر روش‌های خوشه بندی شبکه‌های موردی انجام می‌دهیم در بخش ۳ به توضیح خوشه بندی به روش‌های شناسایی آماری الگو مانند الگوریتم k -means و k -medoid پرداخته. در بخش ۴ روش پیش‌نهادهی را ارائه می‌دهیم و سپس در بخش ۵ به بررسی نتایج و ارزیابی روش پیشنهادی می‌پردازیم.

۲- مروری بر طرح‌های خوشه بندی شبکه‌های موردی

تاکنون طرح‌های خوشه بندی زیادی ارائه شده‌اند که هر یک سعی در بهبود پارامتری از پارامترهای ذکر شده دارند. بهترین روش دسته بندی طرح‌های خوشه بندی شبکه‌های موردی بر اساس اهداف آنهاست. بر این اساس، طرح‌های پیشنهادی خوشه بندی به شش گروه تقسیم می‌شوند. خوشه بندی DS-based سعی می‌کند یک مجموعه قلمرو برای شبکه‌های موردی بیابد به صورتی که تعداد گره‌های سیار که در جستجوی مسیر یا نگهداری جدول مسیر شرکت دارند را بتوان کاهش داد. طرح خوشه بندی کم‌ترین سربار نگهداری^۲ کمک می‌کند که خوشه بندی مجدد تا زمانی که امکان دارد اتفاق نیفتد و پیام‌های کنترلی صریح برای خوشه بندی را کمینه می‌کند. با این روش ساختار خوشه به خوبی نگهداری می‌شود، بدون آنکه منابع شبکه برای نگهداری خوشه مصرف شوند. خوشه بندی آگاه از حرکت^۳ با گروه بندی گره‌های دارای الگوی تحرکی مشابه در یک خوشه می‌توان خوشه‌های پایدارتری داشت. خوشه بندی آگاه از انرژی^۴ باتری گره‌های متحرک را مدیریت می‌کند. با حذف مصرف انرژی غیر ضروری گره‌های متحرک یا با متوازن کردن مصرف انرژی در میان گره‌های سیار مختلف، زمان عمر شبکه می‌تواند افزایش یابد. طرح خوشه بندی توازن بار^۵ سعی در محدود کردن تعداد گره‌های سیار در هر خوشه دارد تا خوشه‌ها از اندازه یکسانی برخوردار باشند. بنابراین بار شبکه می‌تواند در هر خوشه توزیع گردد. خوشه بندی بر پایه ترکیب پارامترهای مختلف^۵، معمولاً چندین پارامتر را برای تشکیل خوشه و به ویژه برای تعیین سرخوشه استفاده می‌کند مانند درجه گره، اندازه‌ی خوشه، سرعت تحرک، انرژی باتری. با بررسی کردن پارامترهای بیشتر سرخوشه می‌تواند صحیح‌تر انتخاب شود، هم‌چنین می‌توان از وزن دهی فاکتورها برای استفاده در سناریوهای مختلف استفاده کرد.

^۲ - Low maintenance clustering
^۳ - Mobility-aware clustering
^۴ - Energy-Efficient clustering
^۵ - Weighted clustering algorithm

۳- خوشه بندی

یکی از روش های حیاتی کنترل و مدیریت داده ها، گروه بندی داده ها با خواص مشابه درون مجموعه ای از دسته ها یا خوشه ها می باشد . خوشه بندی یک کلاس بندی بدون نظارت است که در آن کلاس های از پیش تعریف شده ای وجود ندارد . به عبارتی خوشه بندی نوعی یادگیری بدون نظارت است. به همین دلیل ، این تکنیک را می توان شکلی از یادگیری بوسیله داده ها یا مشاهدات (و نه یادگیری به وسیله مثال ها) دانست. خوشه بندی منجر به فشرده سازی و کاهش اطلاعات می شود برای این منظور لازم است که الگوهای با بیشترین میزان شباهت ، در یک خوشه قرار گیرند. معیارهای مختلفی برای اندازه گیری شباهت مورد استفاده قرار می گیرند که وابسته به ماهیت داده ها متفاوت می باشند . در هر فرآیند خوشه بندی مراحل طی می شود که عبارتند از :

- ۱- تهیه و ارائه ماتریس داده ها
- ۲- استاندارد کردن ماتریس داده ها
- ۳- محاسبه ماتریس مجاورت (فاصله یا شباهت)
- ۴- اجرای روش خوشه بندی
- ۵- محاسبه معیار(های) اعتبار

به طور کلی الگوریتم های خوشه بندی را می توان به چند دسته از جمله روش های تفکیکی ، روش های سلسله مراتبی و روش های مبتنی بر چگالی تقسیم کرد. نوع دیگر تقسیم بندی ، الگوریتم ها را به دو دسته قطعی یا سخت و غیر قطعی یا فازی تقسیم بندی می کند. در این مقاله به بررسی الگوریتم های تفکیکی می پردازیم.

۳-۱ الگوریتم های خوشه بندی تفکیکی

این نوع خوشه بندی که مبتنی بر تابع هدف نیز نامیده می شود n رکورد داده را به k دسته تقسیم می کند به طوری که هر دسته بیانگر یک خوشه است و $k \leq n$. با توجه به مقدار k (تعداد خوشه ها) الگوریتم خوشه بندی تفکیکی یک دسته بندی را آغاز کرده و با استفاده از تکنیک جابجایی تکراری تلاش می کند که جابه جایی اشیا از یک خوشه به خوشه دیگر ، دسته بندی را بهبود دهد . این بهبود معمولاً با کمینه سازی یک تابع هدف (تابع هزینه ، تابع خطا) تعریف شده میسر می شود . در ادامه به توضیح برخی از مهم ترین و پرکاربرد ترین آنها می پردازیم. از معروف ترین و ساده ترین روش های خوشه بندی موجود الگوریتم k-means می باشد. به دلیل مزایایی مثل سهولت پیاده سازی ، سادگی و کارایی بالا به طور وسیعی مورد استفاده قرار می گیرد. این الگوریتم بر اساس کمینه سازی مجموع مجذور مربعات خطا بین الگوها تا مرکز نزدیک ترین خوشه جذب الگوها به سرخوشه انتخابی را انجام می دهد [۶].

۳-۱-۱ الگوریتم k-means

۱- از بین N داده (X_1, X_2, \dots, X_n) ، به صورت تصادفی K داده را به عنوان مرکز کلاستر به صورت m_1, m_2, \dots, m_k انتخاب می کنیم

۲- داده های $X_i (i=1, 2, \dots, n)$ را به کلاستر فرضی Z_j تخصیص می دهیم اگر و تنها اگر (۱)

$$S_i^{(t)} = \left\{ x_p : \|x_p - m_j^{(t)}\|^2 \leq \|x_p - m_i^{(t)}\|^2 \quad \forall j, 1 \leq j \leq k \right\}$$

۳- محاسبه میانگین هر خوشه و قرار دادن مقدار میانگین به عنوان مرکز جدید خوشه (۲)

$$m_i^{(t+1)} = \frac{1}{|S_i^{(t)}|} \sum_{x_j \in S_i^{(t)}} x_j$$

۴- تکرار مرحله دوم تا چهارم تا رسیدن به عدم تغییر در خوشه ها الگوریتم تا زمانی ادامه می یابد که معیار مربع خطای تعریف شده به صورت رابطه (۳) حداقل شود .

$$E = \sum_{i=1}^k \sum_{x_p \in Z_i} (x_p - m_i)^2 \quad (3)$$

هدف الگوریتم k-means حداقل کردن فاصله بین اجزای یک خوشه و حداکثر کردن فاصله بین اجزای خوشه های مجزاست . این الگوریتم معایب ۱- حساس بودن نسبت به داده های دور از مرکز ۲- وابسته بودن نتایج با انتخاب مراکز اولیه و انجام یک جستجوی محلی و ناتوانی در شناسایی داده نویز را دارد. در الگوریتم k-medoids که در ادامه توضیح داده می شود تلاش می شود که یکی از معایب الگوریتم k-means یعنی

حساسیت به داده های دور افتاده برطرف شود.

۲-۱-۳ الگوریتم k -medoids (PAM)

این الگوریتم مبتنی بر شی می باشد و نماینده خوشه ها را از میان خود داده ها (و نه میانگین گیری از آنها) انتخاب می کند. در واقع medoid یک خوشه، مرکزی ترین عنصر یک خوشه است. هدف این متد کم کردن حساسیت نسبت به مقادیر بزرگ در مجموعه داده هاست. الگوریتم PAM مشابه k -means با k عدد تصادفی از میان داده ها شروع می شود و در هر مرحله در صورتی که مجموع فاصله ها درون خوشه بهبود یابد، نزدیک ترین داده به مقدار میانگین به عنوان مرکز خوشه جدید انتخاب می گردد. این روش بر خلاف k -means در برابر داده های پرت و نویزدار مقاوم تر است. هم چنین، در ابتدای این الگوریتم ماتریس فاصله ها (فاصله داده ها از یکدیگر) محاسبه می شود، پس سربار محاسباتی برای محاسبه فاصله بردار داده ها از مراکز خوشه ها وجود ندارد. در الگوریتم پیشنهادی از این ایده استفاده شده است [۶]، [۷]

۴- روش پیشنهادی

الگوریتم های خوشه بندی شبکه معمولا در دو فاز تشکیل خوشه و نگهداری خوشه می باشد. نوآوری الگوریتم پیشنهادی در این مقاله مربوط به فاز تشکیل خوشه است که خوشه های هدفمند را روی شبکه مورد نظر تشکیل می دهد. خوشه بندی گره های شبکه بر مبنای الگوریتم k -medoids می باشد. یکی از مسایل مهم در فرآیند خوشه بندی تعیین معیاری برای محاسبه فاصله میان داده هاست. معیارهای مختلفی برای اندازه گیری فاصله بین اشیا وجود دارد که از معمولترین و پرکاربردترین آنها می توان فاصله اقلیدسی را نام برد. فاصله اقلیدسی برای دو نقطه X, Y در فضای n بعدی از رابطه ۴ بدست می آید.

$$d(x, y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2} \quad (4)$$

ولی در الگوریتم پیشنهادی معیار جذب گره ها به سرخوشه های انتخابی بر اساس ۴ معیار زیر در چهار سناریو شبیه سازی و مورد بررسی قرار گرفت. معیار جذب بر اساس ۱- حداقل طول مسیر ۲- حداکثر پهنای باند ۳- حداقل هاپ ۴- حداقل فاصله اقلیدسی میان نودها و سرخوشه های انتخابی می باشد. خوشه های به وجود آمده بر اساس روش k -medoids ساختاری چند گامه دارند و فاصله سرخوشه^۷ تا اعضای خوشه می تواند بیشتر از یک گام باشد در این روش متناسب با معیار جذب ویا معیار فاصله تعریف شده سرخوشه در مرکز ثقل خوشه و کمترین فاصله را تا اعضای خوشه خود دارد در این حالت از آنجایی که خوشه ها چند گامی و سرخوشه در مرکز خوشه واقع می باشد خوشه پایداری بالاتری در برابر تحرک و جابجایی نودها دارد. ضمن اینکه مساله تاخیر در ارسال پیام ها بین اعضا و سرخوشه بواسطه وجود سرخوشه در مرکزیت خوشه کاهش می یابد.

۴-۱ مراحل الگوریتم پیشنهادی

- ۱- انتخاب تصادفی k نود از میان N نود شبکه
 - ۲- محاسبه ماتریس فاصله با استفاده از الگوریتم های کوتاه ترین مسیر
 - هر نود در شبکه با استفاده از الگوریتم کوتاه ترین مسیر، فاصله خود تا سرخوشه های انتخابی را حساب کرده و به سرخوشه ای که حداقل فاصله با آن را دارد جذب می گردد.
 - ۳- میانگین گیری از اعضای هر خوشه
 - ۴- پیدا کردن نزدیک ترین عضو خوشه به مقدار میانگین بدست آمده و قرار دادن آن نود به عنوان سرخوشه جدید
 - ۵- تکرار مراحل ۲ تا ۴ تا زمانی که تغییری در خوشه های جدید به وجود نیاید
- در ادامه دو مورد از سناریوهای فوق را به تفصیل توضیح می دهیم:

در این الگوریتم انتخاب اولیه نودها به عنوان سرخوشه به صورت کاملا تصادفی می باشد و تعداد خوشه ها از قبل مشخص می باشد. تمامی نودها

^۶-Partitioning Around Medoids

^۷-Clusterhead

فاصله خود را بر اساس معیار تعریف شده تا سرخوشه های انتخابی محاسبه می کنند که در سناریو جذب نود براساس کمترین طول مسیر ، کمترین طول مسیر بین تمامی نودها و نودهای سرخوشه با استفاده از الگوریتم های shortestpath مثل دایجسترا حساب کرده به گونه ای که در این الگوریتم نودها رأس های گراف و طول هر لینک بین دو نود یالهای گراف می باشد . (هر دو نود زمانی با یکدیگر لینک دارند که در محدوده رنج رادیویی یکدیگر باشند) . هر نود طول مسیری بین خود و سرخوشه های انتخابی را حساب کرده و به سرخوشه ای تعلق می گیرد که جمع طول لینک های بین آن نود و سرخوشه و یا به عبارتی طول مسیر کمترین مقدار را داشته باشد . بدین ترتیب هر نود سرخوشه و خوشه خود را مشخص می نماید و خوشه های اولیه شکل می گیرد از آنجایی که هدف کمینه کردن مجموع فواصل درون خوشه ای اعضای هر خوشه تا سرخوشه می باشد و در این سناریو کمینه کردن طول مسیر بین اعضا تا سرخوشه هست بنابراین الگوریتم تلاش می کند با استفاده از تکنیک جابه جایی نودها از یک خوشه به خوشه دیگر ، دسته بندی را بهبود دهد . با تشکیل خوشه های اولیه از اعضای هر خوشه میانگین گیری کرده و سپس نزدیک ترین عضو هر خوشه به مقدار میانگین را مشخص کرده و به عنوان سرخوشه جدید برای تکرار الگوریتم در مرحله بعد انتخاب می گردد با این کار سرخوشه به مرکز ثقل خوشه منتقل می گردد . مراحل ۲ تا ۴ الگوریتم تا جایی تکرار می گردد که دیگر تغییری در وضعیت خوشه هر نود به وجود نیاید.

در سناریو جذب نود براساس حداقل تعداد هاپ بین سرخوشه ها و نود های شبکه نیز برای یافتن فاصله بین نودها بر اساس معیار حداقل هاپ از الگوریتم دایجسترا استفاده شد به گونه ای که نودهای شبکه رأس های گراف و یالهای گراف لینک های موجود بین نودها می باشد با این تفاوت که اندازه یالهای گراف را همگی یک قرار می دهیم و بدین ترتیب هر نود به سرخوشه ای که حداقل هاپ فاصله با آن را دارد جذب می گردد .

در شبکه بی سیم با افزایش طول لینک بین هر دو نود، پهنای باند میان آنها کاهش می یابد. (پهنای باند متناسب با عکس طول لینک بین دو نود کاهش می یابد) در نتیجه دست یافتن به چیدمان و خوشه بندی که نودها را به نحوی در خوشه ها قرار دهد که اعضای هر خوشه تا سرخوشه انتخابی کوتاه ترین مسیر را داشته باشد، حائز اهمیت است زیرا منجر به افزایش پهنای باند مورد استفاده هر یک از نودهای شبکه می گردد و از آنجا که خوشه های تشکیل شده چندگانه^۸ می باشند تاخیرات انتها به انتها^۹ و توان مصرفی در ارسال های درون خوشه ای و برون خوشه ای کاهش می یابد .

۵ - نتایج و شبیه سازی

سناریویی که برای شبیه سازی مورد استفاده قرار گرفت، عبارت بود از ۳۰۰ گره که به صورت تصادفی و در محیط با ابعاد ۲۰۰*۲۰۰ توزیع شدند شعاع انتشار هر گره ۴۰ متر در نظر گرفته شده است . لازم به یادآوری است که

در سناریو با معیار جذب حداقل طول مسیر در الگوریتم کوتاه ترین مسیر یال های گراف همان اندازه طول لینک بین گره های شبکه می باشد.

در سناریو با معیار جذب حداکثر پهنای باند ، یالهای گراف عکس پهنای باند فیزیکی موجود هر لینک می باشد.

در سناریو با معیار جذب حداقل هاپ یالهای گراف را تماما یک قرار می دهیم و هر نود با استفاده از الگوریتم کوتاه ترین مسیر به سرخوشه ای که حداقل هاپ فاصله با آن دارد جذب می گردد .

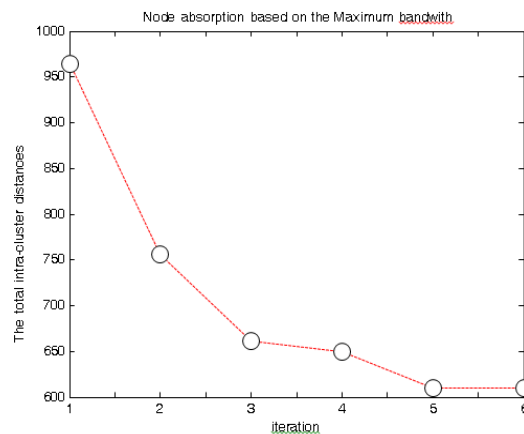
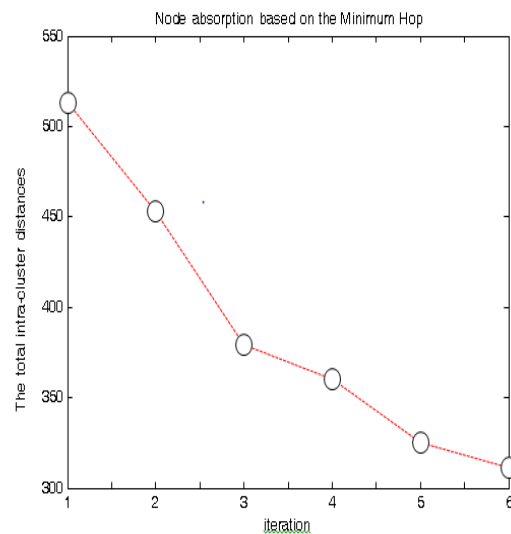
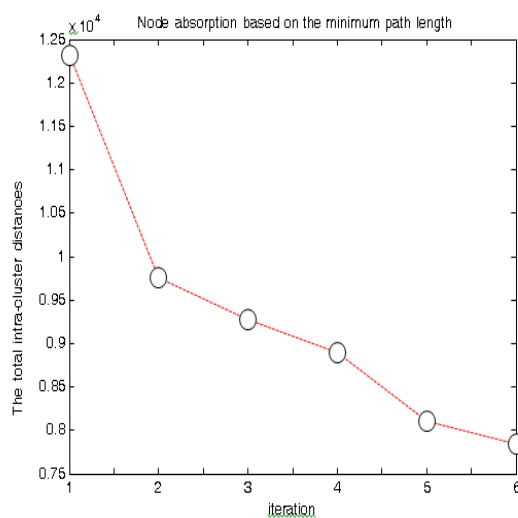
بطور مثال در یک شبکه ۳۰۰ نودی با ۷ سرخوشه با اجرای الگوریتم فوق در جدول ۱ مشاهده می گردد که در سناریوهای مختلف و در هر تکرار الگوریتم فواصل درون خوشه ای کاهش می یابد. تکرار الگوریتم جهت بهینه کردن تابع هدف و یا به عبارتی کمینه کردن تابع هدف که همان کاهش مجموع فواصل درون خوشه ای بین اعضای هر خوشه تا سرخوشه بر اساس معیارهای فاصله تعریف شده می باشد. مثلا در سناریو جذب نود بر اساس کمترین طول مسیر در تکرار اول مجموع فواصل اعضای هر خوشه تا سرخوشه های انتخابی از عدد ۱۲۳۲۱ متر به عدد ۷۸۵۰ متر در تکرار ششم الگوریتم کاهش یافته. و در سناریو جذب نود بر اساس حداقل تعداد هاپ بین اعضا تا سرخوشه های انتخابی در تکرار اول از ۵۱۳ هاپ به ۳۱۱ هاپ رسیده است.

^۸-Multihop

^۹-End to end

تکرار	۱	۲	۳	۴	۵	۶
جذب براساس حداقل طول مسیر	۱۲۳۲۱	۹۷۶۲	۹۲۷۸	۸۹۰۰	۸۱۰۱	۷۸۵۰
جذب براساس حداکثر پهنای باند	۹۶۴,۲۲	۷۵۶,۵	۶۶۱,۶۳	۶۴۹,۵	۶۱۰	۶۱۰
جذب براساس حداقل هاپ	۵۱۳	۴۵۳	۳۷۹	۳۶۰	۳۲۵	۳۱۱

جدول (۱)



دست یافتن به چیدمان و خوشه بندیی که نودها را به نحوی در خوشه ها قرار دهد که اعضای هر خوشه تا سرخوشه انتخابی کوتاه ترین مسیر و کمترین تعداد هاپ را داشته باشد، حائز اهمیت است زیرا منجر به افزایش پهنای باند مورد استفاده هر یک از نودهای شبکه می گردد و از آنجا که خوشه های تشکیل شده چندگانه می باشند تاخیرات آنها به انتها و توان مصرفی در ارسال های درون خوشه ای و برون خوشه ای کاهش می یابد. انتخاب بهینه تعداد k (تعداد خوشه ها) به گونه ای که بواسطه تحرک نودها پایداری خوشه ها از بین نرود مساله مهمی است که باید مورد بررسی قرار گیرد.

۶ - مراجع

- [1] M Aissa, A Belghith, K Drira;” New Strategies and Extensions in Weighted Clustering Algorithms for Mobile Ad Hoc Networks”Procedia Computer Science, 2013 - Elsevier
- [2] Er, I.I.; Seah, W.K.G., “Mobility-based d-hop clustering algorithm for mobile ad hoc networks”, IEEE Wireless Communications and Networking Conference, pages 2359 - 2364 Vol.4, 2004.
- [3] Yu,J.Y. and Chong, P.H.J., “A survey of clustering schemes for mobile ad hoc networks”, IEEE Communications Surveys & Tutorials, vol. 7, no. 1, pp: 32-48, May 2005.
- [4] T. Minh Pham, T. Chi Ngo, “A Group Dynamic Source Routing Protocol (GDSR) Using the Passive Clustering for Wireless Mobile Ad Hoc Networks” in Proc. IEEE 2012.
- [5] Suchismita Chinara, Santanu Kumar Rath,"A Survey on One-Hop Clustering Algorithms in Mobile Ad Hoc Networks", Journal of Network and Systems Management, Springer Science+Business Media, Volume.17, pp. 183–207, 2009.
- [6] Velmurugan T, Santhanam T . “ A survey of partition based clustering algorithms in data mining: An experimental approach. Information Technology Journal. ”, pages : 478-484 .2011
- [7] Pradeep R, Singh S. A survey of clustering technigues. International Journal of Computer Application. 2010; 7(12).