

الگوریتم Routing قابل اعتماد و کارا از لحاظ تأخیر در شبکه های حس گر

سیده لیلی شاهمرادی

Email:sl_shahmoradi@yahoo.com

چکیده

در سال های اخیر بر طبق کاربرد فزاینده شبکه های حس گر بی سیم در صنایع نظامی، فضا، پزشکی، تجهیزات ایمنی و غیره روش ها و الگوریتم های بسیاری برای پیشرفت کیفیت Routing ارائه شده اند. ولی بر طبق محدودیت های موجود در این شبکه، روش های به طور مناسب مسؤلیت پذیر نبوده و اهداف آنها باید پیشرفت پیدا کند. هدف ما این است که یک QoS نرم برای بسته های مختلف بسازیم که اطلاعات روی مسیر در شبکه حس گر به راحتی در دسترس نباشد. در شبکه بی سیم کار زیادی در زمینه قابلیت اعتماد، تأخیر و انرژی صورت گرفته است ولی در این شبکه مسأله انرژی هدف اصلی است و باید روی آن کار شود. در این مقاله تعیین مسیر بر خاف بسیاری از مقاله ها اطلاعات و ارتباطات نقطه ای گره بررسی شده است.

کلمات کلیدی: الگوریتم E2E، الگوریتم MCMP، الگوریتم MCMPM شبیه سازی، مدلسازی.

مقدمه

می‌دانیم که افزایش استفاده شبکه‌های حس گر بی سیم در ابعاد و محیط‌های مختلف با موقعیت شناسی و محیط‌های مختلف نیازهای طراحی الگوریتم‌های جدید یا پیشرفت دادن قبلی‌ها در هشدارهای غیرقابل حدس، کارهای ایمنی و نصابی نظامی و پزشکی و هوافضا را واضح می‌سازد. در تمام شبکه‌های حس گر توزیع گره‌ها در محل‌های ویژه و در عمر و انرژی محدود است. آنها اطلاعات را از گره‌های همسایه می‌گیرند و آن را به ایستگاه مرکزی می‌فرستند و ما می‌توانیم مسیرهای مختلف برای ارسال اطلاعات انتخاب کنیم. در این شبکه‌ها، گره‌های حس گر اطلاعات حس شده در یک بسته ایجاد می‌شوند تا نیازها و درخواست‌های ما را برآورده کنند. برخی از پارامترهای QOS مثل تأخیر بسته‌ها، قابلیت اعتماد، مصرف انرژی، امنیت بسته؛ از دست رفتن بسته‌ها، چند رسانه‌ای مثل بسته‌های صوتی یا تصویری اگر برخی قطعات از دست بروند قابل قبول ولی تأخیر بیش از حد کیفیت تصویر و صدا را مورد تأثیر قرار می‌دهد. در حالی که در شبکه‌های امن یک بسته باید سریع و بدون از دست رفتن تحویل شود، بر طبق متن بالا یافتن مسیر QOS موضوع اصلی شبکه‌های حس گر بی سیم است.

در این مقاله حدود تأخیر و قابلیت اعتماد، کاهش تأخیر و کنترل مصرف انرژی و برقراری تعادل بین آنها بیابیم. باید در نظر داشته باشیم که در شبکه‌های سیمی، QOS Routing با محدودیت‌های چندگانه به طور کامل و قابل اعتماد مطالعه شده که فاکتور اصلی آنها نیست. این مقاله به کل زیر سازماندهی شده است. بخش 2 کارهای قبلی روی شبکه حس گر را بررسی می‌کند. بخش 3 E22-QOS را توصیف می‌کند و مشکلات آن را در نظر دارد. بخش 4 MCMP را برای محدودیت‌های تأخیر - قابلیت اعتماد توصیف می‌کند و معادل‌هایی برای پیشرفت گره‌ها ارائه می‌کنیم. بخش 5 الگوریتم‌ها برای محدودیت تأخیر - قابلیت اعتماد و مدیریت مصرف انرژی را بیان می‌کند. بخش 6 شبیه‌سازی و بخش 7 نتیجه‌گیری را در بر دارد

کارهای مربوطه

در زمینه شبکه‌های سیمی، مقاله‌های بسیاری الگوریتم‌های حقیقی یا مجازی را در زمینه مسائل MCP یا MCOP ارائه کرده‌اند. هر بسته اطلاعاتی یک طبقه مقدم بر طبق محتوای اطلاعاتی و اهمیت دارد. وقتی یک گره یک بسته دریافت می‌کند، به طبقه مقدم آن نگاه کرده و به طیف آن برای تأمین قابلیت اعتماد مورد نظر عمل می‌کند. مفهوم چنین خدمات متفاوت و چارچوب تقدم‌گذاری اطلاعاتی در شبکه‌های حس گر در معرفی شده است. یک پروتکل ارسال چند مسیره - چند بسته‌ای برای تحویل بسته‌های اطاعتی با قابلیت اعتماد مورد نیاز بر طبق تقدم اطلاعاتی ارائه شده است. این پروتکل یک شماتیک FLOODING احتمالی را برای ایجاد مسیرهای چندگانه به کار می‌برد. و خود را با هر خطای کانال و تغییرات موقعیتی وفق می‌دهد.

در مسره‌های مختلف از منبع به مقصد در چارچوب ROUTING انتشاری برای بازیابی از عدم موفقیت مسیر به طور سریع به کار رفته‌اند. مسیرهای مختلف تأمین شده از چنین پروتکل‌هایی می‌تواند برای ارسال کپی چندگانه هر بسته به کار رود. در ایجاد یک بسته گره منبع اهمیت اطلاعاتی که در آن وجود دارد را تعیین می‌کند و قابلیت اعتماد مورد نظر برای آن را انتخاب می‌کند. همچنین خطای کانال محلی (ES) و فاصله از مقصد (HS) را می‌داند. با استفاده از این مقادیر، منبع تعداد مسیرهای P مورد نیاز برای تحویل بسته با قابلیت اعتماد مورد نظر برای همخوانی را به شکل زیر محاسبه می‌شود.

$$p(r_s, e_s, h_s) = \frac{\log(1-r_s)}{\log(1-(e_s)h_s)} \quad (1)$$

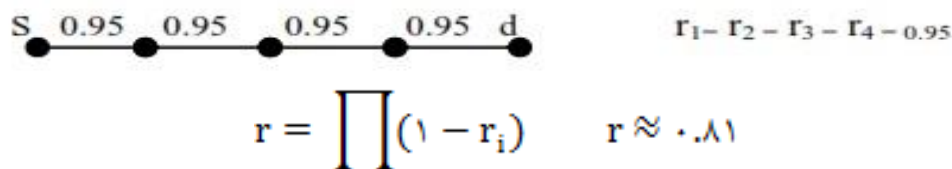
منبع بسته را اعلام می کند و فیلهای DPS خاص را در هدر آن قرار می دهد. ماورد کلیدی الگوریتم ما مکانیز DPS هستند که گره های دریافت کننده را برای تصمیم گیریهای مقطعی در مورد ارسال بسته ها ایجاد می کنند

E2E QOS

قابلیت اعتماد به صورت بسته های تحویل شده مسیر هستند که توسط مبدأ یا BS برای تعدادی از بسته های تأمین شده از گره های مبدأ به طور موفق به دست آمده اند. قابلیت اعتماد در E2E به صورت زیر محاسبه می شود:

$$\prod_{(i,j) \in p} r_{ij} \quad (2)$$

که در آن RIJ قابلیت اعتماد (I*J) روی مسیر P است. تغییر در هر لینک P قابلیت اعتماد را تغییر می دهد. حتی کاهش 5٪ روی هر لینک باعث کاهش 19٪ مسیر P می شود. پس با افزایش HOPها قابلیت اعتماد E2E کاهش می یابد.



بر طبق مسأله بالا و همچنین مسیر خاص بین منبع و مقصد و احتمال عدم ارتباط و از بین رفتن یکی از گره ها با استفاده از یک مسیر نیازهای QOS تأمین نمی شود. اگر R1 را حداقل قابلیت اعتماد برای بست های تحویل بگیریم تنها ROUTING های مختلف خواهد توانست قابلیت اعتماد را بالا ببرند. اگر D1 را حد تأخیر بسته ها در هر مسیر بین منبع و مقصد بگیریم. هیچ مسیری تأخیری بیش از میزان قابل قبول نخواهد داشت اگر حد بالا دقیق محاسبه شود در می یابیم که انتخاب مسیر خاص نمی تواند ما را به اهدافمان برساند. استفاده از چند مسیر و همچنین مسیرهای چندتایی ارتباط را افزایش می دهد که به این طریق با کاهش عملکرد شبکهها باید از تمام مسیرها آگاه باشیم.

مشکل E2E

LINKهای بی سیم در برابر LADE شدن، تدخل و تغییر ترافیک آسیب پذیر هستند. گرفتن اطلاعات موقت صحیح از ماست OVRHEAD ناممکن است. بروز رسانی اطلاعات دوره ای گره ها OVERHEAD بیشتری روی سیستم دارد و باعث اطلاعات FADE (محو) شونده و افزایش تأخیر میشود. تعدادی از گره ها ممکن است اطاعات قدیمی را به خاطر گذشت زیاد از بروز رسانی اطاعات گره داشته باشند. این وضعیت در شبکه های حس گر در مقیاس بزرگ واضح تر است. نگهداری اطاعات مسیر E2E حجیم نیازمند حافظه ای بالاست ولی گره های حس گر مجهز به حافظه بسیار محدودی هستند. علت بالا ما را



قانع می‌کند تا روش ROUTING پایه را در لینک به کار بریم چرا که به این طریق اطلاعاتی همسایگی مناسب برای تصمیم‌گیری کافی است و این OVERHEAD را بالا برده و از هزینه می‌کاهد

الگوریتم MCMP (چند مسیر چند محدودیتی)

در بسیاری از مقالات که ROUTING مسیر موضوع آنهاست چند مسیر به عنوان فاصله بین گره منبع و گره مقصد در نظر گرفته می‌شود که به شکا HOP می‌باشد. به عنوان مثال می‌توان به مقاله MCMP [1] اشاره کرد که در آن به آن اندازه‌گیری مسیر متریک از شمارش HOP استفاده شده است. در این مقاله دو گره همسایه با یک لینک مرتبط شده اند و فضای بین آنها تنها یک HOP است. ROUTING در MEMP به شکل زیر تعریف می‌شود:

$$X_j \left(\frac{\alpha}{1-\alpha} (\Delta_y^d)^\gamma + \gamma L_i^d d_{ij} - d_{ij}^\gamma \right) \leq d_{ij}^\gamma \quad (3)$$

در ابتدا همسایه‌های گره منبع را انتخاب می‌کند در حالتی که تعداد HOPهای آن تا مقصد کمتر از گره منبع است. حال در میان آن همسایه‌ها یک گره برای ROUTING انتخاب می‌شود که در زیر آمده است: که KJ همسایه گره I است.

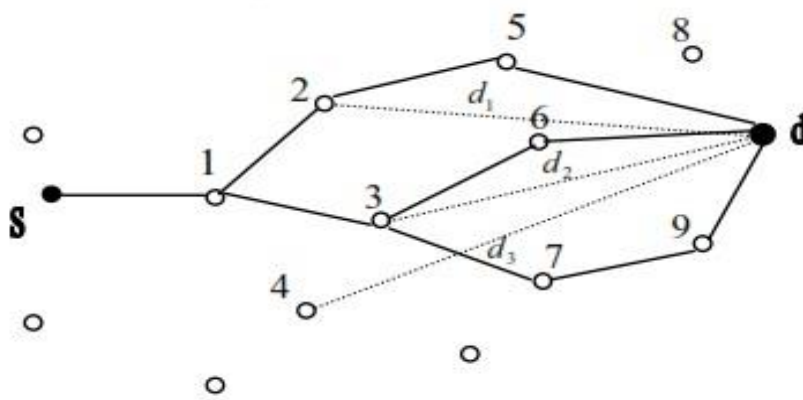
$$\Delta_{ij}^d(t) = (1 - \rho) \Delta_{ij}^d(t-1) + \rho \setminus d_{ij}(t) - d_{ij}(t-1) \setminus \quad (4)$$

$$\Delta_{ij}^r(t) = (1 - \gamma) \Delta_{ij}^r(t-1) + \gamma \setminus r_{ij}(t) - r_{ij}(t-1) \setminus \quad (5)$$

برای محاسبه و بروز رسانی قابلیت اعتماد و تأخیر می‌توانیم معادلات زیر را به کار بریم که پارامتر P و ** تغییرات DIJ و RIJ در زمان موجود برای شبکه‌های حس‌گر بی‌سیم حقیقی را متعادل می‌کند. این منطقی است چون حالت LINK حاضر به حالت سینک قبلی بستگی دارد.

جدول ۱. حروف

link از گره i به j	(i,j)
مجموعه همسایه گره i	$N(i)$
عدد hop از گره i حاضر	H_i
قابلیت اعتماد لینک l_{ij}	r_{ij}
احتمال QOS نرم در تأخیر	x
احتمال QOS نرم برای قابلیت اعتماد	β
نیاز hop برای تأخیر در گره i	L_i
نیاز hop برای قابلیت اعتماد در گره i	L_i
تأخیر حقیقی بسته که به گره i می‌رسد	D_i
نیاز قابلیت اعتماد اختصاص یافته به مسیر گذر شده از گره i	R_i
تأخیر لینک l_{ij} توصیف شده به عنوان متغیر تصادفی	D_{ij}
قابلیت اعتماد لینک l_{ij} توصیف شده به عنوان متغیر تصادفی	R_{ij}
متغیر تصمیم‌گیری استفاده شدن یا نشدن لینک (l_{ij})	X_j
متوسط d_{ij}	D_{ij}
متوسط r_{ij}	R_{ij}
انرژی گره j	E_j
انرژی حد مرزی عمر هر گره	T
انصراف استاندارد d_{ij}	Δ d_{ij}
انحراف استاندارد r_{ij}	Δ r_{ij}



شکل ۱ توزیع قابلیت اعتماد بین جفت $s-d$

الگوریتم MCMPM (چند مسیره چند محدودیتی اصلاح شده)

ایراد MCMP این است که با وجود انتخاب مسر با تأخیر کمتر و قابلیت اعتماد بالاتر، تقریباً هر حالت تعیین کننده است و مصرف بیشتر انرژی هر گره در مسر صورت گرفته و در مسیر ترافیک ایجاد می شود. برای تعیین فاصله بین دو نقطه می توان از معادله زیر استفاده کرد.

$$d(\mathbf{x}, \mathbf{y}) = \sqrt{(\mathbf{x}_2 - \mathbf{x}_1)^2 + (\mathbf{y}_2 - \mathbf{y}_1)^2} \quad (6)$$

در شکل 1 چگونگی انتخاب گره ها از میان گره های همسایه نشان داده شده است. N1 و N2 و N3 را برای ارسال انتخاب می کنیم. فاصله بین N1 ، N2 و N3 کمتر از فاصله بین گره منبع و BS است. حال نزدیکترین را انتخاب نمی کنیم. حد آستانه را برای هر گره انتخاب می کنیم. گرهی انتخاب می شود که کمترین فاصله را دارد و انرژی آن بیش از حد مرزی است. این کار ادامه پیدا می کند تا به BS برسیم. مرحله بعد این است که با کمک معادله (3) گره های موجود بروزرسانی و بهینه سازی می شوند. مسیرها به دست می آیند و این مسیرها به خاطر تغییر انرژی گره دینامیک هستند و این باعث مدیریت مصرف انرژی و جلوگیری از ترافیک سنگین می شود. شکل 1

جدول I الگوریتم MCMPM Routing

0. Delay-reliability Constrained Multipath Routing AL
1. candidate = {d(j, BS) < d(i, BS) and Tj is max; j ∈ N (i)}
2. forwarding = ∅
3. $L_i^d = D - D_i$
4. if ($L_i^d \leq 0$)
5. discard the packet and return;
6. else
7. $L_i^r = R_i$
8. Update $\Delta_{ij}^d(t)$ and $\Delta_{ij}^r(t)$ using equations (4) and (5);
9. while (candidate = ∅){
10. if (inequality (3) holds for d_{ij} and $\Delta_{ij}^d(t)$) {
11. add link l_{ij} to forwarding;
12. candidate = candidate - l_{ij} } };

0. چند مسیره محدود با قابلیت اعتماد تأخیر Routing AL

1. قابلیت انتخاب $\{ d(j,BS) < d(i,BS), T_j \}$ حد اکثر T_j

2. ارسال $Q =$

3. $L_{di} = D - D_i$

4. اگر $(L_{di} \leq 0)$

5. بسته را غیر فعال کن و بازگرد

6. در غیر اینصورت

7. $L_i^r = f_i$

8. Δ_i^d را بروز رسانی کن با استفاده و از معادلات (4) و (5)

9. وقتی قابل انتخاب $\emptyset =$

10. اگر (تا معادله (3) برای d_{ij} و Δ_{ij}^d صادق است)

11. لینک l_{ij} را برای ارسال اضافه کن

12. قابل انتخاب $= l_{ij}$ - قابل انتخاب $\{ i \}$

در شکل 1 نشان داده ایم که چطور برای ROUTING گره های همسایه را انتخاب کنیم. در این شکل D_3 و D_2, D_1 کمتر از فاصله بین گره منبع و مقصد هستند. س گره 1، 2 و 3 برای ارسال بسته مناسب هستند. گره 4 انتخاب نم شود چون انرژی آن کمتر از حد آستانه ای است. گره 6 و 7 همسایه های گره 3 هستند که $D(61D) < D(31D)$ و $D(71D) < D(31D)$ است و هر دو برای ROUTING بر طبق حد آستانه ای انرژی انتخاب شده اند. الگوریتم MCMPM را توضیح دادیم که اصلاح شده MCMP است. خط اول چگونگی انتخاب گره در مرحله اول را نشان می دهد. خط سوم تأخیر محدودیت قابل قبول را محاسبه می کند. اگر فرض کنیم D محدودیت تأخیر و D_i تأخیر تقریب گره i تا مقصد L_i^d از $D_{di} = D - D_i$ محاسبه می شود باید مثبت باشد تا بتوانیم بسته ها را ارسال کنیم. اگر $L_i \leq 0$ باشد یعنی از خط مرزی عبور کرده ایم و بسته ها نباید ارسال شوند.

شبیه سازی

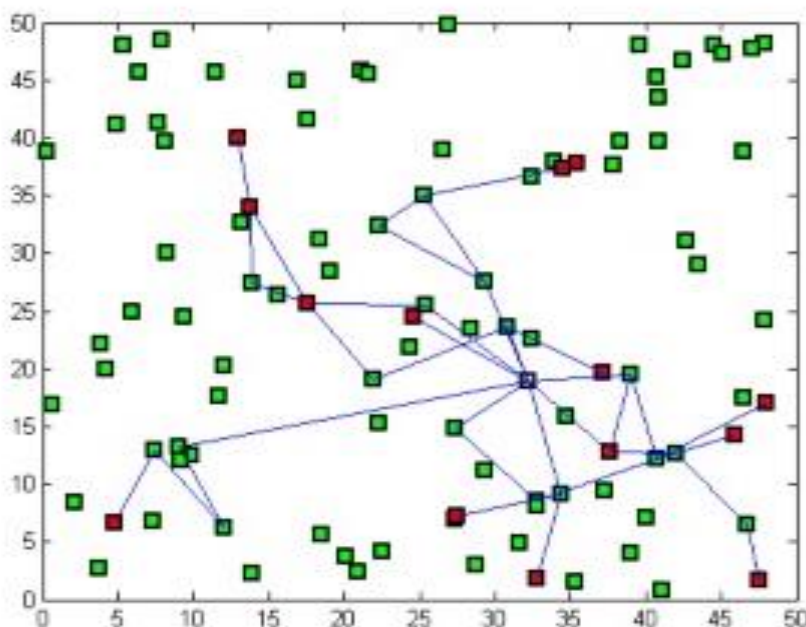
شبیه سازی در MATLAB صورت می گیرد. شبیه سازی هاردی یک موقعیت یکنخوات متشکل از 100 گره گسترده شده در مساحت مربع 100×100 انجام گرفته اند. ایستگاه مرکز به صورت تصادفی انتخاب شده است. محدوده انتقال تمام گره ها 25 متر است. احتمال موفقیت هر انتقال از $[0.8, 1]$ انتخاب شده که نشان می دهد قابلیت اعتماد LINK از 0.8 تا 1 است. تأخیر LINK هم بصورت تصادفی در محدوده $[1.50]$ میلی ثانیه است. تأخیر LINK زمان انتقال موفق یک بسته پس از دریافت آن است. حالت های LINK به صورت تصادفی در تمامی لحظات انتقال متغیر هستند. پس بهترین حالت برای مقایسه با شبکه های حقیقی است.

نیاز تأخیر به طور یکنخوات بین 120 تا 260 میلی ثانیه به فاصله 10 میلی ثانیه توزیع شده است که 15 طبقه نیاز تأخیر را به وجود می آورد. به همین شکل قابلیت اعتماد به طور یکنواخت از 0.7 تا 1 با فاصله 0.05 است. این 7 طبقه نیاز قابلیت

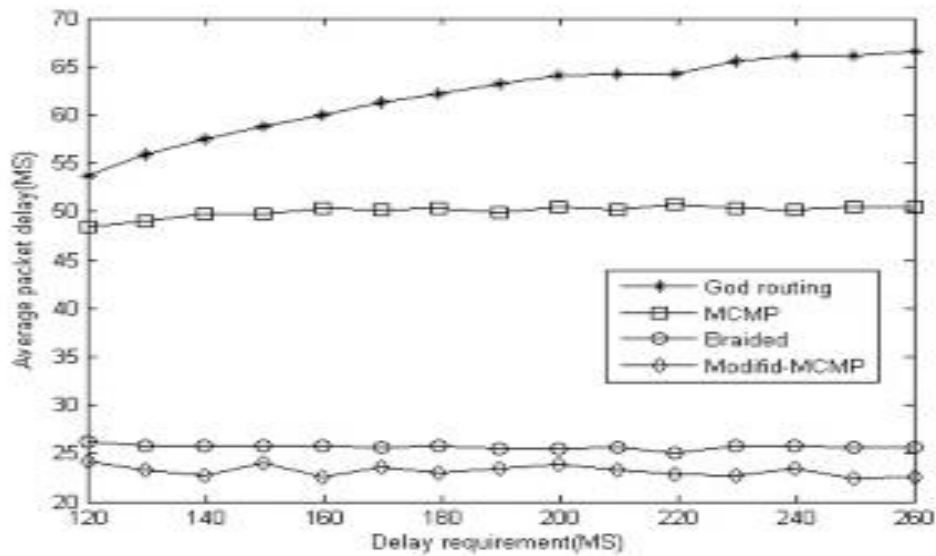
اعتماد را به وجود می آورد. هر انجام شبیهسازی به طور تصادفی 15 گره انتخاب می کند تا بسته ها را در سرعت 1 بسته در ثانیه ارسال کند. بسته اطلاعاتی اندازه ثابت 150 بایت دارد. ارسال تصادفی انجام می دهیم. تا ترافیک متغیر روی شبکه در هر 12 انجام به دست آوریم. برای یک چیدمان ترافیک سه الگوریتم برای مقایسه نوشته می شود.

نتایج شبیه سازی

شکل ها به طور متفرق اختلاف محدودیت قابلیت اعتماد - تأخیر را بین MCMPM و دیگر ROUTINGها نشان می دهند و بیان می کنند که حداقل تأخیر را دارد و قابلیت اعتماد آن در حد MCMP است ولی قابل تنظیم می باشد. در شکل 2، 100 گره که به طور تصادفی پخش شده اند به ابعاد 50X50 وجود دارند. در ابتدا 15 گره به طور تصادفی برای تنظیم بسته ها انتخاب شده اند که با RUN شدن به نام مسیر ارسال بسته ها ظاهر می شود که در شکل می بینید. شکل نشان می دهد که گره های همسایه bs در routing به طور معادل استفاده شده اند و این یعنی چند مسیره و انرژی بهینه هستند شکل 3 نشان می دهد که اگر محدودیت تأخیر بین 140 تا 160 میکروثانیه را در نظر بگیریم، در MCMP بسته های ROUTING به طور متوسط تأخیر کمتر از 25MS دارند در حالی که BRAIDED بین 25 تا 27 و MCMP 45 تا 50 میکروثانیه تأخیر دارد. ROUTING خوب بیش از 50 میکرو ثانیه تأخیر دارد که با افزایش محدودیت تأخیر متوسط بسته ها به طور پیوسته بالا می رود در حالی که حد تأخیر حداقل 120MS و حداکثر 260MS است. که برای MCMP کمتر از 25MS بوده و تقریباً بدون تغییر است. این نتایج با $\alpha=0.85$ به دست می آیند شکل 2 و 3



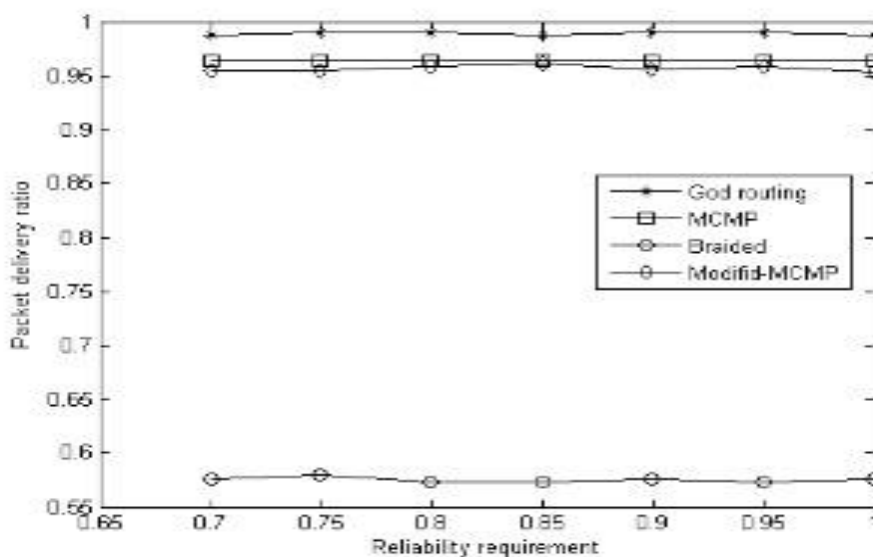
شکل 2. چند مسیر چند محدودیت نشان می دهد ایستگاه پایه



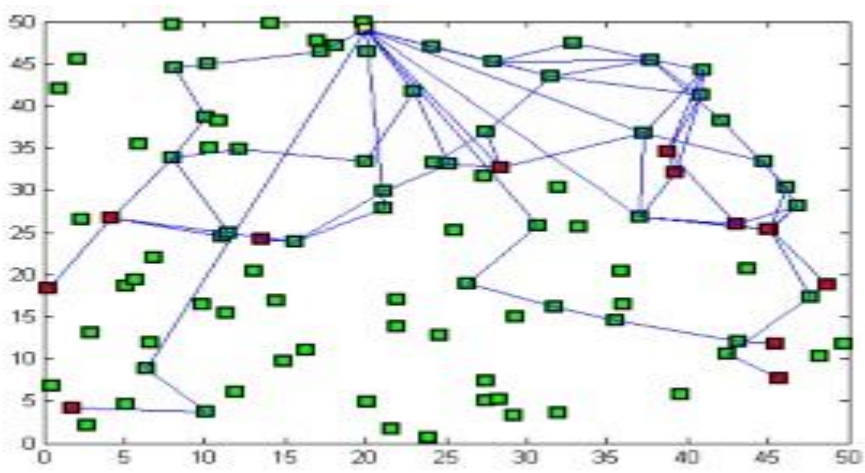
شکل 3. میانگین پایان تاخیر بسته

مدل انرژی

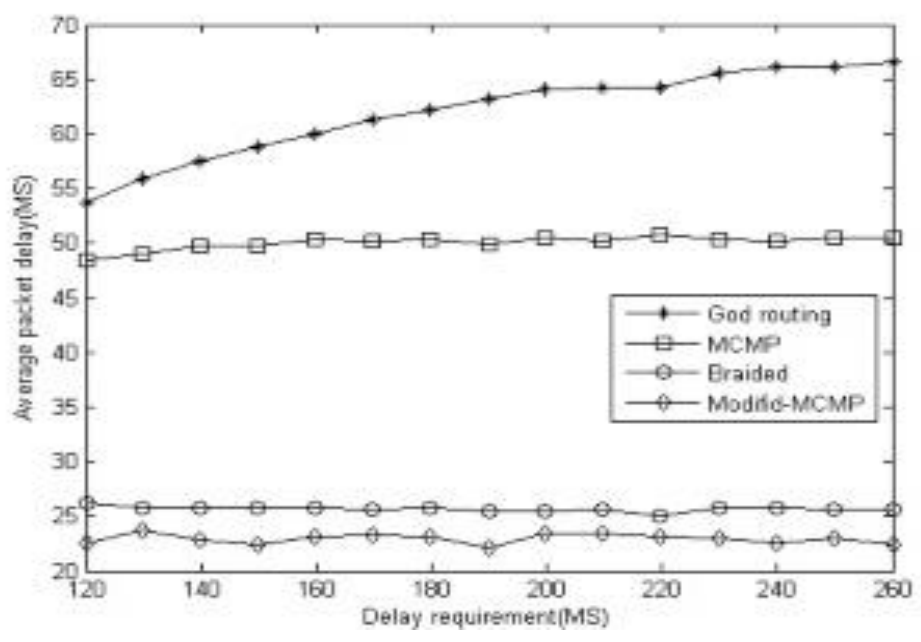
فرض می کنیم 1 طول بسته (به بیت)، d مقصد بین گره ها و T حد آستانه ای EPS انرژی فضای آزاد، Emp انرژی چند مسیر و E_{DA} انرژی جمع شدگی اطلاعاتی است که $E_{fs}=10Pj/bit/m^2, E_{elec}=50nj/bit, E_{cpu}=7nj$ و $5nj/bit.signal$ (شکب 4 و 5 و 6 و 7)



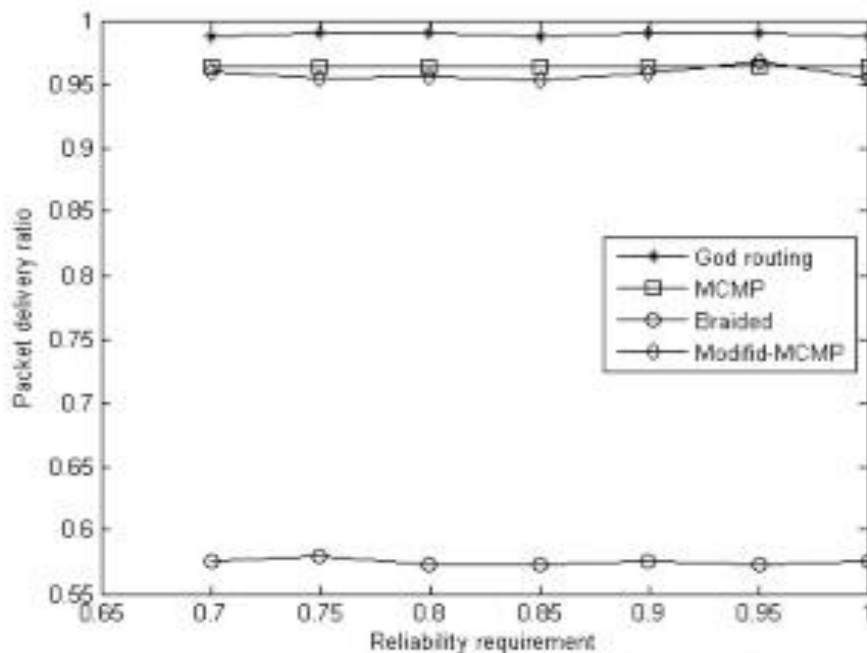
شکل نسبت تحویل 4. بسته در مقابل قابلیت اطمینان مورد نیاز



شکل 5. چندمسیره چند محدودیت ($\alpha = 0.9$)



شکل 6. پایان به پایان تاخیر بسته ($\alpha = 0.9$)



شکل نسبت تحویل 7. بسته در مقابل قابلیت اطمینان ($0.9\alpha =$)

نتایج

در این مقاله روشی جدید برای ROUTING با استفاده از مقاله MCMP شبکه حس گر بی سیم ارائه کردیم. پایه این مدل استفاده از چند مسیر است که گره با بیشترین انرژی و کمترین فاصله انتخاب می شود و اطلاعاتی تأخیر و قابلیت اعتماد گره و مسیر معادلات موجود بروزرسانی می شوند. برخلاف MCMP الگوریتم های ROUTING موجود در این شبکه تنها یک پارامتر را مدنظر قرار می دهند در حالی که الگوریتم ROUTINGها تأخیر را بالا برده باعث تصحیح مصرف انرژی و جلوگیری از OVERHEAD می شود. و نیاز به حافظه کمتر برای گره ها دارد. در حالی که این گره ها منبع محدودی برای انرژی و حافظه دارند. نتایج شبیه سازی برای درجات گره هاست متفاوت ، مطابق هستند و نشان می دهند که عملکرد ROUTING ما مشابه حالت ایده آل است. این حالت ایده آل از ROUTING چند مسیره با دانستن کامل LINK به دست می آید. به همین اساس این ROUTING بر پایه اطلاعاتی گره های محلی است پس چند حالت قرارگیری شبکه ای باعث صدمه به ROUTING نمی شوند چون عملکرد ROUTING بدون توجه به اطلاعات کلی صورت می گیرد. این ROUTING فاصله مستقیم بین گره منبع و BS را محاسبه می کند. آمریکا حفاظ بزرگ بین گره های منبع و فاصله داشته باشیم باید این ایراد را رفع کنیم. می توان از گره های فاصل برای محاسبه نزدیکترین فاصله استفاده کرد.

منابع

- Xiaoxia Huang, Yuguang Fang: Multi constrained QoS multipath outing in wireless sensor networks. Published online: 4 January 2007 Springer Science + Business Media, LLC 2007.
Mieghem, P.V., Kuipers, F.A.: Concepts of exact QoS routing algorithms. IEEE/ACM Trans. on Networking 12(5) (October 2004) 851-864.

- Yuan, X.: Heuristic algorithms for multi constrained quality of service routing. IEEE/ACM Trans. on Networking 10(2) (April 2002) 244-256.
- Intanagonwiwat, C., Govindan, R. and Estrin, D.: Directed Diffusion: A Scalable and Robust Communication Paradigm for Sensor Networks. Proc. of ACM MOBICOM, (2000).
- Mieghem, P.V., Kuipers, F.A.: On the Complexity of QoS Routing. Computer Communications, vol. 26, no. 4, 2003, pp. 376-387.
- Bhatnagar, S., Deb, B. and Nath, B.: Service Differentiation in Sensor Networks. In Proc. of Wireless Personal Multimedia Communications, (2001).

Surf and download all data from SID.ir: www.SID.ir

Translate via STRS.ir: www.STRS.ir

Follow our scientific posts via our Blog: www.sid.ir/blog

Use our educational service (Courses, Workshops, Videos and etc.) via Workshop: www.sid.ir/workshop