



NEW VISION
UNIVERSITY



IOAS
INTERNATIONAL ORGANIZATION
FOR ACADEMIC STUDIES



ISI
Sponsored and Indexed by
CIVILICA
We Respect the Science

الگوریتم مسیریابی مبتنی بر قابلیت اطمینان در شبکه‌های حسگر بیسیم بدنی

سیده لیلا رضوی مهر

دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه صنعتی قم

محبوبه شمسی

استادیار دانشگاه صنعتی قم

عبدالرضا رسولی کناری

استادیار دانشگاه صنعتی قم

چکیده

سالمندی جمعیت، فرآیندی طبیعی است که به تدریج در تمام جوامع به وقوع می‌پیوندد. مراقبت و حمایت از این جمعیت روبه رشد، به یکی از نگرانی‌های دولت‌ها تبدیل شده است. یکی از راه حل‌های مراقبت از آنها استفاده از شبکه حسگر بیسیم بدنی می‌باشد. شبکه حسگر بیسیم بدنی نمونه‌ای از شبکه‌های حسگر بیسیم می‌باشد. این شبکه شامل چندین سنسور می‌باشد که به صورت کاشتنی و یا پوشیدنی در بدن بیمار قرار می‌گیرد. این سنسورها با جمع‌آوری اطلاعات و ارسال آنها به مراکز درمانی می‌توانند کمک قابل توجهی به بیماران، سالمندان و کاهش هزینه‌های درمانی نمایند. یکی از چالش‌های موجود در این شبکه کیفیت سرویس می‌باشد. کیفیت سرویس شامل قابلیت اطمینان، انرژی و تاخیر می‌باشد. در این مقاله به بیان و اهمیت قابلیت اطمینان در شبکه‌های حسگر بیسیم بدنی پرداخته‌ایم و با ارائه یک پروتکل مسیریابی حساس به قابلیت اطمینان، ارسال صحیح بسته‌های داده را نسبت به پروتکل‌های قبلی افزایش داده‌ایم. ما در این مقاله با استفاده از نرم افزار متلب الگوریتم پیشنهادی را شبیه سازی کردیم. تجزیه و تحلیل و نتیجه شبیه‌سازی الگوریتم نشان داده شده است. براساس این نتایج عملکرد الگوریتم بررسی شده نشان می‌دهد که در پروتکل پیشنهادی نسبت به پروتکل‌های مقایسه شده حدود ۵,۱٪ بهبود حاصل شده است.

واژگان کلیدی: شبکه حسگر بیسیم بدنی، کیفیت سرویس، مسیریابی، قابلیت اطمینان

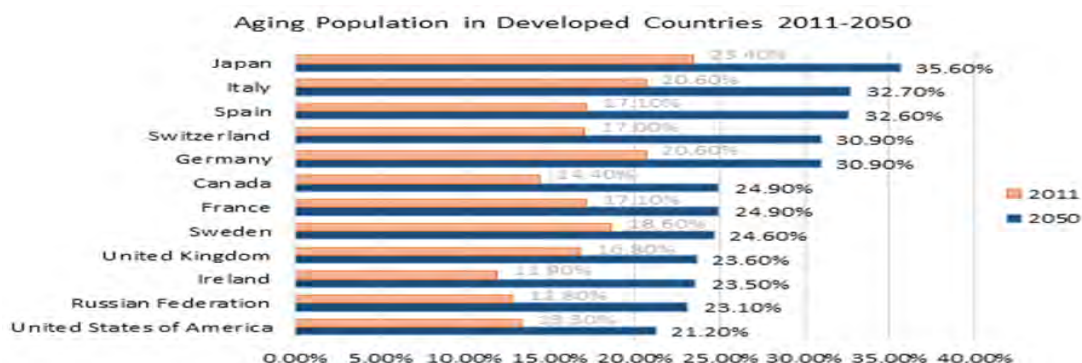
7th International Conference on
Information Technology, Computer & Telecommunication



۱- مقدمه

جهان امروز با رشد سریع جمعیت مواجه است که این افزایش جمعیت در کشورهای توسعه یافته باعث افزایش امید به زندگی می شود و در نهایت تعداد افراد بالای ۶۵ سال را افزایش می دهد که این افزایش کهنسالی مشکلاتی نظیر فشارخون، قندخون، ناراحتی قلبی و ... را برای کهنسالان به دنبال دارد.

شکل ۱ آمار جمعیت سالمندی در کشورهای توسعه یافته را نشان می دهد که با توجه به این شکل جمعیت تمام کشورهای توسعه یافته به سمت پیری جمعیت می رود و در سال ۲۰۵۰ نسبت افراد ۱۶ تا ۶۴ سال به نسبت افراد بالای ۶۵ سال ۱ به ۲/۵ خواهد شد.



شکل ۱: جمعیت سالخورده در کشورهای توسعه یافته (Salayma et al, 2017)

علاوه بر این، بیماری های مزمن مانند: سرطان، بیماری های قلبی و عروقی، آسم و ... غالباً دیر تشخیص داده می شوند و باعث مرگ افراد می شوند. حال اگر این بیماری ها نیز زود تشخیص داده شود امید به زندگی افراد مبتلا افزایش می یابد و مشکلات افزایش جمعیت پیری را به همراه خواهد داشت. مشکل دیگری که می توان به آن اشاره کرد استفاده از روش های سنتی مانیتورینگ در مراکز درمانی است که عملکرد بدن را در حالت خاص (خوابیده) و به ندرت (بستری بودن در بیمارستان) بررسی می کند و هزینه بسیاری به سیستم های بهداشت و درمان وارد می کند. تنها راه حل، استفاده از سیستم های مقرون به صرفه و مقیاس پذیری است که بتواند در راستای تشخیص زود هنگام و کم هزینه فعالیت هایی را انجام دهد (Salayma et al, 2017).

شبکه های حسگر بیسیم بدنی با هدف نظارت از راه دور بیماران و کاهش هزینه های درمان شکل گرفت. هدف از ایجاد این شبکه ها این بود که به جای بستری کردن بیمار در بیمارستان که مانع از تحرک و ادامه فعالیت بیمار می شود و زندگی وی را مختل می کند با تعبیه کردن سنسورهایی در بدن، رفتار بیمار را کنترل کنیم و در مواردی که خطر، بیمار را تهدید میکند بتوانیم سریعاً موضوع را به پزشک و یا پرستار اطلاع دهیم. با استفاده از این شبکه ها بیمار به راحتی می تواند فعالیت های روزانه و فیزیکی خود را داشته باشد و در کنار آن پارامترهای مهم و حیاتی وی نیز پایش شود. علائم بحرانی و حیاتی بیمار

7th International Conference on
Information Technology, Computer & Telecommunication



مانند: اکسیژن اشباع خون، فشار خون، ضربان قلب، فعالیت قلب وی نیز از طریق سنسورها کنترل شود و در صورت بروز مشکل یا بیماری سریعاً تشخیص داده شود و حتی در مواردی می‌توانیم علاوه بر تشخیص وارد فاز درمان نیز بشویم. به عنوان مثال در مورد افراد دیابتی، سنسورهایی را در بدن این افراد کار بگذاریم که دارای پمپ تخلیه نیز باشد و در صورت بالا رفتن قند بیمار، انسولین از طریق این پمپ در بدن بیمار رها شود تا دیگر نیاز به مراجعه فرد به بیمارستان و یا تزریق انسولین توسط خود فرد نباشد (Karthiga et al, 2015).

همچنین می‌توان این شبکه را به عنوان محدوده‌ای از شبکه‌های ما بین شبکه‌های حسگر بیسیم^۱ و شبکه‌های تاخیرپذیر^۲ قرارداد (Kaur et al, 2017). همانطور که گفتیم می‌توان شبکه حسگر بیسیم بدنی را زیرمجموعه‌ای از شبکه حسگر بیسیم در نظر گرفت ولی باید به این نکته توجه کرد که همانگونه که بین بدن انسان و محیط پیرامون آن تفاوت‌هایی وجود دارد این دو شبکه نیز در مواردی مانند اندازه سنسورها، انرژی مصرفی، پهنای باند، نیروی نودها، ناهمگون بودن دستگاه‌ها، تحرک^۳ و ... با یکدیگر تفاوت‌هایی دارند. به طور مثال سنسورها در شبکه حسگر بیسیم بدنی باید بسیار ریز، کوچک و سبک باشند تا بتوان بدون مشکلی در بدن بیمار قرار گیرند و مانع ادامه فعالیت بیمار نشوند. همچنین انرژی مصرفی این سنسورها باید بسیار کم باشد زیرا این شبکه برای راحتی حال بیمار است نمی‌توان در صورت اتمام انرژی در فواصل زمانی کوتاه اقدام به تعویض این گره‌ها کرد. نکته دیگر این است که برخلاف شبکه‌های حسگر بیسیم تعداد گره‌های حسگر قرار داده شده در بدن بیمار محدود است و در صورت اتمام انرژی یک گره حسگر نمی‌توان گره دیگری را جایگزین آن کرد و در صورت تمام شدن باتری نمی‌توان سنسور را در بازه زمانی کوتاه تعویض کرد. همچنین نیروی نودهای موجود در بدن نسبت به شبکه حسگر بیسیم بسیار کم و محدود است زیرا نیروی^۴ زیاد برای انسان مضر می‌باشد. پهنای باند در شبکه حسگر بیسیم بدنی به دلیل محدود بودن فضا نسبت به شبکه حسگر بیسیم محدودتر می‌باشد. به دلیل اهمیت کیفیت سرویس در شبکه‌های بدنی، دستگاه‌ها و سنسورهای مورد استفاده در این شبکه با یکدیگر ناهمگون می‌باشند. شبکه حسگر بیسیم بدنی به دلیل وجود جنبش و حرکت بدن انسان درگیر تحرک نیز می‌باشد (Akbar et al, 2016).

این شبکه شامل سنسورهای کوچکی می‌باشد که به دو صورت پوشیدنی^۵ یا کاشتنی^۶ در بدن انسان قرار می‌گیرد. سنسورهای پوشیدنی داخل لباس و یا انگشتر کار گذاشته می‌شود و بیمار آن لباس را می‌پوشد و سنسورهای کاشتنی داخل بدن و یا زیر پوست بیمار کاشته می‌شود (Kaur et al, 2017). استاندارد IEEE 802.15.6 آخرین استاندارد بین المللی برای شبکه‌های حسگر بیسیم بدنی است که در آن استانداردهای لازم برای راه اندازی این شبکه بیان شده است. که طبق استاندارد این شبکه‌ها، معمولاً سنسورهای کاشتنی به دلیل محدودیت در انرژی حداکثر تا سه سال در بدن بیمار قرار دارند و بعد از این مدت باید تعویض شوند (Astrin, 2012).

¹ WSN

² DTN

³ mobility

⁴ power

⁵ Wearable

⁶ Implant

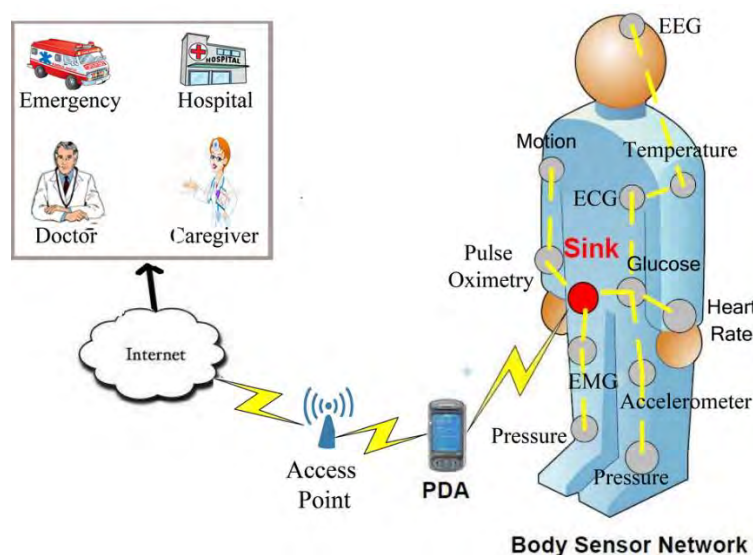
7th International Conference on
Information Technology, Computer & Telecommunication



در این شبکه سنسورها بر اساس کاربردشان در مکان دقیقی از بدن قرار می‌گیرند و داده‌ها را از محیط اطراف حس می‌کنند و این اطلاعات جمع‌آوری شده را از طریق یک یا چند سینک به یک دستگاه مرکزی انتقال می‌دهند (Khan et al, 2013). با توجه به اینکه در این شبکه بدن انسان در حال حرکت می‌باشد و حرکات مختلفی دارد لذا موقعیت بدنی ایده‌آل گره‌های حسگر همیشه یکسان نیست و این شبکه را به صورت ایستا در نظر نمی‌گیرند (Ayatollahitafti et al, 2016).

همان گونه که در شکل ۲ مشاهده می‌کنید معماری شبکه‌های حسگر بیسیم بدنی را می‌توان به صورت سه سطح و به شرح زیر تعریف کرد:

- سطح ۱: ارتباطات درون شبکه‌های بی‌سیم حسگر بدنی
- سطح ۲: ارتباطات بین شبکه‌های بی‌سیم حسگر بدنی
- سطح ۳: ارتباطات فراتر از شبکه‌های بی‌سیم حسگر بدنی



شکل ۲: سطوح مختلف شبکه حسگر بیسیم بدنی (Ayatollahitafti et al, 2016)

سطح ۱: در این سطح علائم حیاتی بیمار جمع‌آوری می‌شود و به گره سینک منتقل می‌شود. در واقع در این سطح مدیریت بین سنسورها انجام می‌شود.

¹ Body area network coordinator(BANC)

7th International Conference on
Information Technology, Computer & Telecommunication



سطح ۲: در این سطح اطلاعات جمع آوری شده از بدن که در سینک قرار دارد از طریق یک گذرگاه به یک سرور شخصی^۱ انتقال پیدا می کند و در این سطح است که ارتباط بین شبکه حسگر بیسیم بدنی با سایر شبکه ها برقرار می شود. سطح ۳: در این سطح ارتباط بین گذرگاه و دستگاه شخصی پزشک یا پرستار انجام می شود که این ارتباط می تواند از طریق PDA انجام شود. در این سطح اطلاعات در یک سرور پزشکی در کنار یک پایگاه داده شامل تاریخچه پزشکی و پروفایل کاربران جمع آوری می شود. در این سطح اطلاعات تجزیه و تحلیل می شوند و با تاریخچه پزشکی مقایسه می شوند و در صورت بروز مشکل و یا خطر به صورت آفلاین (سرویس پیامک) و یا آنلاین (اینترنت) به پزشک یا پرستار اطلاع داده می شود. همچنین این سطح قابلیت این را دارد که تمام اطلاعات بیمار را بازگرداند.

از شبکه های حسگر بی سیم بدن می توان در خدمات پزشکی، اورژانس، لوازم الکترونیکی مصرفی، نظارت بر تناسب اندام، نظامی، سرگرمی و برنامه های بهداشت شخصی نیز استفاده کرد ولی همچنان کاربرد پزشکی آن به دلیل اهمیت این شبکه ها برای انتقال مراقبت های پزشکی از محیط های بیمارستانی به محیط های خانگی بیماران بسیار رایج تر می باشد که این امر موجب استفاده بهینه تر از منابع بیمارستانی و تشخیص زودهنگام و در نهایت کاهش هزینه های مراقبت پزشکی شده است و بهبود کیفیت زندگی و آسایش خاطر بیماران را به همراه دارد (Ayatollahitafti et al, 2016).

مسائل مهمی که در این زمینه حایز اهمیت می باشد شامل: امنیت، مسیریابی و کیفیت سرویس است. کیفیت سرویس شامل مواردی از جمله تاخیر، قابلیت اطمینان و انرژی گره ها است. بسته ها باید با کمترین تاخیر و در زمان مناسب به ایستگاه پایه برسند، هر بسته شامل اطلاعات درست و دقیق باشد و قابلیت اطمینان بسته ها تضمین گردد، هر گره باید انرژی لازم برای ارسال بسته ها به مقصد مورد نظر را داشته باشد. نقض هر کدام از این موارد در شرایط اضطراری می تواند زنگ خطری برای وضعیت بیمار باشد و یا حتی به مرگ وی بینجامد.

از مباحث مهم در شبکه های حسگر بیسیم بدنی امنیت، مسیریابی و کیفیت سرویس^۲ می باشد. کیفیت سرویس نیز شامل انرژی، قابلیت اطمینان و تاخیر می باشد. از آنجا که قرار است این سنسورها در بدن انسان قرار بگیرند باید بسیار کوچک باشند و به همین دلیل انرژی آنها محدود می باشد و این محدودیت انرژی مشکلاتی را برای ما دارد. از طرفی دیگر در بعضی از موارد انتقال درست و دقیق اطلاعات به پزشک بسیار مهم می باشد. مثلاً در مواردی فرد دچار ناراحتی قلبی شده و این موضوع به پزشک گزارش نشده است و یا قند فرد در حالت نرمال بوده است ولی به اشتباه قند را بالا تشخیص داده اند و انسولین را تزریق کرده اند و این باعث بروز مشکلاتی در بیمار شده است. قابلیت اطمینان از این نظر مهم است که عدم تشخیص وضعیت های تهدید پذیر، ازدست دادن بسته ها و تفسیر اشتباه جریان داده می تواند باعث مرگ بیمار شود. از طرف دیگر در برخی از امراض مثل ناراحتی قلبی و ... این که تشخیص سریعاً و بدون هیچ تاخیری به پزشک اطلاع داده شود بسیار مهم است و کوچکترین تاخیری ممکن است باعث مرگ بیمار شود از این رو تاخیر نیز از موارد مهم این بحث می باشد بنابراین نقض

¹ Personal server

² Quality of service

**7th International Conference on
Information Technology, Computer & Telecommunication**



هرکدام از این موارد در شرایط اضطراری می تواند زنگ خطری برای وضعیت بیمار باشد و یا حتی به مرگ وی بینجامد (Akbar et al, 2016) و (Salayma et al, 2017).

۲- کارهای گذشته

در سال ۲۰۰۴ مکانیزمی به نام SWIA ارایه شد. در این مکانیزم با استفاده از مفهوم تصدیق ضمنی^۱، گره ارسال کننده بعد از ارسال بسته به کانال گوش میدهد تا رسیدن بسته به مقصد را کنترل کند (Maróti, 2004).

در سال ۲۰۰۸ مکانیزمی به نام GARUDA ارایه شد. در این مکانیزم برای ارسال مجدد بسته‌های گم شده با استفاده از یک A-map از درخواست های غیرضروری ارسال مجدد جلوگیری میکند و نودهای شبکه را به عنوان هسته در نظر می گیرد (Park et al, 2007).

در سال ۲۰۰۹ مکانیزمی به نام ĒRTP ارایه شد. در این مکانیزم بازیابی بسته های گم شده در هر هاپ انجام میشود (Le et al, 2009).

در سال ۲۰۱۲ مکانیزمی به نام CP-diversity ارایه شد. در این مکانیزم از بسته اولیه به صورت همزمان چند نسخه پشتیبان تهیه میشود و چند لینک به سمت مقصد تهیه میشود (Yang et al, 2012).

در سال ۲۰۱۳ مکانیزمی به نام QPRR برای داده‌های حساس به قابلیت اطمینان ارایه شد است که در این پروتکل پیشنهاد شده سعی می شود قابلیت اطمینان نودها و تمام مسیرهای ممکن از مبدا تا مقصد محاسبه شود و از بین آنها بهترین مسیر انتخاب شود و هاب بعدی^۲ مشخص گردد. (Khan et al, 2013).

در سال ۲۰۱۵ مکانیزمی شبیه مکانیزم HMR ارایه شد. در این مکانیزم نودها به دو دسته قدرتمند^۳ و عادی^۴ دسته بندی میشوند و نودهای نرمال بسته‌های خود را به نود قدرتمند متناظر خود میفرستند و در نهایت این نود مانند جذب کننده مسیر عمل میکند و اگر بین فرستنده و گیرنده دو مسیر وجود داشته باشد در نهایت مسیری انتخاب میشود که تعداد نود قدرتمند آن زیاد باشد (Barros et al, 2013).

در سال ۲۰۱۶ با ذخیره کردن داده‌های حس شده هر گره در یک پایگاه داده محلی، یک مدل پیش‌بینی را نگهداری میکنند و در آینده از آن استفاده میکنند و با استفاده از نتایج این پیش بینی، گره ها برای انتقال بسته لینک هایی با بالاترین کیفیت را انتخاب میکنند که این کار باعث افزایش قابلیت اطمینان میشود (Mohnani and jaben, 2016).

¹ Stop and wait implicit acknowledgement

² Implicit acknowledgement

³ Energy-efficient and reliable transport protocol

⁴ Next hop

⁵ powerful

⁶ normal

**7th International Conference on
Information Technology, Computer & Telecommunication**



جدول ۱: مقایسه مزایا و معایب کارهای گذشته

معایب	مزایا	پارامترها	سال انتشار
امکان بروز ازدحام شبکه امکان بروز مشکل درگیری کانال	استفاده از iack	استفاده از مفهوم تصدیق ضمنی	۲۰۰۴
وجود تاخیر در شبکه های بزرگ تضمین قابلیت اطمینان فقط برای اولین انتقال	کاهش ترافیک	استفاده از A-map	۲۰۰۸
افزایش تاخیر	ناچیز بودن ازدحام مقیاس پذیری، مصرف انرژی و قابلیت اطمینان بهتر	استفاده از انرژی و قابلیت اطمینان	۲۰۰۹
اتلاف انرژی به دلیل تهیه نسخ مختلف	کاهش گم‌شدگی بسته	تهیه چند نسخه پشتیبان از بسته تهیه چند لینک به سمت مقصد	۲۰۱۲
توجه نکردن به انرژی نودها هنگام مسیریابی	بهبود قابلیت اطمینان end to end	محاسبه قابلیت اطمینان لینک مشخص کردن درجه تکرار برای بسته RSP	۲۰۱۳
ایجاد ترافیک جزئی در مسیرهای قدرتمند	قابلیت اطمینان مناسب کاهش مصرف انرژی کاهش هزینه	تقسیم‌بندی بسته‌ها	۲۰۱۵
ایجاد ترافیک در مسیرهای قابل اطمینان	کمتز شدن تاخیر افزایش بازده کاهش مصرف انرژی کاهش هزینه احراز هویت جامع	پایگاه داده محلی نگهداری مدل پیش‌بینی	۲۰۱۶

۳- پروتکل پیشنهادی

۳.۱- مدل رادیویی

مدل‌سازی کانال‌های رادیویی در شبکه‌های حسگر بیسیم بدن از مسائل بسیار مهم می‌باشد. مدل رادیویی استفاده شده در پروتکل پیشنهادی با توجه به مدل بکار رفته در پروتکل simple می‌باشد. در این مدل d فاصله بین فرستنده و گیرنده می‌باشد و d_2 انرژی از دست رفته در طول کانال انتقال می‌باشد. فرمول ۱ معادله انرژی انتقال و فرمول ۲ معادله انرژی دریافت را نشان می‌دهد.

$$E_{TX}(k, d) = E_{TX-elec}(k) + E_{TX-amp}(k, d)$$

$$E_{TX}(k, d) = E_{TX-elec}(k) * K + E_{TX-amp}(k, d) * K * d^2$$

فرمول ۱

**7th International Conference on
Information Technology, Computer & Telecommunication**



$$ERX(k) = ERX\text{-}elec(k)$$

$$ERX(k) = ERX\text{-}elec(k) * K$$

فرمول ۲

که ETX انرژی مصرف شده در زمان انتقال می باشد، ERX انرژی مصرف شده در هنگام دریافت می باشد، $ETX\text{-}elec$ و $ERX\text{-}elec$ به ترتیب انرژی مورد نیاز برای عملکرد مدار الکترونیکی فرستنده و گیرنده می باشند. E_{amp} انرژی مورد نیاز برای مدار تقویت کننده نامیده می شود. K اندازه بسته را مشخص می کند (NEELAM et al, 2018).

۳.۲- جزئیات پروتکل پیشنهادی

در شبکه های حسگر بیسیم بدنی پروتکل های فراوانی برای مسیریابی وجود دارد که برخی از آنها توجه ویژه ای به ارسال بسته های اورژانسی نموده اند. با توجه به اهمیت ارسال هرچه سریعتر و دقیقتر بسته های اورژانسی، پروتکل مسیریابی جدیدی را طراحی نموده ایم که شامل پنج ماژول به شرح زیر می باشد:

ماژول قابلیت اطمینان^۱ (RM)، ماژول دسته بندی بسته (PC)، ماژول بسته سلام (HPM)، ماژول مسیریابی^۲ (RSM) و ماژول کیفیت سرویس^۳ (QQM)

۳.۲.۱- ماژول قابلیت اطمینان

تعداد بسته هایی که به نود همسایه ز ارسال می شوند و تعداد ack هایی که از این نود دریافت می شود را مانیتور می کند. این ماژول اطلاعات بسته هایی که ack آنها به صورت موفق ارسال می شوند را از لایه MAC به لایه شبکه انتقال می دهد. لایه شبکه از این اطلاعات برای محاسبه قابلیت اطمینان بین نود i و همسایه نود i استفاده می کند.

۳.۲.۲- ماژول دسته بندی بسته

این ماژول بین بسته های داده و بسته های سلام که از لایه MAC می آیند تفاوت قائل می شود. این ماژول بسته های داده را به ماژول مسیریابی می فرستد و بسته های سلام را نیز به ماژول بسته سلام ارسال می کند.

۳.۲.۳- ماژول بسته سلام

این پروتکل شامل دو زیرماژول به نام سازنده جدول همسایگی و جدول همسایگی می باشد که وظایف هر کدام به شرح زیر می باشد.

• سازنده جدول همسایگی

این تابع جدول همسایگی را بر اساس اطلاعات دریافت شده از بسته سلام و ماژول قابلیت اطمینان لایه MAC می سازد. ما فرض می کنیم بسته های سلام در ابتدا همه پخش می شوند. سپس نود i بسته سلام را دریافت می کند و

¹ Reliability Module

² Packet Classifier

³ Hello Protocol Module

⁴ Routing Service Module

⁵ QOS_aware Queuing Module

⁶ Broadcast

7th International Conference on
Information Technology, Computer & Telecommunication



سازنده جدول همسایگی با قابلیت اطمینان خودش تا مقصد، بسته سلام را به روزرسانی می کند. بسته سلام جدید بین تمام نودها همه پخش می شود.

• جدول همسایگی

این جدول شامل فیلدی است که بین قابلیت اطمینان hop by hop و قابلیت اطمینان end to end تفاوت قائل می شود.

۳،۲،۴- مازول سرویس مسیریابی

این مازول برای ساختن جدول مسیریابی، دسته بندی کردن بسته ها به بسته های عادی و اورژانسی و انتخاب بهترین مسیر برای هر کلاس داده استفاده می شود. این مازول شامل سرویس های مسیریابی به شرح زیر می باشد: سازنده جدول مسیریابی^۱، جدول مسیریابی^۲، دسته بندی کیفیت سرویس^۳ و انتخابگر مسیر^۴ در روش پیشنهادی ما پارامترهایی نظیر تعداد بسته های گم شده^۵ مسافت و انرژی بر روی مسیریابی تاثیر می گذارد. به طور مثال فرض کنید ما نودهای داخل بدن را به صورت یک گراف در نظر گرفته ایم و قرار است سنسور موجود در سر بیمار یک بسته را ارسال کند و به گره چاهک^۶ برساند. نودی که به عنوان هاپ بعدی می خواهیم انتخاب کنیم باید کمترین فاصله را داشته باشد و قابلیت اطمینان آن بالا باشد یعنی تعداد بسته های گم شده آن کمینه باشد و در نهایت دارای بیشترین انرژی باشد.

¹ Routing table constructor

² Routing table

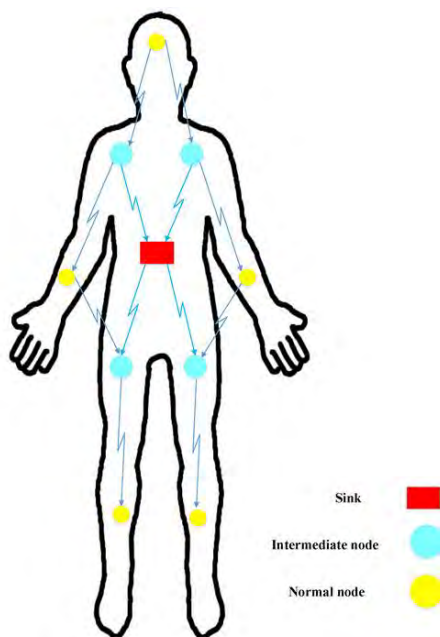
³ QoS classifier

⁴ Path selector

⁵ Packet lost

⁶ sink

*7th International Conference on
Information Technology, Computer & Telecommunication*



شکل ۳: نحوه قرار گرفتن سنسورها در بدن (Faisal Jamil et al, 2019)

پس گزینه مناسب برای انتخاب هاپ بعدی، گره ای است که در فرمول شماره ۳ به مقدار کمینه برسد.

$$\text{AdjMat}(i, j) = ((\text{Dis}(i, j) + \text{Dis}(j, \text{Destination})) * \beta + \text{Nodes}(j). \text{Reliability} * \alpha) / \text{Nodes}(j). E * \beta$$

فرمول ۳: فرمول انتخاب هاپ بعدی در مسیریابی

همان طور که در شکل ۳ مشاهده می کنید با استفاده از الگوریتم دایجسترا تمام مسیرهای موجود بین نودها را بررسی می کنیم و در آخر با توجه به فرمول ۳ و الگوریتم ۱ برای انتخاب هر هاپ در ابتدا فاصله آن هاپ تا هاپ بعدی و در نهایت فاصله هاپ بعدی تا گره سینک را محاسبه می کنیم. همچنین قابلیت اطمینان مسیر را به دست می آوریم به این صورت که صورت که لینکی دارای بیشترین قابلیت اطمینان است که تعداد بسته های گم شده آن کمتر باشد که روش به دست آوردن بسته های گم شده را در الگوریتم به طور مفصل توضیح خواهیم داد.

*7th International Conference on
Information Technology, Computer & Telecommunication*



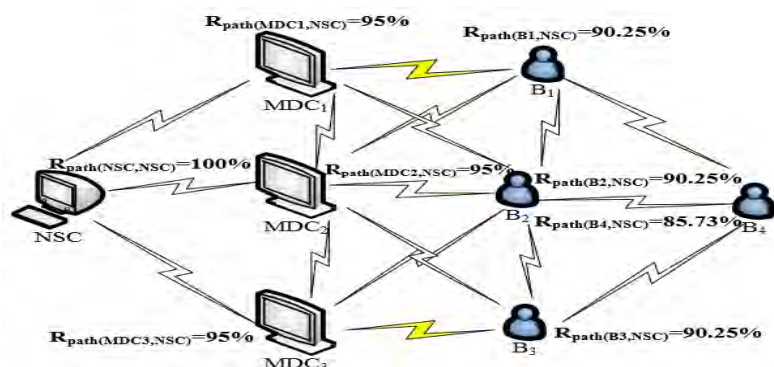
NEW VISION
UNIVERSITY



IOAS
ACADEMIC STUDIES



ISI
Sponsored and Indexed by
CIVILICA
We Respect the Science



شکل ۴: انتخاب تمام مسیرهای موجود با استفاده از الگوریتم دایجسترا (Khan Z. A., 2013)

همان‌طور که در شکل ۴ مشاهده می‌کنید با استفاده از الگوریتم دایجسترا کوتاهترین مسیر بین هر نود را به دست می‌آوریم و این کار را در تمام شبکه تکرار می‌کنیم تا کوتاهترین مسیر بین هر نود را به دست آوریم. البته در این کار اولویت برای انتخاب کوتاهترین مسیر عددی است که با استفاده از فرمول شماره ۱ برای هر مسیر به دست می‌آوریم.

**7th International Conference on
Information Technology, Computer & Telecommunication**



الگوریتم ۱: الگوریتم مسیریابی برای انتخاب هاپ بعدی

```
function AdjMat=createGraph (Nodes, NNodes, Dis, Destination)
alpha=2
beta=1
AdjMat=inf(NNodes)
for i=1: NNodes
    for j=1: NNodes
        N=Nodes(i). connectedNodes
        if (~isempty (find (N==j, 1)))
            if j~=Destination AdjMat (i, j) = ((Dis (i, j) +Dis (j, Destination)) *beta+ Nodes(j). Reliability*alpha)/Nodes(j). E*beta
        else
            AdjMat (i, j) =Dis (i, j) *beta+Nodes(j). Reliability*alpha
        end
    end
end
```

با توجه به الگوریتم ۲ با استفاده از تابع CheckReliabilityNodes برای هر نود به طور تصادفی عددی بین ۱ تا ۱۰ را تولید می‌کنیم. عدد ۱۰ نشان دهنده این است که از ۱۰ بسته همه بسته‌ها از دست رفته است و عدد ۱ نشان دهنده این است که از ۱۰ بسته فقط ۱ بسته گم شده است. پس هرچه عدد موجود به ۱ نزدیکتر باشد قابلیت اطمینان ما بالاتر و هرچه به ۱۰ نزدیکتر باشد قابلیت اطمینان ما کمتر خواهد بود. لازم به ذکر است که این اعداد فقط یکبار تولید می‌شوند ولی بارها و بارها در شبکه مورد استفاده قرار می‌گیرند.

الگوریتم ۲: الگوریتم به دست آوردن تعداد بسته‌های گم شده

```
function RelabilityNodes=CheckReliabilityNodes(NNodes)

RelabilityNodes=zeros (1, NNodes);
for i=1: NNodes
    RelabilityNodes(i)=randi (10); %Number of Packet loss
end
```

۳.۲.۵- ماژول کیفیت سرویس

بعد از انتخاب هاپ بعدی مناسب، ماژول مسیریابی بسته‌های داده را برای این ماژول ارسال می‌کند. این ماژول بین بسته‌ها تفاوت قائل می‌شود و هر بسته را در یک صف جدا قرار می‌دهد. در این جا دو صف داریم یکی برای بسته‌های عادی و دیگری برای بسته‌های اورژانسی می‌باشد. اولویت صف بسته‌های اورژانسی از بسته‌های عادی بیشتر می‌باشد و تمام بسته‌ها در ابتدا از صف اورژانسی ارسال می‌شوند و زمانی که این صف خالی شد نوبت به ارسال بسته‌ها از صف عادی می‌باشد. برای برخورد منصفانه با این دو صف، یک دوره زمانی خاص به صف اورژانسی داده‌ایم تا تمام داده‌ها را به لایه MAC ارسال کند. حال اگر این صف در این زمان به شکست بخورد و نتواند داده‌هایش را ارسال کند، صف عادی قبل از این که سرویس را به صف اورژانسی دهد، داده‌های خود را ارسال می‌کند.

**7th International Conference on
Information Technology, Computer & Telecommunication**



۴- یافته ها

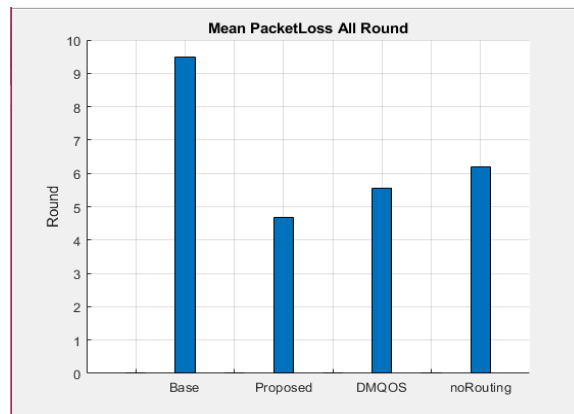
به طور کلی برای شبیه سازی این پروتکل می توان از محیط ها و ابزارهای مختلفی استفاده کرد. ما در این مقاله برای شبیه سازی از شبیه ساز MATLAB استفاده کرده ایم. در این بخش نتایج و کارایی پروتکل پیشنهادی ما با پروتکل های No Routing، QPRR و DM-QOS مقایسه خواهد شد و درصد بهبود پروتکل ما در حالات مختلف مورد بررسی و تحلیل قرار خواهد گرفت.

جدول ۲: اطلاعات پارامترها

محیط شبیه سازی	۲۰۰*۱۰۰
تعداد نود ها	۱۴ گره سنسور و ۱ گره سینک
موقعیت اولیه گره ها	Node1(50,195) Node2(50,190) Node3(25,180) Node4(50,150) Node5(75,180) Node6(75,160) Node7(45,120) Node8(55,120) Node9(20,140) Node10(80,140) Node11(35,60) Node12(65,60) Node13(35,10) Node14(65,10) sink(50,100)
انرژی اولیه نود	۵/۰ ژول
سایز بافر	۳۲ بیت
نرخ ارسال لایه لینک	۲۵۰ کیلوبیت بر ثانیه
تعداد دور تکرار	۲۵۰۰

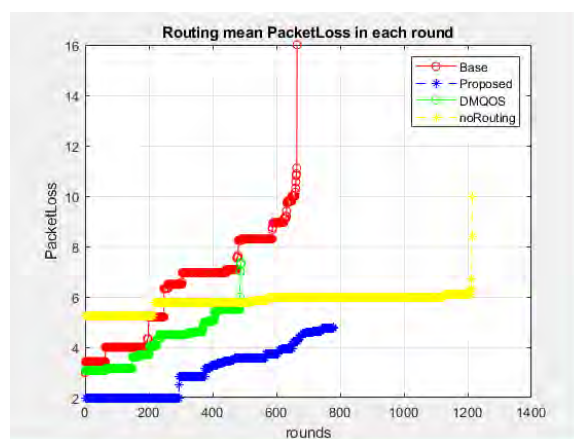
برای شبیه سازی ۱۵ نود در نظر گرفته شده است که همه ی نودها در جای خود ثابت هستند. متناسب با این سناریو پارامترهای قابلیت اطمینان، تعداد سنسورهای زنده در هر دور، تعداد سنسورهای نیمه زنده، مرگ اولین نود، طول عمر شبکه، انرژی مصرفی و سربار مسیریابی اندازه گیری شده است.

**7th International Conference on
Information Technology, Computer & Telecommunication**



شکل ۵: حداقل قابلیت اطمینان پروتکل‌ها برای ارسال یکسان بسته‌های اورژانسی و نرمال

با توجه به شکل ۵ درصد گم شدن بسته‌های حساس به قابلیت اطمینان برای ۱۵ نود در پروتکل پیشنهادی ۰.۴٪ می‌باشد. درمقایسه، درصد گم شدن بسته‌های حساس به قابلیت اطمینان در پروتکل پایه ۹.۷٪ می‌باشد. درحالی که درصد گم شدن بسته‌های حساس به قابلیت اطمینان در پروتکل DM-QOS ۵.۷٪ و در پروتکل no Routing ۶.۲٪ می‌باشد. متناسب با درصد گم شدن بسته‌های حساس به قابلیت اطمینان پروتکل پیشنهادی دارای ۵.۱٪ بهبود نسبت به پروتکل بیس و ۱.۱٪ بهبود نسبت به پروتکل DM-QOS و ۱.۶٪ بهبود نسبت به پروتکل no Routing می‌باشد.



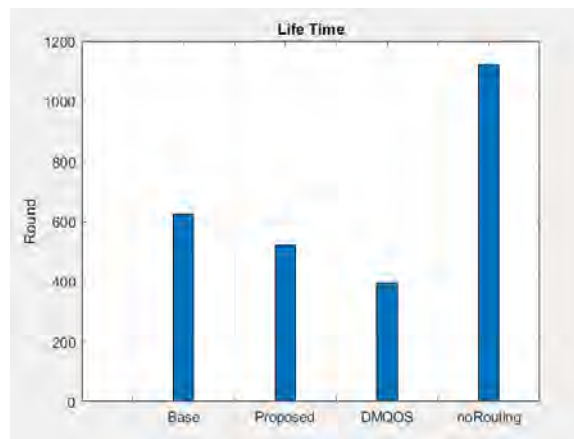
شکل ۶: درصد گم شدن بسته‌های حساس به قابلیت اطمینان در هر دور برای ارسال یکسان بسته‌های اورژانسی و نرمال

در شکل ۶ درصد گم شدن بسته‌های حساس به قابلیت اطمینان را در هر دور برای ۱۵ نود مشاهده می‌کنید، همانگونه که در شکل می‌بینید درصد گم شدن بسته‌های حساس به قابلیت اطمینان در پروتکل پیشنهادی بعد از مرگ نودها در دور ۳۰۰ دچار تغییر می‌شود و از دور ۳۹۰ به بعد با مرگ گره‌های بیشتر درصد گم شدن بسته‌های حساس به قابلیت اطمینان روند افزایشی

**7th International Conference on
Information Technology, Computer & Telecommunication**

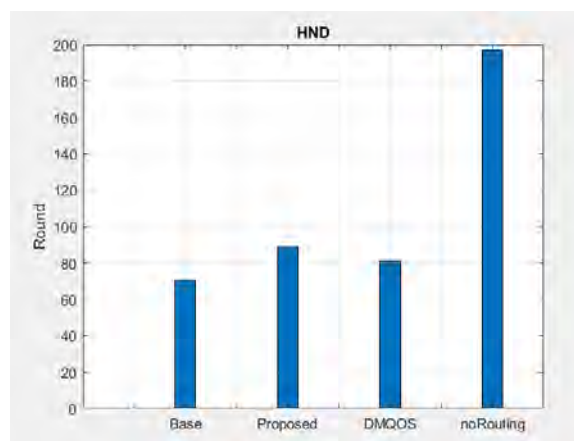


بیشتری پیدا می‌کند. پروتکل‌های بیس و DM-QOS و no Routing همانطوری که در شکل مشاهده می‌کنید در تمامی طول عمر شبکه دارای درصد گم‌شدن بسته‌های حساس به قابلیت اطمینان بیشتری نسبت به پروتکل پیشنهادی می‌باشند.



شکل ۷: طول عمر شبکه پروتکل‌ها برای ارسال یکسان بسته‌های اورژانسی و نرمال

طول عمر شبکه یکی از مهم‌ترین فاکتورهای شبکه‌های حسگر بیسیم بدنی می‌باشد. طول عمر این شبکه‌ها بعلت محدودیت انرژی منبع تغذیه نودها کوتاه می‌باشد. شکل ۷ طول عمر پروتکل پیشنهادی و پروتکل‌های پایه و DM-QOS و no Routing را برای ۱۵ نود نشان می‌دهد. همانگونه که در شکل می‌بینید طول عمر شبکه پروتکل پیشنهادی از پروتکل پایه و no Routing کمتر است و از پروتکل DM-QOS بیشتر می‌باشد.



شکل ۸: تعداد سنسورهای نیمه زنده پروتکل‌ها برای ارسال یکسان بسته‌های اورژانسی و نرمال

7th International Conference on
Information Technology, Computer & Telecommunication



NEW VISION
UNIVERSITY

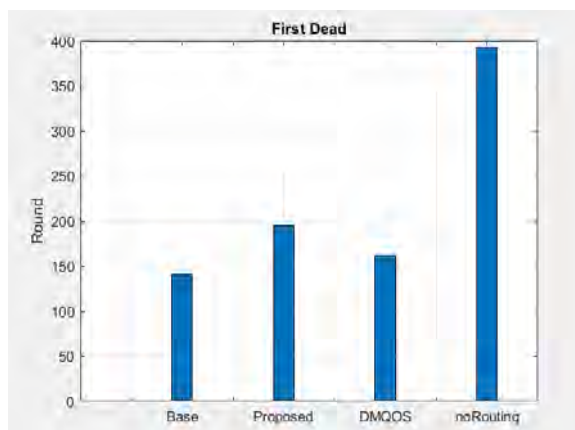


INTERNATIONAL ASSOCIATION OF
ACADEMIC STUDIES
IOAS



Sponsored and Indexed by
CIVILICA
We Respect the Science

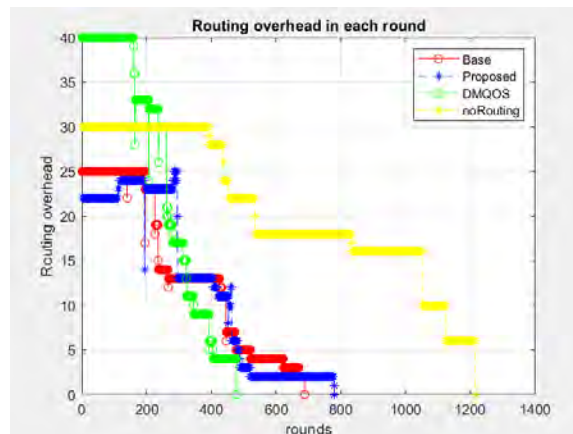
اگر انرژی نود از نصف انرژی اولیه اش کمتر شود نود بعنوان نود نیمه زنده محسوب می‌شود. شکل ۸ تعداد نودهای نیمه زنده پروتکل پیشنهادی و پروتکل‌های پایه و DM-QOS و no Routing را برای ۱۵ نود نشان می‌دهد. با توجه به شکل تعداد نودهای نیمه زنده پروتکل پیشنهادی از تعداد نودهای نیمه زنده پروتکل‌های پایه و DM-QOS بیشتر می‌باشد و از تعداد نودهای نیمه زنده پروتکل no Routing کمتر می‌باشد.



شکل ۹: مرگ اولین گره پروتکل‌ها برای ارسال یکسان بسته‌های اورژانسی و نرمال

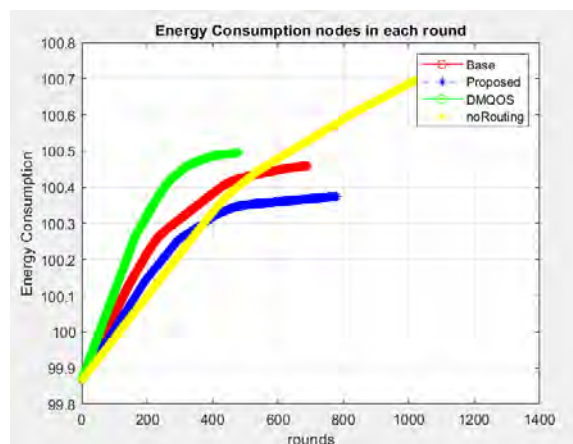
شکل ۹ مرگ اولین نود در هر پروتکل را برای ۱۵ نود نشان می‌دهد. همانگونه که در شکل می‌بینید، اولین نود پروتکل پیشنهادی در دور ۱۹۸ می‌میرد و مرگ اولین نود پروتکل بیس در دور ۱۴۰، برای پروتکل no Routing در دور ۳۹۸ و برای پروتکل DM-QOS در دور ۱۶۰ رخ می‌دهد.

**7th International Conference on
Information Technology, Computer & Telecommunication**



شکل ۱۰: سربار مسیریابی پروتکل‌ها در هر دور برای ارسال یکسان بسته‌های اورژانسی و نرمال

سربار مسیریابی تعداد بسته‌های مسیریابی مورد نیاز برای ارتباطات شبکه است. شکل ۱۰ سربار مسیریابی در هر دور را برای پروتکل پیشنهادی به همراه پروتکل‌های پایه و DM-QOS و no Routing برای ۱۵ نود نشان می‌دهد. مطابق با شکل سربار مسیریابی پروتکل پیشنهادی در بیشتر نقاط از سربار مسیریابی پروتکل‌های پایه و DM-QOS و no Routing کمتر می‌باشد.



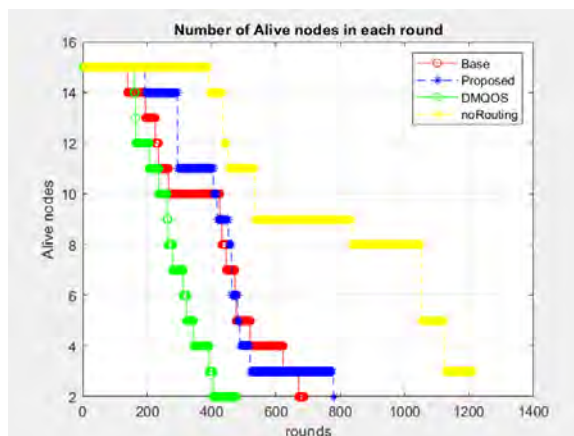
شکل ۱۱: انرژی مصرفی پروتکل‌ها در هر دور برای ارسال یکسان بسته‌های اورژانسی و نرمال

استفاده بهینه از انرژی گره‌ها همواره به عنوان یکی از بزرگ‌ترین چالش‌های موجود در زمینه شبکه‌های حسگر بیسیم بدنی مطرح بوده است. با اتمام انرژی گره‌ها، به دلیل غیرقابل تجدید بودن این منابع، عمر شبکه به پایان می‌رسد. شکل ۱۱ انرژی مصرفی در هر دور را برای پروتکل پیشنهادی و پروتکل‌های پایه و DM-QOS و no Routing برای ۱۵ نود نشان می‌دهد. مطابق

**7th International Conference on
Information Technology, Computer & Telecommunication**



با شکل انرژی مصرفی پروتکل پیشنهادی از انرژی مصرفی پروتکل های پایه و DM-QOS کمتر می باشد و از دور ۴۰۰ انرژی مصرفی پروتکل پیشنهادی از انرژی مصرفی پروتکل های no Routing نیز کمتر می شود.



شکل ۳: تعداد سنسورهای زنده پروتکل ها در هر دور برای ارسال یکسان بسته های اورژانسی و نرمال

شکل ۱۲ تعداد نودهای زنده در هر دور را برای پروتکل پیشنهادی و پروتکل های پایه، DM-QOS و no Routing برای ۱۵ نود نشان می دهد. مطابق با شکل تا قبل از مرگ اولین نود پروتکل پایه در دور ۱۴۰ تعداد نودهای زنده هر ۴ پروتکل یکسان می باشد. از دور ۱۶۰ با مرگ اولین نود پروتکل DM-QOS تعداد نودهای زنده این پروتکل کمتر از پروتکل پیشنهادی و no Routing می شود و از دور ۱۹۸ با مرگ اولین نود پروتکل پیشنهادی تعداد نودهای زنده این پروتکل کاهش می یابد. از دور ۳۹۸ با مرگ اولین نود پروتکل no Routing تعداد نودهای زنده این پروتکل نیز کاهش می یابد.

۵- بحث و نتیجه گیری

استفاده از شبکه های حسگر بیسیم بدنی باعث بهبود در کیفیت زندگی و آسایش خاطر بیماران شده است. این تکنولوژی همواره در حال پیشرفت می باشد تا بتواند بهترین سرویس را در اختیار بیماران و پزشکان و مراکز درمانی قرار دهد. ما در این مقاله، یک پروتکل کارآمد جدید با تکیه بر قابلیت اطمینان ارائه داده ایم. که با استفاده از الگوریتم انتخاب هاپ بعدی که در این مقاله پیشنهاد دادیم قابلیت اطمینان را بهبود دادیم و سایر پارامترها را نیز در وضعیت مناسبی قرار دادیم.

7th International Conference on
Information Technology, Computer & Telecommunication



۶- منابع

- 1- Akbar, Muhammad Sajjad, Hongnian Yu, and Shuang Cang. "Delay, reliability, and throughput based QoS profile: A MAC layer performance optimization mechanism for biomedical applications in wireless body area sensor networks." *Journal of Sensors* 2016 (2016).
- 2- Astrin, A. (2012). IEEE Standard for Local and metropolitan area networks part 15.6: Wireless Body Area Networks. IE EE Std 802.15. 6.
- 3- Ayatollahitafti, Vahid, Md Asri Ngadi, Johan bin Mohamad Sharif, and Mohammed Abdullahi. "An efficient next hop selection algorithm for multi-hop body area networks." *PloS one* 11, no. 1 (2016): e0146464.
- 4- Barros, Juan G., Anne Wei, and Andre-Luc Beylot. "Reliable routing using heterogeneity in wireless sensor networks." 2013 IEEE 78th Vehicular Technology Conference (VTC Fall). IEEE, 2013.
- 5- Jamil, Faisal, Muhammad Iqbal, Rashid Amin, and DoHyeun Kim. "Adaptive Thermal-Aware Routing Protocol for Wireless Body Area Network." *Electronics* 8, no. 1 (2019): 47.
- 6- Karthiga, I., Sharmila Sankar, and P. Dhivahar. "A study on routing protocols in wireless body area networks and its suitability for m-Health applications." In 2015 International Conference on Communications and Signal Processing (ICCSP), pp. 1064-1069. IEEE, 2015.
- 7- Kaur, Er Simarpreet, and Birinder Singh. "A survey on Body Area Network applications and its routing issues." (2017).
- 8- Khan, Z. A. (2013). A Novel Patient Monitoring Framework and Routing Protocols for Energy & QoS Aware Communication in Body Area Networks .
- 9- Khan, Zahoor A., Shyamala Sivakumar, William Phillips, and Bill Robertson. "A QoS-aware routing protocol for reliability sensitive data in hospital body area networks." *Procedia Computer Science* 19 (2013): 171-179. Le, T. e. (2009). E RTP: Energy-efficient and reliable transport protocol for data streaming in wireless sensor networks. *Computer Communications*, 1154-1171.

7th International Conference on
Information Technology, Computer & Telecommunication



- 10- Maróti, M. (2004). Directed flood-routing framework for wireless sensor networks. Proceedings of the 5th ACM/IFIP/USENIX International Conference on Middleware.
- 11- Mohnani, Pooja, and Fathima Jabeen. "Power efficient, reliable and secure wireless body area network." 2016 3rd International Conference on Computing for Sustainable Global Development (INDIACom). IEEE, 2016.
- 12- Sharma, Neelam, Karan Singh, and B. M. Singh. "An enhanced-simple protocol for wireless body area networks." Journal of Engineering Science and Technology 13.1 (2018): 196-210.
- 13- Park, S. J., Vedantham, R., Sivakumar, R., & Akyildiz, I. F. (2007). GARUDA: Achieving effective reliability for downstream communication in wireless sensor networks. IEEE Transactions on Mobile Computing, 7(2), 214-230.
- 14- Salayma, Marwa, Ahmed Al-Dubai, Imed Romdhani, and Youssef Nasser. "Wireless body area network (WBAN): A survey on reliability, fault tolerance, and technologies coexistence." ACM Computing Surveys (CSUR) 50, no. 1 (2017): 3.
- 15- Yang, Yuan, Matthias Wählisch, Yubin Zhao, and Marcel Kyas. "RAID the WSN: Packet-based reliable cooperative diversity." In 2012 IEEE International Conference on Communications (ICC), pp. 371-375. IEEE, 2012.

*7th International Conference on
Information Technology, Computer & Telecommunication*



Reliability-Based Routing Algorithm for Wireless Body area Networks

Leila Razavi Mehr
Master student, qom university of technology

Assistant
Professor, qom university of technology

Mahbobeh Shamsi

Abdolreza Rasouli Kenari, Assistant Professor, qom university of technology

Abstract

Population aging is a natural process that is taking in all societies. Care and support for this growing population has become a concern of governments. One way to take care of them is to use a wireless sensor network. Wireless Sensor Network is a sample of wireless sensor networks. This network consists of several sensors that are implanted or worn in the patient's body. These sensors collect information and send it to medical centers, these sensors can significantly help patients and reduce medical costs. One of the challenges in this network is the QoS. Quality of service includes reliability, energy and delay. In this paper, we discuss the importance of reliability in wireless sensor networks and by providing a routing protocol of reliability sensitive, we increase the correct transmission of data packets over previous protocols. In this paper, we simulate the proposed algorithm using MATLAB software. The analysis and the simulation result of the algorithm are shown. Based on these results, the performance of the investigated algorithm shows that the proposed protocol achieves about 5.1% improvement over the compared protocols.

Keywords: Ban, QoS, Routing, Reliability