دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

بررسی مقاله اول درس معماری پیشرفته سیستم های کامپیوتری

Congestion free opportunistic multipath routing load balancing scheme for Internet of Things (IoT)

طرح بدون ازدحام توازن بار در مسیریابی چند مسیری برای اینترنت اشیا

دانشجو:

محمد زکریا دهقانی

استاد راهنما:

دکتر جاسبی

بهار ۱۴۰۰

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

تعریف مسئله و هدف اصلی مقاله ۱

۱-۱- سوال اصلی مطرح شده در مقاله ۱

۱-۲- چالش مسئله ۲

۱-۳- ضرورت حل مسئله ۲

۱-۴- کارهای قبلی انجام شده ۲

۱-۵- روش ارائه شده در مقاله اصلی ۴

فصل ۲- راه حل پیشنهادی برای حل مسئله ۵

فصل ۳- نقاط قوت و ضعف مقاله ۸

فصل ۴- جمع بندی ۹

۴-۱- کارهای آینده ۹

۴-۲- نتایج شبیه سازی ۹

فصل ۵- منابع ۱۵

تعریف مسئله و هدف اصلی مقاله

۱–۱- سوال اصلی مطرح شده در مقاله

اینترنت اشیا یک شبکه ناهمگن شامل مجموعهای از دستگاه ها و سنسورها بوده که از طریق اینترنت با هم در ارتباط هستند. پروتکل های جدید برای ارتباط عناصر اینترنت اشیا ، تاثیر مستقیم در استفاده از منابع انرژی در این سیستم ها را دارند. بنابراین ، محققان روشهای مختلفی را برای حل مسئله متعادل کردن بار شبکه و طولانی شدن عمر شبکه پیشنهاد می کند.

طول عمر شبکه در کنترل تعادل بار شبکه موثر است ، همچنین در بازدهی شبکه تاثیر بسزایی دارد. پارامترهای موثر در طول عمر شبکه را می تواند مواردی همچون هزینه ارتباطات شبکه ، تاخیر E۲E و نسب گم شدن بسته ها[۱] در شبکه در نظر گرفت.

برای بهینه کردن این پارامترها نیاز به پروتکل مسیریابی متعادل کننده بار[۲] است. در این مقاله یک پروتکل مسیریابی استاتیک انتخاب پویا جهت حل مسئله ارائه شده است. این پروتکل به صورت بدون تراکم[۳] و مبتنی بر اولویت[۴] می باشد.

این پروتکل با نام DHSSRP[۵] معرفی شده و اطلاعات حساس مربوط به سنسورهای ایستا را به سنسورهای همسایه ارجح می داند. همچنین ارتباط سنسور های همسایه را با انتخاب مسیر جایگزین مدیریت می کند.

در این پروتکل ترافیک شبکه براساس اطلاعات مبتنی بر اولویت بوده و مصرف انرژی با یک محیط ترافیکی متعادل بهبود داده شده است.

بهبود مصرف انرژی باعث افزایش طول عمر دستگاه های اینترنت اشیا مستقر در شبکه می شود.

نتایج به دست آمده در طی شبیه سازی برای طرح پیشنهادی نشان می دهد پارامترهای هزینه ارتباطات ، هزینه محاسبات ، ازدحام ترافیک و توان عملیاتی نسب به روش های مشابه بهبود داده شده و طول عمر یک باطری دستگاه متصل به شبکه تا ۹۵,۸٪ افزایش پیدا کرده و تا ۸٪ بهبود در مصرف انرژی به دست آمده است.

---

۱ packet lost÷ ratio (PLR)

۲ load balancing routing protocol

۳ congestion-free

۴ priority-based

۵ Dynamic hop selection static routing protocol

۱–۲- چالش مسئله

توازن بار در اینترنت اشیا یک مبحث پرچالش برای تحقیق است و تکنیک های مختلفی برای حل این مسئله پیشنهاد شده است. بیشتر این تکنیک ها مختص یک سیستم بوده یا استقرار آن در شبکه پیچیده است. به طور کلی چالش روش های موجود برای توازن بار در شبکه را می توان شامل موارد زیر دانست که در این مقاله سعی شده این پارامترها با ارائه یک روش موثرتر بهبود داده شود.

۱. طرح پیچیده با تاخیر E۲E بالا ، PLR و توان کم.

۲. مختص سیستم یا محیط.

۳. سربار بالای شبکه مانند ازدحام و اختلاف.

۴. هزینه های بالای شبکه و نگهداری.

۱–۳- ضرورت حل مسئله

محققان طرح های مختلفی را برای بهبود طول عمر شبکه در اینترنت اشیا پیشنهاد داده اند. بسیاری از این تکنیک ها بر چگونگی تعادل بار شبکه تأکید دارند. در این روش با استفاده از اولویت بندی داده ها، یک طرح تعادل بار کارآمد ارائه شده است، که می تواند از بروز ازدحام در شبکه پیشگیری کند.

با جمع اوری داده ها به ترتیب اولویت می توان به الگویی جامع و استاندارد جهت رسیدن به تأخیر کم در شبکه ، توان عملیاتی بالا و طول عمر بهینه سنسورهای شبکه رسید.

۱–۴- کارهای قبلی انجام شده

توازن باری که بتواند ازدحام در شبکه را کنترل کند موضوع بسیاری از تحقیقات گذشته بوده است. در [۱] یک طرح تعادل بار SDN-SFC سرویس گرا برای شبکه های جهت دار[۱] و محدود مانند IoT پیشنهاد داده است. پارامترهای طبقه بندی در این طرح خود اولویت ارتباطی هر دستگاه در شبکه است که باعث سربار شبکه و ایجاد ازدحام در طی فرایند برقراری ارتباط می شود. در [۲] یک طرح تعادل بار مبتنی بر یادگیری ماشین ، برای حل مشکل تعادل بار در شبکه اینترنت اشیا ارائه شده است. در مدل پیشنهادی هر دو روش یادگیری ماشین تحت نظارت و بدون نظارت با یک ترکیبی از فرآیند تصمیم

[۱] oriented networks

گیری مارکوف (MDP) به کاربرده شده است. این مدل با کاهش ارتباطات ، تاخیر رسیدن بسته در شبکه را بهبود می بخشد اما پیچیدگی و هزینه بالایی برای پیاده سازی دارد که از مشکلات این روش می باشد.

در [۳] روش تخصیص منابع پویا برای توازن بار استفاده شده است . در این روش با به کارگیری یادگیری تقویت[۱] و الگوریتم ژنتیک ترافیک شبکه را مدیریت می کند. سرورهای شرکت کننده در فرآیند یادگیری محدودیت این مدل پیشنهادی بود زیرا توزیع بار شبکه در بین سرورهایی که نود های پردازنده سیستم به آن متصل نبودند زیاد بوده که باعث اتلاف انرژی در شبکه می شد.

در [۴] از ماشین های مجازی برای توزیع موثر بار در بین سنسورهای شبکه استفاده می شود. محدودیت طرح پیشنهادی توسعه ماشین های مجازی بوده و در مدل های پیچیده تاخیر E۲E بالا ایجاد می کند . در این روش یک الگوریتم به صورت خوشه بندی فازی عصبی برای توزیع بار شبکه های بی سیم به کارگرفته شده است.

در [۵] منطق فازی را در شبکه عصبی ترکیب کردند و با استفاده از سر خوشه ها تعادل در حجم کار میان حسگر های شرکت کننده را ایجاد کرده است. محدودیت این مدل به دلیل وابستگی به سر خوشه ها بوده و ازدحام در گره های همسایه در این روش باعث ایجاد سربار شبکه می شود. الگوریتم به کار رفته در این روش با نام Infrastructure as a Service (IaaS) برای متعادل سازی بار در اینترنت اشیا پیشنهاد شده است.

در [۶] از سرور هایی جهت مدیریت ترافیک ورودی شبکه استفاده شد است. این سرورها برای ایجاد تعادل در حجم کار بین دستگاه های حسگر شرکت کننده کاربرد دارند. وظیفه این سرورها تخصیص بهترین مسیر با حداقل استفاده از منابع در شبکه می باشد. البته استفاده از این مدل خاص برخی از سیستمهای تعریف شده می باشد و نمی توان این روش[۲] را به تمام شبکه های اینترنت اشیا تعمیم داد.

در [۷] از الگوی ادغام دو منطقه برای ارائه سرویس ارزشمند استفاده شده است. خدمات به کاربر نهایی با حداقل مصرف انرژی اساس روش ارائه شده است. علاوه بر این در این روش از الگوریتم بهینه سازی مبتنی بر باد[۳] استفاده شده است. خوشه هایی در شبکه که اطلاعات را برای کاربر نهایی ارسال می کند ، حداقل مصرف انرژی را دارند. اجرای عملیاتی این روش بسیار پیچیده است و تاخیر E۲E بالا است.

---

[۱] reinforcement learning

[۲] EECloudIoE

[۳] Wind-Driven

الگوریتم ارائه شده با تجمیع یک روش مسیریابی بهینه ، سه لایه (TM-ORT) برای بار شبکه حسگر بی سیم در نظر می گیرد.

در [۸] از زیرساخت پروتکل مسیریابی چند منظوره[۱] برای بررسی قابلیت اطمینان داده ها در شبکه های اینترنت اشیا استفاده شده است. ضعف این روش هزینه محاسبه نرم افزاری می باشد.

در [۹] از یک شبکه متمرکز برای مدیریت ترافیک انعطاف پذیر برای به حداقل رساندن مصرف انرژی استفاده می کند. در این روش با استفاده از OpenFlow چارچوب پروتکل برای نظارت بر ترافیک واقعی شبکه مشخص می شود. محدودیت این طرح هزینه ارتباطی بالا و خرابی کل سیستم در صورت خرابی کنترل کننده مرکزی می باشد. این کنترل کننده با ارسال بسته به سنسورهایی که به شبکه اضافه می شوند ، اطلاعات همه سنسورهای همسایه را به روز می کند. کنترل کننده باعث ایجاد تأخیر اضافی و وارد کردن جریان و فرآیند محاسبات سربار به شبکه شده و هزینه ارتباطات شبکه را افزایش می دهد.

۱–۵- روش ارائه شده در مقاله اصلی

در این روش یک طرح مسیریابی سبک برای حل مسئله متعادل سازی بار در اینترنت اشیا ارائه شده است. در این طرح مسیریابی با استفاده از زیرساخت ارتباطی چند راهی و چند hop انجام می شود.

داده های جمع آوری شده از دستگاه های حسگر در شبکه دارای اولویت مسیریابی بوده و ترافیک مبتنی بر اولویت دستگاه های حسگر در یک فضای ارتباطی بدون ازدحام برای یک بازه زمانی مشخص مدیریت می شود.

این روش باعث بهبود قابلیت اطمینان برای سیستم می شود. همچنین با به روز رسانی جدول مسیر یابی نودهای همسایه در بازه های زمانی می تواند در بهبود مسیریابی داده های حساس و بازدهی شبکه موثر باشد.

مسیریابی موثر باعث استفاده متوازن از کلیه سنسورهای شبکه می شود که این توازن بار باعث بهبود چرخه عمر سنسورها و مصرف بهینه انرژی در آن ها می شود. در شبیه سازی های انجام شده نشان داده می شود که ۸ ٪ بهبود در مصرف انرژی نسبت به روش ها موجود به دست آمده است.

---

[۱] SDWSN

فصل ۲- راه حل پیشنهادی برای حل مسئله

توازن بار در اینترنت اشیا و WSN یکی از موارد مهم در زمینه شبکه های بی سیم بوده و هنوز یک تحقیق جذاب است که محققان می توانند تکنیک های جدیدی را جهت بهبود ارتباطات شبکه ابداع کنند . با پیاده سازی این روش و مقایسه آن با کارهای انجام شده نشان داده می شود که این راه کار از نظر پارامترهای مورد بررسی موثر بوده و محدودیت هایی که در طرح های قبلی ارائه شده را ندارد.

در این مقاله ، پروتکل مسیریابی با نام DHSSRP پیشنهاد شده است .در این روش ترافیک شبکه توسط یک ارتباط بدون ازدحام مدیریت می شود. این ارتباط مبتنی بر اطلاعات اولویت دار که توسط دستگاه های حسگر شرکت کننده جمع آوری شده ، می باشد. مدل پیشنهادی بسته هایی را جهت تأیید دستگاه های حسگر برای اولویت بندی به حسگرها ارسال نموده و یک مسیر جایگزین به حسگر های همسایه اختصاص دهید. این بسته های تایید حاوی اطلاعاتی مانند شناسه دستگاه ، فاصله زمانی اولویت ، زمان اشغال مسیر ، جزئیات مسیر و آدرس مقصدمی باشد.

زمانی که بسته تأیید به دستگاه های حسگر شبکه می رسد، در شبکه پخش شده و حسگرهای همسایه بر اساس این اطلاعات یک مسیر جایگزین برای ارتباط در شبکه انتخاب می کنند.

به همین ترتیب ، سایر سنسورهای شبکه ، این فرآیند اطلاع رسانی خود را انجام می دهند و اطلاعات مسیر در شبکه با استفاده از پیام های پخش شده اولویت بندی می شوند. دستگاههایی که درخواست مسیر[۱] خود را به شبکه ارسال نکرده اند شلوغ یا سنسور دچار ازدحام در نظر گرفته می شود. در این حالت اطلاعات توسط دستگاه های همسایه از منبع به مقصد با استفاده از یک مسیر جایگزین منتقل می شود. در پروتکل مسیریابی DHSSRP زمانی که صرف انتخاب مسیر جایگزین در شبکه می شود را زمان خواب[۲] یا شلوغی[۳] می نامند. این توازن بار در شبکه می تواند درمصرف انرژی و افزایش طول عمر شبکه موثر باشد.

---

۱ route request

۲ sleep time

۳ Busy time

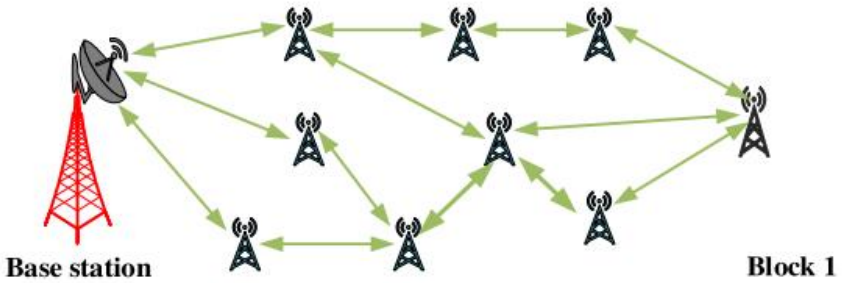
Message payload				
Sequence-ID	Device-ID (source)	Route Information	One time Priority Ack	Sleep time of route

شکل ۱ – جزییاتی که در بسته اطلاع رسانی در این مدل در شبکه پخش می شود

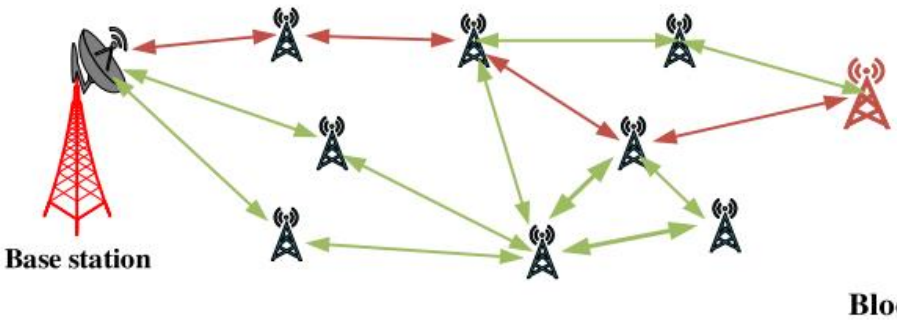
در محیط ارتباطی اینترنت اشیا ، هر دستگاه حسگری دارد .این حسگرها وضعیت سیستم را توسط یک مکانیزم دقیق برای انتقال داده و جلوگیری از ازدحام با مصرف انرژی متعادل بین همه اجزای سیستم کنترل می کند. در شکل ۲ وضعیت سیستم برای ایجاد زیرساخت ارتباطی بدون تراکم با مکانیزم بار توزیع شده بین حسگر نشان داده شده است.

پروتکل مسیریابی DHSSRP داده های ارتباطی را در هر لحظه از زمان جمع آوری کرده و برای ارزیابی وضعیت سیستم استفاده می کند.

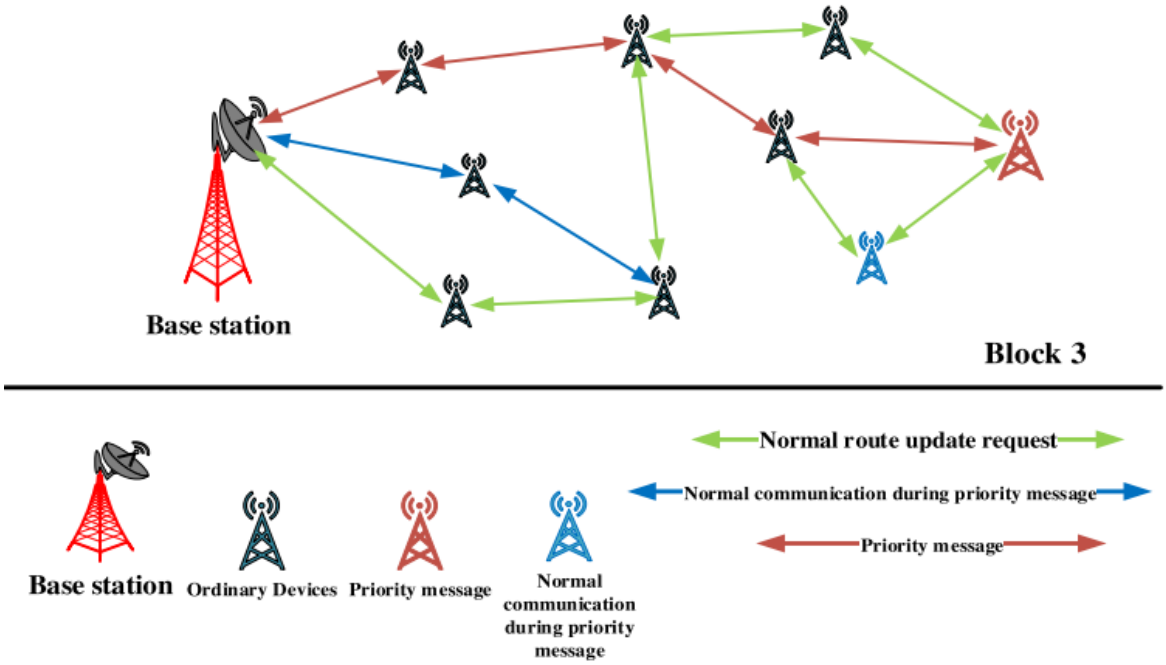
این مسیریابی بر اساس درخواست مسیر (RREQ) و پاسخ مسیر (RREP) بوده و اطلاعات دستگاه های همسایه برای برنامه ریزی ترافیک شبکه ، پیش گیری از ازدحام و در یک فضای بار متعادل استفاده می شود.



شکل ۲ – گام اول یک ارتباط نرمال و به روز رسانی اطلاعات مسیریابی همه سنسورهای شبکه



شکل ۳– گام دوم یک سنسور داده ای با اولویت بالا را که با رنگ نارنجی نشان داده شده به ایستگاه مرکزی ارسال می کند. در این حالت کلیه سنسورها اطلاعات جدول مسیریابی خود را به روز می کنند.



شکل ۴ – گام سوم ارتباطات بین سنسور ها بعد از به روز شدن جدول مسیریابی بر اساس اولویت را نشان می دهد.

مسیرهای انتخاب شده محدود به یک بازه زمانی مشخص است که در این مقاله آن را زمان خواب می نامند.

فصل ۳- نقاط قوت و ضعف مقاله

محدودیت مدل پیشنهادی اجرای پیچیده آن در مرحله اولیه یا مرحله استقرار شبکه می باشد. علاوه بر این ، هنگام اجرای این مدل ، باید بتوانیم جمع آوری اطلاعات و اولویت بندی داده ها را در شبکه را مدیریت کنیم. البته صرف هزینه برای اولویت بندی داده ها می تواند یک عنصر تضمین قابلیت اطمینان در شبکه باشد.

نقطه ضعف دیگر این روش این است که زمانی که سنسور اطلاعات مهم را تشخیص می دهد از طریق شمارش هاپ پیام را ارسال می کند و در انتقال بعدی هیچ اطلاعات مهمی وجود ندارد. به همین دلیل سنسورهایی که اطلاعات خود را ارسال کرده اند باید منتظر بمانند و این انتظار باعث کاهش عملکرد در شبکه می شود.

فصل ۴- جمع بندی

۴-۱- کارهای آینده

می توان احتمال بروز ازدحام شبکه با این روش را با زنجیره مارکوف مدل سازی کرد. هم چنین امکان استفاده از این روش برای زنجیره بلوک[۱] وجود دارد.

۴-۲- نتایج شبیه سازی

جهت بررسی نتایج طرح پیشنهادی از شبیه ساز OMNeT++ استفاده شده است. در شبیه سازی با تغییر پارامترهای شبکه تاثیر بازدهی روش پیشنهادی بررسی شده است. در شبیه سازی انجام شده قابلیت اطمینان عملکرد مسیریابی DHSSRP بررسی شده است .همچنین این پروتکل از نظر هزینه ارتباطی ، هزینه محاسباتی ، کنترل ازدحام ، توان مصرفی ، PLR و طول عمر شبکه برای اطمینان از اثربخشی مدل پیشنهادی نسبت به طرح های موجود بررسی شده است.

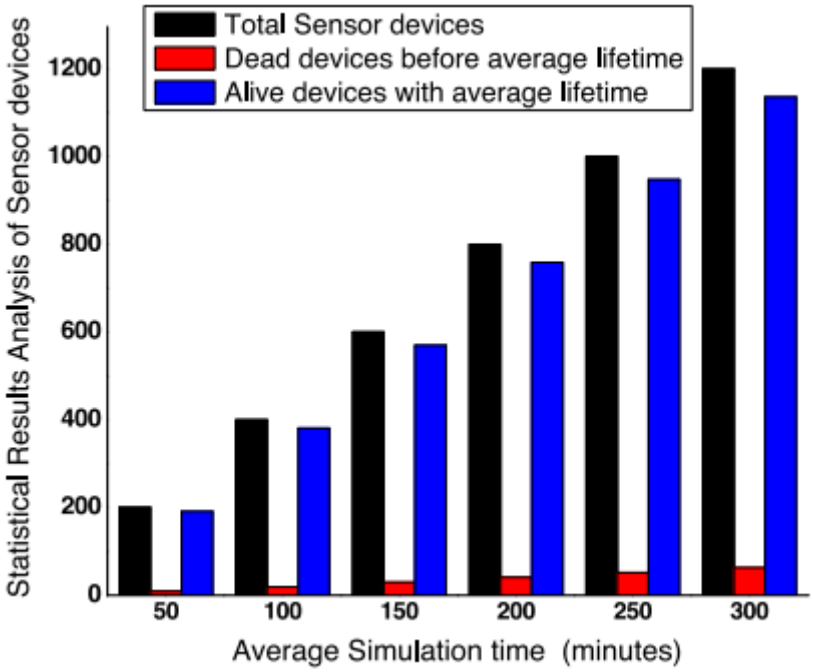
[۱] Block chain

DHSSRP routing protocol implementation parameters set up.

Parameter names	Value of the parameters
Packet size	128 Kbps
Delay bound	50 ms
Sensor devices	200, 400, 600, 800, 1000,1200
Network topology	Random deployment
Simulation environment	1200 × 800 [m]
Initial energy of nodes E_i	51,000 mAh
E consumption during sleep mode	0.75 µW
E consumption during normal state	1.3 mW
Experiment repeated for fixed sensors	7 times
Consumed E during transmission	78.6 mW
Consumed E during reception	44.6 mW
Simulation Tool/Environment	OMNeT ++
Transmission interval of nodes	18 µs
Residual energy E_r of a node	E_i - E_c
Network traffic type	UDP and CBR
Channel bandwidth	24 Mbps
Communication	broadcast
Priority class	Critical information detection
Timer update	120 µs

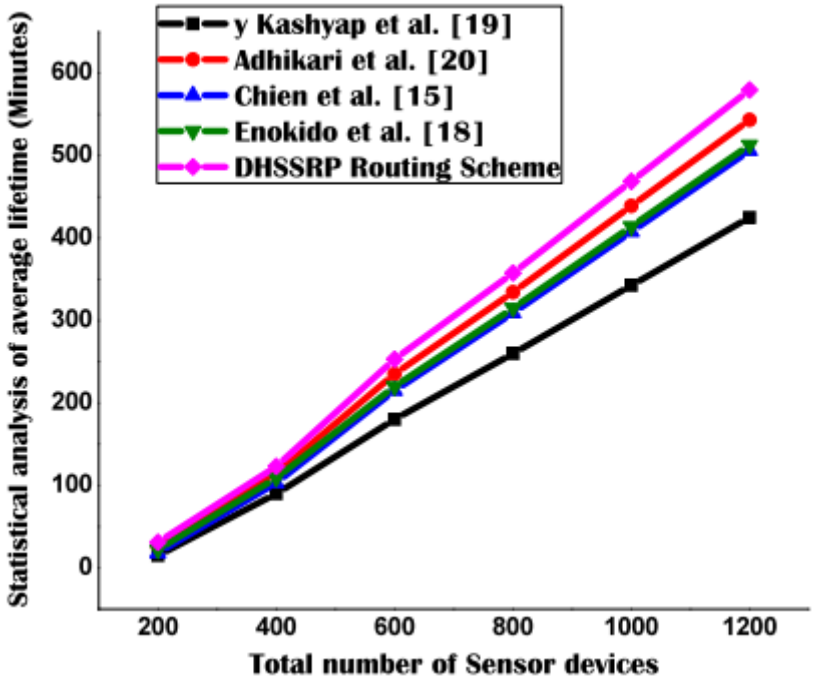
شکل ۵ پارامترهای شبیه سازی

در شکل ۶ انرژی مصرفی برای طرح پیشنهادی در محیط شبیه سازی تجزیه و تحلیل شده است. این پارامتر بر اساس مصرف باطری دستگاه های متصل به شبکه بررسی شده و نشان می دهد سنسور های معمولی با استفاده از این پروتکل چه مدت دوام می آورند.



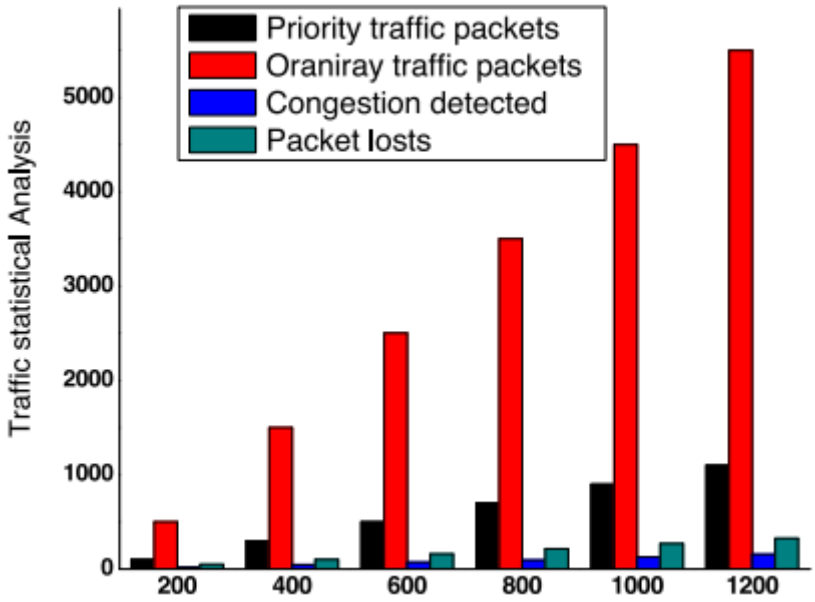
شکل ۶ – مقایسه تعداد سنسور هایی که در بازه زمان می توانند فعال بمانند (مصرف باطری)

در شکل ۷ نتایج طرح پیشنهادی از نظر قابلیت اطمینان عملکرد مسیریابی DHSSRP نسبت به روش های موجود مقایسه شده است. در این آزمایش اولویت بر اساس ترافیک شبکه می باشد. به این صورت که در بازه زمان ترافیک شبکه برای مشاهده تعادل بار به تدریج افزایش یافته است. طبق این آزمایش ۸٪ بهبود در طول عمر شبکه نسبت به روش های موجود نشان داده شده است.



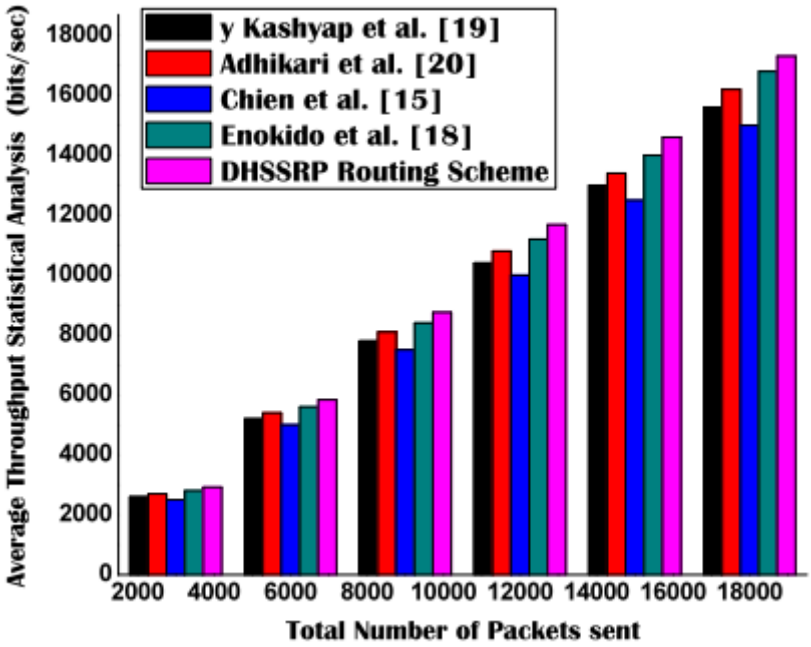
شکل ۷ مقایسه طول عمر روش پیشنهادی نسبت به روش های مشابه

در شکل ۸ میزان برخورد بسته ها در شبکه برای ارزیابی ازدحام نشان داده شده است. در این آزمایش الگوی ترافیک به صورت تصادفی افزایش پیدا کرده و تنها ۴,۵٪ بسته ها در شبکه در اثر برخورد از دست درفته اند.

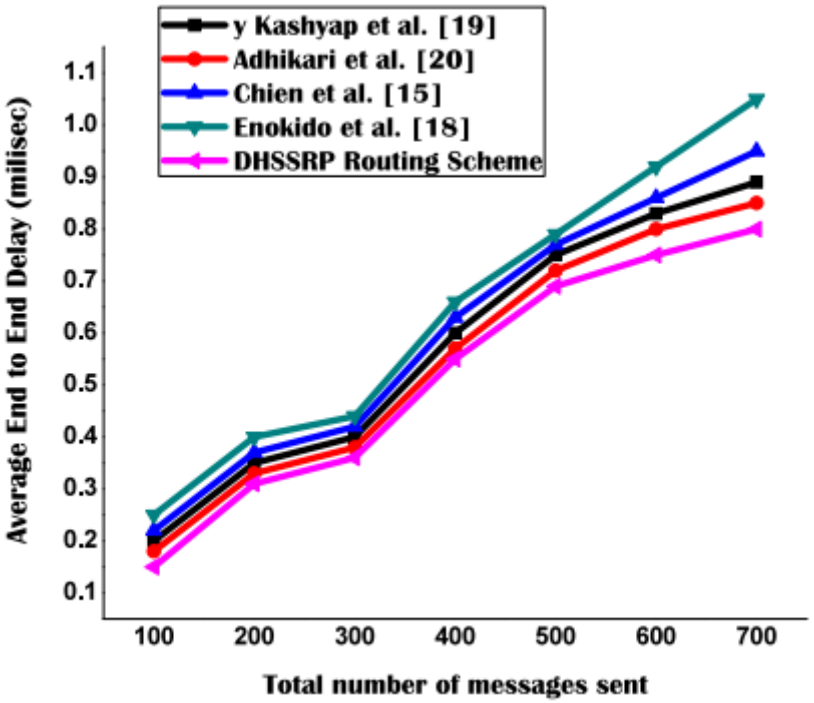


شکل ۸ نرخ از دست رفتن بسته ها نسبت به تعداد سنسورهای موجود در شبکه

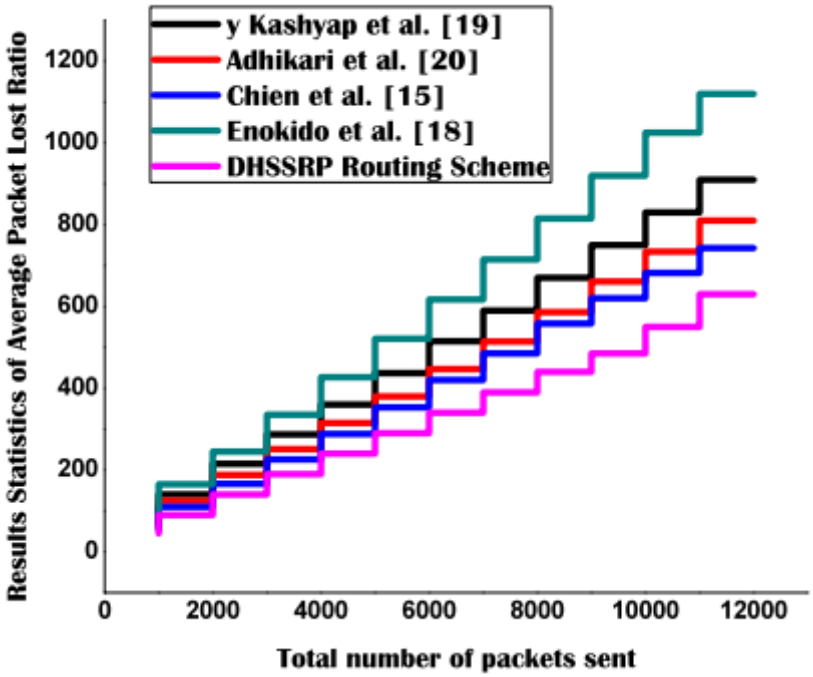
زیرساخت ارتباطی موثر و قابل اعتماد در شبکه اینترنت اشیا باعث افزایش توان عملیاتی می گردد. در شکل ۹ مسیر یابی بر اساس اولویت در فاز اولیه راه اندازی شبکه و نرخ تزریق بسته های مختلف در شبکه نشان داده شده که در مقایسه با روش های مشابه بهبود داده شده است.



شکل ۹ مقایسه بازدهی روش پیشنهادی نسبت به روش های مشابه



شکل ۱۰ مقایسه تاخیر نقطه به نقطه



شکل ۱۱ مقایسه نرخ گم شدن بسته ها در شبکه

در شکل ۱۰ تاخیر رسیدن بسته از زمان در خواست RREQ تا زمان پاسخ RREP نشان داده شده است.

نرخ گم شدن بسته ها در شبکه یکی از پارامترهای مهم برای ارزیابی کارایی الگوریتم های مسیریابی در شبکه است که در شکل ۱۱ در مقایسه با روش های موجود نشان داده شده است. در این آزمایش نرخ تزریق بسته ها به شبکه به مرور زمان افزایش داده شده و نتایج حاصل بهبود در کاهش نرخ گم شده بسته ها در شبکه را نشان می دهد.

فصل ۵- منابع

[۱] S. ,. W. Gomez, “Machine learning aided scheme for load balancing in dense IoT networks ”,*Sensors* .۲۰۱۸ ,

[۲] S. ,. Talaat, “A load balancing and optimization strategy (LBOS) using reinforcement learning in fog computing environment ”,*Humaniz. Comput* .۲۰۲۰ ,

[۳] T. ,. Enokido, “The redundant energy consumption laxity based algorithm to perform computation processes for IoT services ”,*Internet Things* .۲۰۲۰ ,

[۴] D. ,. Kumar Kashyap, “Green computing in sensors-enabled internet of things: Neuro fuzzy logic-based load balancing ”,*Electronics* .۲۰۱۹ ,

[۵] A. ,. Adhikari, “ Heuristic-based load-balancing algorithm for IaaS cloud ”,*Future Gener. Comput* .۲۰۱۸ ,

[۶] B. ,. M. Swarna, “Load balancing of energy cloud using wind driven and firefly algorithms in internet of everything ”,*Parallel Distrib Comput* .۲۰۲۰ ,

[۷] K. ,. Rajaram, “Multi-hop optimized routing algorithm and load balanced fuzzy clustering in wireless sensor networks ”,*Humaniz Comput* .۲۰۲۰ ,

[۸] H. ,. Cui, “A load balancing routing mechanism based on SDWSN in smart city ”, *Electronics* .۲۰۱۹ ,

[۹] G. ,. ,. L. Rego, “Software defined network-based control system for an efficient traffic management for emergency situations in smart cities ”,*Future Gener. Comput* .۲۰۱۸ ,