Archive of SID

3rd. International Conference on September 2017
Information Technology, Computer and Telecommunications
سومین کنفرانس بین المللی شهریورماه ۱۳۹۶
فناوری اطلاعات، مهندسی کامپیوتر و مخابرات

تجزیه و تحلیل مقیاس‌پذیری پروتکل مسیریابی AODV در شبکه‌های حسگر بی‌سیم

صابر اکبری

دانشکده فنی و مهندسی، گروه کامپیوتر، واحد لارستان، دانشگاه آزاد اسلامی، لارستان، ایران، Akbari.iteng@yahoo.com

چکیده

در این مقاله مسأله مقیاس‌پذیری پروتکل AODV در شبکه‌های حسگر بی‌سیم بررسی می‌شود. در ابتدا، مسائل طراحی مقیاس‌پذیری با کار مرتبط در زمینه شبکه‌های حسگر بی‌سیم (WSN) بحث شده است. در ادامه، مدل شبکه حسگر بی‌سیمِ طراحی شده نشان داده و در نهایت، اهمیت مقیاس‌پذیری بر روی رفتار لایه‌های کاربردی، MAC، انتقال و عملکرد لایه فیزیکی شرح داده شده است.

واژه‌های کلیدی : شبکه‌های حسگر بی‌سیم، AODV، WSN، تأخیر انتها به انتها، همه‌پخشی.

۱- مقدمه

در سال‌های اخیر، شبکه‌های حسگر بی‌سیم به یکی از موضوعات پژوهشی تبدیل شده‌اند. مؤسسه تکنولوژی ماساچوست [۱۲]، شبکه‌های حسگر را به عنوان ده تکنولوژی برتر که جهان را تغییر می‌دهد بررسی کرده است. شبکه‌های حسگر بی‌سیم شامل یک گروه از سنسورها یا گره‌های متصل است که از طریق یک مکانیسم ارتباطی به منظور انجام کار سنجش، توزیع شده‌اند. شبکه‌های حسگر بی‌سیم از استقرار فیزیکی بسیار حساسی برخوردار هستند. محدوده کاربرد شبکه‌های حسگر بی‌سیم در محدوده نظارت نظامی و بخش بهداشت و درمان و بسیاری از مناطق به رشد فوق‌العاده‌ای منجر شده است. چالش‌هایی [۳] همچون مقیاس‌پذیری، مشکل پوشش، محلی‌سازی، مصرف انرژی و محیط فیزیکی و غیره باید برای عملکرد بهینه سیستم WSN بررسی شوند. برای محیط‌های بی‌سیم و متحرک، نیاز به گره‌های حسگر ارزان و کم داریم [۷، ۱۴]. مدل‌سازی تحلیلی WSN و پیش‌بینی عملکرد واقعی آن، بستر آزمون به منظور به دست آوردن رفتار واقعی WSN است که نیاز به تلاش فوق‌العاده‌ای دارد [۱۵].

این مقاله در چندین بخش تنظیم شده است؛ در بخش ۲ مقیاس‌پذیری و چالش‌های طراحی پروتکل AODV در چارچوب شبکه‌های حسگر بی‌سیم را تعریف می‌کنیم. در بخش ۳، مدل پیشنهاد شده برای WSN و چارچوب شبیه‌سازی برای آزمایش را معرفی می‌کنیم. نتایج اولیه بررسی عملکرد بر اساس مقیاس‌پذیری شبکه‌های حسگر بی‌سیم در بخش ۴ نشان داده شده است. در نهایت، در بخش ۵، نتایج مسئله مقیاس‌پذیری در شبکه‌های حسگر بی‌سیم را ارائه می‌دهیم.

۲- معیارهای طراحی مقیاس‌پذیری و مقالات مرتبط

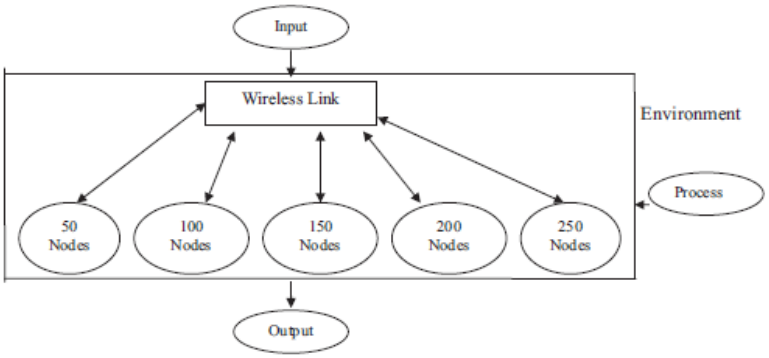
مقیاس‌پذیری از مسائل اساسی در شبکه‌های حسگر بی‌سیم است. به طور کلی، مقیاس‌پذیری می‌تواند به عنوان توانایی سیستم برای انجام کارهای مفید باشد که با افزایش بار، مسائلی مطرح می‌شود. به عنوان مثال، آیا عملکرد یک شبکه با افزایش تعداد گره افزایش می‌یابد، آیا عملکرد پروتکل مسیریابی با افزایش اندازه شبکه و غیره افزایش می‌یابد یا خیر[۱۰، ۱۴]. پاسخ این مسائل نشان‌دهنده‌ی اهمیت واقعی مقیاس‌پذیری در شبکه‌های حسگر بی‌سیم است. مقیاس‌پذیری به عنوان یک مسئله طراحی عمده در شبکه‌های حسگر بی‌سیم به شمار می‌رود و توانایی سیستم را مشخص می‌کند. در واقع با افزون تعداد گره‌ها، بدون تغییر ساختار کل سیستم این کار انجام شود [۱]. مقیاس‌پذیری در شبکه‌های حسگر بی‌سیم با مقیاس بزرگ نقش مهمی را ایفا می‌کند. شبکه‌های حسگر بی‌سیم می‌توانند به دو روش مقیاس‌پذیر باشند: (الف) مقیاس‌پذیری جغرافیایی (ب) مقیاس‌پذیری بار شبکه .

در مورد مقیاس‌پذیری جغرافیایی، قابلیت استفاده بستگی به پارامترهای سیستم دارد، مانند دامنه، قدرت و غیره در حالی که مقیاس‌پذیری بار، قابلیت استفاده بستگی به افزایش تعداد گره‌ها به سیستم دارد. از دیدگاه سخت‌افزاری، مقیاس‌پذیری شامل حساسیت و طیف وسیعی از سنسورها، پهنای باند رادیویی و مصرف انرژی است. از دیدگاه نرم‌افزاری مقیاس‌پذیری شامل مدیریت داده‌ها، انتقال و الگوریتم‌های مورد استفاده برای

www.SID.ir

Archive of SID

مقیاس‌پذیری شبکه است [۱۹]. تعداد زیاد گره‌ها، پیچیدگی مدل برنامه‌نویسی و مدیریت داده‌ها را افزایش می‌دهد. بنابراین، لازم است که با دقت، مقیاس‌پذیری شبکه‌های حسگر بی‌سیم بررسی شود [۴]. در [۹] سه پروتکل مسیریابی Flooding، BVR و PGR برای مسئله مقیاس‌پذیری در شبکه‌های حسگر بی‌سیم مورد بررسی قرار گرفته است. مقایسه عملکرد پروتکل‌های RR، SER و SPIN توسط Chalak و همکاران در [۲] انجام شده است. روش جدیدی برای WSN و مقایسه‌ی آن با پروتکل‌های GPSR و Flooding در [۱۳] بیان شده است. در [۵] پروتکل SELARبا پروتکل‌های LEACH و MTE از نظر مقیاس‌پذیری بررسی و مقایسه شده است. مقایسه‌هایی بین پروتکل‌های شبکه‌های حسگر بی‌سیم از نظر مقیاس‌پذیری توسط Hadjila و همکاران در [۱۱] نشان داده شده است. این مقاله با مقیاس‌پذیری بار شبکه مرتبط است و بر مقیاس‌پذیری پروتکل AODV در شبکه‌های حسگر بی‌سیم تمرکز داریم. این نوع پروتکل reactive است، یعنی تنها زمانی که به مسیریابی نیاز باشد، مسیرها ایجاد می‌شوند. پروتکل مسیریابی AODV [۱۷، ۱۸]، رویکرد سنتی مسیریابی یعنی یک ورودی در هر جدول و یک شماره ترتیب را بیان می‌کند. این پارامترها زمانی که به مسیریابی نیاز باشد به‌روزرسانی می‌شوند. در AODV، اطلاعات مسیریابی را می‌توان با پرس و جو و پاسخ، تعیین نمود [۶]. پروتکل مسیریابی AODV از چهار نوع گروه پیام استفاده می‌کند: (الف) پیام درخواست مسیریابی (RREQ) برای همه پخشی پیام به گره‌های دیگر، (ب) پیام پاسخ مسیریابی (RREP) برای دریافت پیام، (ج) پیام خطای مسیریابی (REPP) برای آگاه شدن از خطای لینک و (د) پیام HELLO برای تشخیص و ارزیابی لینک.



شکل ۱: مدل WSN پیشنهادی

۳- مدل پیشنهادی

همانطور که در شکل ۱ نشان داده شده است برای ارزیابی و تأثیر مقیاس پذیری در عملکرد WSN، یک مدل اساسی برای WSN ارائه داده‌ایم. مدل WSN پیشنهادی از سه فاز تشکیل شده است که عبارتند از: (الف) ورودی، (ب) پردازش و (ج) خروجی. فاز اول شامل مشخصات کلی سناریو، مشخصات ایستگاه‌های بی‌سیم و گره‌ها می‌باشد. فاز دوم شامل استقرار ایستگاه پایه و تمامی گره‌ها در محیط شبیه‌سازی است. فاز نهایی، خروجی متناظر با پارامترهای ورودی را می‌دهد. در این مدل، یک ایستگاه بی‌سیم در مرکز ناحیه قرار دارد که برای جمع‌آوری اطلاعات از تمام گره‌های دیگر مورد استفاده قرار می‌گیرد. وضعیت زمین ما به صورت ۱۵۰۰ متر × ۱۵۰۰ متر است که به صورت یک ناحیه مسطح در نظر گرفته شده است. کل منطقه به ۲۲۵ سلول به شکل مربع تقسیم شده است. گره‌ها می‌توانند به صورت استاتیک و یا دینامیک باشند. نوع مدلِ انتشار بی‌سیم، two-ray و انتشار به زمین است و گره‌ها به صورت تصادفی قرار گرفته‌اند . یک کانال با فرکانس ۲,۴ گیگاهرتز داریم. زمان توقف را ۳۰ ثانیه و تعداد لینک‌های نرخ بیت ثابت (CBR) را ۱۰ در نظر گرفته‌ایم. زمان جابه‌جایی ۱۰۰ میلی ثانیه تنظیم شده است. کلیه لینک‌ها به طور تصادفی برقرار شده است. سرعت گره‌ها از 0 تا 20mps متفاوت است.

شبیه‌سازی بر روی لایه‌های کاربردی، MAC، انتقال و فیزیکی انجام شد . از استاندارد IEEE802.15.4 برای پروتکل لایه فیزیکی، IEEE 802.11 برای MAC پروتکل لایه، IPv4 برای پروتکل لایه شبکه و AODV برای مسیریابی شبکه استفاده شد. تمام مشخصات سناریو شبکه را به سه دسته یعنی سناریو کلی، مشخصات گره و مشخصات لینک‌های بی‌سیم تقسیم کرده‌ایم که در جدول‌های ۱ تا ۳ نشان داده شده است .

جدول ۱: مشخصات کلی سناریو

No of Nodes	50, 100, 150, 200, 250
Simulation time	10 min
Terrain size	1500 m × 1500 m
Mobility interval	100 ms

www.SID.ir

Archive of SID

No. of channels	1
Pathless model	Two ray

جدول ۲: مشخصات گره‌ها

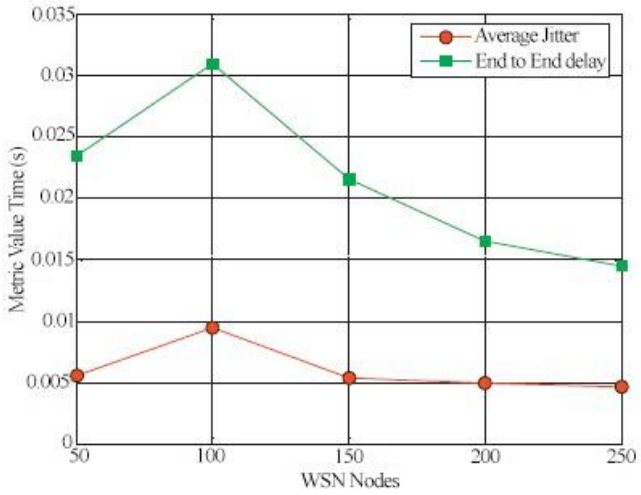
No of Nodes	50, 100, 150, 200, 250
Network protocol	IPv4
Routing protocol	AODV
Battery model	Linear model
Battery charge monitoring interval	60 s
Full Battery capacity	1200 (mA.h)

جدول ۳: مشخصات لینک بی‌سیم

Antenna model	Omni-directional
MAC protocol	IEEE 802.11
Network protocol	IPv4
Routing protocol	AODV
Temperature (K)	290

۴- آنالیز کارایی و نتایج

تجزیه و تحلیل عملکرد و نتایج این بخش ما را در تجزیه و تحلیل ارزیابی پروتکل مسیریابی AODV در شبکه‌های حسگر بی‌سیم یاری می‌دهد. مدل پیشنهادی توسط شبیه‌ساز Qualnet 5.0 [۱۶] بر روی محیط ویندوز و با پردازنده P-IV ۲,۸ گیگاهرتز و ۲ گیگابایت حافظه RAMاجرا شد. تأثیر مقیاس‌پذیری بر روی لایه‌های مدل شبیه‌سازی بررسی شدند. پس از شبیه‌سازی، به تغییرات پارامترهای لایه‌های کاربردی، MAC، انتقال و فیزیکی دست پیدا کردیم. این پارامترها عبارتند از (الف) میانگین نوسانات (average jitter)، (ب) تأخیر انتها به انتها (end-to-end delay)، (ج) بسته‌های همه‌پخشی ارسالی و دریافتی (broadcast packets sent and receive)، (د) بسته‌ها از و به لایه کاربردی (from and to the application layer packets). پارامترهای مشابه مانند حداکثر توان برای شبکه‌های بی سیم ad-hoc توسط Lin dai و همکاران گزارش شده است [۸]. شکل۲ نمودار میانگین نوسانات و تجزیه و تحلیل تأخیر انتها به انتها را با توجه به تعداد گره‌ها نشان می‌دهد. مقدار متریک تعیین شده برای میانگین نوسانات در محدوده 0.011–0 ثانیه است. در اینجا میزان متوسط نوسانات را در افزایش ۵۰ تا۱۰۰ گره نشان داده‌ایم و پس از آن تعداد را به ۲۵۰ گره می‌رسانیم. مشاهده می‌شود که میانگین نوسانات برای پروتکل AODV تا آستانه خاص به عنوان مثال ۱۰۰ گره بیشتر و سپس تا ۲۵۰ گره کاهش می‌یابد. این به خاطر این واقعیت است که گره‌هایی که به ایستگاه اتصال بی‌سیم نزدیکتر هستند، به جای گره‌های سینک دورتر، بسته‌ها را به سینک‌های نزدیک‌تری می‌فرستند.

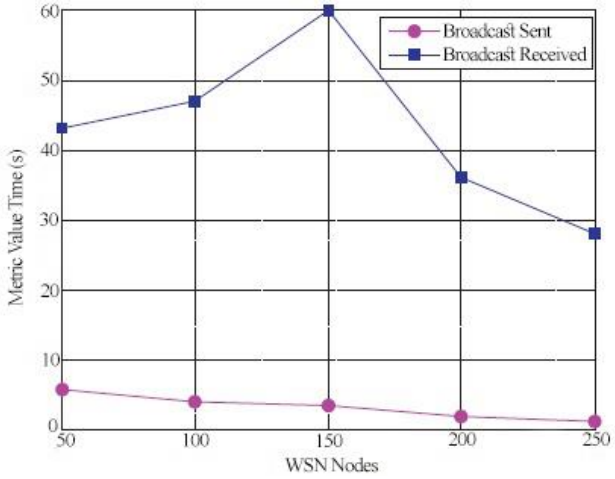


شکل ۲: گراف تحلیل میانگین نوسانات (average jitter) و تأخیر انتها به انتها (end-to-end delay)

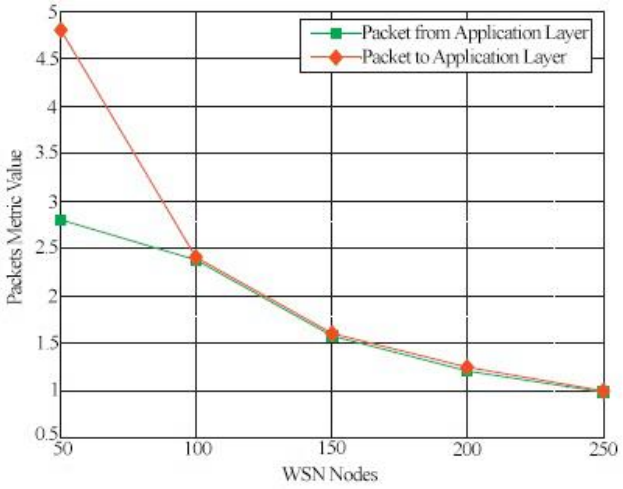
www.SID.ir

Archive of SID

تأخیر انتها به انتها مدت زمان رسیدن یک بسته از مبدأ تا مقصد است. این زمان شامل تأخیر انتقال، تأخیر انتشار و تأخیر پردازش است. در سناریوی ما، ارزش متریک در محدوده‌ی 0–0.036 می‌باشد. تأخیر انتها به انتها تا ۱۰۰ گره افزایش پیدا می‌کند و پس از آن تا ۲۵۰ گره کاهش می‌یابد. مقدار متریک همه‌پخشی برای ارسال و دریافت در محدوده‌ی 0–6.5 و 0–70 است. همان طور که در شکل ۳ نشان داده شده است، این رفتار نشان می‌دهد که با افزایش بار شبکه، مقدار همه‌پخشی کاهش می‌یابد. مقدار انتشار در شبکه‌ای حاوی ۵۰ تا ۱۵۰ گره، افزایش می‌یابد تا به ۲۵۰ گره در شبکه برسد. رفتار شبکه از دید لایه‌ی کاربردی در شکل ۴ نشان داده شده است. محدوده‌ی معیار برای بسته‌هایی که از لایه‌ی کاربردی انتقال داده می‌شوند از 0–5.5 و برای بسته‌هایی که به لایه کاربردی می‌رسند، از 0–3.2 است. هر دو آنالیز، رفتار شبکه حاوی ۵۰ تا ۲۵۰ گره را نشان می‌دهد.



شکل ۳: گراف تحلیل همه‌پخشی ارسالی و دریافتی (broadcast packets sent and receive)



شکل ۴: گراف تحلیل ورود و خروج بسته‌ها به/از لایه‌ی شبکه (packets from and to the application layer)

۵- نتیجه‌گیری

در این مقاله، از آنالیز رفتاری پروتکل AODV نتیجه می‌گیریم که مقیاس‌پذیری در شبکه‌های حسگر بی‌سیم وجود دارد. مدل پیشنهادی WSN را برای پارامترهای کیفیت سرویس همچون میانگین نوسانات، تأخیر انتها به انتها و انتشار بسته‌های ارسالی و دریافتی به لایه‌ی کاربردی را مورد بررسی قرار دادیم. نتایج شبیه‌سازی نشان می‌دهد که میانگین نوسانات و تأخیر انتها به انتها برای ۵۰ تا ۱۰۰ گره افزایش می‌یابد و سپس تا ۲۵۰ گره، میزان آن‌ها کاهش می‌یابد. برای WSNهایی با ۲۰۰ و ۲۵۰ گره، دریافت بسته‌ی اول در قیاس با بقیه کمتر است، زیرا گره‌هایی که نزدیک‌تر به سینک هستند، بسته‌ها را در زمان کمتری ارسال می‌کنند. همه‌پخشی ارسال و دریافت، نشان دهنده‌ی رفتار ۵۰ تا ۲۵۰ گره است.

www.SID.ir

Archive of SID

بسـته‌های بیشـتر در لایه‌ی کاربردی از ۵۰ تا ۲۵۰ گره بررسـی می‌شوند. با افزایش بار شبکه و استفاده از پروتکل‌های دیگر در این سناریو می‌توان بهبود بیشتری ایجاد کرد.

۶- مراجع

[1] A.B. Bondi, "Characteristics of scalability and their impact on performance", **WOSP 2000, in: Proceedings of the 2nd International Workshop on Software and Performance**, pp. 195–203, 2000.
[2] A. Chalak, V. Sivaraman, N. Aydin, "A comparative study of routing protocols in wireless sensor network", **in: Proceedings of IEEE Thirteenth International Conference on Telecommunications (ICT)**, 2006.
[3] C. Chee-Yee, P. Srikanta, Kumar, "Sensor networks: evolution opportunities and challenges", **Proc. IEEE. 91 (8)**, pp. 1247–1256, 2003.
[4] GaoJun Fan, Shiyao Jin, "Coverage problem in wireless sensor networks: a survey", **J. Networks. 5 (9)**, pp. 1033–1050, 2010.
[5] G. Lukachan, M.A. Labrador, W. Moreno, "Scalable and energy-efficient routing for large-scale wireless sensor networks", **in: Proceedings of the 6th International Caribbean Conference on Devices, Circuits and Systems**, pp. 267-72, 2006.
[6] G. Sklyarenko, "AODV Routing Protocol", the Seminar in Technische Informatik, Freie University, Berlin, Germany, 2006.
[7] I.F. Akyildiz, W. Su, Y. Sankarasubramaniam, E. Cayirci, "A survey on sensor networks, **IEEE Commun. Mag. 40 (8)**, pp. 102–114, 2002.
[8] K. Lin Dai, Letaief, "Throughput maximization of ad-hoc wireless networks using adaptive cooperative diversity and truncated ARQ", **IEEE T. Commun. 56 (11)**, pp. 1907–1918, 2008.
[9] L. Alazzawi, A. Elkateeb, "Performance evaluation of the WSN routing protocols scalability", **J. Comput. Syst. Networks. Commun. 481046**, 2008.
[10] L.C. Lee, H.S. Nwana, D.T. Ndumu, P. De Wilde, "The stability, scalability and performance of multi-agent systems", **BT Technol. J. 16 (3)**, pp. 94–103, 1998.
[11] M. Hadjila1, M. Feham, "A comparative study of the wireless sensor networks routing protocols scalability", **Int. J. Distrib. Parallel Syst. 2 (4)**, pp. 26–33, 2011.
[12] MIT Technology Review, "10 Emerging technologies that will change the world", 2003.
[13] M. Soyturk, T. Altilar, "A Novel stateless energy-efficient routing algorithm for large- scale wireless sensor networks with multiple sinks", **IEEE**, pp. 1–6, 2006.
[14] M. Tubaishat, S. Madria, "Sensor networks: an overview", **IEEE Potentials. 22 (2)**, pp. 20–23, 2003.
[15] R. Szewczyk, J. Polastre, A. Mainwaring, D. Culler, "Lessons from a sensor network expedition, **in: Proceedings of First European Workshop on Sensor Networks (EWSN 2004)**, Berlin, Germany, pp. 307–322, 2004.
[16] Scalable Network Technologies, "Qualnet simulator", Software Package, 2003.
[17] Vinod Kumar Verma, N.P. pathak Surinder Singh, "Behavioral evaluation of ad-hoc on demand distance vector routing protocol in wireless sensor network using Qualnet simulator", **in: Fourth National conference on Communication and Networking (NCCN-11), SLIET**, Longowal, India, 2011.
[18] Vinod Kumar Verma, N.P. pathak Surinder Singh, "Terrain investigations of AODV routing protocol over temporal constraints in wireless sensor networks", **in: Proceedings of the 11th WSEAS International Conference on Electronics, Hardware, Wireless and Optical Communications, (EHAC'12)**, Cambridge, pp. 74–77, 2012.
[19] Z. Zhong, C. Jun-Hong, B.T. Amvrossios, "Scalable localization with mobility pre-diction fro underwater sensor networks", **in: Proceeding of IEEE IFOCOM'08, Mini-Conference**, Phoenix, AZ, 2008.

www.SID.ir

Archive of SID

3rd. International Conference on September 2017
Information Technology, Computer and Telecommunications
سومین کنفرانس بین المللی شهریورماه ۱۳۹۶
فناوری اطلاعات، مهندسی کامپیوتر و مخابرات

Scalability Analysis for AODV Routing Protocol in Wireless Sensor Networks

Saber Akbari

Department of Computer Engineering, Larestan Branch, Islamic Azad University, Larestan, Iran
E-mail: Akbari.iteng@yahoo.com

Abstract. This paper aims to present elementary work to address scalability concern over Ad hoc On-Demand Distance Vector (AODV) protocol in wireless sensor network. Initially, the scalability design issues with related work in context of wireless sensor networks (WSN) has been discussed. In the following, a model of wireless sensor network has been designed and illustrated. Finally, significance of scalability on the behavior of application, MAC, transport and physical layer performance will be demonstrated.

Keywords: Wireless sensor networks, AODV, WSN, End-to-end delay, Broadcast.

www.SID.ir