

بهبود سیستم‌های نظارت بر سلامت با استفاده همزمان از شبکه‌های حسگر بدن و

شبکه‌های بین خودرویی

بهاره ارزانی^۱، محمد صادق‌یان کردآبادی^۲

^۱دانشجوی کارشناسی ارشد مخابرات، دانشگاه بیرجند، bahare.arzani@birjand.ac.ir

^۲دانشجوی دکتری مخابرات، دانشگاه بیرجند، mohammad.sadeghian@birjand.ac.ir

چکیده - جمع‌آوری و مدیریت اطلاعات سلامتی افراد یکی از چالش‌های بزرگ سیستم‌های مراقبت سلامت می‌باشد. در این راستا روش‌ها و ساختارهای متعددی برای بهبود عملکرد چنین سیستم‌هایی پیشنهاد شده است. یکی از شبکه‌های مورد استفاده برای نظارت و جمع‌آوری اطلاعات سلامتی افراد شبکه‌های حسگر بدن می‌باشد. از طرف دیگر نظارت سلامتی از طریق شبکه‌های بین خودرویی یکی از کاربردهای مهم و ضروری برای بهبود ارتباط بین پزشکان و بیماران است. در این مقاله ساختار جدیدی پیشنهاد می‌شود که شبکه‌های حسگر بدن و شبکه‌های بین خودرویی به صورت همزمان برای نظارت و رسیدگی به بیماران به کار گرفته می‌شود. مبتنی بر شبکه ارائه شده افراد می‌توانند با استفاده از وسایل ارتباطی هوشمند اطلاعات سلامتی جمع‌آوری شده را به نزدیکترین مرکز سلامت ارسال کنند. سپس مرکز سلامت با رمزنگاری اطلاعات و استفاده از شبکه بین خودرویی در صورت ضرورت یک آمبولانس به محل بیمار ارسال می‌کند. سیستم پیشنهادی قادر خواهد بود با کاهش زمان رسیدگی به افراد و جمع‌آوری به موقع اطلاعات سلامت، تاثیر به‌سزایی در بهبود سلامتی افراد و به طور کلی عملکرد سیستم‌های نظارت سلامتی موجود خواهد داشت.

کلیدواژه- اطلاعات سلامت، شبکه‌های حسگر بدن، شبکه بین خودرویی، VANET، WBSN

حسگر بی‌سیم بدن با ارسال اطلاعات سلامت شخصی به مرکز مراقبت‌های درمان از طریق شبکه‌های بین خودرویی انجام داد.

مقدمه

وسایل نقلیه اطلاعات را از بیماران جمع‌آوری و آنها را با استفاده از VANET به مقصد نهایی خود منتقل می‌کنند.

نظارت بهداشت و سلامت از طریق شبکه حمل و نقل در حال حاضر یکی از روش‌های ارتباطی جدید بین متخصصان پزشکی و بیماران است. در همین راستا، در این مقاله با استفاده از شبکه حسگر بی‌سیم بدن و با بکارگیری VANET، یک مدل جدید برای نظارت سلامت بیماران، پیشنهاد می‌شود. در مدل پیشنهادی، یک سیستم نظارت مراقبت‌های سلامتی طراحی می‌شود به گونه‌ای که اطلاعات با بیشترین امنیت و بالاترین سرعت به مرکز سلامت منتقل می‌شود. ساختار این مقاله به صورت زیر است: در بخش دوم مروری بر شبکه‌های VANET و نحوه عملکرد آنها ارائه می‌شود. در بخش سوم شبکه‌های WBSN و ویژگی آن‌ها بیان می‌شود. در بخش چهارم مدل

شبکه‌های حسگر بی‌سیم بدن (WBSNs) [۱] یکی از شاخه‌های شبکه‌های حسگر بی‌سیم^۲ است. شبکه‌های حسگر بی‌سیم بدن، نقش مهمی در زمینه‌های ورزشی، درمان، پزشکی و رفاه اجتماعی بازی می‌کنند. استفاده از شبکه‌های حسگر بی‌سیم بدن به طور قابل توجهی برای نظارت بر بیمار افزایش یافته است که این شبکه‌ها انعطاف‌پذیری، تحرک و دستیابی به مراکز درمانی را برای بیماران بالا برده است.

از طرف دیگر، شبکه‌های بین خودرویی (VANET) [۲] به عنوان یک فناوری جدید قدرتمند با هدف فراهم کردن ایمنی برای افرادی که در خودرو قرار دارند، ارائه شده‌اند. نوع خاصی از شبکه‌های MANET^۳ هستند که در این شبکه، گره‌ها همان وسایل نقلیه هستند که با قابلیت انعطاف و انطباق با تغییر سرعت وسایل، تغییرات سریع توپولوژی شبکه را دارند. این روش را می‌توان برای نظارت بر سلامت بیماران با استفاده از شبکه‌های

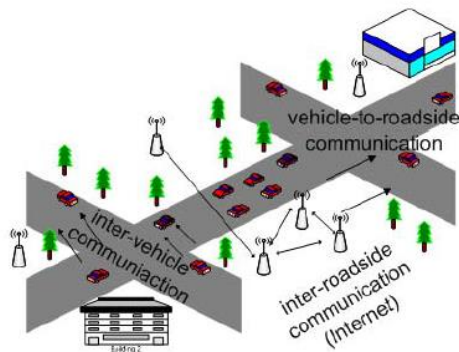
^۲ Vehicular Ad Hoc Network

^۴ Mobile Ad Hoc Network

^۱ Wireless Body sensor Network

^۲ Wireless sensor network

مثال از این کاربرد شامل پیدا کردن کوتاهترین مسیر به مقصد، گزارش آب و هوا و دریافت الکترونیکی عوارض و غیره می‌باشد. پیش بینی شده است این کاربردها در آینده به سرعت رو به افزایش است. از دیگر موارد استفاده شبکه‌های VANET می‌توان به کاربرد آنها در شرایط اضطراری پزشکی برای انتقال اطلاعات به مراکز درمانی با هدف نجات جان انسان‌ها اشاره کرد. از ویژگی‌های مهم در شبکه‌های VANET می‌توان به تحرک بالا و قابل پیش بینی، ارائه رانندگی امن، افزایش رانندگی ترافیک، محدودیت نداشتن توان، مقیاس پذیری شبکه، توپولوژی پویای شبکه و شبکه مقیاس وسیع اشاره کرد [۶]. شکل (۱) نمای کلی یک شبکه VANET را نشان می‌دهد.



شکل ۱: ساختار یک شبکه VANET و انواع ارتباط بین عناصر شبکه [۷]

۳- شبکه‌های حسگر بی سیم بدن

یک WSN شامل حسگرهای مستقل پراکنده برای نظارت و جمع آوری اطلاعاتی مانند: صدا، فشار، دما و غیره از یک محیط و ارسال آن‌ها به مرکز می‌باشد [۸]. BSNs نوعی از WSN است که توسط حسگرهایی در بدن، روی سطح بدن انسان ایجاد می‌شود. BSNs در مراقبت‌های پزشکی، ورزشی و سرگرمی و غیره استفاده می‌شود. شبکه حسگر بدن می‌تواند به صورت پیوسته و با هزینه‌ی کمتر نظارت بر سلامتی را با به روزرسانی به موقع پرونده‌های پزشکی از طریق اینترنت انجام دهد. در این شبکه امکان پیاده‌سازی حسگرهای بسیار کوچک در بدن انسان وجود دارد که به نظارت بر سلامتی بیمار بسیار کمک می‌کند، اطلاعات

شبکه پیشنهادی ارائه می‌گردد و در قسمت پنجم نتیجه‌گیری انجام می‌شود.

۲- مروری بر شبکه‌های بین خودرویی

شبکه VANET شامل گره‌هایی است که در آن هر گره، یک وسیله نقلیه مجهز به فناوری ارتباطات بی سیم است. در سال‌های اخیر شبکه‌های VANET به دلیل استفاده از آنها در برنامه‌های کاربردی مانند هشدار ایمنی در موارد اضطراری و سرگرمی و غیره، محبوبیت‌های فراوانی بدست آورده‌اند. در همه‌ی این برنامه‌ها، پیام‌ها از منبع به مقصد برای عملیات‌های موثر مختلف پخش می‌شوند. هدف اصلی شبکه VANET، تضمین راحتی و ایمنی برای مسافران است [۴]. هر وسیله در شبکه VANET، یک گره در شبکه خواهد بود و می‌تواند پیام‌های دیگران را طریق شبکه بی سیم دریافت و ارسال کند. ارتباطات بین خودرویی مزایای زیادی به دنبال دارد. فناوری این شبکه‌ها، با به روز شدن فناوری خودروها به روز می‌گردد. به علاوه، هزینه برقراری ارتباط در این شبکه‌ها وجود ندارد زیرا هیچگونه زیرساختی برای آنها مدنظر نیست. علاوه بر این، با وجود نرخ‌های بالا اطلاعات و تاخیر بسیار کم ناشی از ارتباط مستقیم بین خودرویی، این شبکه‌ها نامزد بسیار مناسبی برای کاربردهای ایمنی ترافیک می‌باشند. پیام هشدار برخورد، اعلام سیگنال‌های جاده‌ای و نمایش ترافیک در محل موردنظر، به راننده برای تعیین بهترین مسیر کمک می‌کنند. ارتباطات VANET به طور کلی به دو دسته تقسیم می‌شوند. در این شبکه‌ها یک خودرو می‌تواند با خودروی دیگر به صورت مستقیم ارتباط برقرار کند که ارتباط مستقیم بین خودرویی^۵ (V2V) نامیده می‌شود و یا وسیله نقلیه می‌تواند با یک زیرساختار مانند واحد کنار جاده‌ای^۶ (RSU) ارتباط برقرار کند که به آن ارتباط وسیله به زیرساختار^۷ (V2I) می‌گویند [۵]. کاربردهای این شبکه را می‌توان به کاربردهای ایمنی و رفاهی تقسیم کرد. کاربردهای ایمنی به منظور بالا بردن ضریب امنیت مسافران در جاده‌ها و جلوگیری از تصادفات بوجود آمده‌اند. از جمله این کاربردها می‌توان به ارسال پیام‌های خطر در تصادفات، جلوگیری از برخورد در تقاطع‌ها، عدم رعایت فاصله مطمئن و غیره اشاره کرد. در کاربردهای رفاهی هدف بالا بردن میزان راحتی راننده و مسافران و بهبود کیفیت سفرها است. چند

^۷ Vehicle to Infrastructure

^۵ Vehicle to Vehicle

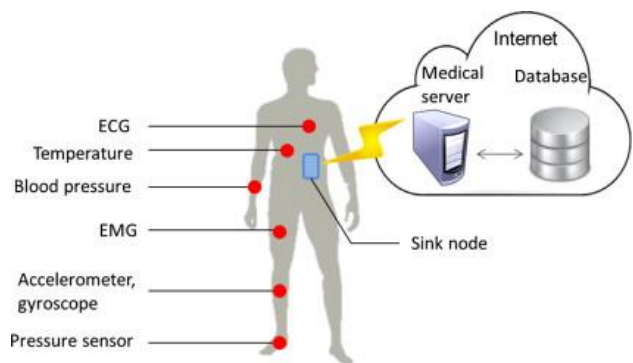
^۶ Road side unit

چندوظیفه‌ایی، دقیق، دارای قابلیت حرکت، تشخیص سریع عارضه، دارای ساختار متغیر، امنیت بالا، سازگار با محیط، توان کم، حساس به از دست دادن اطلاعات. حسگرهای بدن اطلاعات را از داخل یا اطراف بدن جمع‌آوری می‌کند و آنها را از طریق ارتباطات اینترنتی به مرکز پزشکی مربوط ارسال می‌کند. اطلاعات دریافتی ذخیره و داخل پایگاه داده مرکز نشان داده می‌شود. اگر بیماری یا درد وجود داشته باشد، درگاه ارتباط اولیه را از طریق همان شبکه با مرکز سلامت برقرار می‌کند. شبکه، یک آمبولانس را برای موقعیت بیمار فراهم می‌کند و اقدامات لازم انجام می‌شود [۱۰].

۴ - ساختار پیشنهادی

مدل پیشنهادی در یک محیط محاسباتی شامل سرور مرکز سلامت و یک شبکه VANET می‌باشد. در این مدل هدف استفاده از تعداد زیادی وسایل هوشمند مانند آمبولانس در شهر می‌باشد. وسایل می‌توانند با استفاده از DSRC[^] [۱۱] از طریق شبکه VANET به یکدیگر متصل شوند. هر وسیله یا آمبولانس در شبکه VANET می‌تواند شامل همه تجهیزات دیجیتال و آنالوگ، وسایل بی‌سیم، وسایل محاسباتی و ارتباطی قابل حمل (مانند لپ‌تاپ و تلفن‌های همراه)، نقشه‌های دیجیتال و تجهیزات پردازش اطلاعات پیشرفته باشد. قسمت‌های اصلی مدل پیشنهادی عبارتند از: حسگرهای قابل پوشش، وسایل ارتباطی موبایل، سرور مراقبت از سلامت، آمبولانس یا وسایل ارتباطی هوشمند دارای حسگرهای هوشمند، سرور مراقبت سلامتی شامل تلفن‌های همراه که می‌توانند به عنوان یک وسیله ارتباطی بین مرکز سلامت و مکان بیمار استفاده شوند و با این کار بر مشکلات ناشی از زمان و مکان غلبه کنند. شکل ۳ ساختار مدل پیشنهادی را نشان می‌دهد. به این ترتیب هزینه مراقبت سلامت به صرفه‌تر، در دسترس بودن متخصصین سلامتی برای افراد بیشتر و کاهش زمان خدمات درمانی خواهد شد. به این دلیل کاربر یا بیمار تقاضای استفاده از سیستم‌های نظارت بر درمان سلامتی هوشمند و کامل را دارد. در سیستم پیشنهادی، هر فرد نیازمند به مراقبت، در ابتدا از طریق موبایل با نزدیکترین آمبولانس یا وسیله هوشمند ارتباط برقرار می‌کند. آمبولانس برای بیمار کمک‌های اولیه را فراهم می‌کند و اطلاعات سلامت مربوط به بیمار را با

جمع‌آوری شده از حسگرها به صورت بی‌سیم به یک واحد پردازش خارجی انتقال می‌یابند. سپس بلافاصله اطلاعات را در زمان واقعی به پزشک انتقال می‌دهد. اگر شرایط ضروری تشخیص داده شود، پزشکان بلافاصله از طریق سیستم ارتباطی، با ارسال پیام مناسب به بیمار اطلاع می‌دهند. هدف اصلی ارائه یک سخت‌افزار، نرم‌افزار و فناوری ارتباطات بی‌سیم یکپارچه برای توسعه سیستم‌های مراقبت پزشکی می‌باشد. BSNs شامل انواع مختلفی از حسگرهای پزشکی و درگاه (مانند تلفن هوشمند یا سایر دستگاه‌های متحرک) است که می‌تواند اطلاعات را از حسگرها جمع‌آوری کند و آنها را به سرورهای از راه دور منتقل کند. با توجه به گستردگی شبکه، WSN در مناطق دور افتاده مانند جنگل‌ها، کوه‌ها نیز می‌توانند موثر واقع شوند. برخلاف تراکم بالای گره‌ها در WSNs، BSNs که در درون یا اطراف بدن هستند تعداد کمتری را شامل می‌شوند. اندازه گره‌ها در WSN خیلی مهم نیست و هنگامی که گره‌ها مستقر می‌شوند احتمالاً نیازی به جابه‌جایی نداشته باشند. در حالیکه با توجه به سیگنال‌های مختلف فیزیکی گردآوری شده، کاربردهای BSN دارای انواع حسگرهای مختلف است. اندازه گره باید به اندازه کافی کوچک باشد و گره‌ها باید دارای قابلیت پوشش دهی و سازگاری بالایی باشند و همچنین با توجه به مکان‌های استقرار، می‌توانند در بدن انسان حرکت کنند. انتقال اطلاعات در WSN تقریباً یکسان است اما در BSN متفاوت است زیرا نوع اطلاعات و تخصیص کانال در میان گره‌ها بر روی سطح بدن و در بدن متفاوت است. شکل ۲ شبکه حسگر بدن را نشان می‌دهد.



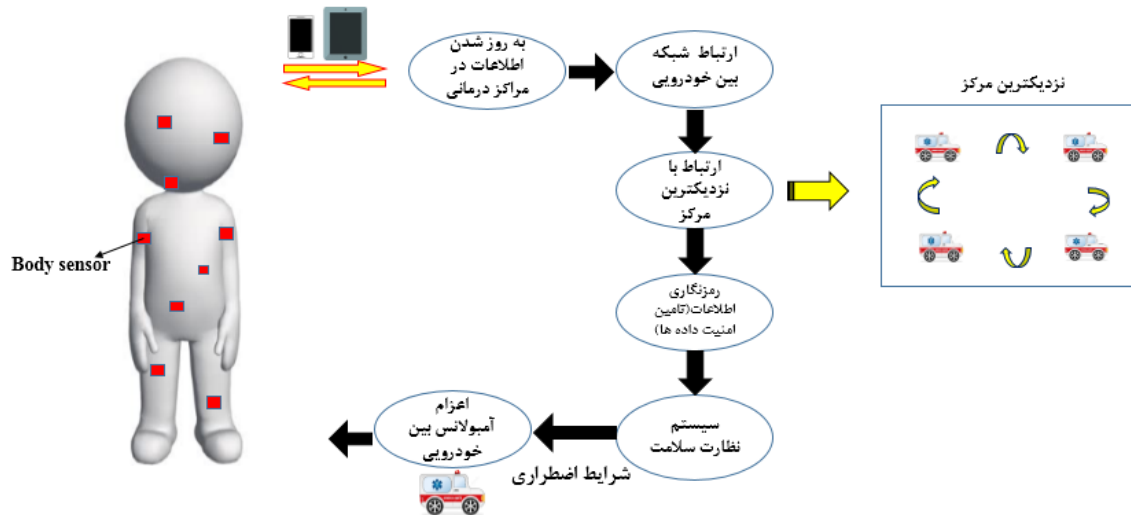
شکل ۲: نمایش شبکه حسگر بدن [۹]

مزایای BSN را می‌توان به صورت زیر دسته‌بندی کرد: پوشش کامل بدن انسان، نیاز به گره‌های حسگر کمتر، دارای حسگرهای

[^] Dedicated Short Range Communication

فناوری‌های شبکه‌های حسگر بدن و شبکه بین خودرویی برای

استفاده از حسگرهای مخصوص جمع‌آوری می‌کند و همه علائم حیاتی بیمار را برای نظارت بیشتر بررسی می‌کند. اگر شرایط بیمار عادی باشد بعد از فراهم کردن کمک‌های اولیه نیازی به انتقال داده جمع‌آوری شده یا اطلاعات سلامت به مرکز سلامتی



شکل ۳: ساختار مدل پیشنهادی

نظارت بر سلامت افراد ارائه شد. در ساختار جدید، با استفاده از شبکه حسگر بدن اطلاعات سلامت افراد جمع‌آوری و سپس اطلاعات با استفاده از وسایل ارتباطی هوشمند به نزدیکترین مرکز سلامت ارسال می‌شود. در گام بعدی، در صورت نیاز با استفاده از شبکه بین خودرویی آمبولانس به محل بیمار اعزام خواهد شد. سیستم پیشنهادی می‌تواند با کاهش زمان رسیدگی به بیمار، فرآیند نظارت بر سلامتی افراد را تسریع بخشد.

مراجع

- [1]. A. Reyes-Muñoz, M.C. Domingo, M.A. López-Trinidad et al., "Integration of body sensor networks and vehicular ad-hoc networks for traffic safety", *Sensors*, vol. 16, pp. 107-135, 2016.
- [2]. S. Al-Sultan, M. M. Al-Doori, A. H. Al-Bayatti, H. Zedan, "A comprehensive survey on vehicular ad hoc network", *J. Netw. Comput. Appl.*, vol. 37, pp. 380-392, Jan. 2014.
- [3]. Loo, J. Lloret, J. H. Ortiz, *Mobile Ad Hoc Networks: Current Status and Future Trends*, Boca Raton, FL, USA: CRC, 2011.
- [4]. S. Bitam, A. Mellouk, S. Zeadally, "VANET-cloud: A generic cloud computing model for vehicular Ad Hoc networks", *IEEE Wireless Commun.*, vol. 22, no. 1, pp. 96-102, Feb. 2015.
- [5]. J. Harding et al., "Vehicle-to-Vehicle Communications: Readiness of V2v Technology for Application (report no. DOT HS 812 014)", 2014.
- [6]. T. Abbas, F. Tufvesson, K. Sjöberg, J. Karedal, "Measurement based shadow fading model for vehicle-to-vehicle network simulations", *arXiv preprint arXiv:1203.3370*, 2012.
- [7]. A. Rakhshan, H. Pishro-Nik, "Improving Safety on Highways by Customizing Vehicular Ad Hoc Networks", *IEEE Transactions on Wireless Communications*. Vol.6, no.2, 2017 Mar.

از طریق VANET نخواهد بود. در شرایط اضطراری اطلاعات سلامت بیمار با استفاده از ارتباطات VANET به مرکز سلامتی از طریق درگاه‌هایی مثل تلفن همراه، لپ‌تاپ و غیره منتقل می‌شود. در مرکز سلامتی یک متخصص پزشکی اطلاعات بیمار را مرتب بررسی می‌کند و به نزدیکترین آمبولانس برای رساندن بیمار به شرایط عادی ارتباط برقرار می‌کند. در این مدل اطلاعات باید از طریق رهزنگاری منتقل شود به طوریکه تنها کاربران مورد تایید می‌توانند از این امکانات استفاده کنند. زمانی که داده‌ها با استفاده از تلفن همراه به مرکز سلامتی انتقال داده می‌شود، پزشکان آمبولانس را سریعاً به موقعیت بیمار ارسال می‌کنند.

۵- نتیجه‌گیری

شبکه‌های حسگر بدن و شبکه‌های بین خودرویی دو نوع مهم و کاربردی از شبکه‌های ارتباط بی‌سیم هستند. شبکه‌های حسگر بدن، نوعی از شبکه‌های حسگر برای جمع‌آوری اطلاعات مشخصی از بدن است. شبکه‌های بین خودرویی یک ارتباط بی‌سیم کوتاه برد بین وسایل متحرک برقرار می‌کند. در این مقاله، هر دو نوع شبکه به همراه ویژگی‌ها و نحوه عملکرد آن‌ها بیان شد. در ادامه ساختار جدیدی مبتنی بر استفاده همزمان

and trajectory tracking by infrared signal-direction discrimination for short-range vehicle-to-infrastructure communication systems", *IEEE Trans. Intell. Transp. Syst.*, vol. 19, no. 2, pp. 368-379, Feb. 2017.

[8]. V. Mittal, S. Gupta, T. Choudhury, "Comparative analysis of authentication and access control protocols against malicious attacks in wireless sensor networks", *In Smart Computing and Informatics Springer*, pp. 255-262, 2018.

[9]. A.H. Sodhro, L. Chen, A. Sekhari, Y. Ouzrout, W. Wu, "Energy-efficient Comparison between Data Rate Control and Transmission Power Control Algorithms for WBSNs", *Int. J. Distrib. Sens. Netw.* vol.14 pp. 1-18, 2018.

[10]. S. Biswas, R. Das, P. Chatterjee, "Energy-efficient connected target coverage in multi-hop wireless sensor networks" in *Industry Interactive Innovations in Science Engineering and Technology, Singapore: Springer*, pp. 411-421, 2018.

[11]. W.-Y. Shieh, C.-C. J. Hsu, T.-H. Wang, "Vehicle positioning