کاربرد خانه‌های هوشمند در حوزه سلامت

نام و نام خانوادگی نویسندگان

محمدرضا فرهادپور، گروه مهندسی برق، دانشکده مهندسی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

جواد صفائی، گروه مهندسی برق، دانشکده مهندسی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران، safaie@um.ac.ir

.....

چکیده:

تا سال ۲۰۱۸ بیش از ۱۸ میلیارد وسیله به اینترنت متصل خواهد شد که ۹ میلیارد از این اتصالات ناشی از اتصال اشیا است. این آمار سالیانه در حال افزایش بوده و روز به روز بستر مناسب تری برای اینترنت اشیا فراهم می شود. اینترنت اشیا در حوزه‌های مختلفی از قبیل سلامت و خانه های هوشمند مورد استفاده قرار می گیرد. اینترنت اشیا پزشکی یا IoMT این امکان را برای پزشکان و پرستاران فراهم آورده است تا بیماران خود را از راه دور تحت نظر داشته باشند. از طرفی با گسترش روند هوشمند سازی منازل بستر مناسبی برای کنترل سلامت افراد خانواده، بیماران و افراد توانخواه فراهم آماده است. در این مقاله به بررسی کاربرد های اینترنت اشیا در منازل هوشمند برای حوزه سلامت می پردازیم.

واژه‌های کلیدی: اینترنت اشیا، خانه هوشمند سالم، سلامت، ابزارهای پوشیدنی، مراقبت سلامتی هوشمند

مقدمه

با توجه به گسترش روز افزون و همه گیر شدن استفاده از اینترنت، حضور پررنگ و شتابان اینترنت اشیا، افزایش سن و امید به زندگی در جامعه ما، آمار مرگ و میر ناشی از تاخیر در عملکرد در شرایط اورژانسی و ... بر آن شدیم تا به بررسی نقش و ظرفیت خانه‌های هوشمند در کمک به افراد خانواده، اعم از بیماران و توانخواهان بپردازیم.

مبانی نظری پژوهش

با توجه به رشد سریع جمعیت، سیستم مراقبت سلامتی در آینده نزدیک قابل اطمینان نخواهد بود. پزشکان کافی برای نیازهای پزشکی شهروندان وجود نخواهد داشت و به علت حجم بالای مراجعه کنندگان ممکن است بیمارستان ها در مدیریت شرایط بحرانی از قبیل بیماری های عفونی دچار مشکل شده و بیماران مراقبت های پزشکی مناسب را دریافت نکنند [1]. لذا نیاز به مکانیزم جدیدی که هوشمند، کارآمد و پایدار باشد، به شدت احساس میگردد. مراقبت های سلامتی هوشمند را می توان ترکیبی از مراقبت های سلامتی سنتی، بیوسنسورها، ابزارهای پوشیدنی، فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT) و سیستم های واکنش اضطراری دانست که از مکانیزم های عملکردی گوناگون مثل فناوری اطلاعات و ارتباطات، برنامه های گوشی های

هوشمند و تکنیک های پیشرفته داده کاوی برای ثبت و تحلیل اطلاعات پزشکی، و در نهایت تصمیم گیری های پزشکی (بویژه در شرایط اورژانسی) بهره می‌برند [1].

شکل ۱ ده علت مهم مرگ و میر در کشور ایران و روند تغییرات آن از سال ۲۰۰۰ تا سال ۲۰۱۲ را نشان می دهد [17].

نام بیماری	تعداد مرگ ومیر در سال۲۰۱۲	تغییرات از سال ۲۰۰۰ تا سال ۲۰۱۲
بیماری‌های عروق کرونر قلب (۲۴/۷٪)	۹۷۷۰۰	
سکته مغزی (۱۰/۵٪)	۴۱۶۰۰	
تصادفات جاده‌ای (۸/۱٪)	۳۲۰۰۰	
بیماری فشارخون بالا (۳/۶٪)	۱۴۱۰۰	
عفونت دستگاه تنفس تحتانی (۲/۷٪)	۱۰۱۰۰	
دیابت (۲/۲٪)	۸۸۰۰	
سرطان معده (۲/۱٪)	۸۲۰۰	
اختلال سیستم ایمنی بدن-غدد درون ریز (۱/۹٪)	۷۵۰۰	
انسداد مزمن ریوی (۱/۶٪)	۶۳۰۰	
عوارض زایمان زودرس (۱/۵٪)	۶۱۰۰	
بدون تغییر	افزایش	کاهش

شکل ۱: مهم ترین عوامل مرگ و میر در ایران

با توجه به شکل۱، تعداد مرگ و میر بر اثر بیماری های قلبی عروقی در سال ۲۰۱۲ به ۹۷۷۰۰ میرسد، می‌توان در قالب اینترنت اشیا با ایجاد پلتفرم مناسب برای خانه های هوشمند این آمار را کاهش داد.

آمار ها نشان می دهد ۴۲٪ از افراد ۳۵ تا ۴۴ ساله نگران این هستند که در صورت بروز بیماری برای افراد خانواده از آن خبردار نشوند، ۷۸٪ مردم معتقدند که متدهای توانبخشی فعلی کارآمد نیستند، ۴۲٪مریضان به علت زمان انتظار در مطب دکتر علاقه ای به رفتن به مطب ندارند. از طرفی تا سال ۲۰۲۰ در هر خانه به طور متوسط ۵۰۰ دستگاه به اینترنت متصل خواهد بود [3]. این دو مساله باعث می شود تا خانه های هوشمند علاوه بر اتوماسیون، تامین امنیت و رفاه به حوزه سلامت نیز وارد شوند تا بتوان از داخل خانه وضعیت سلامتی خانواده را کنترل کرد، شرایط مناسب را فراهم آورد تا در صورت بروز مشکل برای بیماران عملکرد سریع و مناسب وجود داشته باشد و افراد توانخواه نیز بتوانند با کمترین نیاز به مراجعه به مراکز توانبخشی، زندگی روزمره خود را داشته باشند. معماری "خانه های هوشمند سالم" باید انعطاف پذیر، قابل توسعه و شفاف باشد، نیاز به پیکره بندی نداشته باشد و امکان نظارت و برنامه نویسی از راه دور را فراهم سازد [2].

پیشینه پژوهش

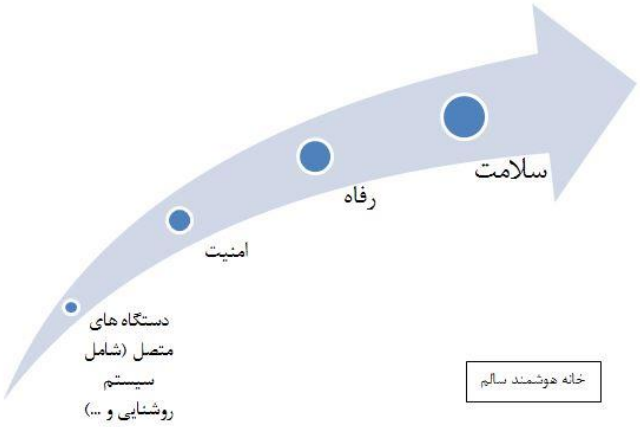
کاربرد اینترنت اشیا در حوزه سلامت روز به روز در حال افزایش است و می‌توان کاربرد روزافزون اپلیکشین های سلامتی را به وضوح مشاهده کرد. در همین حال پروژه هایی نظیر SPHERE نیز درحال توسعه بیوسنسورها هستند [9]. با وجود تمام پژوهش های انجام شده، عدم وجود یک پلتفرم کامل که تمام سناریوهای ممکن را بررسی کرده و از لحاظ امنیتی نیز مشکلی نداشته باشد، چالش‌های فراوانی را در این حوزه ایجاد کرده است. پس از ایجاد پلتفرم مناسب، مهم ترین مساله ای که وجود دارد بومی سازی و فرهنگ سازی استفاده از ابزارها و خانه‌های هوشمند برای کنترل و مانیتور وضعیت سلامتی افراد خانواده است. از دیگر مسایل مهمی که باید به آن توجه شود "قابلیت همکاری[1]" است. طبق تعریف IEEE، قابلیت همکاری، توانایی

1- Intropeability

انتقال اطلاعات بین دو یا چند سیستم و استفاده از اطلاعات به دست آمده است [5]. لزوم برقراری ارتباطات پایه در شرایط بحرانی نظیر زلزله و... نیز باید به طور ویژه مورد توجه قرار گیرد [4].

روش پژوهش

خانه های هوشمند در چهار لایه قابلیت هوشمند سازی را دارا هستند (شکل۲). در بالاترین لایه، خانه هوشمند وارد حوزه سلامت شده و به بررسی پارامترهای مختلف از جمله: دما، رطوبت، ضربان قلب، بررسی فعالیت های فیزیکی، کالری مصرفی و... می‌پردازد و با توجه به پلتفرم تعیین شده عکس العمل نشان می‌دهد.



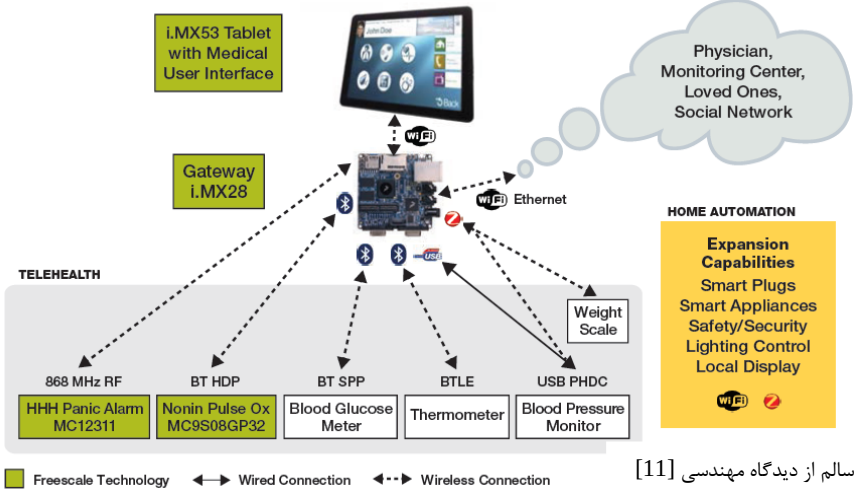
شکل ۲: ساختار خانه هوشمند سالم

در حالت کلی می‌توان پلتفرم پیشنهادی را به سه بخش تقسیم کرد (شکل ۳):

۱- ورودی (پروسه جمع آوری داده‌ها از سنسورها)

۲- پردازش (پایش داده‌ها و عملکرد به عنوان دروازه‌ای میان کاربر و سنسورها)

۳- خروجی (نمایش اطلاعات کاربردی به صورت گرافیکی برای کاربر به بهینه ترین شکل ممکن)

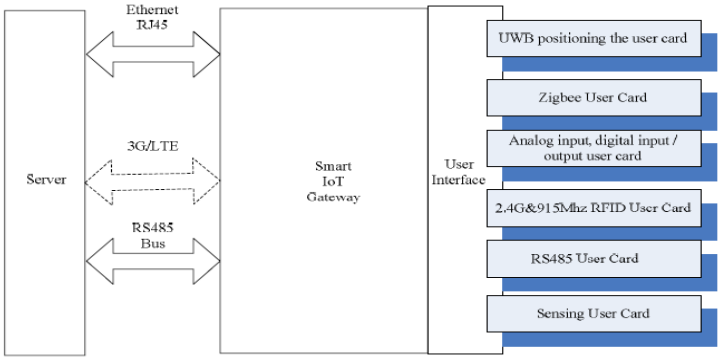


شکل ۳: خانه هوشمند سالم از دیدگاه مهندسی [11]

سنسورها، دوربین ها و ... به عنوان ورودی‌های سیستم دائما در حال پایش افراد ساکن در منزل هستند [18]. در استفاده از سنسورها باید به تسامحی بین سادگی و کاربردی بودن رسید، نه باید تعداد زیادی حس‌گر را به بهای پیچیدگی فراوان پوشش داد و نه آنقدر ورودی ها را محدود نمود که نتوان از آنها برای پایش مناسب بیمار، اطلاعات لازم را استخراج کرد. از

طرفی باید مسائل اخلاقی را نیز با حساسیت بالا در نظر داشت [3]. در حالت سنتی، پایش در بازه های زمانی متفاوت و عموما با مراجعه حضوری بیماران به مراکز درمانی انجام می‌گیرد. اما با وجود سنسورها، علایم حیاتی لازم را می‌توان بطور پیوسته رصد کرده و بدون نیاز به مراجعه، به مراکز درمانی ارسال نمود. این مساله باعث به وجود آمدن حجم بالایی از داده‌های سلامت خواهدشد که بررسی و تصمیم گیری را با مشکلاتی مواجه خواهد کرد. برای حل این مشکل راهکارهایی در قسمت پردازش اطلاعات پیشنهاد خواهد شد. اپلیکیشن هایی که بیمار و پزشک توسط آن با سیستم در تعامل هستند باید کاربرپسند بوده و بتوان به آسانی از آن استفاده کرد، با کمترین میزان تنظیمات بتوان با سیستم ارتباط برقرار کرد، و داده‌های پردازش شده را مشاهده و بررسی نمود. از طرفی وسیله‌ها یا سنسورهای ورودی تا حد امکان بایستی با محیط خانه سازگاری داشته باشند و سبک زندگی فرد را تحت الشعاع قرار ندهند. از جمله راهکار های مناسب در این زمینه استفاده از اجسام مجازی[1] است. بدین ترتیب اعضای خانواده بدون از دست دادن لذت استفاده از وسایل سنتی می‌توانند از سرویس‌های بروز خانه هوشمند استفاده کنند [8]. از طرفی هنگامی که دو یا چند دستگاه بدون نیاز به شرکت کننده خارجی با یکدیگر ارتباط دارند، قابلیت همکاری نیز اهمیت خود را نشان می‌دهد [10]. بهترین راهکار برای جمع آوری اطلاعات استفاده از شبکه‌های حس‌گر بیسیم[2] (WSNs) می باشد. تعداد زیادی از گره‌های حس‌گر[3] به صورت تصادفی در داخل و محیط اطراف منزل قرار داده می‌شود و به صورت سازمان یافته تشکیل یک شبکه می‌دهند. گره‌های حس‌گر وضعیت محیط را ثبت کرده و با انتقال آن به کمک گره‌های دیگر، اطلاعات به پردازشگر می‌رسد [12]. شبکه حس‌گر حاضر[4] (USN)، یک فرمت جدید از شبکه‌های حس‌گر بیسیم یکپارچه به منظور استفاده از اینترنت اشیا است. در این شبکه گره‌های حس‌گر، هوشمند هستند به شکلی که پس از دریافت ورودی، با استفاده از توابع از پیش تعیین شده، داده های خاصی را شناسایی، پردازش و سپس ارسال می‌کنند [13].

در مرحله پردازش باید داده‌های فراوانی که توسط سنسورها جمع آوری شده اند، مدیریت شود. برای این منظور داده‌های خام به صورتی پردازش می‌شوند که استفاده از آن برای پزشک به راحت ترین و سریع ترین شکل ممکن میسر باشد و نیازی به بررسی حجم عظیمی از داده‌ها توسط ایشان نباشد. همچنین با مکانیزم هایی، از قبیل مدل مارکوف، داده‌های تولیدی توسط سنسورها را بایستی جمع آوری و دسته بندی کرد تا فعالیت های اعضای خانه هوشمند مورد بررسی قرار گیرد. با استفاده از این روش، میزان تکمیل فعالیت های مختلف پزشکی توصیه شده را نیز می‌توان پایش و محاسبه نمود [2]. علاوه بر این، پلتفرم پیشنهادی باید قابلیت برنامه نویسی مجدد را از راه دور داشته باشد تا در صورت گسترش سنسورها، افزایش بیماران و یا بیماری های تحت نظارت، بتوان از راه دور سیستم پردازش و ارزیابی را به روزرسانی و مجددا راه اندازی نمود. واسط بین سنسورها و کاربران، دروازه‌ها[4] هستند (شکل۳). دروازه‌ها در واقع هاب‌های اطلاعات هستند که داده‌های سنسورها را گرداوری کرده و پس از پردازش اولیه با استفاده از تکنولوژی‌های شبکه گسترده[5] (WAN)، اطلاعات را به پزشکان یا فضای ابری[6] ارسال می‌کنند [11]. دروازه‌های هوشمند راه حل مناسبی برای مشکل ناسازگاری بین شبکه‌های موجود در محیط خانه هوشمند هستند [6]. با طراحی یک دروازه هوشمند برای پلتفرم خانه‌های هوشمند سالم می‌توان قابلیت همکاری، قابلیت اطمینان، انعطاف پذیری، توسعه پذیری و سرعت را به شکل قابل توجهی ارتقا بخشید.



شکل ۴: معماری دروازه‌ی هوشمند برای اینترنت اشیا [16]

1- Virtual Objects
2- Wireless Sensor Networks
3- Sensor nodes
4- Ubiquitous Sensor Network
5- Wide Area Network
6- Cloud

شانگ گوکیانگ و دیگران [16]، دروازه‌ی هوشمندی برای اینترنت اشیا به صورت شکل ۴ ارائه می‌کنند که به منظور برآورده کردن نیاز به پهنای باندهای مختلف، رابط‌های مختلفی از قبیل Ethernet ، 3G/LTE و باس RS485 را برای استفاده فراهم می‌سازد. علاوه بر آن، این دروازه قابلیت انتقال داده‌های با سرعت بالا (از قبیل داده‌های صوتی و تصویری) و داده‌های با سرعت پایین (مانند داده‌های سنسورهای دما و رطوبت) را نیز دارا می‌باشد. با استفاده از این دروازه می‌توان پیچیدگی سیستم و هزینه نهایی را کاهش داد و سیستمی با قابلیت راه‌اندازی و استفاده آسان برای کاربردهای مختلف با رابط‌های متنوع را در اختیار داشت.

اطلاعات پس از پایش و پردازش در اختیار کاربران قرار می‌گیرد. پیشنهاد ما در این قسمت طراحی یک رابط کاربری گرافیکی[1] (GUI) کاربرپسند برای پلتفرم‌های اندروید، ویندوز و IOS است تا افراد منزل و پزشکان بتوانند از میان انبوه داده‌های جمع آوری شده توسط سنسورها، فقط اطلاعات مناسب را به اشکال متفاوت (متنی، گرافیکی، نموداری) در اختیار داشته باشند، وضعیت خود را در طول زمان کنترل کنند و بتوانند با یکدیگر تعامل داشته باشند.

انرژی مصرفی توسط شبکه و مسائل مربوط به انتقال اطلاعات، دو مساله مهم هستند که باید در این پلتفرم بطور جدی مورد توجه قرار گیرند. بایستی از یک واحد مدیریت توان بهره برد تا به وسیله آن ولتاژ مورد نیاز برای سیستم با دقت زیادی تولید شود و مجموع توان مورد نیاز برای سیستم به حداقل مقدار ممکن برسد. در این سیستم، بیشترین توان مصرفی مربوط به واحد ارسال و دریافت اطلاعات است. برای این منظور باید بطور گسترده‌ای از سیکل کاری[2] استفاده کرد. با کاهش زمان ارتباط بین گره‌ها و قراردادن سیستم در حالت خواب[3] (که کمترین توان را مصرف می‌کند) در بین این زمان‌ها می‌توان حجم عظیمی از توان مصرفی را کاهش داد [15]. برای ارسال و دریافت اطلاعات نیز از استانداردهای مختلف IEEE نظیر IEEE 802.11 و IEEE 802.15.4 می‌توان استفاده کرد. استانداردهای ارتباطی حوزه PAN[4] شامل بلوتوث و بلوتوث توان پایین (BLE) می‌شود. IEEE 802.15.4j و IEEE 802.15.6 نیز برای BAN[5] به کار می‌روند [11].

تجزیه و تحلیل داده‌ها

طبق آمار [3]، ۷۵ تا ۸۰ درصد بودجه حوزه‌ی سلامت صرف بیماری‌های مزمن نظیر دیابت، بیماری قلبی، آسم و آلزایمر می‌شود. می‌توان این بیماری‌ها را به آسانی از محیط خانه کنترل و درمان کرد. تاخیر قابل تحمل در شرایط اورژانسی برای مسائل پزشکی ۱۰ ثانیه گزارش شده است [14] که تنها با وجود یک سیستم هوشمند در منزل برای اطلاع رسانی به مراکز فوریتهای پزشکی و یا افراد خانواده می‌توان به این مهم دست یافت. با خانه‌های هوشمند سالم می‌توان سطح سلامت و رفاه خانواده و جامعه را بهبود بخشید و به شعار اصلی بهداشت و درمان که "درمان مناسب برای فرد مناسب در زمان مناسب" است دست پیدا کرد.

منابع

1. P.Mohanty S, Choppali U, Kougianos E. (2016). *Everything you wanted to know about Smart Cities*. IEEE consumer electronics magazine.
2. Helal A, Cook D, Schmalz M. (2009). *Smart Home-Based Health Platform for Behavioral Monitoring and Alteration of Diabetes Patients*. Journal of Diabetes science and technology
3. Johnson C.*The future of connected home health*
4. Usman M, Gebremariam A, Raza U, Granelli F. (2015). *A software-defined device-to-device communication architecture for public safety application in 5G network*. IEEE Access
5. Wacks k. (2002). *Home system standards: Acheivements and Challenges*. IEEE Communication magazine vol. 40.

1- Graphical User Interface
2- Duty Cycle
3- Sleep mode
4- Personal Area Network
5- Body Area Network

6. Yang C, Yuan B, Tian Y, Feng Z, Mao W. (2014). *A Smart Home Architecture Based on Resource Name Service*. IEEE 17th International Confrence On Computational Science and Engneering.
7. Burrows A, Gooberman-hill R, Coyle D. *Insights for designing inclusive smart home technologies for healthcare*.
8. Hsu J, Chang I. (2009). *Design a virtual object representing human-machine intraction for music playback control in smart home.* cisis.2009.34.
9. *SPHERE - a Sensor Platform for Healthcare in a Residential Environment.* Available from: www.irc-sphere.ac.uk/about
10. Prumal T, Ramli A, Leong C. (2011). *Interoperability Framework for Smart Home Systems*. IEEE Transactions on Consumer Electronics.
11. Niewolny D. (2013). *How the internet of things is Revolutionizing healthcare*. Freescale Semiconductors.
12. Yinbiao S et al. (2014). *Internet of Things: Wireless Sensor Networks*.
13. Kukarni A, Sathe S. (2014). *Healthcare application of the Internet of Things: A Review.* International Journal of Computer Science and Information Technologies vol. 5(5)
14. Zanella A, Bui N, Castellani A, Vangelista L, Zorzi M. (2014). *Internet of Things for Smart Cities*. IEEE internet of Things Journal vol. 1.
15. Burdett A. (2015). *Ultra-Low-Power Wireless Systems: Energy-Efficient Radios for the Internet of Things*. IEEE Solid-State Circuits Magazine vol. 7.
16. Guoqiang S, Yanming C, Chao Zuo, Yanxu Z. (2013). *Design and Implementation of a Smart IoT Gateway*. IEEE Internationl Confrence on Green Computing.

۱۷- نمازی، ز؛ کلانتری، ن؛ نظام الحسینی، ع: «*اینترنت اشیا و سلامت هوشمند، مزایا و چالش های رو به رو*»

۱۸- *پایش (پزشکی)* قابل دسترسی در:
https://fa.wikipedia.org/wiki/%D9%BE%D8%A7%DB%8C%D8%B4_(%D9%BE%D8%B2%D8%B4%DA%A9%DB%8C)