

الزامات طراحی یک سامانه پتوی هوشمند پوشیدنی برای پایش بیماران در آمبولانس

ثریا رضایی^۱، علی اصغر صفائی^{۲*}، نیلوفر محمدزاده^۳

• پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۳/۲۷

• دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۵/۱۴

مقدمه: امروزه، به منظور پایش لحظه‌ای بیماران و کنترل شرایط اورژانسی آن‌ها سامانه‌های هوشمند و ابزارهای توسعه‌یافته نظیر سیستم‌های پوشیدنی رشد چشمگیری داشته‌اند. هدف این مقاله، تعیین نیازمندی‌های لازم برای طراحی سامانه پتوی هوشمند پوشیدنی برای پایش علائم حیاتی بیماران در آمبولانس می‌باشد.

روش: پس از بررسی مشخصات کلی سامانه‌های پوشیدنی با انجام مطالعه‌ای تطبیقی، با روش‌های مناسب جمع‌آوری اطلاعات، توصیف نیازمندی‌های لازم برای طراحی سامانه پیشنهادی انجام شد. در گام اول مطالعاتی جهت شناسایی الزامات توسعه سامانه‌های پوشیدنی انجام پذیرفت و در گام دوم، پرسشنامه مستخرج از مطالعات میان متخصصان توزیع شد و براساس تحلیل پاسخ‌ها، نیازمندی‌های دقیق برای طراحی سامانه پتوی پوشیدنی برای پایش علائم حیاتی احصاء شد.

نتایج: سامانه پتوی هوشمند پوشیدنی ویژگی‌های کارکردی خاصی نظیر پایش علائم حیاتی، قابلیت ارتباط با محیط اطراف، پردازش آنی سیگنال‌های حیاتی، قابلیت هشدار در صورت تجاوز علائم حیاتی از حدود آستانه، قابلیت ذخیره‌سازی تمام سیگنال‌های حیاتی فرد را دارا خواهد بود. خصوصیات غیرکارکردی مهمی نظیر نصب و عملکرد آسان، تعامل‌پذیری، تحمل‌پذیری خطا، مصرف انرژی کم، دقت و صحت ثبت علائم، ارزیابی و تحلیل داده داشته باشند.

نتیجه‌گیری: سامانه پیشنهادی تمام علائم حیاتی موردنیاز برای کنترل افراد را به صورت یکپارچه ثبت کرده و داده‌های تفسیر شده‌ای را برای گروه درمان حاضر در آمبولانس ارائه می‌دهد. اطلاعات درمانی، تشخیصی، پایشی فرد در سیستم کمک‌یار پزشک ذخیره می‌شوند و این قابلیت را برای پزشک آمبولانس محیا می‌سازد تا به صورت زودهنگام تشخیص اولیه را اتخاذ بنماید.

کلید واژه‌ها: پایش علائم حیاتی، سامانه‌های پوشیدنی، نیازمندی‌های پتوی هوشمند پوشیدنی، حسگرها و الیاف هوشمند

• **ارجاع:** رضایی ثریا، صفائی علی‌اصغر، محمدزاده نیلوفر. الزامات طراحی یک سامانه پتوی هوشمند پوشیدنی برای پایش بیماران در آمبولانس. مجله انفورماتیک سلامت و زیست پزشکی ۱۳۹۸؛ ۶(۲): ۹۰-۱۰۰.

۱. کارشناس ارشد انفورماتیک پزشکی، گروه انفورماتیک پزشکی، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده علوم پزشکی، تهران، ایران

۲. مهندسی کامپیوتر- نرم افزار، استادیار، گروه انفورماتیک پزشکی، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده علوم پزشکی، تهران، ایران

۳. دکترای مدیریت اطلاعات سلامت، استادیار، گروه مدیریت اطلاعات سلامت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، دانشکده پیراپزشکی، تهران، ایران

* **نویسنده مسئول:** تهران، بزرگراه جلال آل احمد، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده علوم پزشکی، گروه انفورماتیک پزشکی

Email: aa.safaei@modares.ac

شماره تماس: ۰۲۱-۸۲۸۸۴۵۸۱

مقدمه

امروزه، در جهت پایش لحظه‌ای بیماران و کنترل شرایط آن‌ها سامانه‌های هوشمند و ابزارهای توسعه یافته رشد چشمگیری داشته‌اند. توانایی این سامانه‌های هوشمند در زمینه ذخیره و انتقال اطلاعات در شاخه‌های مختلف بهداشت و درمان (از جمله دورپزشکی) حائز اهمیت است؛ یکی از فن‌آوری‌های اخیر در این حوزه، فن‌آوری‌های پوشیدنی است [۱].

سامانه‌های پوشیدنی عموماً برای پایش علائم و وضعیت بیماران و علاوه بر آن برای پیگیری درمان، درمان از راه دور، سامانه‌های نظارتی پرستاری و کادر درمان، ربات‌های جراحی و بسیاری از سامانه‌های دیگر به کار گرفته می‌شوند [۲]، یکی از ویژگی‌های متمایز این سامانه‌ها آن است که همواره و مستمر با فرد مورد نشر (معمولاً بیمار) همراه است؛ لذا پزشک تمام وقت به گونه‌ای به (وضعیت) بیماران خود دسترسی داشته و اطلاعات مربوط به آنان را در همه جا به طور فراگیر دریافت می‌کند [۳].

پایش عملی است که بیمار را تحت نظارت داشته و در مقابل رویدادهای جدی و تهدید کننده جان بیمار، بیماری‌های وخیم و یا موارد دیگر هشدار می‌دهد [۴]. معمولاً از واژه پایش در بخش‌های اورژانس مراکز درمانی بیشتر استفاده می‌شود، چرا که شرایط بیماران اورژانس معمولاً ناپایدار بوده و رصد علائم و نشانه‌های بیماری در تشخیص و درمان به پزشک کمک خواهد کرد. پایش بیمار نه تنها رویدادهای تهدید کننده را به ارائه‌کنندگان مراقبت اعلام می‌کند، بلکه بسیاری از این سامانه‌ها، داده‌های ورودی فیزیولوژیکی را برای کنترل مستقیم ابزارهای پشتیبانی زندگی بیمار مورد استفاده قرار می‌دهند [۴].

در آمبولانس‌ها با توجه به شرایط اورژانسی و ناپایدار افراد نیاز به پایش مستمر و رصد علائم و نشانه‌های بیماری وجود داشته و بسیار اهمیت دارد؛ بنابراین اگر فردی در شرایط اورژانسی قرار گیرد مداخله به‌موقع و مدیریت شده موجب کاهش عوارض ناشی از بیماری و مرگ ناگهانی خواهد شد [۵]. پایش و مراقبت از بیماران در شرایط اضطراری نیازمند تصمیمات سریع و صحیح است تا زندگی بیمار حفظ شود به همین دلیل وظیفه تیم مراقبتی در آمبولانس‌ها مراقبت و پایش از بیماران در شرایط اورژانسی می‌باشد [۶]؛ لذا یکی از اهداف پایش و نظارت بالینی بیمار در شرایط اورژانسی در آمبولانس اطلاع فوری از رویدادهای تهدید کننده جان بیمار است، به طوری که قبل از ایجاد صدمه یا از کار انداختن اعضای بدن بیمار درمان شوند [۶].

با توجه به آنچه ذکر شد زمان و سرعت عمل در پایش این دسته از بیماران و در شرایط اورژانسی درون آمبولانس‌ها بسیار حیاتی است [۶]. از طرفی، وصل کردن دستگاه‌های مختلف در فضای آمبولانس بر روی بدن فرد نیازمند زمان قابل توجهی است که در این شرایط، زمان به واقع همچون طلاست! همچنین به دلیل کوچک بودن فضای آمبولانس استفاده از دستگاه‌های پایش متعدد جهت ثبت علائم تمام محیط آمبولانس را اشغال می‌کنند. برخی از این سامانه‌های پایش کنونی دارای دقت اندازه‌گیری محدودی هستند؛ ثبت اطلاعات دقیق و صحیح یکی از پارامترهای اساسی پایش می‌باشد که این سامانه‌ها برخی مواقع دچار خطا در ثبت داده‌ها می‌شوند؛ بنابراین استفاده از این سامانه‌ها در محیط آمبولانس مشکلاتی نظیر سختی نصب، قابلیت اطمینان، مصرف انرژی، زمان نصب، انتقال داده‌های حیاتی را در پی دارد. در نهایت با توجه به توسعه فن‌آوری‌های پزشکی ابزارهایی برای پایش علائم حیاتی اورژانسی در آمبولانس ضروری است. ابزارهای هوشمند پایشی همراه بایستی از ویژگی‌های خاصی برخوردار باشند. به منظور طراحی ایده‌آل و مناسب سامانه پتوی هوشمند پوشیدنی برای پایش علائم حیاتی بیماران در محیط آمبولانس بایستی نیازسنجی دقیقی انجام پذیرد و در کنار آن تمام ویژگی‌های کلیدی، قابلیت‌های اساسی آن نیز استخراج گردد.

بنابراین با توجه به پیشرفت علم کامپیوتر و ارتباطات، استفاده از حسگرهای پوشیدنی برای پایش پارامترهای حیاتی بیولوژیک مرتبط با سلامت در افراد مورد توجه قرار گرفته است. مطالعات متعددی در حوزه سامانه‌های پوشیدنی تألیف شده‌اند که برخی از این شبکه‌های بیسیم پوشیدنی همراه در ادامه آورده شده‌اند. Anliker و همکاران (دانشجویان عضو در مؤسسه IEEE) سال ۲۰۰۳ سامانه پایش و هشداردهی پزشکی چند پارامتری پوشیدنی (A Wearable Monitoring and Multiparameter Medical Alert System) به طور اختصاصی برای بیماران تنفسی و قلبی را معرفی کرده‌اند. سامانه طراحی شده عملکرد ارزیابی و پایش مستمر علائم حیاتی گوناگون را انجام می‌دهد، مضاف بر این پارامترهای اورژانسی چندگانه را نیز شناسایی می‌کند [۷]. Eom و Arai ساختار پتوی هوشمند پوشیدنی به اسم Smart blanket را در ژاپن معرفی کردند. این پتوی پوشیدنی مجموعه‌ای از واحدهای حسگری بدنی به صورت بیسیم می‌باشد که فقط با قرار گرفتن بر روی بدن پارامترهای حیاتی افراد را ثبت کرده و انتقال می‌دهد [۸]. کنسرسیوم

BASU خبرگان علمی و صنعتی را از علم الکترونیک، ارتباطات، مهندسی پزشکی به منظور توسعه سامانه توزیع شده بیسیم بر روی بدن را گرد هم آورد؛ این سامانه برای پایش مستمر بیماران مزمن در مراکز درمانی و خانه‌ها طراحی شد. پروژه BASUMA به دلیل پیشرفت جهانی بیماری انسداد ریوی اساساً برای پیشرفت درمان بیماران مبتلا طراحی شد [۹].

هدف مقاله حاضر بررسی و تحلیل امکانات و قابلیت‌های ارائه شده توسط پتوی هوشمند پوشیدنی برای پایش بیماران و پیشنهاد الزامات و نیازمندی‌های لازم برای طراحی مناسب یک سیستم پایشی یکپارچه جهت کاربری گروه‌های مختلف در حوزه سلامت می‌باشد.

روش

در این تحقیق پس از مطالعه و بررسی مشخصات و قابلیت‌های ارائه شده توسط سیستم‌های پوشیدنی موجود در حوزه پایش وضعیت سلامتی افراد و دسته‌بندی این سیستم‌ها به سیستم‌های مبتنی بر الیاف بر اساس یک مطالعه تطبیقی و مقایسه‌ای، به پیشنهاد الزامات و نیازمندی‌های لازم برای طراحی یک سامانه پتوی هوشمند پوشیدنی به منظور برآوردن بسیاری از اهداف و نیازمندی‌های حوزه سلامت و کاربران آن پرداخته شد.

در این مطالعه به منظور تعیین نیازمندی‌های کاربردی و غیرکارکردی از روش مطالعه و پرسشنامه استفاده شد. در مرحله مطالعه هدف از جمع‌آوری اطلاعات، مشخص کردن قابلیت‌های مورد انتظار از پتوی هوشمند پوشیدنی است. برای استخراج قابلیت‌ها ۱۵ مقاله و کتب الکترونیکی با کلیدواژه‌های جستجو نظیر «نیازمندی‌های طراحی سیستم‌های پوشیدنی»، «قابلیت‌های سیستم‌های پوشیدنی» در پایگاه‌های اطلاعاتی همچون Pubmed, Springer, IEEE, Web of Science مورد مطالعه قرار گرفتند. در مرحله دوم ابزار گردآوری اطلاعات پرسشنامه‌ای محقق ساخته می‌باشد که دارای قابلیت‌ها و عناصر داده‌ای به دست آمده از مراحل مطالعه است. پرسشنامه مذکور به صورت لیکرت با مقیاس پنج سطحی برای ارزیابی اهمیت نیازمندی‌های استخراج شده در ۳ محور اصلی نظیر ویژگی‌های کارکردی نرم‌افزار سامانه، ویژگی‌های ساختاری بستر پتوی هوشمند و واحد قابل حمل بیمار، نیازمندی‌های غیرکارکردی نرم‌افزار سامانه تنظیم و طراحی شد.

پرسشنامه طراحی شده با استفاده از روش نمونه‌گیری غیراحتمالی آسان (Convenience sampling) توسط یک دسته از کاربران اصلی سامانه پایش پیشنهادی یعنی پزشکان و تکنسین‌ها تکمیل شد. پرسشنامه طراحی شده دارای ۶۰ گویه مناسب می‌باشد. هر گویه (سؤال) از ۱ تا ۵- کاملاً مخالفم، ۲- مخالفم ۳- نظری ندارم ۴- موافقم ۵- کاملاً موافقم امتیازدهی شده است. پرسشنامه تدوین شده توسط ۲۰ نفر پر شد و امتیاز هر سؤال در مجموع ۱۰۰ است؛ گویه‌هایی که امتیازشان بالاتر از ۸۰ می‌باشند در اولویت الزامات مورد نیاز قرار می‌گیرند. در ادامه به منظور بررسی پایایی پرسشنامه توزیع شده، مقدار آلفای کرونباخ محاسبه گردید که در این پژوهش این مقدار برای پرسشنامه طراحی شده برابر ۰/۸۲ به دست آمد. همچنین در این پژوهش از روایی محتوا برای بررسی روایی پرسشنامه طراحی شده استفاده شد. به این منظور پرسشنامه توسط گروهی از خبرگان متشکل از دو پزشک و یک عضو هیئت علمی انفورماتیک پزشکی مورد بررسی قرار گرفت و روایی آن تأیید شد.

اطلاعات حاصل از تکمیل پرسشنامه با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶، مورد بررسی و تحلیل قرار گرفت. بدین منظور با استفاده از آمار توصیفی، مقادیر فراوانی مطلق برای هر یک از سؤالات پرسشنامه از دیدگاه هر یک از گروه‌های پاسخ‌دهنده و به‌طور کلی از دیدگاه پاسخ‌دهندگان محاسبه شد.

نتایج

نیازمندی‌های یک سیستم نرم‌افزاری به دو دسته نیازمندی‌های کارکردی و غیرکارکردی تقسیم شدند. نیازمندی‌هایی که مشخص می‌کنند سیستم باید چه خدماتی را فراهم آورد، به ورودی‌های خاص چگونه پاسخ دهد و در شرایط ویژه چگونه عمل کند، نیازمندی‌های کارکردی گفته می‌شوند [۱۰]. نیازمندی‌های غیرکارکردی، محدودیت‌هایی هستند که بر روی خدمات سیستم اعمال می‌شوند یا سیستم تحت آن‌ها عمل می‌کند [۱۰].

در فاز اولیه مدل‌سازی سامانه پتوی پوشیدنی هوشمند برای پایش بیماران آمبولانس تعریف سناریوی مناسب الزامی می‌باشد. بدین منظور، کتب الکترونیکی در زمینه نیازمندی‌های سامانه پوشیدنی در حوزه سلامت مورد مطالعه قرار گرفتند. فاکتورهای اصلی طراحی و پیاده‌سازی سامانه‌های پوشیدنی سلامت با استفاده از مقالات استخراج شده و در جدول ۱ آورده شده‌اند.

جدول ۱: فاکتورهای اصلی برای توسعه سامانه‌های پوشیدنی در حوزه سلامت

نیازمندی / مشخصه	توصیف نیازمندی / مشخصه
قابلیت پوشیدن	سامانه بایستی وزن کم و سایز کوچکی دارا باشد [۱۱].
قابلیت استفاده آسان	سامانه بایستی به نحوی طراحی شود تا بتوان براحتی و بدون دردسر استفاده کرد و کاربرپسند طراحی گردد. [۱۲]
جاگذاری مناسب حسگرها بر روی نواحی آناتومی بدن	حسگرها بایستی به‌راحتی بر روی نواحی مختلف قرار گیرند و مانع حرکت و فعالیت روزانه فرد نشوند [۱۳].
امنیت و کدگذاری داده‌ها	انتقال سیگنال‌های پزشکی بایستی به‌صورت رمزگذاری شده صورت پذیرد و الزامات تشخیص هویت برای حفظ حریم خصوصی فرد لحاظ گردد [۱۳].
قابلیت هشداردهی	سامانه بایستی قابلیت هشدار و اخطار را برای کاربر دارا باشد [۱۲].
قابلیت اطمینان / عاملیت	سیگنال‌های پزشکی بایستی با صحت و دقت کافی ثبت شوند تا بتوان به آنان اطمینان داشت و نتایج مطمئن حاصل گردد [۱۱].
پایایی	سامانه‌ی پایشی بایستی به‌گونه‌ای طراحی گردد تا بتوان به وسیله آن طولانی‌مدت پایش را انجام داد. [۱۱].
قابلیت تمیز کردن/ضدعفونی سازی	سامانه بایستی به‌گونه‌ای طراحی گردد تا بتوان آن را تمیز و ضدعفونی کرد [۱۴].
ظاهر متناسب	سامانه بایستی به گونه‌ای طراحی گردد تا ظاهر متناسب دارا باشد و فرد احساس ناراضی نکند [۱۳].
انتقال / ذخیره‌سازی داده‌ها	انتقال داده‌ها بایستی به‌وسیله پروتکل‌های ارتباطی استاندارد انجام پذیرد و حافظه کافی برای ذخیره علائم حیاتی در نظر گرفته شود [۱۳].
مقرن به‌صرفه	به منظور طراحی و مدل‌سازی بوجه کافی در نظر گرفته شود [۱۴].
تلاش خطا (تحمل‌پذیری)	سامانه بایستی تحت هر شرایطی از قبیل حرکت بیمار نتایج مطمئن تولید کند [۱۱].
مقیاس‌پذیری	قابلیت ارتقای سامانه، بهبود مؤلفه‌های نرم‌افزاری برای سیستم توسعه یافته [۱۲].
قابلیت حمایت از تصمیم	سامانه بایستی تا حد نیاز هوشمند طراحی گردد تا بتوان برای کاربر کارایی کافی را دارا باشد [۱۲].
قابلیت دریافت سیگنال‌ها	حسگرهای زیست پزشکی نقش مهمی برای طراحی سامانه‌های پوشیدنی در حوزه سلامت دارا هستند، این حسگرها بایستی توانایی ثبت علائم حیاتی را دارا باشند و همچنین ارزیابی و پیش‌بینی جامع از شرایط بیمار انجام دهند [۱۵].
سودمندی	سامانه بایستی در صورت مواجه با شرایط سخت توانایی کارکرد صحیح را در همان لحظه دارا باشد. به عنوان مثال تماس ناکافی با پوست، ارتباط ضعیف، باتری ضعیف نباید موجب ایجاد آرتیفکت برای سامانه گردد [۱۲].
پردازش آنی	توانایی انتقال و پردازش داده‌های دریافتی از بدن بیمار [۱۲].

ساختار کلی سامانه پتوی هوشمند پوشیدنی دارای زیر بخش‌های زیر است:

الف) بستر پتو به همراه حسگرهای نصب شده بر روی آن:

- بستر پتوی هوشمند متشکل از مواد آنتی باکتریال و ضدآلرژی جهت تضمین استفاده طولانی‌مدت و ایمن می‌باشد.
- اتصالات میان حسگرها از طریق نخ‌های رسانا می‌باشد تا پتوی پوشیدنی به راحتی بر تن فرد پوشانده شود؛ پتو در سایز استاندارد می‌باشد تا هم برای مردان و زنان کاربرد داشته باشد (اما برای کودکان سایز کوچکی بایستی ساخته شود).

ب) سامانه قابل حمل بیمار:

دستگاهی که برای دریافت، پردازش، ذخیره و انتقال داده‌های جمع‌آوری شده توسط حسگرها به کار می‌رود. تمام حسگرها و

الیاف نصب شده بر روی بدن فرد بیمار به صورت بیسیم یا از طریق نخ‌های رسانا به واحد قابل حمل بیمار متصل می‌شوند؛ این واحد تمام اطلاعات مربوط به علائم حیاتی را دریافت کرده و پردازش‌هایی را بر روی آن‌ها انجام می‌دهد. واحد قابل حمل بیمار پس از پردازش نسبی اطلاعات دریافتی آن‌ها را به کمک یار پزشک مخابره می‌کند؛ واحد مذکور می‌تواند از طریق بلوتوث اطلاعات را به نرم‌افزار سامانه ارسال دارد.

- این دستگاه به پتوی هوشمند از طریق نخ‌های رسانا متصل است و برخی از حسگرها اطلاعات را به شکل بیسیم انتقال می‌دهند.
- این دستگاه اطلاعات را از طریق حسگرها/الکترودها دریافت می‌کند.
- این دستگاه ولتاژ را از طریق حسگرهای پیزوالکتریک اندازه‌گیری می‌کند.

آن بر روی پوست ناحیه زیر بغل فرد نصب خواهد شد؛ زیر بغل نزدیک‌ترین دمای پوستی را به دمای مرکزی بدن دارا است. - ریتم تنفسی

به منظور ثبت ریتم تنفسی فرد حاضر در آمبولانس می‌توان از فیبر پلیمری الکترواکتیو (Electroactive polymeric fiber) استفاده کرد که به راحتی درون بستر پتو یکپارچه می‌شوند. با توجه به این که فرد در شرایط اورژانس ثابت هست؛ بنابراین آرتیفکت حرکت دخیل بر ریتم تنفسی نخواهد بود؛ اما به دلیل اهمیت حرکات و مکان قرارگیری حسگرها از بندهای دارای حسگر که متصل به پتو هستند، استفاده شد که این بندهای الاستیکی از پشت بایستی به صورت محکم بسته شوند تا حسگرها سیگنال‌های ریتم تنفسی را به درستی ثبت کنند.

- سیگنال‌های قلبی

برای ثبت سیگنال‌های قلبی به وسیله پتوی هوشمند پوشیدنی می‌توان از الیاف فوم پلیمری روکش نقره استفاده کرد به سبب آن که این الیاف خاصیت‌های بسیار مهمی از جمله رسانایی بالا، شکل‌پذیری و آنتی‌باکتریال هستند. به منظور کاهش نویز موجود در سیگنال‌های ثبت شده بایستی از الگوریتم فیلترهایی نظیر فیلتر همبستگی تکانه و فقی استفاده شود. در ثبت ECG اگر قله‌های R را بخواهیم شناسایی کنیم بایستی اولاً سیگنال استاندارد گردد، دوماً تمام نویزهای سوار شده بر روی سیگنال‌ها از بین بروند به همین سبب علاوه بر فیلتر و فقی می‌توان از فیلتر پایین گذر استفاده نمود. اگر همان‌طور که گفته شد قله‌های R به درستی شناسایی شوند می‌توان تمام آریتمی‌های قلبی را ارزیابی کرد و با استفاده از فواصل قله‌های R_R ضربان قلب را نیز به دست آورد.

- مقدار اکسیژن خون

در این پژوهش می‌توان از حسگرهای نوری نازک که مانند چسب زخم بر روی انگشت بچسبند، سطح اکسیژن خون را نظارت و در صورت کاهش میزان اکسیژن آن را اعلام کنند، استفاده شود. در این حالت می‌توان از LEDهای نور سبز و قرمز که از مواد آلی ساخته شده‌اند و بر روی قطعه پلاستیک ارتجاعی یکپارچه می‌شوند، استفاده نمود؛ این حسگرها دارای لفاف‌هایی جهت پیچاندن بر روی انگشت است. این پروب پوشیدنی نیز دارای فوتودیتکتور می‌باشد که مقدار نور عبور یافته توسط آن (آشکارساز نوری) دریافت و تبدیل به سیگنال الکتریکی می‌شود.

- تعیین فشارخون

این دستگاه (ECG (Electrocardiogram ریتم تنفسی (PPG (photoplethysmogram را پردازش می‌کند تا ضربان قلب، فشارخون، تغییرات ضربان قلب، سیگنال‌های تنفسی به دست آیند.

ج) نرم‌افزار کامل:

کمکیار یا سیستم پزشک دارای نرم‌افزار جامع و کامل است که قابلیت آنالیز، مقایسه، پردازش سطح بالا توسط الگوریتم‌های پیچیده را دارا می‌باشد. تمام اطلاعات مربوط به علائم حیاتی و سیگنال‌های پزشکی از واحد قابل حمل بیمار به کمکیار پزشک ارسال می‌شوند. همچنین کمکیار پزشک هشدارهای موردنیاز را در زمان رخداد ریسک حیاتی برای هر فرد اعلام می‌دارد و تمام سیگنال‌های پزشکی به صورت گرافیکی و عددی برای پزشک نمایش داده می‌شوند. وظایف کلی نرم‌افزار سامانه پوشیدنی به شرح زیر است:

- مصورسازی داده‌های جمع‌آوری شده در زمان آنی از طریق نرم‌افزار
- ضبط داده‌ها در حین جریان داده‌ها
- دانلود داده‌ها بر روی کمکیار پزشک (اطلاعاتی که توسط سیستم قابل حمل بیمار ذخیره و جمع‌آوری شده‌اند).
- آنالیز و تحلیل داده‌های ضبط شده به شکل عددی و گرافیکی
- انتقال اطلاعات به صورت بیسیم به سیستم بیمارستان

■ الگوریتم‌های پردازش سیگنال‌های پیچیده

برای پایش وضعیت سلامتی فرد در شرایط اورژانس و حاضر در آمبولانس کنترل برخی شاخص‌های فیزیولوژیکی و علائم حیاتی ضروری تلقی می‌شوند؛ بنابراین برای چنین افرادی ثبت الکتروکاردیوگرام، فشارخون، دمای بدن، میزان اشباع اکسیژن، ضربان قلب، ریتم تنفسی الزامی می‌باشد. در نهایت پس از انجام مطالعات و تحلیل سؤالات پاسخ داده شده توسط پزشکان بر آن شدیم تا پنج علائم حیاتی بدن که در بالا متذکر شدیم با استفاده از پتوی هوشمند پوشیدنی ثبت کنیم.

تعیین حسگرهای مناسب برای ثبت علائم حیاتی

- دمای بدن

برای ثبت دمای فرد در شرایط اورژانس می‌توان از ترموستورپلاتینی درون محیط الاستیکی شکل‌پذیر استفاده نمود. در این سامانه پیشنهادی حسگر به همراه محیط واقع در

فشارخون دیاستولی از حداقل PPT - فاصله زمانی از پیک موج R الکتروکاردیوگرام تا دره (پایین ترین نقطه) سیگنال فتوپلتیسموگرام (PPG) - استفاده می شود.

در ادامه در جدول ۲ به شرح نیازمندی های سامانه پتوی هوشمند پوشیدنی به عنوان نیازمندی های کارکردی و غیر کارکردی به همراه به فراوانی مطلق سؤالات پرسشنامه از دیدگاه همه پاسخ دهندگان پرداخته شد.

برای ثبت فشارخون به صورت پیوسته می توان از ابزارها و پارامترهای دیگر برای تخمین آن به منظور حذف کاف و تهاجم استفاده نمود. تخمین فشارخون به وسیله دو سیگنال ECG و PPG در این سامانه مورد کاربرد می باشد. زمان گذر پالس (PPT) پارمتر بالقوه برای برآورد فشارخون بدون کاف است. برای تخمین فشارخون سیستولی از حداکثر PPT - فاصله زمانی از پیک R الکتروکاردیوگرام تا قله (بالا ترین نقطه) سیگنال فتوپلتیسموگرام (PPG) - و برای تخمین

جدول ۲: نیازمندی های سامانه پتوی هوشمند پوشیدنی (WSBS: Wearable Smart Blanket System)

مجموعه نیازمندی های سیستمی نرم افزار سامانه (کمک یار پزشک)		
نیازمندی کارکردی سامانه	توصیف نیازمندی	فراوانی مطلق هر گویه
قابلیت ثبت نام، ورود و خروج از نرم افزار سامانه امکان برقراری ارتباط میان نرم افزار سامانه و پرونده الکترونیک سلامت به منظور احراز هویت بیمار به صورت بیومتریک از طریق اثر انگشت بیمار	پزشک آمبولانس بتواند تراکنش ثبت نام (به وسیله نام کاربری و رمز عبور)، ورود و خروج را انجام دهد. با توجه به اینکه فرد در شرایط اورژانس ممکن است کد ملی خود را نتواند بازگو کند به همین سبب با استفاده از اثر انگشت بیمار تمام اطلاعات درمانی، تاریخچه ای وی برای مشاهده پزشک نمایش داده می شود.	۹۷ ۸۳
قابلیت ثبت سن و جنس در نرم افزار سامانه توسط پزشک	پزشک آمبولانس بایستی سن و جنس بیمار را در نرم افزار سامانه وارد کند تا یافته های نرمال و غیر نرمال (به عنوان مثال ضربان قلب بر اساس سن و جنس بیمار) به طور دقیق پردازش شده و ارائه شوند.	۹۰
قابلیت تنظیم حدود آستانه برای تمام علائم حیاتی توسط پزشک در نرم افزار سامانه	پزشک بتواند (در موارد مورد نیاز) برای تمام علائم حیاتی حدود آستانه تعیین کند. در غیر این صورت تنظیمات پیش فرض سامانه اعمال می شود.	۹۰
قابلیت دریافت اطلاعات از مجموعه حسگرها (واحد قابل حمل بیمار) توسط نرم افزار سامانه	سیستم نرم افزار سامانه بایستی تمام علائم حیاتی را از گره مرکزی یعنی واحد قابل حمل بیمار به صورت بیسیم دریافت کند.	۸۱
قابلیت نمایش علائم حیاتی و سیگنال های پزشکی و وضعیت بیمار توسط نرم افزار سامانه	سیستم نرم افزار سامانه بایستی علائم حیاتی را به صورت گرافیکی و عددی نمایش دهد و وضعیت سلامتی فرد را گزارش دهد.	۹۳
قابلیت تولید هشدار توسط نرم افزار سامانه برای اعلام شرایط اورژانسی به پزشکان (ماژول هشدار)	در صورت تجاوز علائم حیاتی از حدود آستانه نرمال هشدارهایی تولید شود به عبارتی نرم افزار سامانه بایستی امکان اعمال بازخورد آنی برای پزشک را دارا باشد.	۹۶
قابلیت ثبت تشخیص های افتراقی، تشخیص های نهایی و اقدامات درمانی توسط پزشک	-	۹۵
قابلیت آنالیز و تحلیل داده های ضبط شده به شکل عددی و گرافیکی توسط نرم افزار سامانه	نرم افزار سامانه بایستی سیگنال ها و داده های حیاتی را به شکل عددی و گرافیکی نمایش دهد تا پزشک به راحتی بتواند تشخیص خود را اتخاذ نماید.	۹۷
قابلیت برقراری ارتباط نرم افزار سامانه میان پزشک آمبولانس و پزشکان مرکز درمانی	در صورت نیاز به مشاوره درمانی تمام اطلاعات بالینی بیمار از طریق زیرساخت اینترنت به بیمارستان منتقل شوند.	۹۰
قابلیت ذخیره سازی علائم و تشکیل پرونده برای بیمار در نرم افزار سامانه	در نرم افزار سامانه پس از رساندن بیمار به مرکز درمانی پرونده وی ذخیره شود.	۹۶
قابلیت فیلترسازی، استخراج ویژگی، بهینه سازی، پردازش سطح بالا توسط نرم افزار	- دارای سطح قابل قبول هوشمندی برای آنالیز - استخراج دانش و اطلاعات مفید از داده های خام - استخراج ویژگی های حیاتی از قبیل استخراج ریتم قلب، دوره QRS، نوسانات ریتم قلب، شناسایی امواج قلبی، شناسایی نقاط حداقل و حداکثر سیگنال های PPG	۹۲
انتخاب دقیق تعداد حسگرها برای ثبت هریک از علائم	-	۸۲
الژی زا نبودن حسگرها و الیاف (جنس الیاف و حسگرها)	نصب طولانی مدت حسگرها نباید موجب آلرژی و التهاب شوند.	۸۲
انتخاب دقیق مکان نصب حسگرها برای ثبت علائم حیاتی	جاگذاری صحیح حسگرها و الکترودها	۸۵
ملاحظات مربوط به حالت فرد در زمان ثبت علائم	حالت فرد و پوزیشن اندام های وی برای ثبت سیگنال های پزشکی حائز اهمیت می باشد. فرد در حالت خوابیده و دست های وی هم ارتفاع با بدنش است.	۸۶
اطمینان از تماس ثابت و ایده آل بین حسگرها و بدن بیمار	تماس ثابت و ایده آل بین بدن بیمار و حسگرها برای دریافت داده های صحیح (تماس بسیار نزدیک و مداوم، بدون هیچ گونه حرکت).	۸۷

جدول ۲: نیازمندی‌های سامانه پتوی هوشمند پوشیدنی (WSBS: Wearable Smart Blanket System) (ادامه)

مجموعه نیازمندی‌های سامانه پتوی هوشمند پوشیدنی (الیاف/حسگرها) و واحد قابل حمل بیمار		
اندازه ایده آل پتو	سیستم پوشیدنی مذکور بایستی به صورت استاندارد برای سنین و جنسیت‌های متفاوت طراحی شود. در این زمینه بایستی سایز بدن و شکل آناتومیک بدن مرد و زن برای طراحی پتوی هوشمند به صورت استاندارد لحاظ شود. اندازه‌گیری خصوصیات فیزیکی بدن و شناسایی تفاوت‌های مربوط به جنس، سن امر بسیار مهمی است.	۸۰
وزن مناسب پتو	برای طراحی بایستی از حسگرها، میکروکنترلرها، الیاف و دستگاه‌های سبکی استفاده شود. وزن زیاد موجب ناراحتی بیمار خواهد.	۸۳
قابلیت شستشو و ضد عفونی پتوی پوشیدنی	با توجه به اینکه سیستم پایش پوشیدنی برای بیماران در شرایط خاص استفاده خواهد شد. به همین منظور بایستی قابلیت شستشو داشته باشد و بتوان حسگرهای متفاوت را ضد عفونی کرد. این عمل از انتقال بیماری‌های واگیر جلوگیری می‌کند. اما شستشو و ضد عفونی نباید تخریب غیرقابل برگشتی را برای سیستم به بار آورد.	۸۳
اندازه‌های مورد نیاز برای طراحی سایز استاندارد پتو	در طراحی سایز پتوی هوشمند عرض شانه‌ها، طول بدن، عرض بالای قفسه سینه بایستی استاندارد برای بالغین طراحی گردد.	۸۱
عرض شانه‌ها		
طول بدن		
عرض بالای قفسه سینه		
پتو از جنس منسوجاتی چون کتان نرم، پلی‌استر، لای کرای کشاف	جنس پتو بایستی تا حد ممکن کش‌یاف، انعطاف‌پذیر، سبک باشد تا بتوان حسگرها را در محل مورد نظر جهت ثبت علائم قرار داد و خاصیت الاستیکی پتو تماس بین الکترودها/حسگرها را فراهم می‌سازد.	۸۰
انتخاب الیاف و حسگرهایی با رسانایی نسبی	بایستی از حسگرهایی استفاده شود که رسانایی نسبی دارا باشند. در برخی موارد به منظور دریافت سیگنال‌ها به صورت سریع، مرطوب‌سازی الکترودهای پارچه‌ای مفید واقع می‌شود.	۸۲
قابلیت ثبت و ذخیره دوره‌ای دمای بدن	ثبت دمای بدن: ثبت در هر ۱۵ دقیقه	۹۵
مکان دقیق نصب ترموستور یک ناحیه آناتومیک زیر بغل می‌باشد.	زیر بغل نزدیک‌ترین دما را به دمای مرکزی بدن دارا است. ترموستور در تماس کامل با پوست قرار می‌گیرد. این حسگر به صورت ثابت در ناحیه‌ای از پتو واقع می‌شود که به راحتی محکم شده و دمای بدن را ثبت می‌کند.	۸۲
قابلیت ثبت و ذخیره مداوم ریتم تنفسی	ثبت ریتم تنفسی: ثبت مداوم	۸۳
مکان دقیق نصب حسگرها چند ناحیه آناتومیک:	این حسگرها حرکات قفسه سینه و شکم را ثبت می‌کنند و سیگنال‌های تنفسی فرد حاصل می‌شود.	۹۰
الکتروده در قفسه سینه میان الکترودهای ECG		
الکتروده در شکم میان الکترودهای ECG		
قابلیت ثبت و ذخیره مداوم سیگنال‌های ECG	ثبت الکتروکاردیوگرام: ثبت مداوم	۹۰
مکان دقیق نصب الکترودهای ECG اگر بخواهیم سیگنال‌های با کیفیت‌تر داشته باشیم:	RA: قسمت راست در امتداد بازو LA: قسمت چپ در امتداد بازو LL: قسمت چپ امتداد ساق پا RL: قسمت راست امتداد ساق پا V ₁ : در فضای بین دنده‌ای ۴ طرف راست قفسه سینه نزدیک جناغ	۹۵
قابلیت ثبت و ذخیره مداوم اشباع اکسیژن	ثبت اشباع اکسیژن: ثبت مداوم	۹۰
مکان دقیق نصب حسگر ثبت SpO ₂ , PPG انگشت اشاره فرد	به دلیل این که انگشت افراد دارای پوست نازکی هستند بنابراین برای ثبت اشباع اکسیژن و سیگنال‌های PPG است؛ تغییرات حجم خون و اشباع اکسیژن در نوک انگشت و شریان رادیال همبستگی خطی دارند.	۹۰
قابلیت ثبت و ذخیره مداوم فشارخون	ثبت فشارخون: ثبت مداوم	۹۶
به منظور اندازه‌گیری فشارخون سیگنال‌های PPG و ECG ثبت می‌شوند:	برای ثبت سیگنال‌های PPG از اکسیمتر پوشیدنی استفاده می‌شود. به منظور ثبت سیگنال‌های ECG از الکترودهای الیافی استفاده می‌کنیم. بدین ترتیب فشارخون پیوسته از طریق محاسباتی در سیگنال‌های مذکور به دست می‌آید.	۸۱
حسگر نوری با نور مادون قرمز طول موج ۹۰۰ نانومتر برای ثبت سیگنال‌های PPG		
ECG فرد توسط الکترودهای هوشمند		
قابلیت ثبت و ذخیره مداوم ضربان قلب	ثبت ضربان قلب: ثبت مداوم	۹۰
استفاده از الکتروکاردیوگرام پردازش شده و بهینه شده به منظور پایش ضربان قلب	سیستم هوشمند کمک یار پزشک فاصله امواج R را شناسایی کرده و ضربان قلب بیمار به همراه نوسانات ضربان قلب بررسی می‌شوند. با توجه به محدودیت مصرف انرژی و قابلیت هوشمندسازی سیستم کمکیار پزشک می‌توان از الکتروکاردیوگرام بیمار استفاده کرد تا بتوانیم شاخص‌هایی چون ضربان قلب، نوسانات ضربان قلب را شناسایی کنیم بدون آن که نیاز به نصب حسگر ثبت جداگانه‌ای داشته باشیم.	۸۲

جدول ۲: نیازمندی‌های سامانه پتوی هوشمند پوشیدنی (WSBS: Wearable Smart Blanket System) (ادامه)

مجموعه نیازمندی‌های غیر کارکردی سامانه پتوی هوشمند پوشیدنی		
استفاده از تکنیک‌هایی مانند رمزگذاری برای	تمام اطلاعات مربوط به سن، جنس، علائم حیاتی، بیماری‌های روانی و مقایرتی مستخرج شده از پرونده سپاس بایستی با استفاده از تکنیک‌های رمزگذاری، رمز شوند.	۹۰
مخایره ایمن داده‌ها به مرکز درمانی	امکان ارتباط الکترونیکی ایمن	۸۳
مانند ارسال ایمن اطلاعات بین پزشک آمبولانس و پزشک مرکز درمانی	ارائه قابلیت‌های ممیزی برای دسترسی و استفاده از سامانه	۸۳
به منظور مشخص کردن اینکه چه کسی، در چه زمانی و برای انجام چه عملی به سامانه کمک‌یار دسترسی یافته است و عملیات موردنظر او در چه زمانی در سامانه انجام شده است.	احراز هویت موجودیت‌ها (بیماران و پزشکان آمبولانس و پزشکان مرکز درمانی)	۸۵
از طریق روش‌هایی مانند استفاده از نام کاربری و رمز عبور برای پزشکان، شناسایی هویت بیماران وارد کردن کد ملی در شرایطی که فرد نتواند کد ملی خود را بازگو کند (اگر فرد بدحال باشد و نتواند کد ملی خود را بازگو کند با استفاده از اثر انگشت فرد می‌توان با سامانه سپاس ارتباط برقرار کرد و کد ملی وی استخراج شود و اطلاعات بالینی وی به دست آید و احراز هویت گردد).	امکان حذف کردن دسترسی به اطلاعات هر فرد توسط مدیر سامانه	۸۲
تغییر وضعیت دسترسی به سامانه توسط مدیر بایستی انجام پذیرد.	تخصیص رمز عبور منحصر به فرد برای هر فرد	۸۷
برای هر پزشک نام کاربری منحصر به فرد و رمز عبور حداقل ۱۰ کارکتری در نظر گرفته شود.	زمان پاسخگویی	۸۸
میزان کار قابل انجام در واحد زمان	سرعت انجام عملیات	۹۲
زمان انجام عملیات مختلف (ثبت علائم، انتقال، ذخیره‌سازی، پردازش) بایستی حداقل باشد.	زمان ترمیم و بازیابی	۸۳
زمان ترمیم و بازیابی با توجه به حساس بودن بایستی حداقل مقدار باشد.	دسترس‌پذیری	۹۴
امکان در دسترس بودن سامانه به صورت ۲۴ ساعته در ۷ روزه هفته	تعامل‌پذیری	۹۶
الگوریتم‌ها و نرم‌افزار را در شرایط خاص بتوان ارتقا داد (کدباز بودن)	داده‌ها بایستی به نوعی ثبت شوند که کارکنان درمانی بتوانند صحت آن‌ها اطمینان کنند	۸۶
دقت و صحت کارکرد سامانه برای کارکنان و کاربران مورد اهمیت است.	تکرار و شدت عیوب و نقایص	۸۷
بایستی سامانه به نحوی باشد که نقایص با کمترین تکرار رخ دهد.	فایل آموزش استفاده از سامانه در دسترس بوده و صحیح و واضح باشد.	۸۸
وجود مستندات آموزشی برای کاربرد سامانه و نصب حسگرها ضروری می‌باشد.		

با توجه به مطالعات و تحلیل پاسخ‌های ارائه شده توسط پزشکان و متخصصان به پرسشنامه طراحی شده تمام گویه‌هایی که دارای امتیاز بالای ۸۰ بوده‌اند، به عنوان نیازمندی‌های طراحی سامانه پتوی هوشمند پوشیدنی انتخاب شده‌اند. این الزامات به ۳ دسته نیازمندی‌های کارکردی، غیرکارکردی و فیزیکی به صورت مجزا آورده شده‌اند که به همراه امتیاز هر کدام از گویه‌ها (امتیازها محاسبه شده در پرسشنامه) ذکر شد.

بحث و نتیجه‌گیری

از آنجا که امروزه بسیاری از بیماری‌ها و ناتوانی‌ها نیازمند پایش مستمر هستند، استمرار مراقبت و پایش بیماران به منظور مداخله به موقع، یک نیاز ضروری تلقی می‌شود. این موضوع به ویژه برای بیماران در شرایط اورژانس که دارای وضعیت ناپایدار هستند، اهمیت ویژه‌ای پیدا خواهد کرد. امروزه در زمینه پایش لحظه‌ای بیماران و کنترل شرایط آن‌ها، سامانه‌های هوشمند و ابزارهای پیشرفته رشد چشمگیری داشته‌اند؛ بنابراین سامانه‌های پوشیدنی برای پایش وضعیت سلامتی بیماران در

محیط آمبولانس می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند. به طور آشکار بهینه‌سازی زمان و سرعت پایش بیماران حاضر در آمبولانس‌ها در شرایط اورژانسی دو فاکتور بسیار ضروری تلقی می‌شود؛ بنابراین طراحی یک ابزار هوشمند نظیر پتوی هوشمند پوشیدنی برای پایش، ثبت و انتقال علائم حیاتی موردنیاز است. با توجه به آنچه در بخش‌های قبل گفته شد، سیستم‌های پوشیدنی مشابه قابلیت پوشیدن، راحتی در استفاده (کاربردپذیری) را دارا هستند. همچنین این سیستم‌ها دارای حسگرهایی هستند که قابلیت جاگذاری بر روی نواحی صحیح آناتومیک را به همراه دارند. سیگنال‌های پزشکی با صحت و دقت کافی ثبت می‌شوند تا کاربران بتوانند به داده‌های ثبت شده اطمینان کافی داشته باشند. مضاف بر این سیستم‌های مشابه به گونه‌ای طراحی می‌شوند تا افراد بتوانند هشدارهایی مبنی بر شرایط خطر فیزیولوژیکی دریافت کنند. انتقال داده‌ها به وسیله پروتکل‌های ارتباطی یکی از الزامات طراحی است که در سیستم‌های مشابه به صورت استاندارد انجام می‌پذیرد. حسگرها و الیاف نصب شده بر روی بستر سیستم‌های پوشیدنی قابلیت ضبط علائم را دارا هستند و پردازش‌هایی بر روی این

کم‌یار پزشک و سیستم قابل حمل بیمار پردازش‌های سطح بالایی روی داده‌های حیاتی فرد اعمال می‌سازند. علاوه بر این طبق الگوریتم‌های تعریف شده سطوح آستانه‌ای برای هر کدام از علائم حیاتی تعریف شده است تا در صورت نیاز هشدارهای خطر برای پزشکان اورژانس به منظور آگاه‌سازی از عود شرایط فرد ارسال شود؛ بنابراین استفاده از این سیستم هوشمند می‌تواند فرآیند درمان فرد سریع‌تر انجام پذیرد و تمام علائم حیاتی به صورت آنی و لحظه‌ای برای گروه حاضر در آمبولانس ارسال گردد.

در این پژوهش به توصیف یک سامانه پتوی هوشمند پوشیدنی پرداخته شد. بر اساس مطالعات و تحلیل نتایج، تمام مشخصات و الزامات طراحی و مدل‌سازی در قالب سند استاندارد (Software Requirements) توصیف شد. همچنین مدل‌سازی معماری سامانه پوشیدنی پیشنهادی انجام پذیرفت؛ بنابراین می‌توان نتیجه گرفت طراحی این سامانه موجب می‌شود که پایش و کنترل بیماران در شرایط ریسک‌پذیر با بهترین کیفیت انجام شود و علائم حیاتی به صورت یکپارچه ضبط و ارسال شوند. تحلیل و آنالیز داده‌های بیولوژیکی موجب می‌گردد که پزشکان به راحتی تشخیص‌ها و مداخلات زود هنگام را اتخاذ نمایند.

تشکر و قدردانی

این مقاله بخشی از پایان‌نامه کارشناسی ارشد با عنوان ارائه مشخصات و مدل‌سازی پتوی هوشمند پوشیدنی (پایش بیماران در آمبولانس) در رشته انفورماتیک پزشکی با کد اخلاق IR.TMU.REC.1396.641 است که با حمایت دانشکده علوم پزشکی دانشگاه تربیت مدرس به انجام رسیده است.

تعارض منافع

این مطالعه هیچگونه تضاد منافی ندارد.

علائم توسط نرم‌افزار سیستم‌ها انجام می‌پذیرد. در مقایسه با سیستم‌های مشابه سامانه پتوی هوشمند پوشیدنی پیشنهادی نیز دارای نیازمندی‌هایی منطبق بر آنچه مطالعه شد، داراست. سامانه پتوی هوشمند پوشیدنی پیشنهادی دارای بخش بستر پتو به همراه حسگرها، نرم‌افزار جامع به همراه یک کمک‌یار پزشک و سامانه قابل حمل بیمار می‌باشد. حسگرها و الکترودهای نصب شده بر روی بستر پتوی هوشمند بایستی نیازمندی‌هایی نظیر دریافت سیگنال‌های پزشکی، اندازه ایده‌آل پتو، وزن مناسب، تعداد و نوع حسگرها و الکترودها، تماس کافی با بدن بیمار، جنس پتو، قابلیت ثبت و ذخیره علائم حیاتی را داراست. با استفاده از پتوی هوشمند پوشیدنی پیشنهادی می‌توان دمای بدن فرد توسط ترمیستورهای پلاتینی درون محیط الاستیکی شکل‌پذیر، ریتم تنفسی فرد توسط حسگرهای پیژوالکتریکی، سیگنال‌های قلبی توسط لاستیک سیلیکونی، میزان اکسیژن خون فرد توسط حسگرهایی دارای لفافه و گلوکز خون توسط حسگرهای مجزای متصل به گوش و در انتها فشارخون پیوسته به وسیله تحلیل سیگنال‌های قلبی و فوتوپلیسموگرافی انجام می‌پذیرد. نرم‌افزار سامانه پتوی هوشمند نظیر برخی سیستم‌های مشابه ویژگی‌های کاربردی خاصی همچون پایش و ثبت علائم حیاتی، قابلیت ارتباط با محیط اطراف، تفسیر علائم حیاتی، ضبط سیگنال‌های پزشکی و غیره را داراست. خصوصیات غیر کاربردی نظیر نصب و عملکرد سریع، تلرانس خطا، مصرف انرژی بهینه، قابلیت شارژ، دقت و صحت ثبت علائم، قابلیت ارتقای نرم‌افزاری و غیره را داشته باشد.

سامانه مذکور در مقایسه با سایر سامانه‌های پوشیدنی ذکر شده در بخش مقدمه تمام علائم حیاتی مورد نیاز برای کنترل افراد را به صورت یکپارچه ثبت کرده و داده‌های تفسیرشده‌ای را برای گروه درمان حاضر در آمبولانس ارائه می‌دهد. بدین ترتیب تمام اطلاعات درمانی، تشخیصی، پایشی فرد در سیستم کمک‌یار پزشک ذخیره می‌شوند و این قابلیت را برای پزشک آمبولانس محیا می‌سازد تا به صورت زود هنگام و بدون از دست دادن وقت تشخیص اولیه را اتخاذ بنماید. سیستم

References

1. Merrell RC. Concepts of telemedicine consultation. Telemed J 1998;4(4):277-8. doi:10.1089/tmj.1.1998.4.277
2. Lymberis A, De Rossi DE. Wearable eHealth Systems For Personalised Health Management: State

- Of The Art and Future Challenges (Studies in Health Technology and Informatics). 1th ed. Amsterdam, Berlin, Oxford, Tokyo, Washington, DC: IOS Press; 2004.
3. Van Langenhove L. Smart Textiles for Medicine and Healthcare: Materials, Systems and Applications

(Woodhead Publishing Series in Textiles). USA: CRC Press; 2007.

4. Shortliffe EH, Cimino JJ. Biomedical Informatics: Computer Applications in Health Care and Biomedicine. 4th ed. NewYork: Springer; 2014. doi: 10.1007/0-387-36278-9

5. Carr BG, Conway PH, Meisel ZF, Steiner CA, Clancy C. Defining the emergency care sensitive condition: a health policy research agenda in emergency medicine. *Ann Emerg Med* 2010;56(1):49-51. doi: 10.1016/j.annemergmed.2009.12.013.

6. Fitzsimmons JA. A methodology for emergency ambulance deployment. *Management Science* 1973;19(6):627-36. doi.org/10.1287/mnsc.19.6.627

7. Anliker U, Ward JA, Lukowicz P, Troster G, Dolveck F, Baer M, et al. AMON: a wearable multiparameter medical monitoring and alert system. *IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine* 2004;8(4):415-27.

8. Eom K, Arai H. Smart blanket: Flexible and easy to couple waveguide. *Biomedical Wireless Technologies, Networks, and Sensing Systems (BioWireless)*, IEEE Topical Conference on; 2011 Jan 16-19; Phoenix, AZ, USA: IEEE; 2011. p. 15-8. doi: 10.1109/BIOWIRELESS.2011.5724343

9. Falck T, Espina J, Ebert JP, Dietterle D. BASUMA - the sixth sense for chronically ill patients. *International Workshop on Wearable and Implantable Body Sensor Networks (BSN'06)*; 2006 Apr 3-5; Cambridge, MA, USA: IEEE; 2006. p. 4. doi: 10.1109/BSN.2006.12

10. Sommerville I. *Software Engineering*. 9th ed. Reading, MA: Addison Wesley; 2011.

11. Meng Y, Choi HK, Kim HC. Exploring the user requirements for wearable healthcare systems. *13th International Conference on e-Health Networking, Applications and Services*; 2011 Jun 13-15; Columbia, MO, USA: IEEE; 2011. p. 74-7. doi: 10.1109/HEALTH.2011.6026790

12. van Heek J, Schaar AK, Trevisan B, Bosowski P, Ziefle M. User requirements for wearable smart textiles. Does the usage context matter (medical vs. sport)? *Proceedings of the 8th International Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare*; 2014 May 20; Oldenburg, Germany: ICST (Institute for Computer Sciences, Social-Informatics and Telecommunications Engineering); 2014. p. 205-9. doi: 10.13140/2.1.1201.7925

13. Meng Y, Kim HC. Wearable systems and applications for healthcare. *Computers, Networks, Systems and Industrial Engineering (CNSI), ACIS/JNU International Conference on*; 2011 May 23-25; Jeju Island, South Korea: IEEE; 2011. p. 325-30. doi: 10.1109/CNSI.2011.78.

14. Andreoni G, Standoli CE, Perego P. Defining requirements and related methods for designing sensorized garments. *Sensors* 2016 26;16(6):769. doi: 10.3390/s16060769

15. Park S, Jayaraman S. Enhancing the quality of life through wearable technology. *IEEE Eng Med Biol Mag* 2003;22(3):41-8. doi: 10.1109/MEMB.2003.1213625

Requirements for Designing a Wearable Smart Blanket System for Monitoring Patients in Ambulance

Rezayi Sorayya¹, Safaei Ali Asghar^{2*}, Mohammadzadeh Niloofar³

• Received: 5 Aug, 2018

• Accepted: 17 Jun, 2019

Introduction: Nowadays, smart systems and advanced tools such as wearable systems have grown significantly in order to monitor patients and keep their condition under control. The aim of this study was to determine the requirements for designing a wearable smart blanket system (WSBS) to monitor patients in ambulance instantaneously.

Method: After reviewing the characteristics of wearable systems by conducting a comparative study, the requirements for designing the proposed system were determined using appropriate data collection methods. In the first step, studies were conducted to identify the requirements for the development of wearable systems, and in the second step, a questionnaire obtained from the studies was distributed among specialists, and based on the results obtained from the questionnaire, the requirements for designing the system were determined.

Results: Wearable Smart Blanket System (WSBS) has special functional features such as monitoring of vital signs, ability to communicate with the environment, instantaneous processing of vital signs, the ability to alert when vital signs exceed the threshold, and the ability to record all the patients' vital signs. The main non-functional features of WSBS include easy installation and operation, interoperability, error tolerance, low power consumption, accuracy of signs recording, data evaluation and analysis.

Conclusion: The WSBS records all the vital signs needed for the control of patients seamlessly and provides interpreted data for the ambulatory treatment team. All patients' medical, diagnostic, and monitored health information are stored in the physician assistants' system, and therefore, allows them to provide early diagnosis.

Keywords: Monitoring vital signs, Wearable systems, Wearable smart blanket requirements, Smart sensors and fibers

• **Citation:** Rezayi S, Safaei AA, Mohammadzadeh N. Requirements for Designing a Wearable Smart Blanket System for Monitoring Patients in Ambulance. *Journal of Health and Biomedical Informatics* 2019; 6(2): 90-100. [In Persian]

1. M.Sc. in Medical Informatics, Medical Informatics Dept., Faculty of Medical Sciences, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

2. Assistant Professor, Software Engineering, Medical Informatics Dept., Faculty of Medical Sciences, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

3. Assistant Professor, Health Information Management, Health Information Management Dept., Faculty of Paramedical Sciences, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

***Correspondence:** Medical Informatics Dept., Faculty of Medical Sciences, Tarbiat Modares University, Jalal-e-Al-e-Ahmad Highway, Tehran, Iran

• **Tel:** 021- 82884581

• **Email:** aa.safaei@modares.ac.ir