مقاله پژوهشی

مجله انفورماتیک سلامت و زیست پزشکی
مرکز تحقیقات انفورماتیک پزشکی
دوره ششم شماره دوم. ص ۱۰۰-۹۰، ۱۳۹۸

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

ثریا رضایی[۱]، علی‌اصغر صفائی[۲]*، نیلوفر محمدزاده[۳]

• دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۵/۱۴ • پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۳/۲۷

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 حیانی 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، دقّت 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 محیّا 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): ۱۰۰-۹۰.

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
شماره تماس : ۸۲۸۸۴۵۸۱- ۰۲۱ **Email:** aa.safaei@modares.ac

[Downloaded from jhbmi.ir on 2025-07-03]

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 دوراپزشکی) 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 سرعتِ 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 قابل‌توجهی 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 دقّت 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 بپذیرد 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 سامانه‌هاس 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 blanketرا 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

[Downloaded from jhbmi.ir on 2025-07-03]

BASUخبرگـان علمـی و صـنعتی را از علـم الکترونیـک، ارتباطات، مهندسی پزشکی به منظور توسعه سامانه توزیع شـده بیسیم بر روی بدن را گرد هم آورد؛ ایـن سـامانه بـرای پـایش مستمر بیماران مزمن در مراکز درمانی و خانـه‌ها طراحـی شـد. پروژه BASUMA به دلیل پیشرفت جهانی بیمـاری انسـداد ریوی اساساً برای پیشرفت درمان بیمـاران مبـتلا طراحـی شـد [۹].

هدف مقاله حاضر بررسی و تحلیـل امکانـات و قابلیت‌هـای ارائه شده توسط پتوی هوشمند پوشیدنی برای پایش بیمـاران و پیشنهاد الزامات و نیازمندی‌های لازم برای طراحی مناسب یک سیستم پایشی یکپارچه جهـت کـاربری گروه‌هـای مختلـف در حوزه سلامت می‌باشد.

روش

در این تحقیق پس از مطالعه و بررسی مشخصات و قابلیت‌های ارائه شده توسط سیستم‌های پوشیدنی موجـود در حـوزه پـایش وضـعیت سـلامتی افـراد و دسـته‌بندی ایـن سیسـتم‌ها بـه سیستم‌های مبتنی بر الیاف بر اسـاس یـک مطالعـه تطبیقـی و مقایسـه‌ای، بـه پیشـنهاد الزامـات و نیازمنـدی‌های لازم بـرای طراحی یک سامانه پتوی هوشمند پوشیدنی به منظور بـرآوردن بسیاری از اهداف و نیازمندی‌های حوزه سـلامت و کـاربران آن پرداخته شد.

در این مطالعه به منظـور تعیـین نیازمنـدی‌های کـارکردی و غیرکـارکردی از روش مطالعـه و پرسشـنامه اسـتفاده شـد. در مرحله مطالعه هدف از جمع‌آوری اطلاعـات، مشـخص کـردن قابلیت‌های مورد انتظار از پتوی هوشمند پوشیدنی اسـت. بـرای استخراج قابلیت‌ها ۱۵ مقاله و کتب الکترونیکی با کلیدواژه‌های جستجو نظیر «نیازمندی‌های طراحی سیسـتم‌های پوشـیدنی»، «قابلیت‌های سیستم‌های پوشیدنی» در پایگاه هـای اطلاعـاتی همچـون Pubmed, Springer, IEEE, Web of Science مورد مطالعـه قـرار گرفتنـد. در مرحلـه دوم ابـزار گردآوری اطلاعات پرسشنامه‌ای محقـق سـاخته می‌باشـد کـه 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 اسـتخراج شـده در ۳ محـور اصلی نظیر ویژگی‌های کارکردی نرم‌افزار سـامانه، ویژگی‌هـای سـاختاری بسـتر پتـوی هوشـمند و واحـد قابـل حمـل بیمـار، نیازمندی‌های غیرکارکردی نرم‌افـزار سـامانه تنظـیم و طراحـی شد.

پرسشـنامه طراحـی شـده بـا اسـتفاده از روش نمونـه‌گیری غیراحتمالی آسان (Convenience sampling) توسط یـک دسته از کاربران اصلی سامانه پایش پیشنهادی یعنی پزشکان و تکنسین‌ها تکمیل شد. پرسشنامه طراحی شده دارای ۶۰ گویـه مناسب می‌باشد. هر گویه (سؤال) از ۱ تا ۵)۱-کـاملاً مخـالفم، ۲- مخالفم ۳- نظـری نـدارم ۴- مـوافقم ۵- کـاملاً مـوافقم) امتیازدهی شده است. پرسشنامه تدوین شده توسط ۲۰ نفـر پـر شد و امتیاز هر سـؤال در مجمـوع ۱۰۰ اسـت؛ گویـه‌هایی کـه امتیازشان بالاتر از ۸۰ می‌باشند در اولویت الزامات موردنیاز قرار می‌گیرند. در ادامه به منظور بررسـی پایـایی پرسشـنامه توزیـع شده، مقدار آلفای کرونباخ محاسبه گردید که در ایـن پـژوهش این مقدار برای پرسشنامه طراحی شده برابر ۰/۸۲ به دست آمد. همچنین در این پژوهش از روایی محتوا بـرای بررسـی روایـی پرسشنامه طراحی شده استفاده شد. به ایـن منظـور پرسشـنامه توسط گروهی از خبرگان متشـکل از دو پزشـک و یـک عضـو هیئت علمی انفورماتیک پزشکی مـورد بررسـی قـرار گرفـت و روایی آن تأیید شد.

اطلاعات حاصل از تکمیل پرسشنامه بـا اسـتفاده از نرم‌افـزار SPSS نسخه ۱۶، مورد بررسی و تحلیـل قـرار گرفـت. بـدین منظور با استفاده از آمار توصیفی، مقادیر فراوانی مطلق برای هر یک از سـؤالات پرسشـنامه از دیـدگاه هـر یـک از گروه‌هـای پاسخ‌دهنده و به‌طور کلی از دیدگاه پاسخ‌دهندگان محاسبه شد.

نتایج

نیازمندی‌های یک سیستم نرم‌افزاری به دو دسته نیازمندی‌های کـارکردی و غیرکـارکردی تقسـیم شـدند. نیازمنـدی‌هایی کـه مشخص می‌کنند سیستم باید چـه خـدماتی را فـراهم آورد، بـه ورودی‌های خاص چگونه پاسخ دهد و در شرایط ویـژه چگونـه عمـل کنـد، نیازمنـدی‌های کـارکردی گفتـه می‌شـوند [۱۰] نیازمندی‌های غیرکارکردی، محدودیت‌هایی هستند که بر روی خدمات سیستم اعمال می‌شوند یا سیسـتم تحـت آن‌هـا عمـل می‌کند [۱۰].

در فاز اولیه مدل‌سازی سامانه پتوی پوشیدنی هوشمند بـرای پـایش بیمـاران آمبـولانس تعریـف سـناریوی مناسـب الزامـی می‌باشد. بدین منظور، کتب الکترونیکی در زمینه نیازمندی‌های سامانه پوشیدنی در حوزه سلامت مـورد مطالعـه قـرار گرفتنـد. فاکتورهای اصلی طراحی و پیاده‌سـازی سـامانه‌های پوشـیدنی سلامت با استفاده از مقالات استخراج شده و در جدول ۱ آورده شده‌اند.

[Downloaded from jhbmi.ir on 2025-07-03]

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 دقّت 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 نارضایتی نکند [۱۳].
انتقال/ ذخیره‌سازی داده‌ها	انتقال دادها بایستی به‌وسیله پروتکل‌های ارتباطی استاندارد انجام پذیرد و حافظه کافی برای ذخیره علائم حیاتی در نظر گرفته شود [۱۳].
مقرون‌به‌صرفه	به منظور طراحی و مدل‌سازی بودجه کافی در نظر گرفته شود [۱۴].
تلرانس 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 کارآیی 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 قابل‌حمل 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 کمک‌یار 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.

[Downloaded from jhbmi.ir on 2025-07-03]

- ایـن دسـتگاه (Electrocardiogram) ECG، ریتم تنفسی (photoplethysmogram) PPG 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 کامـل اسـت کـه قابلیـت آنـالیز، مقایسـه، پـردازش سـطح بـالا توسـط الگوریتم‌های پیچیده را دارا می‌باشد. تمام اطلاعات مربـوط بـه علائم حیاتی و سیگنال‌های پزشکی از واحد قابل حمل بیمار به کمک‌یار پزشک ارسال می‌شـوند. همچنـین کمک‌یـار پزشـک هشدارهای موردنیاز را در زمان رخداد ریسک حیاتی بـرای هـر فرد اعلام مـی‌دارد و تمـام سـیگنال‌های پزشـکی بـه صـورت گرافیکی و عددی برای پزشک نمایش داده می‌شـوند. وظـایف کلی نرم‌افزار سامانه پوشیدنی به شرح زیر است:

- مصوّرسازی داده‌های جمع‌آوری شده در زمان آنـی از طریق نرم‌افزار
- ضبط داده‌ها در حین جریان داده‌ها
- دانلود داده‌ها بر روی کمک‌یار پزشک (اطلاعاتی کـه توسط سیستم قابل‌حمـل بیمـار ذخیـره و جمـع‌آوری شده‌اند).
- آنالیز و تحلیل داده‌های ضبط شده به شکل عددی و گرافیکی
- انتقـال اطلاعـات بـه صـورت بیسـیم بـه سیسـتم بیمارستان
- الگوریتم‌های پردازش سیگنال‌های پیچیده

برای پایش وضعیت سلامتی فرد در شرایط اورژانس و حاضر در آمبولانس کنترل برخی شاخص‌های فیزیولـوژیکی و علائـم حیاتی ضروری تلقی می‌شوند؛ بنابراین برای چنین افرادی ثبـت الکتروکاردیوگرام، فشارخون، دمای بدن، میزان اشباع اکسـیژن، ضربان قلب، ریتم تنفسی الزامـی می‌باشـد. در نهایـت پـس از انجام مطالعات و تحلیل سؤالات پاسخ داده شده توسط پزشکان بر آن شدیم تا پنج علائم حیاتی بدن که در بالا متـذکر شـدیم با استفاده از پتوی هوشمند پوشیدنی ثبت کنیم.

تعیین حسگرهای مناسب برای ثبت علائم حیاتی

– دمای بدن

بـرای ثبـت دمـای فـرد در شـرایط اورژانـس می‌تـوان از ترموستورپلاتینی درون محـیط الاسـتیکی شـکل‌پذیر اسـتفاده نمود. در این سامانه پیشنهادی حسگر به همراه محیط واقـع در 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 می‌تـوان از فیبر پلیمـری الکترواکتیـو (Electroactive polymeric fiber) استفاده کرد که بـه راحتـی درون بسـتر پتـو یکپارچـه می‌شوند. با توجه به ایـن کـه فـرد در شـرایط اورژانـس ثابـت هست؛ بنابراین آرتیفکت حرکت دخیل بر ریتم تنفسی نخواهـد بود؛ اما به دلیل اهمیت حرکات و مکان قرارگیـری حسـگرها از بندهای دارای حسگر که متصل به پتو هستند، استفاده شد کـه این بندهای الاستیکی از پشت بایستی به صورت محکم بسـته شوند تا حسگرها سیگنال‌های ریتم تنفسی را بـه درسـتی ثبـت کنند.

– سیگنال‌های قلبی

برای ثبت سیگنال‌های قلبی به وسیله پتوی هوشمند پوشـیدنی می‌توان از الیاف فوم پلیمری روکش نقره استفاده کرد به سـبب آن که این الیاف خاصیت‌های بسیار مهمـی از جملـه رسـانایی بالا، شکل‌پذیری و آنتی‌باکتریال هستند. به منظور کاهش نـویز موجود در سیگنال‌های ثبت شده بایستی از الگوریتم فیلترهـایی نظیر فیلتر همبستگی تکانه وفقی استفاده شود. در ثبت ECG اگر قلّه‌های R را بخواهیم شناسایی کنیم بایستی اولاً سـیگنال استاندارد گردد، دوماً تمام نویزهای سوار شده بر روی سیگنال‌ها از بین بروند به همین سبب علاوه بـر فیلتـر وفقـی می‌تـوان از فیلتر پایین گذر استفاده نمـود. اگـر همـان‌طور کـه گفتـه شـد قلّه‌های R به درستی شناسایی شوند می‌توان تمام آریتمی‌های قلبی را ارزیابی کـرد و بـا اسـتفاده از فواصـل قلّـه‌های 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 بچسـبند، سـطح اکسـیژن خـون را نظارت و در صورت کاهش میزان اکسـیژن آن را اعـلام کننـد، استفاده شود. در این حالت می‌توان از LEDهـای نـور سـبز و قرمز که از مواد آلی ساخته شده‌اند و بر روی قطعـه پلاسـتیک ارتجاعی یکپارچه می‌شوند، استفاده نمود؛ ایـن حسـگرها دارای لفاف‌هایی جهت پیچاندن بـر روی انگشـت اسـت. ایـن پـروب پوشیدنی نیز دارای فوتودیتکتور می‌باشد کـه مقـدار نـور عبـور یافته توسط آن (آشکارساز نوری) دریافت و تبدیل بـه سـیگنال الکتریکی می‌شود.

– تعیین فشارخون

[Downloaded from jhbmi.ir on 2025-07-03]

برای ثبت فشارخون به صورت پیوسته می‌توان 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 می‌باشد. 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 قلّه (بالاترین نقطه) سیگنال فتوپلتیسموگرام (PPG) – و برای تخمین فشارخون دیاستولی از حداقل PPT– فاصله زمانی از پیک موج R الکتروکاردیوگرام تا درّه (پایین‌ترین نقطه) سیگنال فتوپلتیسموگرام (PPG)– استفاده می‌شود.

در ادامه در جدول ۲ به شرح نیازمندی‌های سامانه پتوی هوشمند پوشیدنی به عنوان نیازمندی‌های کارکردی و غیرکارکردی به همراه به فراوانی مطلق سؤالات پرسشنامه از دیدگاه همه پاسخ‌دهندگان پرداخته شد.

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

مجموعه نیازمندی‌های سیستمی نرم‌افزار سامانه (کمک‌یار پزشک)		
نیازمندی کارکردی سامانه	**توصیف نیازمندی**	**فراوانی مطلق هر گویه**
قابلیت ثبت‌نام، ورود و خروج از نرم‌افزار سامانه	پزشک آمبولانس بتواند تراکنش ثبت‌نام (به‌وسیله نام کاربری و رمز عبور)، ورود و خروج را انجام دهد.	۹۷
امکان برقراری ارتباط میان نرم‌افزار سامانه و پرونده الکترونیک سلامت به‌منظور احراز هویت بیمار به‌صورت بیومتریک از طریق اثر انگشت بیمار	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، تاریخچه‌ای وی برای مشاهده پزشک نمایش داده می‌شود.	۸۳
قابلیت ثبت سن و جنس در نرم‌افزار سامانه توسط پزشک	پزشک آمبولانس بایستی سن و جنس بیمار را در نرم‌افزار سامانه وارد کند تا یافته‌های 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 نرم‌افزار سامانه	پزشک بتواند (در موارد مورد نیاز) برای تمام علائم حیاتی حدود آستانه تعیین کند. در غیراینصورت تنظیمات پیش‌فرض سامانه اعمال می‌شود.	۹۰
قابلیت دریافت اطلاعات از مجموعه حسگرها (واحد قابل‌حمل بیمار) توسط نرم‌افزار سامانه	سیستم نرم‌افزار سامانه بایستی تمام علائم حیاتی را از گره مرکزی یعنی واحد قابل‌حمل بیمار به‌صورت بیسیم دریافت کند.	۸۱
قابلیت نمایش علائم حیاتی و سیگنال‌های پزشکی و وضعیت بیمار توسط نرم‌افزار سامانه	سیستم نرم‌افزار سامانه بایستی علائم حیاتی را به‌صورت گرافیکی و عددی نمایش دهد و وضعیت سلامتی فرد را گزارش دهد.	۹۳
قابلیت تولید هشدار توسط نرم‌افزار سامانه برای اعلام شرایط اورژانسی به پزشکان (ماژول هشدار)	در صورت تجاوز علائم حیاتی از حدود آستانه نرمال هشدارهایی تولید شود به عبارتی نرم‌افزار سامانه بایستی امکان اعمال بازخورد آنی برای پزشک را دارا باشد.	۹۶
قابلیت ثبت تشخیص‌های افتراقی، تشخیص‌های نهایی و اقدامات درمانی توسط پزشک	–	۹۵
قابلیت آنالیز و تحلیل داده‌های ضبط‌شده به شکل عددی و گرافیکی توسط نرم‌افزار سامانه	نرم‌افزار سامانه بایستی سیگنال‌ها و داده‌های حیاتی را به شکل عددی و گرافیکی نمایش دهد تا پزشک به‌راحتی بتواند تشخیص خود را اتخاذ نماید.	۹۷
قابلیت برقراری ارتباط نرم‌افزار 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 ذخیره‌سازی علائم و تشکیل پرونده برای بیمار در نرم‌افزار سامانه	در نرم‌افزار سامانه پس از رساندن بیمار به مرکز درمانی پرونده وی ذخیره شود.	۹۶
قابلیت فیلترسازی، استخراج ویژگی، بهینه‌سازی، پردازش سطح بالا توسط نرم‌افزار	– دارای سطح قابل‌قبول هوشمندی برای آنالیز – استخراج دانش و اطلاعات مفید از داده‌های خام – استخراج ویژگی‌های حیاتی از قبیل استخراج ریتم قلب، دوره QRS، نوسانات ریتم قلب، شناسایی امواج قلبی، شناسایی نقاط حداقل و حداکثر سیگنال‌های PPG	۹۲
انتخاب دقیق تعداد حسگرها برای ثبت هریک از علائم	–	۸۲
آلرژی‌زا نبودن حسگرها و الیاف(جنس الیاف و حسگرها)	نصب طولانی‌مدت حسگرها نباید موجب آلرژی و التهاب شوند.	۸۲
انتخاب دقیق مکان دقیق 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 اندام‌های وی برای ثبت سیگنال‌های پزشکی حائز اهمیت می‌باشد. فرد در حالت خوابیده و دست‌های 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 داده‌های صحیح (تماس بسیار نزدیک و متداوم، بدون هیچ‌گونه حرکت).	۸۷

[Downloaded from jhbmi.ir on 2025-07-03]

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

مجموعه نیازمندی‌های سامانه پتوی هوشمند پوشیدنی (الیاف/حسگرها) و واحد قابل‌حمل بیمار		
اندازه ایده آل پتو	سیستم پوشیدنی مذبور بایستی به‌صورت استاندارد برای سنین و جنسیت‌های متفاوت طراحی شود. در این زمینه بایستی سایز بدن و شکل آناتومیکی بدن مرد و زن برای طراحی پتوی هوشمند به‌صورت 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 ضدعفونی 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 ضدعفونی کرد. این عمل از انتقال بیماری‌های واگیر جلوگیری می‌کند. اما شستشو و ضدعفونی نباید تخریب غیرقابل برگشتی را برای سیستم به بار آورد.	۸۳
اندازه‌های موردنیاز برای طراحی سایز استاندارد پتو • عرض شانه‌ها • طول بدن عرض بالای قفسه سینه	در طراحی سایز پتوی هوشمند عرض شانه‌ها، طول بدن، عرض بالای قفسه سینه بایستی استاندارد برای بالغین طراحی گردد.	۸۱
پتو از جنس منسوجاتی چون کتان نرم، پلی‌استر، لای کرای کشباف	جنس پتو بایستی تا حد ممکن کش‌باف، انعطاف‌پذیر، سبک باشد تا بتوان حسگرها را در محل موردنظر 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 آناتومیکی 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 به‌راحتی محکم شده و دمای بدن را ثبت می‌کند.	۸۲
قابلیت ثبت و ذخیره متداوم ریتم تنفسی	ثبت ریتم تنفسی:ثبت متداوم	۸۳
مکان دقیق نصب حسگرها چند ناحیه آناتومیکی: ▪ الکترود در قفسه سینه میان الکترودهای ECG ▪ الکترود در شکم میان الکترودهای ECG	این حسگرها حرکات قفسه سینه و شکم را ثبت می‌کنند و سیگنال‌های تنفسی فرد حاصل می‌شود.	۹۰
قابلیت ثبت و ذخیره متداوم سیگنال‌های ECG	ثبت الکتروکاردیوگرام: ثبت متداوم	۹۰
مکان دقیق نصب الکترودهای ECG اگر بخواهیم سیگنال‌های باکیفیت‌تر داشته باشیم: RA,LA,LL,RL,V_1	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 متداوم اشباع اکسیژن	ثبت اشباع اکسیژن: ثبت متداوم	۹۰
مکان دقیق نصب حسگر ثبت PPG، Spo2 انگشت اشاره فرد	به دلیل این‌که 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 متداوم فشارخون	ثبت فشارخون: ثبت مداوم	۹۶
به منظور اندازه‌گیری فشارخون سیگنال‌های PPG و ECG ثبت می‌شوند: • حسگر نوری با نور مادون قرمز طول موج ۹۰۰ نانومتر برای ثبت سیگنال‌های PPG ECG فرد توسط الکترودهای هوشمند	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
قابلیت ثبت و ذخیره متداوم ضربان قلب	ثبت ضربان قلب: ثبت متداوم	۹۰
استفاده از الکتروکاردیوگرام پردازش‌شده و بهینه‌شده به‌منظور پایش ضربان قلب	سیستم هوشمند کمک یار پزشک فاصله امواج R راشناسایی 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 آن‌که نیاز به نصب حسگر ثبت جداگانه‌ای داشته باشیم.	۸۲

[Downloaded from jhbmi.ir on 2025-07-03]

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

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

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 ناتوانایی‌ها 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 آناتومیکی را به همرا دارند. سیگنال‌های پزشکی با صحت و دقّت 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 برروی بستر سیستم‌های پوشیدنی قابلیت ضبط علائم را دارا هستند و پردازش‌هایی بر روی این

[Downloaded from jhbmi.ir on 2025-07-03]

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 برروی 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 پیزوالکتریکی، 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 کارکردی خاصی همچوم پایش و ثبت علائم حیاتی، قابلیت ارتباط با محیط اطراف، تفسیر علائم حیاتی، ضبط سیگنال‌های پزشکی و غیره را داراست. خصوصیات غیرکارکردی 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 مذبور در مقایسه با سایر سامانه‌های پوشیدنی ذکر شده در بخش مقدمه تمام علائم حیاتی موردنیاز برای کنترل افراد را به صورت یکپارچه ثبت کرده و داده‌های تفسیرشده‌ای را برای گروه درمان حاضر در آمبولانس ارائه می‌دهد. بدین‌ترتیب تمام اطلاعات درمانی، تشخیصی، پایشی فرد در سیستم کمک‌یار پزشک ذخیره می‌شوند و این قابلیت را برای پزشک آمبولانس محیا می‌سازد تا به صورت زودهنگام و بدون از دست دادن وقت تشخیص اولیه را اتخاذ بنماید. سیستم 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 هرکدام 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 Specification) SRS 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 زودهنگام 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 منافعی ندارد.

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

[Downloaded from jhbmi.ir on 2025-07-03]

(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 Engineerng. 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

[Downloaded from jhbmi.ir on 2025-07-03]

Original Article

Journal of Health and Biomedical Informatics
Medical Informatics Research Center
2019; 6(2): 90-100

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

Rezayi Sorayya[1], Safaei Ali Asghar[2]*, Mohammadzadeh Niloofar[3]

• **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

[Downloaded from jhbmi.ir on 2025-07-03]