مدل خوشه‌بندی ابزارها و نرم‌افزارهای پایش جسمی بیمار در محیط اینترنت اشیا در حوزه سلامت

محسن قنواتی‌نژاد[۱]، مهدیه توکلی[۲]، محمدمهدی سپهری[۳*]

تاریخ دریافت: ۹۶/۸/۳ تاریخ پذیرش: ۹۸/۷/۲۴

چکیده:

زمینه و هدف: *امروزه با افزایش تقاضای درمان، بیماران با کمک اینترنت اشیا مراقبت و پایش می‌شوند. فناوری‌های پایش جسمی بیمار در محیط اینترنت اشیا شامل اندازه‌گیری ضربان قلب، فشارخون، قند خون و دیگر علائم حیاتی هستند. هدف مقاله، ارائه مدل خوشه‌بندی فناوری‌های مذکور با استفاده از تکنیک‌های داده‌کاوی است تا مناسب‌ترین فناوری، طبق نیازها و ویژگی‌های کاربر انتخاب شود.*

مواد و روش‌ها: *پژوهش حاضر، مروری و از منظر نتیجه کاربردی می‌باشد. داده‌ها شامل شش مشخصه منحصربه‌فرد ۶۰ فناوری منتخب، شامل کاربرد، قیمت، نحوه اتصال، منبع تغذیه، مکان استفاده و نوع استفاده می‌باشد که از سایت‌های توسعه و تبلیغات فناوری‌ها و همچنین بررسی مقالات مرتبط استخراج شده است. روش تجزیه‌وتحلیل داده‌ها، تکنیک خوشه‌بندی و الگوریتم K-medoids است. هم‌چنین برای شناسایی مؤثرترین مشخصه‌ها، از الگوریتم جنگل تصادفی استفاده شده است.*

یافته‌ها: *مدل ارائه شده، با در نظر گرفتن مشخصه‌های انتخاب شده کاربر به عنوان ورودی، خوشه‌ای از فناوری‌ها را به عنوان خروجی مدل ارائه می‌دهد. مطابق با الگوریتم، داده‌ها در بهترین حالت در چهار دسته خوشه‌بندی شدند. شاخص سیلوئت برای چهار خوشه، مقدار ۰/۴۵ شده است که اعتبار مدل را نشان می‌دهد. با اجرای الگوریتم جنگل تصادفی، نوع کاربرد و پس از آن قیمت، بیشترین تاثیر را در خوشه‌بندی داشته‌اند.*

نتیجه‌گیری: *توسط مدل پیشنهادی پژوهش، بیماران یا کاربران می‌توانند مناسب‌ترین فناوری را بر حسب نوع بیماری و دیگر ویژگی‌های موثر همچون قیمت، بیابند و به این ترتیب با پایش جسمی درست و لحظه‌به‌لحظه، آمار پیشروی بیماری‌ها کمتر و پیشگیری آن‌ها بهتر انجام گیرد.*

کلمات کلیدی: *پایش بیمار، ابزار و نرم‌افزار، اینترنت اشیا در سلامت، خوشه‌بندی*

[۱] کارشناسی ارشد مهندسی صنایع، گرایش سیستم های سلامت، دانشکده مهندسی صنایع و سیستم‌ها، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
[۲] کارشناسی ارشد مهندسی صنایع، گرایش سیستم های سلامت، دانشکده مهندسی صنایع و سیستم‌ها، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
[۳] استاد گروه مهندسی سیستم‌های سلامت، دانشکده مهندسی صنایع و سیستم‌ها، دانشگاه تربیت مدرس (*نویسنده مسئول)، آدرس: دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده مهندسی صنایع و سیستم ها، طبقه نهم غربی، تلفن: 82883379-21-98+, mehdi.sepehri@gmail.com

[Downloaded from jhosp.tums.ac.ir on 2026-03-14]

مقدمه:

پیدایش اینترنت و گسترش آن تغییرات زیادی را در هر علم و صنعتی ایجاد کرده است، علم پزشکی نیز از این قاعده مستثنی نبوده است. اینترنت در توسعه و بهبود ارائه خدمات پزشکی تأثیرات بسزایی داشته است(۱). پس از گسترش اینترنت در حوزه سلامت، بحث سلامت الکترونیک مطرح شد. در واقع سلامت الکترونیک روش تازه‌ای در مراقبت‌های بهداشتی، تشخیصی و درمانی است که با فرآیندهای الکترونیکی و ارتباطی پشتیبانی می‌شود(۲).

بیشتر کشورهای دنیا با مشکلات مهمی درباره خدمات سیستم سلامت مواجه هستند. این مشکلات شامل افزایش تقاضا به خدمات حوزه سلامت به دلیل افزایش تعداد افراد سالمند و تغییر سبک زندگی، افزایش تقاضا برای دسترسی به بیمارستان‌ها، تقاضای داشتن خدمات سلامت در خانه، نیاز به خدمات با کیفیت بهتر و هزینه کمتر، سختی‌های مراقبت از افراد بیمار به‌خصوص سالمندان و مواردی از این قبیل می‌باشند(۳). به دنبال افزایش تقاضا به خدمات سلامت، تقاضا به درمان نیز افزایش می‌یابد. به همین دلیل پایش جسمی بیمار در دوره درمانی بیماران از اهمیت بالایی برخوردار است. در پایش جسمی بیمار، هدف آن است که گروه درمانی از وضعیت لحظه‌به‌لحظه بیمار در مدت‌زمان طولانی آگاه باشند تا بتوانند مراقبت و خدمات بهتری را به او ارائه دهند و بدین ترتیب تشخیص سریع علائم بیماری، از بروز آن جلوگیری کنند(۴).

در این راستا، امروزه از فناوری‌های ارتباطی و اینترنت در سرتاسر جهان، برای امور مختلف در حوزه سلامت و به خصوص پایش جسمی بیمار استفاده می‌شود(۵). اینترنت اشیا[1] یکی از حوزه‌هایی است که توجه ویژه‌ای طی سال‌های اخیر به آن شده است (۶).

اصطلاح اینترنت اشیا اولین بار توسط کوین اشتون در سال ۱۹۹۹ مطرح گردید. او جهانی را توصیف کرد که در آن اشیاء، برای خود هویت دیجیتال داشته باشد و کامپیوترها آن‌ها را سازمان‌دهی و مدیریت کنند(۷). اینترنت اشیا می‌تواند در زمینه‌های مختلف درمانی ازجمله سیستم مراقبت از راه دور بیماران و سیستم هشداردهنده موارد اورژانسی مورد استفاده قرار گیرد. این موارد می‌تواند شامل سیستم اندازه‌گیری ضربان قلب، فشارخون، قند خون، چربی خون، دمای بدن، تعداد تنفس، امواج مغز یا میزان حرکت بیمار و تعادل وی باشد(۸). امروزه ابزارها و نرم‌افزارهای زیادی در بازار برای پایش جسمی بیماران وجود دارد. یکی از دغدغه‌های کاربران این فناوری‌ها و تکنولوژی‌ها، انتخاب محصولی است که بتواند به‌خوبی نیاز آن‌ها را با توجه به مشخصه‌های موردنیازشان برطرف نماید. با توجه به گستردگی و تنوع فناوری‌های اینترنت اشیا در حوزه سلامت، وجود مدلی جهت خوشه‌بندی فناوری‌های مذکور می‌تواند مفید باشد. مدل خوشه‌بندی متناسب با نیاز کاربران می‌تواند به عنوان راهنمایی در انتخاب دقیق‌تر افراد جهت برآورده کردن نیازشان باشد.

خوشه‌بندی یکی از تکنیک‌های داده‌کاوی است. درواقع خوشه‌بندی، فرآیند سازمان‌دهی عناصر به گروه‌هایی است که اجزای آن به هم شبیه هستند(۹). در خوشه‌بندی، سعی می‌شود تا داده‌ها به خوشه‌هایی تقسیم شوند که داده‌های هر خوشه نسبت به همدیگر حداکثر تشابه و نسبت به دیگر خوشه‌ها کمترین تشابه را داشته باشند.

داده‌کاوی در حوزه سلامت کاربردهای فراوانی دارد و طی سال‌های اخیر، توجه بالایی به آن شده است. از آن جمله می‌توان به پژوهش فرانسیسکو گارگیلو و همکاران اشاره نمود. در این مقاله، یک روش مبتنی بر خوشه‌بندی برای پشتیبانی از تبدیل مشخصات پزشکی به مدل‌های نرم‌افزاری ارائه شده است. هدف این مدل، خوشه‌بندی اسناد پزشکی با توجه به مشخصه‌های هر مورد با استفاده از الگوریتم خوشه‌بندی می‌باشد. این فرآیند تا پیش از مدل مذکور، به صورت دستی انجام می‌گردید که فرآیندی طولانی، خسته‌کننده و پر از خطا بود(۱۰). هم‌چنین هایند بنگویی و همکاران مقاله‌ای جهت بررسی الگوریتم‌های خوشه‌بندی کلان داده‌های[2] اپلیکیشن‌های اینترنت اشیا ارائه داده‌اند. در این مقاله، الگوریتم‌های مختلف خوشه‌بندی مورد بررسی قرار گرفت. در واقع هدف این پژوهش، شناسایی و برطرف کردن شکاف تحقیق بین الگوریتم‌های خوشه‌بندی کلان داده‌ها و محیط اینترنت اشیا است. یافته‌های این مطالعه نشان می‌دهد که الگوریتم‌هایی مانند K-means و K-medoids، در این زمینه کاربرد مناسبی دارند(۱۱).

کوما سنگور و همکارش نیز مدل خوشه‌بندی برای فناوری‌های تصویربرداری پزشکی ارائه دادند. در این مقاله فناوری‌های تصویربرداری مطابق با شاخص‌های تصویربرداری و هم‌چنین ظرفیت آن‌ها، خوشه‌بندی شدند. طبق یافته‌های این پژوهش دیده شد که ۱۲ فناوری مورد بررسی در این پژوهش، در چهار خوشه، دسته‌بندی شدند(۱۲). هم‌چنین سپهری و همکاران در بیمارستان شهید هاشمی‌نژاد تهران برای تعیین نوع درمان سنگ حالب از راهکار داده‌کاوی استفاده کردند. در این پژوهش، یک الگوریتم درختی ارائه شده است که پزشک

[1] Internet of Things (IOT)

[2] Big Data

[Downloaded from jhosp.tums.ac.ir on 2026-03-14]

Published By Tehran University Of Medical Sciences: www.TUMS.ac.ir

بر اساس آن درمانی را که میزان موفقیت بالاتری برای بیمار دارد انتخاب می‌کند. بررسی‌ها نشان داده است که میزان عملکرد این الگوریتم ۷۷ درصد بوده و بسیار بهتر از عملکرد الگوریتم بیمارستانی و مدل ذهنی پزشکان بوده است(۱۳).

هم‌چنین از داده‌کاوی در کنترل عفونت‌های بیمارستانی نیز استفاده شده است. در ایالات‌متحده سالانه ۲ میلیون نفر به عفونت‌های بیمارستانی مبتلا می‌شوند، لذا تمرکز زیادی برای شناسایی این بیماران صورت گرفته است. به‌عنوان‌مثال در ایالت آلباما نوعی سیستم نظارتی وجود دارد که از تکنیک‌های داده‌کاوی استفاده می‌کند. این سیستم با استفاده از قوانین و روابط داده‌کاوی و به‌خصوص تکنیک‌های خوشه‌بندی بر روی کشت خون بیمار و داده‌های بالینی به‌دست‌آمده از سیستم اطلاعات آزمایشگاه، الگوهای جدید و جالب‌توجهی را مشخص می‌سازد و ماهانه الگوهایی را که توسط کارشناسان کنترل عفونت مورد بررسی قرار می‌گیرد، تهیه می‌کند. سازندگان این سیستم دریافته‌اند که ارتقای کنترل عفونت با سیستم داده‌کاوی حساس‌تر از سیستم کنترل عفونت سنتی عمل می‌کند(۱۴).

در رتبه‌بندی بیمارستان‌ها نیز می‌توان از داده‌کاوی استفاده نمود. رتبه‌بندی بیمارستان‌ها و برنامه‌های بهداشتی بر مبنای اطلاعات گزارش‌شده توسط ارائه‌دهندگان خدمات سلامت است؛ بنابراین گزارش‌دهی استاندارد برای مقایسه معنی‌دار بیمارستان‌ها و رتبه‌بندی آن‌ها بسیار مهم است. ازجمله شیوه‌های استاندارد کردن این گزارش‌ها استفاده از تکنیک‌های داده‌کاوی هست، به‌عنوان‌مثال اگر کدهای عوامل خطر اختصاص‌یافته به پرونده‌های بیمار با تکنیک‌های داده‌کاوی مانند خوشه‌بندی همراه شود، می‌تواند به ایجاد گزارش‌هایی بیانجامد که نرخ واقعی میزان ناخوشی‌ها، مرگ‌ومیر و سایر شاخص‌های کیفیت را تعیین کند(۱۵).

بنابراین، طبق توضیحات ارائه شده در زمینه ظهور و توسعه فناوری‌های اینترنت اشیا، هدف از این پژوهش ارائه مدل خوشه‌بندی برای سخت‌افزارها و نرم‌افزارهای پایش جسمی بیمار در محیط اینترنت اشیا در سلامت با استفاده از تکنیک‌های داده‌کاوی است به‌طوری‌که بر اساس نیاز و مشخصه‌های کاربر، به نتایج مناسب‌تری در انتخاب این فناوری‌ها دست‌یافت؛ به عبارت دیگر، مخاطب با وارد کردن مشخصه‌های مورد نظر خود در مدل، خوشه‌ای از فناوری‌های مرتبط با نیاز خود را شناسایی کند و نیاز خود را برآورده نماید. شکل (۱) مدل مفهومی مسئله را جهت روشن نمودن محوریت موضوع پژوهش نشان می‌دهد. دیده می‌شود که شش مشخصه، ورودی‌های مدل خوشه‌بندی بوده و با استفاده از الگوریتم K-medoids، مدل خوشه‌بندی مورد نظر ارائه می‌گردد.

شکل ۱. مدل مفهومی پژوهش

مواد و روش‌ها:

پژوهش حاضر از نوع مطالعات مروری و از منظر نتیجه کاربردی است. در این پژوهش ابتدا، به‌منظور شناسایی ابزارها و فناوری‌های پایش جسمی بیمار در محیط اینترنت اشیا، وب‌سایت‌های مربوط به معرفی، تحقیق و توسعه، فروش و تبلیغات این نوع فناوری‌ها بررسی شده است. هم‌چنین مقالاتی که به این فناوری‌ها پرداخته بودند نیز مطالعه شد. سپس ویژگی‌های منحصربه‌فرد فناوری‌های موجود مانند کاربرد، قیمت، نحوه اتصال، منبع تغذیه، مکان استفاده و نوع آن استخراج شد و درنهایت تعداد ۶۰ فناوری و نرم‌افزار به‌طور کامل مورد بررسی قرار گرفت. در ادامه نیز با استفاده از مفاهیم داده‌کاوی، مدل خوشه‌بندی آن‌ها ارائه خواهد شد.

[Downloaded from jhosp.tums.ac.ir on 2026-03-14]

خوشه‌بندی[1] یکی از تکنیک‌های داده‌کاوی است. داده‌کاوی به بررسی و تجزیه‌وتحلیل مقادیر عظیمی از داده‌ها به‌منظور کشف الگوها و قوانین معنی‌دار اطلاق می‌شود که عمدتاً از طریق ساختن مدل‌ها و الگوریتم‌ها، ورودی‌ها را با هدف یا مقصد خاصی مرتبط می‌نمایند(۱۶). هم‌چنین برای به دست آوردن مدل خوشه‌بندی نیاز است تا تعدادی مشخصه به‌عنوان ورودی مدل در نظر گرفته شود تا نتایج حاصل از خوشه‌بندی به‌عنوان خروجی مدل باشند. به‌طورکلی خوشه‌بندی عملیاتی غیر نظارتی است که جهت یافتن گروه‌هایی از داده‌های مشابه استفاده می‌شود، بدون اینکه از قبل پیش‌بینی درباره شباهت‌های موجود صورت گرفته باشد(۱۷). از پرکاربردترین الگوریتم‌های خوشه‌بندی الگوریتم‌های K-Means و K-Medoids است. حرف kدر اسم این الگوریتم‌ها به این واقعیت اشاره دارد که هدف این الگوریتم پیدا کردن تعداد ثابتی از خوشه‌ها بر اساس نزدیکی نقاط داده‌ها به هم است(۱۸). الگوریتم K-Means پارامتر ورودی k را می‌گیرد و مجموع n موضوع را به k خوشه، دسته‌بندی می‌کند به صورتی که شباهت درون خوشه‌ها زیاد و شباهت بین خوشه‌ها کم باشد. شباهت خوشه با توجه به مقدار میانگین موضوع‌های درون خوشه اندازه‌گیری می‌شود.

الگوریتم k-means نسبت به نقاط دور افتاده حساس است بنابراین برای پایگاه‌های بزرگ داده، توزیع داده‌ها با اختلال مواجه می‌شود. به همین دلیل به جای اینکه مقدار میانگین داده‌های درون یک خوشه را به عنوان یک نقطه مرجع در نظر بگیریم، می‌توانیم از مدوئید استفاده کنیم. راهبرد مقدماتی الگوریتم‌های خوشه‌بندی K-medoids این است که n موضوع را به k خوشه بخش‌بندی کند. این کار از طریق پیدا کردن یک موضوع نماینده مدوئید به صورت انتخابی برای هر خوشه انجام می‌شود. سپس این راهبرد یکی از مدوئیدها را تا زمانی که کیفیت خوشه‌بندی نهایی در حال بهبود است با یکی از نامدوئیدها به طور تکراری جایگزین می‌کند. کیفیت جایگزینی با تابع هزینه برآورد می‌شود که این تابع، متوسط عدم تشابه بین یک موضوع و مدوئید آن خوشه را اندازه‌گیری می‌کند(۱۹). در این پژوهش از الگوریتم K-medoids استفاده شده است.

مراحل اجرای الگوریتم K-medoids به‌صورت زیر است:

۱- ابتدا از مجموعه‌های داده‌های آموزشی، k نقطه به‌عنوان مراکز اولیه خوشه‌ها به‌صورت تصادفی انتخاب می‌شوند.

۲- هر یک از داده‌ها با توجه به میزان شباهت به یکی از این خوشه‌ها نسبت داده می‌شوند. میانگین داده‌های هر خوشه به عنوان مراکز جدید در نظر گرفته می‌شود.

۳- مرحله ۲ آن‌قدر تکرار می‌شود که مراکز خوشه‌ها دیگر تغییر نکند.

در ادامه نیز جهت اعتبار سنجی خوشه‌بندی از شاخص سایه روشن استفاده شده است. شاخص سایه‌روشن یکی از معیارهای متداول اعتبارسنجی خوشه‌بندی است و دو معیار فواصل درون خوشه‌ای و برون خوشه‌ای را هم‌زمان در نظر می‌گیرد(۲۰). معادلات ۱ و ۲ نحوه محاسبه این شاخص را نشان می‌دهد که در آن $a(i)$ فاصله درون خوشه‌ای و $b(i)$ فاصله برون‌خوشه‌ای را نشان می‌دهد.

$$s(i) = \frac{b(i) - a(i)}{\max\{a(i), b(i)\}} \quad (۱)$$

$$s(i) = \begin{cases} 1 - \frac{a(i)}{b(i)}, & if\ a(i) < b(i) \\ 0, & if\ a(i) = b(i) \\ \frac{a(i)}{b(i)} - 1, & if\ a(i) > b(i) \end{cases} \quad (۲)$$

همچنین برای تعیین مهم‌ترین مشخصه، تکنیک جنگل تصادفی مورد استفاده قرار گرفته است. جنگل تصادفی یک الگوریتم یادگیری ماشینی است که در سال ۲۰۰۱ توسط بریمن در دانشگاه استنفورد ساخته شد. جنگل تصادفی مجموعه‌ای از درخت‌های تصمیم است که به تمام آن‌ها یک بردار ورودی برای کلاس‌بندی داده می‌شود. هر درخت بردار را به یک کلاس اختصاص یا به عبارتی به آن رأی می‌دهد. در انتها کلاسی انتخاب می‌شود که بیشترین رأی را آورده است(۲۱).

در این پژوهش از نرم‌افزار R استفاده‌شده است. این نرم‌افزار یک‌زبان برنامه‌نویسی و محیط نرم‌افزاری برای محاسبات آماری و علم داده‌ها است که اکثر زمینه‌های آمار کاربردی مانند تحلیل سری‌های زمانی، رگرسیون خطی و غیرخطی، آزمون فرض‌های کلاسیک، کدگذاری و خوشه‌بندی را پوشش می‌دهد و همچنین نرم‌افزار قدرتمندی برای ایجاد اشکال گرافیکی و نمودارهاست(۲۲).

یافته‌ها:

همان‌طور که گفته شد برای انجام خوشه‌بندی و ارائه مدل، باید مشخصه‌هایی به‌عنوان ورودی تعریف گردد. در این پژوهش شش مشخصه در نظر گرفته‌شده است. این مشخصه‌ها شامل کاربرد، قیمت، نحوه اتصال، منبع تغذیه، مکان استفاده

[1] Clustering

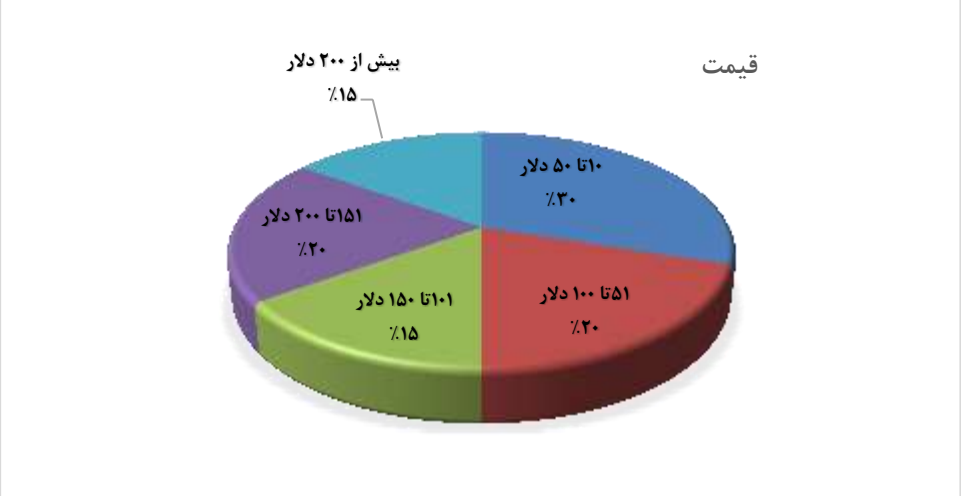
[Downloaded from jhosp.tums.ac.ir on 2026-03-14]

Published By Tehran University Of Medical Sciences: www.TUMS.ac.ir

و نوع استفاده هستند و با توجه به اطلاعات موجود، نظرات خبرگان و هم‌چنین نیاز کاربران به‌دست‌آمده‌اند. منظور از کاربرد، نوع داده‌ای است که ابزار، قابلیت ثبت آن را دارد. پایش علائم حیاتی، اندازه‌گیری چربی خون، اندازه‌گیری قند خون، پایش فعالیت و پایش امواج مغز ازجمله موارد قابل پایش می‌باشند. شکل (۲) توزیع درصد فراوانی فناوری‌های پایشگر جسمی را ازلحاظ کاربرد نشان می‌دهد.

محصولات مورد بررسی در این پژوهش قیمت‌های متفاوتی دارند. به همین دلیل، قیمت محصولات نیز به‌عنوان یک مشخصه مهم در نظر گرفته‌شده است. طیف‌های در نظر گرفته‌شده در این پژوهش به همراه توزیع درصد فراوانی فناوری‌های پایش جسمی در شکل (۳) نشان داده شده است.

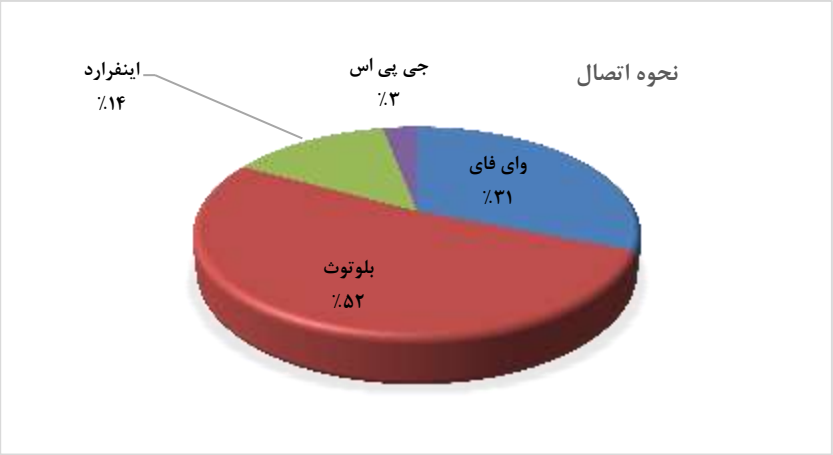
شکل ۲. توزیع درصد فراوانی ابزارهای پایش جسمی از لحاظ مشخصه کاربرد



شکل ۳. توزیع درصد فراوانی ابزارهای پایش جسمی از لحاظ مشخصه قیمت

فناوری‌ها و محصولات موردنظر از روش‌های مختلفی به دستگاه‌های اطلاع‌رسان و پردازش داده متصل می‌شوند. بررسی‌ها نشان داد که نوع اتصال نیز از نظر بیماران و افراد مراجعه‌کننده به استفاده از این فناوری‌ها، مهم به شمار می‌آید. نحوه اتصال وسایل از ۴ طریق وای‌فای (WiFi)، بلوتوث (Bluetooth)، اینفرارد (Infrared) و جی‌پی‌اس (GPS) هست که توزیع درصد فراوانی آن‌ها در شکل (۴) نشان داده‌شده است.

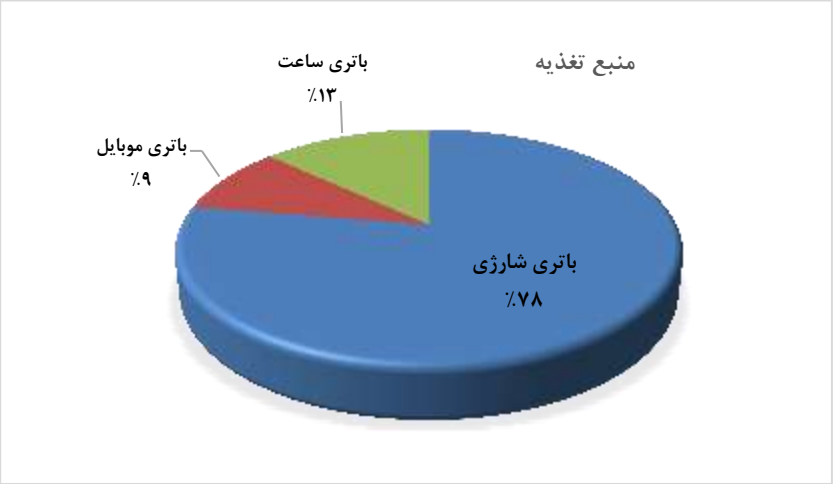
[Downloaded from jhosp.tums.ac.ir on 2026-03-14]



شکل ۴. توزیع درصد فراوانی ابزارهای پایش جسمی از لحاظ مشخصه نحوه اتصال

مشخصه منبع تغذیه ابزارها و فناوری‌های پایش جسمی بیمار دارای انواع باتری موبایل، باتری ساعت و باتری شارژی می‌باشد. توزیع درصد فراوانی منبع تغذیه ابزارها در شکل(۵) نشان داده‌شده است.

مشخصه پنجم مربوط به مکان استفاده از این فناوری‌ها می‌باشد. مکان استفاده از این محصولات، درون بیمارستان، بیرون بیمارستان، یا توامان درون و بیرون بیمارستان هست. محصولات درون بیمارستان در راستای بهبود فرآیندها و فعالیت‌های بیمارستانی هست و محصولات بیرون بیمارستان اکثراً برای مراقبت‌های درون منزل می‌باشند. برخی از این محصولات نیز برای هم درون و هم بیرون بیمارستان قابل‌استفاده است. شکل (۶) توزیع درصد فراوانی بر اساس مشخصه مکان استفاده را نشان می‌دهد.



شکل ۵. توزیع درصد فراوانی ابزارهای پایش جسمی از لحاظ مشخصه منبع تغذیه

شکل ۶. توزیع درصد فراوانی ابزارهای پایش جسمی از لحاظ مشخصه مکان استفاده

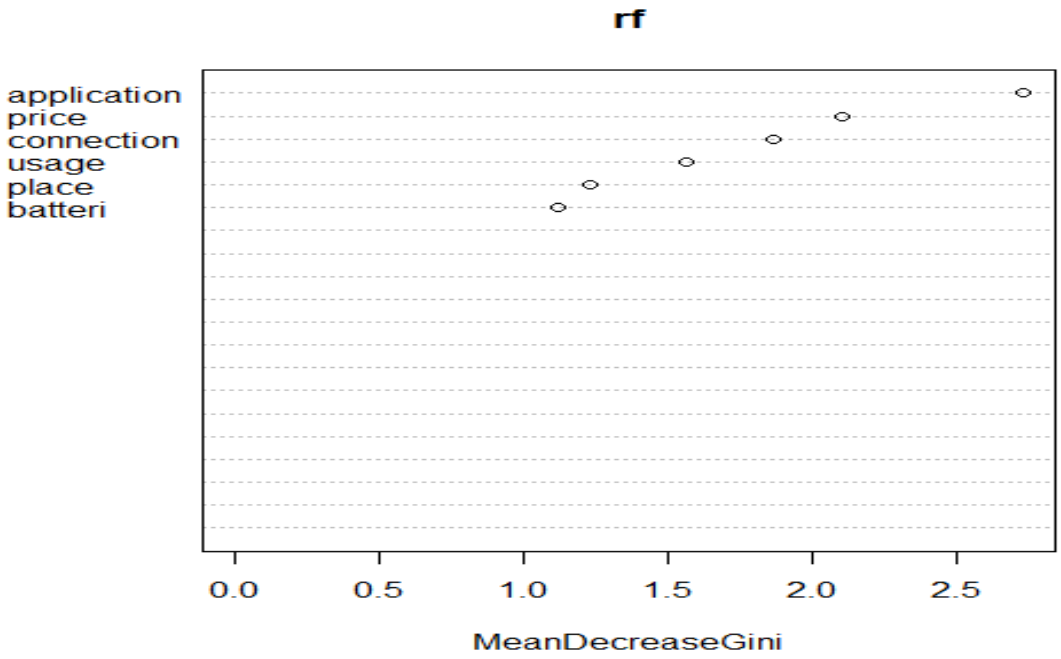
[Downloaded from jhosp.tums.ac.ir on 2026-03-14]

شکل ۷. توزیع درصد فراوانی ابزارهای پایش جسمی از لحاظ نحوه استفاده

منظور از نحوه استفاده از این فناوری‌ها چگونگی وصل کردن آن‌ها به فرد یا بیمار است که شامل تماسی، مگنت، پوشیدنی و زیرپوستی است. در شکل (۷) توزیع درصد فراوانی نحوه استفاده ابزارها را نشان می‌دهد.

مطابق با الگوریتمK-medoids ، داده‌های مسئله خوشه‌بندی در بهترین حالت در چهار دسته خوشه‌بندی شدند. به این ترتیب مطابق با خواسته بیمار، بهترین خوشه‌ای که نزدیک‌ترین محصولات به مشخصه‌های انتخابی را در خود جای داده است، به‌عنوان خروجی مدل نشان داده می‌شود. بعد از انجام خوشه‌بندی با استفاده از شاخص سایه‌روشن، اعتبار مدل بررسی گردید. هر چه شاخص سیلوئت به یک نزدیک‌تر باشد بهتر است و نشان می‌دهد داده‌های داخل هر خوشه به هم شبیه‌تر و داده‌های خوشه‌های متفاوت، تفاوت بیشتری باهم دارند. شاخص سیلوئت برای چهار خوشه، مقدار ۰/۴۵ شده است. این مقدار شاخص، اعتبار مدل را نشان می‌دهد.

همان‌طور که از شکل (۸) پیداست، بعد از اجرای کد جنگل تصادفی در نرم‌افزار R، نوع کاربرد و پس‌ازآن قیمت بیشترین تأثیر را در خوشه‌بندی داشته‌اند.



شکل ۸. اجرای جنگل تصادفی برای انتخاب مشخصه اثرگذار

[Downloaded from jhosp.tums.ac.ir on 2026-03-14]

بحث و نتیجه‌گیری:

با افزایش بیماری‌ها، پیچیدگی‌های سلامت و بالا رفتن میانگین سنی جوامع و پیر شدن آن‌ها، برای بهبود وضعیت سلامت، استفاده از تکنولوژی‌های اطلاعاتی ارتباطی امری ضروری به نظر می‌آید. با توجه به استفاده رو به افزایش از تلفن همراه و دیگر فناوری‌ها، می‌توان به موضوع استفاده از آن‌ها به عنوان پایشگر برای گرفتن عکس و فیلم و ثبت اطلاعات از وضعیت جسمی افراد اشاره کرد. این افراد می‌توانند بیماران باشند که هدف استفاده از فناوری‌ها، انجام درمان و مراقبت از آن‌ها در زمان مناسب و با کیفیت بالا خواهد بود. از طرفی افراد سالم نیز برای پیشگیری از بیماری و حفظ سلامتی خود از این فناوری‌ها بهره می‌جویند(۲۳). اینترنت اشیا کاربردهای بسیاری در حوزه‌های مختلف دارد که یکی از کاربردهای آن حوزه سلامت است. کاربردهای اینترنت اشیا بازار بالقوه‌ی آینده‌داری در حوزه خدمات سلامت الکترونیک و صنعت ارتباطات از راه دور دارد. اینترنت اشیا می‌تواند با افزایش هوشمندی کسب‌وکار در بیمارستان‌ها و مراکز درمانی، خدمت‌رسانی به بیماران را آسان‌تر کند(۲۴).

می‌توان گفت اینترنت اشیا به محیطی اطلاق می‌شود که هر چیز اعم از انسان، حیوان یا وسایل بی‌جان در آن دارای یک شناسه یکتا می‌باشند که توانایی شناسایی، کنترل، فرستادن و انتقال داده به یکدیگر و پایگاه داده مربوطه را دارند. داده‌های جمع‌آوری‌شده از اشیا توسط ابزارهای مختلفی از قبیل گوشی‌های تلفن همراه، انواع رایانه‌ها و تبلت‌ها، قابل مشاهده خواهند بود. در صورت پیاده‌سازی اینترنت اشیا قابلیت انتقال اطلاعات میان اشیای گوناگون به وجود می‌آید. در واقع اینترنت اشیا حاصل همگرایی و تکامل اینترنت و فناوری بی‌سیم است(۶). هم‌چنین اینترنت اشیا زمینه‌های بهبود سلامتی و پیشگیری از بیماری‌ها را با نظارت‌های مدوام بر فعالیت افراد یا مستعد بیماری فراهم می‌کند. کاربردهای اینترنت اشیا می‌تواند به توسعه پلتفرم‌هایی ختم شود که با افزایش هوشمندی سلامت، خدمات نوآورانه‌ای را برای بیماران و نیازمندان به مراقبت‌های پزشکی فراهم کنند و علاوه بر بهبود کیفیت زندگی مردم جامعه، به ارتقای سلامت، امنیت، دسترسی آسان به خدمات مراقبتی و مراقبت‌های مداوم و پشتیبانی سریع بپردازند(۲۵).

با رشد فناوری‌ها و هم‌چنین توسعه تکنیک‌های داده‌کاوی، مدل‌های مختلفی جهت کاهش خطاهای عملکردی و افزایش بازدهی در انتخاب فناوری مناسب مانند مدل مقاله حاضر ارائه شده است. همان طور که کوما سنگور فناوری‌های تصویربرداری را با استفاده از الگوریتم‌های مناسب، خوشه‌بندی کرده است(۱۲). هم‌چنین گارگیلو به خوشه‌بندی مشخصات و مصادیق پزشکی در بیمارستان‌ها پرداخته است. مدل او با استفاده از الگوریتم‌های خوشه‌بندی سلسله مراتبی انجام شده است که کمک بسیاری به کارمندان بیمارستان که تا قبل از ارائه مدل، در فرآیندی سخت و طولانی و پر از خطا، به دسته‌بندی مصادیق پزشکی اقدام می‌کردند(۱۰). سپهری نیز بر اساس داده‌کاوی، مدلی جهت شناسایی بهترین راه درمان بیمار ارائه داده است. مطابق با مدل مذکور، پزشک با اطمینان بیشتری می‌تواند به شناخت راه‌کار درمان بیمار برسد(۱۳). هم‌چنین در مبحث داده‌کاوی و خوشه‌بندی در اینترنت اشیا، بنگویی مقاله‌ای ارائه داده است که به بررسی الگوریتم‌های خوشه‌بندی فناوری‌های اینترنت اشیا پرداخته است که الگوریتم K-medoids یکی از الگوریتم‌های مناسب در این مقاله پیشنهاد شده است(۱۱).

بر اساس نتایج حاصل از مطالعه، خوشه بندی فناوری‌های پایش جسمی بیمار نیز امری ضروری و مهم به نظر می‌آید؛ بنابراین در این مقاله، مدلی جهت خوشه‌بندی ۶۰ فناوری اینترنت اشیا که در حوزه سلامت و پایش جسمی بیمار پرکاربرد هستند، ارائه گردید. دلیل خوشه‌بندی این فناوری‌ها همانطور که در قسمت‌های قبل بیان شد این است که بیماران یا کادر درمانی با استفاده از نتایج مدل خوشه‌بندی در پیدا کردن مناسب‌ترین و کاربردی‌ترین فناوری یا نرم‌افزار، دقیق‌تر عمل کنند. به طوری که با توجه به بیماری فرد، منابع مالی، تناسب نحوه اتصال و منبع تغذیه، هدف کاربردی و مکان استفاده از آن (داخل یا خارج از بیمارستان) خوشه مربوط به این شرایط از طرف مدل پیشنهاد شود و از میان فناوری‌های خوشه پیشنهادی، انتخاب دقیق‌تری صورت گیرد. طبق تحلیل صورت گرفته در این پژوهش، دو مشخصه نوع کاربرد فناوری مورد و هم‌چنین قیمت آن، مهم‌ترین مشخصه‌های خوشه‌بندی می‌باشند.

از پیامدهای نتیجه این پژوهش می‌توان به این مورد اشاره کرد که با راهنمایی بیماران در یافتن نرم‌افزارهای پایش جسمی مورد نیاز خود، می‌توان آن‌ها را کمک کرد تا با پایش جسمی درست و لحظه به لحظه، آمار پیشروی بیماری‌ها کمتر و پیشگیری آن‌ها بهتر انجام گیرد. از طرفی با کنترل بیماری‌ها از راه دور، هزینه‌های درمان در حوزه سلامت کاهش یابد و منابع مالی موجود در زیر ساخت سیستم سلامت صرف شود.

مدل مطالعه حاضر، بستری مفید برای انتخاب مناسب ابزارها و نرم‌افزارهای پایش جسمی توسط کاربران است که می‌تواند در زمینه‌های دیگر نیز پیاده‌سازی شود. هم‌چنین شرکت‌های فروش این فناوری‌ها می‌توانند از این مدل، به‌عنوان راهنمایی برای کاربران و مخاطبان خود بهره ببرند.

[Downloaded from jhosp.tums.ac.ir on 2026-03-14]

References:

1. Pagliari C, Sloan D, Gregor P, Sullivan F, Detmer D, Kahan JP, et al. What is eHealth: a scoping exercise to map the field. Journal of Medical Internet Research. 2005;7(1).
2. Hans E, Rizo M, Carlos J. What Is eHealth: A Systematic Review of Published Definitions. Journal of Medical Internet Research. 2005.
3. Sabine K, Home telehealth: Current state and future trends. International Journal of Medical Informatics. 2006; No 75: 565-576
4. Olivares, Wagyromag Wireless sensor network for monitoring and processing human body movement in healthcare applications. Journal of Systems Architecture. 2011; No 57: 905–915
5. Nurul F, Imran G. Investigation of Stability and Reliability of the Patient's Wireless Temperature Monitoring Device, Journal of Procedia Computer Science.2014; No 40: 151 – 159.
6. Fox G, Kamburugamuve S, Hartman R. Architecture and measured characteristics of a cloud based internet of things. 2012 International Conference in Collaboration Technologies and Systems (CTS).2012; No 6-12.
7. Roman, R, Najera P, Lopez J. Securing the internet of things. Journal of Computer,2011; 44(9): 51-58.
8. Tia G, Logan K, Alex A, David C. Vital Signs Monitoring and Patient Tracking Over a Wireless Network, JOHNS HOPKINS APL Technical Digest, 2006; 27 (1)
9. Ashir A, Foroutan F, Sadeghi V, Clustering analysis in Data mining. ICEEE03, 1390. [in Persian]
10. Francesco G, Stefano S, Mario C. A clustering based methodology to support the translation of medical specifications to software models. Applied Soft Computing.2018; No 71: 199–212.
11. Hind B, Mouzhi G, Barbora B. Exploring Big Data Clustering Algorithms for Internet of Things Applications. 3rd International Conference on Internet of Things, Big Data and Security. 2018.
12. Cuma S, Mehmet T. Regional clustering of medical imaging technologies. Computers in Human Behavior.2016;
No 61: 333-343
13. Sepehri M, Rahnama P, Shadpour P, Teimourpour B. A data mining based model for selecting type of treatment for kidney stone patients. Tehran University Medical Journal. 2009; 67(6), 421-427. [in Persian]
14. Han, Kamber, Pei, Jaiwei, Micheline, Jian. Data Mining: Concepts and Techniques.Morgan Kaufmann.2011.
15. Koikkalainen P, Oja E. Self-organizing hierarchical feature maps. roceding of International Joint Conference on Neural Networks. University of California.1990.
16. Hastie T, Tibshirani R, Friedman J .The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction. 2012.
17. Mary K. Application of Data Mining Techniques to Healthcare Data. Journal of Infection Control and Hospital Epidemiology,2004; 25(8):690-Ho T. The Random Subspace Method for Constructing Decision Forests. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence. 1998; 20 (8): 832-844
18. Battu V, Balakrishna B, Data Mining Techniques and Applications in a Healthcare, International Journal of Recent Development in Engineering and Technology, 2014; 3(3).
19. MohammadAlipour N, Doroodi F, Information Clustering. National Library Studies and information Organization journal, 1389; No 82. [in Persian]
20. Trupti M, Prashant R, Review on determining number of cluster in K-means clustering, International Journal of Advance research in computer science and management studies, 2013, 1(6)
21. Anil K. Data clustering: 50 years beyond K-means. Pattern Recognition Letters.2010;31(8): 651-666.
22. Fox, John, Anderson. Using the R Statistical Computing Environment to Teach Social Statistics Courses. Department of Sociology, McMaster University. 2006.
23. Vermesan O, Friess P. Internet of Things-From Research and Innovation to Market Deployment. River Publishers.2014.
24. Yuehong Y, Yan Z. The internet of things in healthcare: an overview, Journal of Industrial Information Integration,2016, Volume 1, pp 3-13
25. S. Misra, P. V. Krishna, H. Agarwal, A. Saxena and M. S. Obaidat, A Learning Automata Based Solution for Preventing Distributed Denial of Service in Internet of Things,2011 International Conference on Internet of Things and 4th International Conference on Cyber, Physical and Social Computing, Dalian, 2011, pp. 114-122.

[Downloaded from jhosp.tums.ac.ir on 2026-03-14]

A Clustering model for gadgets and apps used in patient monitoring in HIOT environment

Ghanavatinejad M[1], Tavakoli M[2], Sepehri MM[3]

Submitted: 2017.10.25 Accepted: 2019.10.16

Abstract

Background: with increasing demand for treatment, patients are monitored with help of Internet of Things(IOT). Patient's monitoring devices and technologies include heart rate measurement, blood pressure measurement, blood glucose and other vital signs. The purpose of study is to provide a model of clustering patient physical monitoring gadgets and apps in Healthcare Internet of Things (HIOT) environment using data mining techniques, so based on the needs and characteristics of the user, the more appropriate results of choosing technologies acquired.

Materials and methods: This study is a review and functional since its result. The data includes 6 unique features of 60 selected technologies including function, price, connectivity route, power supply, location and type of use that has been extracted from R&D and advertising sites of technologies and also relevant articles. data analysis method is clustering technique and K-medoids algorithm. to identify the most effective features, random forest algorithm has been used.

Results: the proposed clustering model takes into account 6 as inputs and clusters gadgets and apps in accordance with selected characteristics as the model outputs. clustering problem data is clustered in 4 categories. Silhouette index is 0.45, which indicates the validity of the model. The type of application and then the price had the greatest impact on clustering.

Conclusion: By this model, patients or users can find the most appropriate technology based on the type of disease and other effective features, such as price. So with accurate physical and momentary monitoring, disease progression decrease and prevention of disease will improve.

Key words: Patient Monitoring, gadget and app, Healthcare Internet of Things (HIOT), Clustering

[1] Master Industrial Engineering, Healthcare Systems, Faculty of Industrial and Systems Engineering, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

[2] Master Industrial Engineering, Healthcare Systems, Faculty of Industrial and Systems Engineering, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

[3] Professor, Healthcare System Engineering Group, Faculty of Industrial and Systems Engineering, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran (*Corresponding Author), Email: mehdi.sepehri@gmail.com, Telefax: +98-21-82883379

[Downloaded from jhosp.tums.ac.ir on 2026-03-14]