



شناسایی و رتبه بندی خدمات اینترنت اشیا در حوزه سلامت

محمدحسین رونقی^۱ / فروغ السادات حسینی^۲

چکیده

مقدمه: اینترنت اشیا سیستمی از اشیای فیزیکی است که از طریق اینترنت قابل دسترس و به یکدیگر مرتبط شده اند. به طور گسترده اینترنت اشیا در ایجاد ارتباط بین منابع مختلف پزشکی و ارائه خدمات هوشمند، اثربخش و مطمئن به افراد کاربرد دارد. از همین رو هدف این پژوهش بررسی و شناسایی خدمات فن آوری اینترنت اشیا در حوزه بهداشت و درمان و رتبه بندی اهمیت آنها است.

روش‌ها: این پژوهش از نوع کاربردی است و در دو مرحله با استفاده از رویکرد ترکیبی در سال ۱۳۹۷ انجام شده است. در مرحله کیفی، منابع کتابخانه ای و در مرحله کمی، پرسش‌نامه مقایسه زوجی مورد استفاده قرار گرفته است. خدمات اینترنت اشیا به وسیله گروه خبرگان که شامل هفت نفر می شود رتبه بندی شده است. در پژوهش حاضر، از روش تحلیل فرایندی سلسله مراتبی تحت مجموعه‌های فازی نوع دو برای رتبه بندی خدمات اینترنت اشیا استفاده گردید.

یافته‌ها: بخش مهمی از یافته‌های پژوهش اهمیت مدیریت بیماری‌های مزمن، خدمات پزشکی فوری غیرمستقیم، تشخیص زمین خوردن سالمندان، اطلاعات بیماران، ناسازگاری دارو و اطلاعات سلامت کودکان در میان خدمات اینترنت اشیا را نشان می دهد.

نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج مطالعه حاضر، مشخص گردید که سیاستگذاران در حوزه فن آوری اینترنت اشیا در ابتدا باید به نقش این فن آوری در نجات جان افراد واقف باشند و در اولویت بعد سرمایه گذاری در اینترنت اشیا می تواند به کنترل و نظارت رفتارهای سالمندان، بیماران و کودکان یاری رساند. همچنین، شناسایی و آگاهی از اولویت خدمات اینترنت اشیا به سیاستگذاران و مدیران حوزه درمان و بهداشت جهت مدیریت اثربخش تر کمک می کند.

واژه‌های کلیدی: حوزه سلامت، بیماری‌های مزمن، خدمات فوری پزشکی، اینترنت

• وصول مقاله: ۹۷/۰۳/۲۶ اصلاح نهایی: ۹۷/۰۵/۱۴ پذیرش نهایی: ۹۷/۰۶/۱۴

گذاری اطلاعات، تجزیه و تحلیل فرآیند و ذخیره اطلاعات دقیق تر نیز پردازد. سیستم مراقبت‌های پزشکی اینترنت اشیا به هنگام است و ممکن است زندگی میلیون‌ها نفر را نجات دهد. با توجه به اهمیت حوزه سلامت و درمان در سطح جامعه، پیش بینی می‌شود تا سال ۲۰۲۰، ۴۰ درصد از کاربردهای خدمات اینترنت اشیا مربوط به این حوزه باشد. [۳] در حوزه بهداشت و درمان عواملی چون حجم بالای داده‌های پزشکی و نیاز کادر درمانی به تحلیل داده‌ها در کمترین زمان، بالاترین سرعت و همچنین حساسیت زیاد و دقت مورد نیاز، عامل اصلی بهره‌گیری از ابزارهای متصل به شبکه است. اینترنت اشیا می‌تواند در زمینه‌های مختلف پزشکی از جمله سیستم مراقبت از راه دور بیماران، سیستم هشداردهنده موارد اورژانسی، برنامه‌های تناسب‌اندام، بیماری‌های مزمن و مراقبت از سالمندان مورد استفاده قرار گیرد. این موارد می‌تواند شامل سیستم اندازه‌گیری ضربان قلب، سیستم اندازه‌گیری فشارخون، سیستم‌های بررسی سلامت، ضربان‌سازهای مصنوعی، حسگرهای پوشیدنی و سمعک‌ها باشد. [۷، ۲ و ۸] در این حوزه پژوهش‌های متعددی انجام شده است. مطالعه‌ای توصیفی همبستگی با عنوان تأثیر به‌کارگیری اینترنت اشیا بر عملکرد سازمانی حوزه سلامت انجام گردید. جامعه آماری، پزشکان و پرستاران بیمارستان شهید رجایی تهران بود و با استفاده از تکنیک معادلات ساختاری تحلیل داده صورت گرفت. نتایج نشان داد بیماری‌های مزمن، پیگیری، نظارت و خدمات از راه دور بر عملکرد سازمانی تأثیر دارد. [۳] در پژوهشی پیمایشی و تک‌مقطعی به اولویت‌بندی کاربردهای اینترنت اشیا پرداخته شد و از روش تحلیل سلسله‌مراتبی فازی نوع اول استفاده شده است و کاربردهای ارائه شده توسط خوشه پژوهشی اینترنت اشیا اروپا (IERC) مدنظر قرار گرفته شد. بر اساس نتایج حاصله مدیریت بیماری مزمن، نظارت بر بیماران و کنترل آلودگی بیشترین اولویت را پیدا کردند. [۲] در پژوهش‌های دیگری به بررسی کاربردهای اینترنت اشیا در حوزه سلامت پرداخته شد و زیرساخت‌ها، نرم‌افزارهای کاربردی و معماری شبکه نیز مورد بررسی قرار گرفت. [۸ و ۹] وجه تمایز پژوهش پیش‌رو شناسایی کاربردهای گوناگون اینترنت اشیا در حوزه

مقدمه

اینترنت یک رسانه ارتباطی قدرتمند جهانی است که امکان دسترسی به اطلاعات را در حوزه‌های جغرافیایی، فرهنگی و زمانی مختلف را فراهم می‌کند. اینترنت سیستمی جهانی از شبکه‌های کامپیوتری متصل است که از استاندارد پروتکل اینترنت (TCP/IP: IPv6 / IPv4) برای خدمت به میلیاردها کاربر در سراسر جهان استفاده می‌کند. [۱] در سال‌های اخیر اینترنت از مدل وب یک که کاربران تنها امکان دسترسی به اطلاعات موجود و استفاده از آن‌ها و نه توان ایجاد یا تغییر را داشتند عبور کرده است و به وب دو و وب معنایی که در آن کاربران قادر به ایجاد تغییر، خلق محتوا و اشتراک داده‌ها هستند رسیده است. [۲] گسترش اینترنت ابعاد مختلف حوزه‌های کاری را تحت تأثیر قرار داده است. به کمک فن‌آوری‌هایی مانند مکان‌یاب‌ها، ارتباطات بی‌سیم و حسگرهای مرتبط، امکان برقراری ارتباط بین افراد و اشیاء در هر مکانی امکان پذیر شده است. در ادامه این روند، دامنه وسیعی از محصولات و خدمات جدید در حوزه‌های مختلف ایجاد شده است. [۳] توسعه فن‌آوری‌های توانمندمانند نانو الکترونیک، حسگرها، تلفن‌های هوشمند، شبکه‌های ابر، مجازی سازی شبکه و نرم‌افزار زمینه ساز پدیده اینترنت اشیا (Internet of things- IoT) شده است که توانسته بر بسیاری از صنایع تأثیر چشمگیری داشته باشد. [۴] اینترنت اشیا تکامل جدیدی از اینترنت است که در آن اشیا به هم متصل می‌شوند. [۵] بدین وسیله اشیا می‌توانند از طریق شبکه‌های عمومی یا خصوصی با پروتکل اینترنت اطلاعات را درک کرده، ارتباط برقرار نموده و به اشتراک بگذارند. این اشیا متصل، به طور منظم داده‌ها را جمع‌آوری و تحلیل نموده و اطلاعات را برای برنامه‌ریزی، مدیریت و تصمیم‌گیری فراهم می‌نمایند. [۶]

اینترنت اشیا یک انقلاب در مراقبت‌های بهداشتی است که می‌تواند برای نظارت بر بیمار استفاده شود و به بیماران خدمات ارائه کند. همچنین، به جمع‌آوری و به اشتراک

دو تدوین گردید. طبق نظر گروه خبرگان پژوهش موارد کاربرد رتبه بندی شدند. گروه خبرگان پژوهش متشکل از هفت نفر بود که شامل چهار عضو هیات علمی دانشگاه‌های علوم پزشکی شهر تهران که دارای زمینه مطالعاتی در حوزه فن آوری اطلاعات بودند و سه تن از مدیران بیمارستان‌های دولتی شهر تهران به صورت نمونه گیری هدفمند تعیین شدند. معیار انتخاب خبرگان فعالیت در حوزه بهداشت و درمان، دانش کاربرد اینترنت اشیا و قابلیت دسترسی بوده است. جهت دستیابی به نتایج واقعی تر از مقادیر غیر قطعی فازی استفاده شده است. مجموعه‌های فازی دو به دلیل استفاده از تابع عضویت فازی نسبت به فازی نوع اول نیز در اولویت است. در سال ۱۹۷۵ مجموعه‌های فازی نوع دو براساس نمایش ترکیبی از برش‌های عمودی مجموعه فازی نوع دو توسط لطفی عسگرزاده بیان گردید. [۱۰] در پژوهش‌های از نوع ارزیابی در حوزه علوم انسانی و اجتماعی، داده‌های مسأله‌ای برگرفته از قضاوت‌های ذهنی تصمیم گیرندگان است و به صورت واژگان زبانی بیان می‌شوند که باید در مسأله مورد محاسبه قرار گیرند. مجموعه‌های فازی نوع دو فاصله‌ای، برای مدل سازی عدم قطعیت مناسب تر می‌باشد. [۱۱] در ادامه برخی از روابط مربوط به منطقی فازی نوع دو ارائه می‌شود. مجموعه فازی نوع دو، \tilde{A} در مجموعه مرجع X بر اساس تابع عضویت $\mu_{\tilde{A}}$ به صورت رابطه ۱ نشان داده می‌شود. [۱۲]

$$\tilde{A} = \{((x, u), \mu_{\tilde{A}}(x, u)) / \forall x \in X, \forall u \in J_x \subseteq [0, 1], 0 \leq \mu_{\tilde{A}}(x, u) \leq 1\} \quad \text{رابطه ۱}$$

سلامت بر اساس مطالعات پیشین است و تنها به یک منبع استناد نشده است و تمایز دیگر استفاده از مجموعه فازی دو در رتبه بندی عوامل است که اطلاعات واقعی تری نسبت به فازی یک ارائه می‌دهد. با توجه به کاربردهای متعدد اینترنت اشیا در حوزه سلامت، شناسایی اهمیت هر مورد برای مدیران سطوح عالی وزارتخانه، مقام‌های اجرایی و همچنین، در سطح روسای بیمارستان‌ها و مراکز درمانی جهت برنامه ریزی، بکارگیری و تخصیص بودجه برای این فن آوری حائز اهمیت است. از همین رو، مطالعه حاضر به دنبال پاسخگویی به پرسش‌های ذیل است: موارد کاربرد فن آوری اینترنت اشیا در حوزه سلامت کدام است؟ مطابق نظر خبرگان حوزه سلامت کدام کاربرد اینترنت اشیا اهمیت و وزن بیشتری دارد؟

روش‌ها

این پژوهش از منظر هدف کاربردی و از لحاظ روش ترکیبی می‌باشد و در بهار ۱۳۹۷ انجام شده است. در بخش کیفی با استفاده از منابع کتابخانه‌ای و مرور تحقیق‌های پیشین [۲، ۳، ۷-۹] و بر اساس روش تحلیل محتوا ۱۲ مورد از کاربردهای اینترنت اشیا در حوزه سلامت و درمان شناسایی شدند. در بخش کمی پرسش‌نامه‌ای استاندارد مشتمل بر ماتریس مقایسات زوجی کاربردهای اینترنت اشیا جهت وزندهی و رتبه بندی آنها با استفاده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی و فازی نوع

تابع عضویت بالایی و پایینی یک عدد فازی نوع دو خود تابع عضویت نوع یک است که به صورت رابطه دو نمایش داده می‌شود. [۱۲]

$$\tilde{A} = [\tilde{A}_i^U, \tilde{A}_i^L] = \left[[a_{i1}^U, a_{i2}^U, a_{i3}^U, a_{i4}^U; H_1[\tilde{A}_i^U], H_2[\tilde{A}_i^U]], [a_{i1}^L, a_{i2}^L, a_{i3}^L, a_{i4}^L; H_1[\tilde{A}_i^L], H_2[\tilde{A}_i^L]] \right] \quad \text{رابطه ۲}$$

اندازه تابع عضویت بالایی عنصر $a_{i(j+1)}^U$ و $H_j[\tilde{A}_i^L]$ نشان دهنده اندازه تابع عضویت پایینی عنصر $a_{i(j+1)}^L$ است در جایی که $1 \leq j \leq 2$ و

در رابطه بالا \tilde{A}_i^L و \tilde{A}_i^U مجموعه فازی نوع یک هستند. نقاط مرجع $a_{i1}^L, a_{i2}^L, a_{i3}^L, a_{i4}^L, a_{i1}^U, a_{i2}^U, a_{i3}^U, a_{i4}^U$ مجموعه فازی \tilde{A} محسوب می‌شوند. $H_j[\tilde{A}_i^U]$ نشان دهنده

$$H_1[\tilde{A}_i^U] \in [0,1], H_2[\tilde{A}_i^U] \in [0,1], H_1[\tilde{A}_i^L] \in [0,1], H_2[\tilde{A}_i^L] \in [0,1] \text{ and } 1 \leq i \leq n$$

اگر \tilde{A}_2 و \tilde{A}_1 دو عدد ذوزنقه ای فازی نوع دو باشند:

$$\tilde{A}_1 = [\tilde{A}_1^U, \tilde{A}_1^L] = \left[[a_{11}^U, a_{12}^U, a_{13}^U, a_{14}^U; H_1[\tilde{A}_1^U], H_2[\tilde{A}_1^U]], [a_{11}^L, a_{12}^L, a_{13}^L, a_{14}^L; H_1[\tilde{A}_1^L], H_2[\tilde{A}_1^L]] \right]$$

$$\tilde{A}_2 = [\tilde{A}_2^U, \tilde{A}_2^L] = \left[[a_{21}^U, a_{22}^U, a_{23}^U, a_{24}^U; H_1[\tilde{A}_2^U], H_2[\tilde{A}_2^U]], [a_{21}^L, a_{22}^L, a_{23}^L, a_{24}^L; H_1[\tilde{A}_2^L], H_2[\tilde{A}_2^L]] \right]$$

آنگاه حاصل جمع بین آنها از رابطه ۳ محاسبه می شود [۱۲]:

$$\tilde{A}_1 + \tilde{A}_2 = (\tilde{A}_1^U, \tilde{A}_1^L) + (\tilde{A}_2^U, \tilde{A}_2^L) = \left[[a_{11}^U + a_{21}^U, a_{12}^U + a_{22}^U, a_{13}^U + a_{23}^U, a_{14}^U + a_{24}^U; \min(H_1[\tilde{A}_1^U], H_1[\tilde{A}_2^U]), \min(H_2[\tilde{A}_1^U], H_2[\tilde{A}_2^U])], [a_{11}^L + a_{21}^L, a_{12}^L + a_{22}^L, a_{13}^L + a_{23}^L, a_{14}^L + a_{24}^L; \min(H_1[\tilde{A}_1^L], H_1[\tilde{A}_2^L]), \min(H_2[\tilde{A}_1^L], H_2[\tilde{A}_2^L])] \right] \quad \text{رابطه ۳}$$

حاصل ضرب دو عدد فازی ذوزنقه ای و ضرب یک مقدار

ثابت در آنها از رابطه ۴ و ۵ و ۶ محاسبه می شود [۱۲]:

$$\tilde{A}_1 \times \tilde{A}_2 = (\tilde{A}_1^U, \tilde{A}_1^L) \times (\tilde{A}_2^U, \tilde{A}_2^L) = \left[[a_{11}^U \times a_{21}^U, a_{12}^U \times a_{22}^U, a_{13}^U \times a_{23}^U, a_{14}^U \times a_{24}^U; \min(H_1[\tilde{A}_1^U], H_1[\tilde{A}_2^U]), \min(H_2[\tilde{A}_1^U], H_2[\tilde{A}_2^U])], [a_{11}^L \times a_{21}^L, a_{12}^L \times a_{22}^L, a_{13}^L \times a_{23}^L, a_{14}^L \times a_{24}^L; \min(H_1[\tilde{A}_1^L], H_1[\tilde{A}_2^L]), \min(H_2[\tilde{A}_1^L], H_2[\tilde{A}_2^L])] \right] \quad \text{رابطه ۴}$$

رابطه ۵

$$k\tilde{A} = \left[[k \times a_{11}^U, k \times a_{12}^U, k \times a_{13}^U, k \times a_{14}^U; H_1[\tilde{A}_1^U], H_2[\tilde{A}_1^U]], [k \times a_{11}^L, k \times a_{12}^L, k \times a_{13}^L, k \times a_{14}^L; H_1[\tilde{A}_1^L], H_2[\tilde{A}_1^L]] \right]$$

رابطه ۶

$$\frac{1}{k} \times \tilde{A} = \left[\left[\frac{1}{k} \times a_{11}^U, \frac{1}{k} \times a_{12}^U, \frac{1}{k} \times a_{13}^U, \frac{1}{k} \times a_{14}^U; H_1[\tilde{A}_1^U], H_2[\tilde{A}_1^U] \right], \left[\frac{1}{k} \times a_{11}^L, \frac{1}{k} \times a_{12}^L, \frac{1}{k} \times a_{13}^L, \frac{1}{k} \times a_{14}^L; H_1[\tilde{A}_1^L], H_2[\tilde{A}_1^L] \right] \right]$$

احتساب مقادیر فازی نوع دو جهت مقایسه دو به دو مولفه‌ها تشکیل می شود. رابطه ۷ نمونه ماتریس مقایسات زوجی را نشان می دهد. [۱۳]

فرایند تحلیل سلسله مراتبی یک روش تصمیم گیری چند معیاره است. این رویکرد به فرد تصمیم گیرنده این امکان را می دهد تا مساله را در قالب سلسله مراتبی از هدف، معیارها، زیر معیارها و گزینه‌ها در نظر بگیرد. در ابتدا ماتریس مقایسات زوجی با

$$\tilde{M} = \begin{bmatrix} 1 & \tilde{a}_{12} & \dots & \tilde{a}_{1m} \\ \tilde{a}_{21} & 1 & \dots & \tilde{a}_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{a}_{m1} & \tilde{a}_{m2} & \dots & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & \tilde{a}_{12} & \dots & \tilde{a}_{1m} \\ \tilde{1}/\tilde{a}_{12} & 1 & \dots & \tilde{a}_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{1}/\tilde{a}_{1m} & \tilde{1}/\tilde{a}_{2m} & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad \text{رابطه ۷}$$

$$\text{where } \tilde{1} / \tilde{a}_{ij} = \left(\left(\frac{1}{a_{ij4}^U}, \frac{1}{a_{ij3}^U}, \frac{1}{a_{ij2}^U}, \frac{1}{a_{ij1}^U}; H_1(a_{ij}^U), H_2(a_{ij}^U) \right), \left(\frac{1}{a_{ij4}^L}, \frac{1}{a_{ij3}^L}, \frac{1}{a_{ij2}^L}, \frac{1}{a_{ij1}^L}; H_1(a_{ij}^L), H_2(a_{ij}^L) \right) \right)$$

در منطق فازی از متغیرهای زبانی (گفتاری) به جای مقادیر قطعی یا عددی استفاده می‌گردد. متغیرهای زبانی بر اساس ارزش‌های زبانی که در مجموعه عبارت (اصطلاحات) قرار دارند بیان می‌شود. در جدول یک مقادیر فازی معادل متغیرهای زبانی نشان داده شده است. [۱۲]

جدول ۱. متغیرهای زبانی و معادل مقادیر فازی نوع دو

مقدار فازی نوع دو	متغیرهای زبانی
(۱، ۱، ۱، ۱؛ ۱، ۱)	دقیقا برابر
(۱، ۲، ۴، ۵، ۱، ۱)	کمی مهمتر
(۳، ۴، ۶، ۷، ۱، ۱)	نسبتا مهمتر
(۵، ۶، ۸، ۹، ۱، ۱)	خیلی مهمتر
(۷، ۸، ۹، ۱، ۱)	کاملا مهمتر

برای محاسبه وزن نهایی هر یک از شاخص‌های اندازه‌گیری بر اساس مقادیر قطعی می‌توان از رابطه ۸ عملیات فازی زدایی یعنی تبدیل عدد فازی به قطعی را انجام داد. [۱۴]

$$\text{Defuzzified}(\tilde{a}_{ij}) = \frac{\frac{(a_{ij4}^U - a_{ij1}^U) + (H_1(\tilde{a}_{ij}^U) * a_{ij2}^U - a_{ij1}^U) + (H_2(\tilde{a}_{ij}^U) * a_{ij3}^U - a_{ij1}^U)}{4} + a_{ij1}^U}{\frac{(a_{ij4}^L - a_{ij1}^L) + (H_1(\tilde{a}_{ij}^L) * a_{ij2}^L - a_{ij1}^L) + (H_2(\tilde{a}_{ij}^L) * a_{ij3}^L - a_{ij1}^L)}{4} + a_{ij1}^L}}{2}} \quad \text{رابطه ۸}$$

برای اینکه بتوان به اولویت‌ها و وزن‌های حاصله اطمینان کرد و ناسازگاری را کنترل نمود نیاز به معیاری جهت محاسبه سازگاری هر ماتریس می‌باشد. در فرایند تحلیل سلسله مراتبی برای تعیین میزان سازگاری از فاکتور نرخ سازگاری (CR) استفاده می‌شود. و ۱۰ استفاده می‌شود.

$$CR = CI/RI$$

$$CI = (\lambda_{max} - m) / (m - 1) \text{ where } A_w = \lambda_{max} W$$

رابطه ۹

رابطه ۱۰

مقادیر فازی بر اساس رابطه ۱۱ محاسبه می‌شود. [۱۳]

λ_{max} مقدار ویژه ماتریس A است. میانگین هندسی بین

$$\tilde{r}_i = (\tilde{a}_{i1} \times \tilde{a}_{i2} \times \dots \times \tilde{a}_{im})^{1/m} \quad \text{رابطه ۱۱}$$

$$\text{where } \sqrt[n]{\tilde{a}_{i1}} = \left(\left(\sqrt[n]{a_{ij1}^U}, \sqrt[n]{a_{ij2}^U}, \sqrt[n]{a_{ij3}^U}, \sqrt[n]{a_{ij4}^U}; H_1(a_{ij}^U), H_2(a_{ij}^U) \right), \left(\sqrt[n]{a_{ij1}^L}, \sqrt[n]{a_{ij2}^L}, \sqrt[n]{a_{ij3}^L}, \sqrt[n]{a_{ij4}^L}; H_1(a_{ij}^L), H_2(a_{ij}^L) \right) \right)$$

یافته ها

اوزان فازی هر یک از شاخص ها بر اساس رابطه ۱۲ محاسبه می شود. [۱۵]

بر اساس مطالعات پژوهش های پیشین و مطابق نظر خبرگان، ۱۲ مورد از مهم ترین کاربرد های فن آوری اینترنت اشیا (پارامتر U_i)، نشان داده شده در جدول دو، به عنوان فاکتورهای پژوهش انتخاب شد.

$$\tilde{w}_i = \tilde{r}_i \times (\tilde{r}_1 + \tilde{r}_2 + \dots + \tilde{r}_m)^{-1}$$

جدول ۲. موارد کاربرد فن آوری اینترنت اشیا در حوزه سلامت

پارامتر	کاربردهای فن آوری اینترنت اشیا
U_1	ناسازگاری دارو
U_2	اطلاعات سلامت کودکان
U_3	رایانش موبایلی و سلامت الکترونیک
U_4	مراقبت از ورزشکاران
U_5	تشخیص زمین خوردن سالمندان
U_6	خدمات پزشکی فوری - سکنه قلبی و عروقی
U_7	جامعه مجازی و مشاوره
U_8	کنترل آلودگی
U_9	کنترل خواب
U_{10}	سلامت دندان
U_{11}	مدیریت بیماری های مزمن
U_{12}	نظارت بر بیماران و دسترسی به داده هایشان

استفاده از متغیرهای زبانی و مقادیر فازی در جدول سه نشان داده شده است.

با استفاده از ماتریس مقایسات زوجی میزان اهمیت موارد کاربرد فن آوری اینترنت اشیا در قالب پرسش نامه از گروه خبرگان پژوهش برر سی شد. نمونه ای از ماتریس مقایسات با

جدول ۳. نمونه ماتریس مقایسات زوجی خبرگان

	U_1	U_2	U_3	...	U_{12}
U_1	(۱، ۱، ۱، ۱، ۱، ۱)	(۷/۲، ۵/۲، ۸/۸، ۹، ۰/۸، ۰/۸)	(۳/۲، ۴/۲، ۵/۸، ۶/۸، ۰/۸، ۰/۸)	...	(۵/۲، ۶/۲، ۷/۸، ۸/۸، ۰/۸، ۰/۸)
U_2	(۰/۱۱، ۰/۱۲، ۰/۱۶، ۰/۱۹، ۰/۸، ۰/۸)	(۱، ۱، ۱، ۱، ۱)	(۳/۲، ۴/۲، ۵/۸، ۶/۸، ۰/۸، ۰/۸)	...	(۵/۲، ۶/۲، ۷/۸، ۸/۸، ۰/۸، ۰/۸)
U_3	(۰/۱۴، ۰/۱۷، ۰/۲۳، ۰/۳۱، ۰/۸، ۰/۸)	(۰/۱۴، ۰/۱۷، ۰/۲۳، ۰/۳۱، ۰/۸، ۰/۸)	(۱، ۱، ۱، ۱، ۱، ۱)	...	(۱/۲، ۲/۲، ۳/۸، ۴/۸، ۰/۸، ۰/۸)
U_4	(۰/۲، ۰/۲۶، ۰/۴۵، ۰/۸۳، ۰/۸، ۰/۸)	(۰/۲، ۰/۲۶، ۰/۴۵، ۰/۸۳، ۰/۸، ۰/۸)	(۰/۱۴، ۰/۱۷، ۰/۲۳، ۰/۳۱، ۰/۸، ۰/۸)	...	(۵/۲، ۶/۲، ۷/۸، ۸/۸، ۰/۸، ۰/۸)
U_5	(۰/۱۴، ۰/۱۷، ۰/۲۳، ۰/۳۱، ۰/۸، ۰/۸)	(۰/۲، ۰/۲۶، ۰/۴۵، ۰/۸۳، ۰/۸، ۰/۸)	(۰/۲، ۰/۲۶، ۰/۴۵، ۰/۸۳، ۰/۸، ۰/۸)	...	(۱/۲، ۲/۲، ۳/۸، ۴/۸، ۰/۸، ۰/۸)

جدول ۳. نمونه ماتریس مقایسات زوجی خبرگان

	U_1	U_2	U_3	...	U_{12}
U_6	(0/11, 0/12, 0/16, 0/19, 0/8, 0/8) (0/11, 0/12, 0/16, 0/2, 1, 1)	(0/14, 0/17, 0/23, 0/31, 0/8, 0/8) (0/14, 0/16, 0/25, 0/33, 1, 1)	(0/2, 0/26, 0/45, 0/83, 0/8, 0/8) (0/2, 0/25, 0/5, 1, 1, 1)	...	(3/2, 4/2, 5/8, 6/8, 0/8, 0/8) (3, 4, 6, 7, 1, 1)
U_7	(0/2, 0/26, 0/45, 0/83, 0/8, 0/8) (0/2, 0/25, 0/5, 1, 1, 1)	(0/11, 0/12, 0/16, 0/19, 0/8, 0/8) (0/11, 0/12, 0/16, 0/2, 1, 1)	(0/11, 0/12, 0/16, 0/19, 0/8, 0/8) (0/11, 0/12, 0/16, 0/2, 1, 1)	...	(1/2, 2/2, 3/8, 4/8, 0/8, 0/8) (1, 2, 4, 5, 1, 1)
U_8	(0/14, 0/17, 0/23, 0/31, 0/8, 0/8) (0/14, 0/16, 0/25, 0/33, 1, 1)	(0/14, 0/17, 0/23, 0/31, 0/8, 0/8) (0/14, 0/16, 0/25, 0/33, 1, 1)	(0/11, 0/12, 0/16, 0/19, 0/8, 0/8) (0/11, 0/12, 0/16, 0/2, 1, 1)	...	(3/2, 4/2, 5/8, 6/8, 0/8, 0/8) (3, 4, 6, 7, 1, 1)
U_9	(0/14, 0/17, 0/23, 0/31, 0/8, 0/8) (0/14, 0/16, 0/25, 0/33, 1, 1)	(0/11, 0/12, 0/16, 0/19, 0/8, 0/8) (0/11, 0/12, 0/16, 0/2, 1, 1)	(0/2, 0/26, 0/45, 0/83, 0/8, 0/8) (0/2, 0/25, 0/5, 1, 1, 1)	...	(7/2, 8/2, 8/8, 9, 0/8, 0/8) (7, 8, 9, 9, 1, 1)
U_{10}	(0/2, 0/26, 0/45, 0/83, 0/8, 0/8) (0/2, 0/25, 0/5, 1, 1, 1)	(0/12, 0/16, 0/19, 0/8, 0/8) (0/11, 0/12, 0/16, 0/2, 1, 1)	(0/14, 0/17, 0/23, 0/31, 0/8, 0/8) (0/14, 0/16, 0/25, 0/33, 1, 1)	...	(5/2, 6/2, 7/8, 8/8, 0/8, 0/8) (5, 6, 8, 9, 1, 1)
U_{11}	(0/2, 0/26, 0/45, 0/83, 0/8, 0/8) (0/2, 0/25, 0/5, 1, 1, 1)	(0/14, 0/17, 0/23, 0/31, 0/8, 0/8) (0/14, 0/16, 0/25, 0/33, 1, 1)	(0/11, 0/12, 0/16, 0/19, 0/8, 0/8) (0/11, 0/12, 0/16, 0/2, 1, 1)	...	(3/2, 4/2, 5/8, 6/8, 0/8, 0/8) (3, 4, 6, 7, 1, 1)
U_{12}	(0/11, 0/12, 0/16, 0/19, 0/8, 0/8) (0/11, 0/12, 0/16, 0/2, 1, 1)	(0/11, 0/12, 0/16, 0/19, 0/8, 0/8) (0/11, 0/12, 0/16, 0/2, 1, 1)	(0/2, 0/26, 0/45, 0/83, 0/8, 0/8) (0/2, 0/25, 0/5, 1, 1, 1)	...	(1, 1, 1, 1, 1, 1) (1, 1, 1, 1, 1, 1)

سازگاری ماتریس مقایسات زوجی هر یک از خبرگان (E_i) بر اساس رابطه‌های نه و ۱۰ در جدول چهار نشان داده شده است. با توجه به اینکه هر یک از ضرایب سازگاری (CR) کمتر از ۰/۱ است پس سازگاری ماتریس‌ها مورد تایید است. [۱۲]

جدول ۴. ضرایب سازگاری ماتریس مقایسات زوجی

	E_1	E_2	E_3	E_4	E_5	E_6	E_7
CR	0/0809	0/0813	0/0901	0/0914	0/0877	0/0588	0/0749

میانگین هندسی هر یک از مولفه‌های ماتریس مقایسات خبرگان بر اساس رابطه ۱۱ محاسبه می شود.

$$\alpha_{12} = [(7, 8, 9, 9, 1, 1)(7/2, 8/2, 8/8, 9, 0/8, 0/8) * (5, 6, 8, 9, 1, 1)(5/2, 6/2, 7/8, 8/8, 0/8, 0/8) * (1, 2, 4, 5, 1, 1)(1/2, 2/2, 3/8, 4/8, 0/8, 0/8) * (7, 8, 9, 9, 1, 1)(7/2, 8/2, 8/8, 9, 0/8, 0/8) * (5, 6, 8, 9, 1, 1)(5/2, 6/2, 7/8, 8/8, 0/8, 0/8) * (7, 8, 9, 9, 1, 1)(7/2, 8/2, 8/8, 9, 0/8, 0/8) * (5, 6, 8, 9, 1, 1)(5/2, 6/2, 7/8, 8/8, 0/8, 0/8)]^{1/14}$$

$$\alpha_{12} = (4/58, 5/81, 7/62, 8/27, 1, 1)(4/84, 6/02, 7/41, 8/14, 0/8, 0/8)$$

میانگین هندسی هر ردیف از ماتریس میانگین بر اساس رابطه ۱۱ محاسبه می شود. به عنوان نمونه محاسبه ردیف یک ماتریس ارائه شده است.

$$r_1 = [(1, 1, 1, 1, 1, 1)(1, 1, 1, 1, 1) * (4/58, 5/81, 7/62, 8/27, 1, 1)(4/84, 6/02, 7/41, 8/14, 0/8, 0/8) *$$

$$\begin{aligned}
 & (2/76, 3/84, 5/90, 6/92, 1, 1)(2/98, 4/05, 5/70, 6/71, 0/8, 0/8)^* (3/19, 4/31, 6/47, 7/43, 1, 1)(3/42, 4/52, 6/27, 7/22, 0/8, 0/8)^* \\
 & (2/17, 3/34, 5/47, 6/1, 51, 1)(2/41, 3/56, 5/27, 6/30, 0/8, 0/8)^* (2/73, 3/91, 6/04, 7/08, 1, 1)(2/98, 4/13, 5/84, 6/88, 0/8, 0/8)^* \\
 & (3/43, 4/57, 6/67, 7/70, 1, 1)(3/67, 4/78, 6/47, 7/50, 0/8, 0/8)^* (2/33, 3/54, 5/7, 6/75, 1, 1)(2/59, 3/76, 5/49, 6/54, 0/8, 0/8)^* \\
 & (2/54, 3/68, 5/80, 6/83, 1, 1)(2/78, 3/90, 5/59, 6/63, 0/8, 0/8)^* (2/36, 3/48, 5/57, 6/59, 1, 1)(2/59, 3/69, 5/36, 6/39, 0/8, 0/8)^* \\
 & (2/66, 5/37, 5/92, 6/83, 1, 1)(2/91, 4/06, 5/69, 6/65, 0/8, 0/8)^* (3/43, 4/57, 6/67, 7/7, 1, 1)(3/67, 4/78, 6/47, 7/50, 0/8, 0/8)^* \\
 & = (2/62, 3/69, 5/27, 6/05, 1, 1)(2/83, 3/77, 5/11, 5/90, 0/8, 0/8)
 \end{aligned}$$

اورژانسی دارای بیشترین اهمیت مطابق نظر خبرگان حوزه سلامت است. در ادامه به ترتیب تشخیص زمین خوردن سالمندان، دسترسی به داده بیماران، ناسازگاری دارو، نظارت بر کودکان، کنترل آلودگی، سلامت الکترونیک و موبایلی، سلامت دندان، مشاوره مجازی، مراقبت از ورزشکاران و کنترل خواب قرار می گیرند.

ضرایب فازی با استفاده از رابطه ۱۱ و ۱۲ محاسبه گردید و مقادیر فازی زدایی شده (مقادیر قطعی) با استفاده از رابطه ۸ بدست آمد و در نهایت اوزان نرمال شده (مجموع برابر یک) هر یک از دوازده مورد کاربرد فن آوری اینترنت اشیا (پارامتر U_i) در جدول ۵ نشان داده شده است. یافته‌ها نشان می‌دهد مدیریت بیماری‌های مزمن و خدمات پزشکی فوری و

جدول ۵. ضرایب فازی و قطعی موارد کاربرد فن آوری اینترنت اشیا

مقادیر فازی	ضرایب فازی	ضرایب قطعی	ضرایب نرمال شده
U_1	(0/066, 0/16, 0/63, 1/4, 1, 1)(0/081, 0/18, 0/54, 1/16, 0/8, 0/8)	0/510	0/09
U_2	(0/10, 0/20, 0/63, 1/24, 1, 1)(0/12, 0/22, 0/56, 1/07, 0/8, 0/8)	0/502	0/09
U_3	(0/18, 0/26, 0/55, 0/77, 1, 1)(0/2, 0/28, 0/51, 0/7, 0/8, 0/8)	0/411	0/07
U_4	(0/03, 0/08, 0/34, 0/83, 1, 1)(0/045, 0/098, 0/29, 0/67, 0/8, 0/8)	0/290	0/05
U_5	(0/06, 0/15, 0/63, 1/47, 1, 1)(0/082, 0/18, 0/54, 1/21, 0/8, 0/8)	0/521	0/09
U_6	(0/3, 0/52, 1/04, 1/54, 1, 1)(0/35, 0/56, 0/97, 1/41, 0/8, 0/8)	0/798	0/14
U_7	(0/13, 0/18, 0/36, 0/69, 1, 1)(0/14, 0/19, 0/33, 0/58, 0/8, 0/8)	0/312	0/06
U_8	(0/19, 0/27, 0/59, 0/81, 1, 1)(0/21, 0/29, 0/54, 0/74, 0/8, 0/8)	0/434	0/08
U_9	(0/04, 0/05, 0/17, 0/22, 1, 1)(0/05, 0/06, 0/15, 0/19, 0/8, 0/8)	0/111	0/02
U_{10}	(0/045, 0/098, 0/37, 0/91, 1, 1)(0/053, 0/11, 0/32, 0/74, 0/8, 0/8)	0/321	0/06
U_{11}	(0/23, 0/39, 1/03, 1/81, 1, 1)(0/26, 0/43, 0/93, 1/59, 0/8, 0/8)	0/805	0/15
U_{12}	(0/06, 0/15, 0/63, 1/47, 1, 1)(0/082, 0/18, 0/54, 1/21, 0/8, 0/8)	0/519	0/09

پژوهش بر اساس نظر خبرگان حوزه پزشکی به وزندهی موارد کاربرد اینترنت اشیا در حوزه سلامت پرداخته شد. در این قسمت از ترکیب تحلیل سلسله مراتبی با مجموعه فازی نوع دو برای رتبه بندی استفاده گردید. نتایج بدست آمده نشان داد که مدیریت بیماری‌های مزمن و خدمات فوری پزشکی در اولویت قرار می گیرند، این یافته با نتایج مطالعه قاسمی و همکاران [۲] همراستا است. این یافته

بحث

در بخش اولیه و کیفی پژوهش حاضر با استفاده از تحلیل محتوا ۱۲ مورد از کاربردهای این فن آوری در حوزه بهداشت و درمان از مطالعات پیشین شناسایی شد. با توجه به محدودیت‌های بودجه ای در هر حوزه، تقدم و اولویت بندی موارد کاربرد حائز اهمیت است. لذا، در بخش دوم و کمی

ایجاد عوارض خطرناک آن و همچنین نظارت بر روند رشد و رفتاری کودکان زیر دو سال قرار می گیرد. از دیگر نتایج پژوهش می توان به کاربرد مجموعه فازی دو و تحلیل سلسله مراتبی در اولویت بندی عوامل اشاره کرد و می توان از قدرت محاسباتی این تکنیک ها در حوزه های مختلف پزشکی استفاده نمود چرا که نتایج واقعی تری نسبت به سایر روش های قطعی ارائه می دهد.

به طور کلی می توان بیان داشت نتایج بدست آمده از اولویت و میزان اهمیت کاربردهای اینترنت اشیا در حوزه بهداشت و درمان به سیاست گذاری و سرمایه گذاری نهادها و مراجع عالی حوزه بهداشت و درمان در سطح کلان و مراکز درمانی و بیمارستان ها در سطوح پایین تر کمک می کند و اولویت های بودجه بندی و اجرایی آنها را در این دامنه مشخص می سازد.

در مقایسه با نتایج پژوهش های دیگر می توان اذعان داشت در پژوهش قاسمی و همکاران [۲]، از بین کاربردهای دهگانه عنوان شده توسط خوشه پژوهشی اینترنت اشیا اروپا (IERC) مدیریت بیماری های مزمن، نظارت بر بیماران و کنترل آلودگی دارای اولویت بودند که با استفاده از فازی نوع اول این رتبه بندی صورت پذیرفته است و اهمیت مدیریت بیماری های مزمن با نتایج این پژوهش همراستا می باشد و اهمیت عواملی چون ناسازگاری دارو و مراقبت از کودکان و دسترسی به داده بیماران وجه تمایز یافته های این پژوهش است. در پژوهش توکلی و همکاران [۳]، با استفاده از نظر سنجی از پرستاران و پزشکان بیمارستان شهید رجایی تهران مشخص گردید جمع آوری دوره ای علائم حیاتی بیماران، پارامترهای بیماری های مزمن، مدیریت اطلاعات و خدمات از راه دور بر عملکرد سازمانی تاثیر گذار هستند. تاثیر کاربردهای اینترنت اشیا بر عملکرد بیمارستان همراستا با اهمیت این کاربردها در حوزه بهداشت و درمان است. در مطالعه بیکر و همکاران [۸] به بررسی اجمالی چالش ها و فن آوری های حوزه اینترنت اشیا جهت دسترسی به سلامت هوشمند پرداخته شد. کاربردهای اشاره شده در این پژوهش همراستا با موارد کاربرد مطالعه

نشان دهنده فوریت و اهمیت مواردی است که عدم رسیدگی به موقع موجب فوت یا آسیب های غیر قابل جبران می شود و همچنین اهمیت کاربرد اینترنت اشیا در کنترل بیماری های مزمن و بلند مدت و کند سرعت است که نیاز به نظارت مستمر دارد. بیماری های مزمن، مانند بیماری های قلبی، سرطان، دیابت، چاقی مفرط، دلیل عمده مرگ و میر و از کارافتادگی افراد در سراسر دنیا هستند. [۷] در هنگام بروز تصادفات و حوادث غیر مترقبه، اطلاعات صحیح و واکنش مناسب و سریع اطرافیان درصد زیادی از آسیب های جدی را کاهش می دهد. استفاده از فن آوری اینترنت اشیا جهت اطلاع رسانی و کمک رسانی به حادثه دیدگان بسیار حائز اهمیت می باشد. [۹] بر این اساس پیشنهاد می شود مراجع ذی صلاح سرمایه گذاری و بودجه بندی مناسبی در خصوص بکارگیری این فن آوری جهت کنترل سیگنال های افرادی که دچار حادثه ناگهانی و یا سگته شده اند، جهت کاهش احتمال بروز مجدد حمله و واکنش بهنگام انجام دهند. بدین وسیله امکان پردازش علائم حیاتی افراد و آگاهی از حملات قلبی و عروقی افزایش می یابد و امکان دسترسی به خدمات فوری پزشکی و کنترل مستمر را فراهم می کند. در نتیجه، می توان موجبات کاهش مرگ و میر ناشی از این حوادث و حملات را فراهم کرد. در اولویت بعد تشخیص زمین خوردن سالمندان، نظارت بر بیماران و دسترسی آسان به داده های بیماران از موارد پر اهمیت مطابق نظر خبرگان است. محاسبه چنین اوزانی نشان دهنده پیگیری و وضع بیماران و افراد کهنسال در اولویت بعدی است. بکارگیری فن آوری اینترنت اشیا در خصوص این قشر جامعه یعنی بیماران و سالمندان موجب تسهیل خدمت رسانی به این افراد آسیب پذیر می گردد. در این مورد پیشنهاد می شود با استفاده از حسگرهای حرکتی و شیمیایی رفتارهای سالمندان و بیماران مزمن را تحت کنترل بیشتر قرار داد تا از این طریق قابلیت استفاده از بانک اطلاعات بهنگام و یادگیری ماشینی نیز فراهم شود که همه این موارد ارتقای کیفیت سلامت در سطح جامعه را به دنبال دارد. در اولویت بعد بکارگیری فن آوری اینترنت اشیا در تشخیص ناسازگاری دارو به جهت امکان

References

- 1- Madakam S. Internet of things: smart things. International journal of future computer and communication. 2015; 4(4):250-3.
- 2- Ghasemi R, Mohaghar A, Safari H, Jokar M. Prioritizing the applications of internet of things technology in the healthcare sector in Iran: A driver for sustainable development. Journal of information technology management. 2016; 8(1):155-76. [Persian].
- 3- Tavakoli M, Razeghi H, Nasiripoor A. The effect of using internet of things on organizational performance in health related issues (Case study: Shahid Rajaei hospital in Tehran). Journal of healthcare management. 2017; 8(2): 45-62. [Persian].
- 4- Vermesan O, Friess P. Internet of Things - from research and innovation to market deployment. Aalborg: River publisher; 2014.
- 5- Farooq U, Waseem M, Mazhar S, Khairi A, Kamal T. A review on internet of things (IoT). International journal of computer applications (0975 8887). 2015; 113(1):1-7.
- 6- Patel K, Patel S, Scholar P. Internet of things-IOT: Definition, characteristics, architecture, enabling technologies, application & future challenges. International journal of engineering science and computing. 2016; 6(5):6122-31.
- 7- Salunke P, Nerkar R. IoT driven healthcare system for remote monitoring of patients. International journal for modern trends in science and technology. 2017; 3(6): 100-3.

حاضر بود. در پژوهش سالونک و نکار[۷]، اسلام و همکاران[۹]، به بررسی قابلیت ها و موارد فنی بکارگیری اینترنت اشیا در صنعت سلامت و معماری و زیرساخت اجرایی آن اشاره شده است. استفاده از فن آوری کنترل از راه دور بیماران و ارزیابی اطلاعات آنها همراستا با موارد پر اهمیت کاربرد اینترنت اشیا به عنوان نتایج پژوهش پیشرو بوده است. با توجه به موضوع و هدف این پژوهش برای پژوهش‌های آینده پیشنهاد می شود که امکان سنجی کاربردهای فن آوری اینترنت اشیا و زیرساخت اجرایی آن در حوزه بهداشت و درمان در سطح ملی مورد ارزیابی قرار گیرد. همچنین، به بررسی و مقایسه بکارگیری فن آوری اینترنت اشیا در ایران با کشورهای دیگر پرداخته شود.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از خبرگان محترم پژوهش که با وجود مشغله فراوان مساعدت لازم جهت انجام این پژوهش را داشتند کمال تشکر و امتنان را دارد.

- 8- Baker S, Xiang W, Atkinson I. Internet of things for smart healthcare: technologies, challenges and opportunities. *IEEE Access*. 2017; 5: 26521-44.
- 9- Islam M, Kwak D, Kabir MD, Hussein M, Kwak K. The internet of things for health care: a comprehensive survey. *IEEE access journal*. 2015; 3: 678-706.
- 10- Zadeh LA. The concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning II. *Inf.Sci*. 1975; 8(4): 301–57.
- 11- Mendel M. Type-2 fuzzy sets and systems: An overview. *computational intelligence magazine*. IEEE. 2007; 2:20-9.
- 12- Soner O, Celik E, Akyuz E. Application of AHP and VIKOR methods under interval type 2 fuzzy environments in maritime transportation. *Ocean engineering journal*. 2017; 129: 107–16.
- 13- Abbasimehr H, Tarokh M. A novel interval type-2 fuzzy AHP-TOPSIS approach for ranking reviewers in online communities. *Scientia Iranica, transactions E: Industrial engineering*. 2016; 23(5): 2355-73.
- 14- Kahraman C, Oztaysi B, Sari I, Turanoglu E. Fuzzy analytic hierarchy process with interval type-2 fuzzy sets, knowledge-Based systems. 2014;
<http://dx.doi.org/10.1016/j.knosys.2014.02.00>.
- 15- Abdullah L, Zulkifli N. Integration of fuzzy AHP and interval type-2 fuzzy DEMATEL: An application to human resource management. *Expe*.



Identifying and Ranking Internet of Things Services in Healthcare Sector

Ronaghi MH^{ID1} / Hosseini F²

Abstract

Introduction: The Internet of Things is a system of connected physical objects that are accessible through the internet. It has been widely applied to connect available medical resources and provide reliable, effective and smart healthcare services to people. Therefore, the aim of this paper was to identify and rank the internet of things in healthcare services.

Methods: In this applied research, conducted in 2018, a mixed-method approach was used. In the qualitative phase, library resources and in the quantitative phase, a pairwise comparison questionnaire were used. A panel of experts consisting of seven members ranked the internet of things services. An interval type-2 fuzzy Analytic Hierarchy Process method was used for ranking the services.

Results: The results revealed the importance of chronic disease management, indirect emergency services

fall detection, patient profile, adverse drug reaction, children health information in the internet of things healthcare services.

Conclusion: Policymakers working in the field of the internet of things should be aware of its role in saving human lives. Moreover, investment in the internet of things can help monitor aging people, patients and children. Understanding the importance and ranking of internet of things services may help managers and policymakers manage healthcare sectors more effectively.

Keywords: Healthcare Sector, Chronic Diseases, Emergency Medical Services, Internet

• Received: 16/June/2018 • Modified: 5/Aug/2018 • Accepted: 5/Sep/2018