

سیستم پیشنهاد دهنده زمینه آگاه برای انتخاب گوشی تلفن همراه با ترکیب روش‌های تصمیم‌گیری جبرانی و غیر جبرانی

جلال رضایی نور *

دکتری مهندسی صنایع

استادیار گروه مهندسی صنایع دانشگاه قم

فاطمه سادات لسانی

دانشجوی دکتری رشته مهندسی فناوری اطلاعات

دانشگاه قم

پدیرش: ۹۵/۶/۰۲

دریافت: ۹۶/۰۶/۱۰

این مقاله به مدت ۴ ماه برای ویرایش نزد نویسنده بوده است

فصلنامه علمی پژوهشی
پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران
شاپا(چاپی) ۸۲۲۳-۲۲۵۱
شاپا(الکترونیکی) ۸۲۳۱-۲۲۵۱
نماینده در SCOPUS، LISA و ISC
<http://jipm.irandoc.ac.ir>
دوره XX | شماره X | صص XX-XX
۱۳XX X

نوع مقاله: پژوهشی

چکیده: سیستم‌های پیشنهاددهنده بر اساس علایق و نیازمندی‌های مشتری، کالاها و خدمات متناسب را به او پیشنهاد می‌دهند. استفاده از این سیستم‌ها زمان جستجوی مشتری را کاهش داده و کیفیت انتخاب وی را بالا می‌برد. از طرفی استفاده از اطلاعات زمینه آگاه در سیستم پیشنهاددهنده مانند زمان و مکان خرید و عادات رفتاری کاربر به ارتقای کیفیت و افزایش رضایتمندی مشتری کمک می‌کند. مشتری‌های مختلف علایق و نیازهای متفاوتی دارند، به همین دلیل فاکتورهای موثر بر خرید در آن‌ها متفاوت می‌باشد. کشف نیازهای مشتری بدون پرسش مستقیم از او و به وسیله پردازش اطلاعات زمینه‌ای، به افزایش کیفیت سیستم پیشنهاددهنده منجر می‌شود. در این مقاله، یک سیستم پیشنهاددهنده زمینه آگاه برای انتخاب گوشی تلفن همراه در گوشی‌های مجهز به سیستم عامل اندروید طراحی و پیاده‌سازی شده است. این سیستم با استفاده از حسگرهای گوشی تلفن همراه کاربر اطلاعات زمینه‌ای او را استخراج می‌کند. سپس با استفاده از اطلاعات زمینه‌ای به دست آمده شاخص‌های غیرموثر بر خرید گوشی جدید را حذف می‌کند. در نهایت درخت سلسله‌مراتبی شاخص‌ها را ایجاد کرده و با استفاده از اطلاعات کاربر و ماتریس مقایسات زوجی به وزن دهی شاخص‌های موثر می‌پردازد. در نهایت گوشی مناسب فرد به او پیشنهاد داده می‌شود. این سیستم با ترکیب روش غیرجبرانی حذفی و روش جبرانی فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی به انتخاب و پیشنهاد گوشی مناسب فرد می‌پردازد. در نهایت سیستم پیشنهاددهنده زمینه آگاه در اختیار مشتریان گوشی تلفن همراه قرار گرفته و دو فاکتور رضایت از

به این مقاله به شکل زیر استناد

کنید:

دورن متن:

(محمدی جوزدانی، زودآیند)

در فهرست منابع:

محمدی جوزدانی، فرزانه. زودآیند. ترسیم نقشه علمی پروانه‌های ثبت اختراع مخترعان ایرانی در پایگاه‌های بین‌المللی ثبت اختراع طی سال‌های ۱۹۷۰-۲۰۱۴. *پژوهشنامه پردازش و مدیریت اطلاعات*.

(دسترسی در

<http://Jipm.irandoc.ac.ir>

روز/ماه/سال)

نتایج پیشنهادات و رضایت از رابط کاربری مورد ارزیابی قرار گرفته است. هم چنین یک پیشنهاددهنده سنتی و غیرزمینه آگاه نیز در اختیار آن ها قرار می گیرد تا این دو فاکتور در دو سیستم با هم مقایسه شود. در نهایت نشان داده می شود که استفاده از اطلاعات زمینه‌ای، کیفیت پیشنهادات و رضایت مشتری را افزایش داده است. هم چنین به دلیل کاهش تعداد فاکتورهای موثر بر خرید و در نتیجه کاهش تعداد مقایسات زوجی، رضایت مشتری از رابط کاربری را نیز اندکی افزایش داده است.

کلیدواژه ها: سیستم های پیشنهاد دهنده، زمینه آگاه، انتخاب گوشی تلفن همراه، روش تحلیل سلسله مراتبی، روش غیرجبرانی حذفی

*: j.rezaee@qom.ac.ir, f.lesani@stu.qom.ac.ir

۱. مقدمه

با رشد سریع اینترنت و تجارت الکترونیک در دنیای امروز، نیاز به سیستم های پیشنهاددهنده بیش از پیش احساس می شود. این سیستم ها بر اساس علایق و نیازمندی های مشتری، کالاها و خدمات متناسب را به او پیشنهاد می دهند. استفاده از این سیستم ها زمان جستجوی مشتری را کاهش داده و کیفیت انتخاب وی را بالا می برد. شرکت های تجارت الکترونیک زیادی مانند آمازون از سیستم های پیشنهاد دهنده برای کمک به مشتریان خود بهره می برند.

اصلی ترین وظیفه یک سیستم پیشنهاد دهنده، کشف علایق و نیازهای مشتری است. به این منظور می توان خریدهای گذشته مشتری را مورد بررسی قرار داده یا فاکتورهای موثر بر خرید را شناسایی کرد. به عنوان مثال یک سایت تجارت الکترونیک برای فروش لوازم الکترونیک را در نظر بگیرد. در صورتی که مشتری این سایت در خریدهای قبلی خود لپ تاپ و گوشی همراه از یک برند خاص را خریداری کرده باشد، احتمالاً برای خرید تبلت نیز از محصولات همان برند انتخاب کند. یا در صورتی که مشتری همیشه خریدهایی زیر یک میلیون تومان داشته باشد، احتمالاً در خریدهای بعدی خود نیز به خریدهایی در همین بازه قیمت پردازد. با این حال اگر مشتری قبلاً خریدی انجام نداده باشد یا خریدهای مشابهی نداشته باشد، استفاده از تکنیک های داده کاوی برای پیش بینی و پیشنهاد خرید آینده موثر نخواهد بود، زیرا ویژگی های خرید جدید مشخص نیست و فاکتورهای موثر بر خرید مشتری، تعیین نشده است. از طرفی از آن جایی که در اکثر خریدها، فاکتورهای متفاوتی بر خرید موثرند و مشتری با استفاده از توازن بین فاکتورها به نتیجه نهایی می رسد، استفاده از یک روش تصمیم گیری چندمعیاره منطقی می باشد.

سیستم های پیشنهاددهنده زمینه آگاه (S.Abbar, M.Bouzeghoub et al. 2009, G.Adomavicius and A.Tuzhilin 2011)، پیشنهادات خود را با استفاده از اطلاعات زمینه ای فرد مانند زمان، مکان، عادات فردی و شبکه های حسگر بی سیم بهبود می بخشند (D.Gavalas and M.Kenteris 2011).

اطلاعات زمینه‌ای فرد به صورت صریح، تلویحی، با استفاده از داده‌کاوی و یا ترکیبی از این سه روش به دست می‌آید.

براساس تحقیقات فراوانی که پیش از انجام این پژوهش انجام شد، تاکنون در هیچ پژوهشی از ویژگی‌های رفتاری فردی که هم‌اکنون در حال استفاده از یک گوشی همراه است، برای انتخاب گوشی بعدی او استفاده نشده است. به عنوان مثال در سیستم‌های پیشنهاددهنده زمینه‌آگاه قبلی از علایق موسیقی فرد استفاده شده و موسیقی جدید به او پیشنهاد می‌شود (S.Tan, J.Bu et al. 2011). هم‌چنین از اطلاعات فیلم‌هایی که قبلاً توسط کاربر مشاهده شده است، استفاده می‌شود تا فیلم جدیدی مطابق با علایق و ویژگی‌های شخصیتی او پیشنهاد شود (Chiru, Preda et al. 2015). هم‌چنین لیست خریدهای قبلی کاربر پردازش شده و کالاهای جدید مطابق با علایق او به او پیشنهاد می‌شود (Ghosh, Mitra et al. 2016). با این وجود یکی از فاکتورهای مهم در خرید یک کالا، نیازهای فرد می‌باشد. کشف نیازهای فرد با استفاده از اطلاعات زمینه‌ای او، منجر به انتخابی هوشمندانه می‌شود.

از آن‌جا که بازار خرید و فروش گوشی‌های تلفن همراه روز به روز در حال گسترش است، یکی از دغدغه‌های مشتریان امروز، انتخاب گوشی تلفن همراه مناسب است. از طرفی هر فرد در حال حاضر یک گوشی تلفن همراه دارد که در صورتی تصمیم به خرید و انتخاب گوشی جدید می‌گیرد که قصد تعویض و ارتقای گوشی را داشته باشد. گوشی‌های تلفن همراه متنوعی وارد بازار شده‌اند که هر کدام از آن‌ها دارای ویژگی‌های متفاوتی می‌باشند. بنابراین انتخاب گوشی تلفن همراه و مقایسه برندها و مدل‌های مختلف، یک فرآیند دشوار و زمان‌بر است. به همین دلیل استفاده از یک سیستم پیشنهاددهنده که بر اساس علایق، ویژگی‌ها و نیازهای فرد، گوشی مناسب او را پیشنهاد دهد ضروری می‌باشد. هم‌چنین با توجه به تنوع گوشی‌های تلفن همراه و وجود ویژگی‌های متفاوت در آن‌ها و از آن‌جا که فاکتورهای مختلفی بر خرید مشتریان موثر است، مساله انتخاب گوشی را می‌توان به عنوان یک مساله تصمیم‌گیری چندمعیاره مدل‌سازی کرد. می‌توان از داده‌های گوشی فعلی فرد را تحلیل کرده و با استفاده از ویژگی‌های زمینه‌آگاه موجود، نیازها و علایق فرد را با استفاده از رفتارهای فعلی او پیش‌بینی کرد.

فاکتورهای مختلفی مانند قیمت، برند، طراحی، ویژگی‌های نرم‌افزاری و سخت‌افزاری در انتخاب گوشی همراه موثرند (Chen, Hu et al. 2010). هم‌چنین اهمیت این فاکتورها برای افراد مختلف، متفاوت است. به عنوان مثال ممکن است یک مشتری به فاکتور قیمت اهمیت بیشتری دهد، در حالی که مشتری دیگر ویژگی‌های ظاهری گوشی را مهم‌تر بداند. بنابراین نمی‌توان وزن ثابتی را به فاکتورها اختصاص داده و برای همه مشتریان از همان فرمول برای پیشنهاد گوشی مناسب استفاده کرد. هم‌چنین فاکتورهایی وجود دارند که در خرید یک مشتری موثرند ولی در

خرید مشتری دیگر هیچ نقشی ندارند. به عنوان مثال اگر یک مشتری از گوشی خود برای مکالمات طولانی و متعدد استفاده کند ویژگی موثر بر انتخاب گوشی مناسب برای او داشتن باتری مناسب است، در حالی که در صورتی که بیشترین استفاده از گوشی را برای کارهای اینترنتی داشته باشد، اندازه صفحه و قابلیت های شبکه ای گوشی را با اهمیت تر می داند. انتظار می رود پیشنهاد دهنده ای که بتواند عادات فرد را شناسایی کرده و در پیشنهاددهی از آن ها استفاده کند، عملکرد دقیق تر و رضایت مندی مشتری بیشتری نسبت به پیشنهاددهنده ای دارد که از تعدادی فاکتور ثابت برای پیش بینی علایق مشتری استفاده می کند.

در این مقاله دو سیستم پیشنهاد دهنده گوشی تلفن همراه پیاده سازی شده است. در سیستم پیشنهاددهنده اول از ویژگی های زمینه ای مانند زمان، مکان و عادات فردی مشتری نیز برای تعیین و توصیه گوشی مناسب استفاده می شود ولی در سیستم پیشنهاددهنده دوم تنها از تعدادی ویژگی ثابت برای انتخاب گوشی استفاده می شود. در هر دو سیستم برای وزن دهی شاخص ها و توصیه گوشی های مناسب از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی استفاده شده است. در نهایت میزان رضایت مشتری در هر دو سیستم ارزیابی شده و اثبات می شود وجود ویژگی های زمینه ای در بهبود نتایج یک سیستم پیشنهاد دهنده گوشی تلفن همراه موثر است.

در ادامه در بخش دوم، مروری بر ادبیات تحقیق و کارهای مرتبط قبلی انجام می شود. در بخش سوم روش تحقیق و ابزارهای مورد نیاز توضیح داده شده، در بخش چهارم طراحی، پیاده سازی و ارزیابی نتایج کار به طور مشروح و با جزئیات بیان می شود. در نهایت در بخش پنجم نتایج کار اعلام شده و درباره نتایج کار و کارهای آتی بحث می شود.

۲. مروری بر پیشینه پژوهش

۲-۱- انتخاب گوشی تلفن همراه و سیستم های پیشنهاد دهنده

رشد سریع دنیای گوشی های تلفن همراه و تنوع در مدل های مختلف، انتخاب گوشی را برای افراد مشکل ساخته است. تعداد زیاد گوشی های تلفن همراه، جستجوی یک گوشی مناسب را تبدیل به فرآیندی پیچیده و زمان بر کرده است. سیستم های پیشنهاددهنده، به سیستم هایی اطلاق می شوند که عمل انتخاب یک گزینه از بین گزینه های موجود را به صورت اتوماتیک و بدون نیاز به جستجو توسط کاربر انجام می دهند. این سیستم ها با در نظر گرفتن علایق و محدودیت های مورد نظر فرد، او را در فرآیند تصمیم گیری و انتخاب گزینه مناسب یاری می دهند. یک سیستم پیشنهاد دهنده گوشی تلفن همراه نیز با در نظر گرفتن علایق فرد، گوشی مناسب را برای او انتخاب کرده و پیشنهاد می دهد.

محققین تاکنون سیستم های پیشنهاد دهنده بسیاری را در زمینه های گوناگون پیاده سازی کرده اند. به عنوان مثال در زمینه پیشنهاد فیلم (P.Winoto and T.Y.Tang 2010, W.Carrer-Neto,)

A.Nanolopoulos,) موسیقی (M.L.Hernández-Alcaraz et al. 2012, Chiru, Preda et al. 2015
(D.Rafailidis et al. 2010, S.K.Lee, Y.H.Cho et al. 2010, S.Tan, J.Bu et al. 2011
تلویزیونی (Z.Yu, X.Zhou et al. 2006, A.B.Barragáns-Martínez, E.Costa-Montenegro et al. 2010)
(R.González-Crespo, O.Sanjuán-Martínez et al. 2011, E.R.Núñez-Valdéz,) کتاب (2010
(J.M.Cueva-Lovelle et al. 2012) و آموزش الکترونیک (O.Zaiane 2002, J.Bobadilla,)
(F.Serradilla et al. 2009)، سیستم‌های پیشنهاد دهنده مختلفی طراحی و پیاده‌سازی شده است.

مساله انتخاب گوشی تلفن همراه، بسیار فراگیر بوده و افراد مختلفی را درگیر کرده است. با
این وجود تا به حال، مقالات کمی روی سیستم‌های پیشنهاد دهنده گوشی تلفن همراه فعالیت
داشته‌اند. تنها در سال ۲۰۱۰ سیستمی پیشنهاد دهنده مبتنی بر وب برای انتخاب گوشی تلفن همراه
پیاده‌سازی و آزمایش شده است (Chen, Hu et al. 2010). این سیستم با استفاده از فرآیند تحلیل
سلسله‌مراتبی به انتخاب گوشی مناسب فرد می‌پردازد و آن را با یک سیستم پیشنهاددهنده که از
روش رتبه‌بندی برای انتخاب گوشی مناسب استفاده می‌کند مقایسه می‌کند. در این تحقیق دو
فاکتور رضایت از سیستم پیشنهاد دهنده و رضایت از واسط کاربری این سیستم مورد ارزیابی قرار
گرفته است. در زمینه رضایت از عملکرد سیستم پیشنهاد دهنده و نزدیکی پیشنهادات به تمایلات
کاربر، پیشنهاددهنده‌ای که از روش تحلیل سلسله‌مراتبی برای پیشنهادات خود استفاده کرده است،
رضایت بیشتری را به خود اختصاص داده بود. با این حال این سیستم از لحاظ سادگی رابط
کاربری امتیاز قابل قبولی از سمت کاربران دریافت نکرد، چون کاربران نیاز داشتند تعداد زیادی
مقایسه را به منظور تکمیل ماتریس مقایسات زوجی انجام دهند تا نتیجه نهایی پیشنهادات را
مشاهده نمایند، در صورتی که در پیشنهاددهنده مبتنی بر رتبه بندی تنها چند فاکتور برتر را انتخاب
کرده و نیاز به استفاده از ماتریس مقایسات زوجی ندارند.

۲-۲- سیستم‌های پیشنهاد دهنده زمینه آگاه

تمرکز سیستم‌های پیشنهاددهنده سنتی، به پیشنهاد آیتم مناسب به کاربران معطوف است و از
اطلاعات زمینه‌ای برای بهبود پیشنهادات خود بهره نمی‌برند. اطلاعات زمینه‌ای شامل زمان، مکان و
عادات رفتاری فردی است که سیستم پیشنهاد دهنده برای او پیشنهادی دارد. به عنوان مثال یک
سیستم پیشنهاددهنده سفر، در صورتی که پیشنهاد سفر را در فصل تابستان ارائه دهد نتایج متفاوتی
نسبت به زمانی دارد که در فصل زمستان، مقصد سفر را انتخاب کند (Adomavicius and Tuzhilin
2011). در مقاله (Adomavicius, Sankaranarayanan et al. 2005) نشان داده شده است که اضافه
کردن اطلاعات زمینه‌ای به سیستم پیشنهاد دهنده به افزایش کیفیت پیشنهادات آن کمک می‌کند.
محققین سیستم‌های پیشنهاد دهنده زمینه آگاه را در شاخه‌های مختلفی مورد مطالعه قرار
داده‌اند و این شاخه‌ها دائما در حال افزایش هستند. از آنجایی که استفاده از گوشی‌های تلفن
همراه روز به روز در حال افزایش است، سیستم‌های پیشنهاددهنده زمینه آگاه نیز توجه محققین

زیادی را به خود جلب کرده است بیشترین زمینه‌ای که توجه محققین این سیستم‌ها را جلب کرده است، پیشنهاد سفر می‌باشد. به عنوان مثال مقالات (Cena, Console et al. 2006) و (van Setten, Pokraev et al. 2004) با اضافه کردن اطلاعات زمینه‌ای، به مسافران پیشنهاداتی را ارائه می‌دهند. هم‌چنین در سیستم‌های پیشنهاددهنده رستوران نیز با استفاده از اطلاعات زمینه‌ای می‌توان به بهبود کیفیت پیشنهاد کمک کرد. در مقاله (Oku, Nakajima et al. 2006) اطلاعات زمینه‌ای مانند زمان، وضعیت هوا و همراهان فرد، برای پیشنهاد رستوران مناسب مورد استفاده قرار گرفته است. نتایج تحقیق نشان داده است که استفاده از اطلاعات زمینه‌ای هم دقت سیستم پیشنهاددهنده و هم رضایت کاربر را بالا برده است.

از دیگر شاخه‌هایی که استفاده از اطلاعات زمینه‌ای در آن سودمند می‌باشد، می‌توان به جستجوی اطلاعات نام برد. به عنوان مثال در مقاله (Church, Smyth et al. 2007) اطلاعات زمینه‌ای فرد مانند زمان، مکان و علایق او مورد استفاده قرار گرفته‌اند. شباهت کاربر به کاربرهایی که در موقعیت مشابه او قرار دارند استخراج شده و علایق آن‌ها و عبارات مورد جستجوی آن‌ها به کاربر فعلی نشان داده می‌شود تا نتایج جستجوی او بهبود پیدا کند.

پیشنهاددهندگان فیلم و موسیقی نیز از پیشنهاددهنده‌هایی هستند که استفاده از اطلاعات زمینه‌ای می‌تواند به بهبود نتایج آن‌ها کمک فراوانی کند. در این راستا در سال ۲۰۱۵ پیشنهاددهنده‌ای زمینه‌آگاه برای پیشنهاد زمان فیلم در سینما طراحی و پیاده‌سازی شد. در این سیستم از اطلاعات زمینه‌ای مکان، زمان و جمعیت برای بهبود نتایج و پیشنهاد مناسب استفاده شده است. آن‌ها کار خود را با استفاده از وب معنایی پیاده‌سازی کرده‌اند. در تحقیق آن‌ها به محتوای فیلم توجهی نشده است و کار آن‌ها پیشنهاد زمان و مکان مناسب برای تماشای فیلم است (Colombo-Mendoza, Valencia-García et al. 2015).

در رابطه با پیشنهاد خرید نیز می‌توان از اطلاعات رفتاری کاربر استفاده کرد. به عنوان مثال در مقاله (Sae-Ueng, Pinyapong et al. 2008) اطلاعات رفتاری زمینه‌آگاه کاربری که در حال خرید است به ۵ کلاس تقسیم می‌شود: "در حال حرکت"، "در حال مشاهده"، "در حال بررسی"، "در حال برداشتن" و "مناسب انتخاب". در صورتی که اطلاعات زمینه‌ای در کلاس آخر یعنی مناسب انتخاب قرار گیرد، آن محصول به کاربر پیشنهاد داده می‌شود. اطلاعات زمینه‌ای کاربر با استفاده از حسگرهای بازشناسی با امواج رادیویی و دوربین‌های دیجیتال جمع‌آوری می‌شوند.

نظرات و تجربه افرادی که در رابطه با یک موضوع یا محصول دانش دارند به بهبود نتایج پیشنهاددهنده کمک فراوانی می‌کند. در صورتی که بتوان زمینه کاری و تجربه کاربران را استخراج کرد می‌توان از نظرات آن‌ها در خرید استفاده کرد. تا به حال تحقیقات فراوانی درباره تعیین زمینه کاری و تجربی کاربران انجام شده است. به عنوان مثال در سال ۲۰۱۵ در مقاله (Carchiolo, Longheu et al. 2015) تحقیقی در رابطه با جستجوی کاربران باتجربه در رابطه با

موضوعات مرتبط با تجربه آن‌ها انجام شده است.

یکی از موضوعاتی که قابلیت بالایی برای تبدیل شدن به یک سیستم پیشنهاد دهنده زمینه آگاه را دارد، مساله انتخاب گوشی تلفن همراه بر اساس ویژگی‌های شخصیتی فرد است، ولی بنا بر جستجوهای انجام شده تا به حال سیستم پیشنهاد دهنده زمینه آگاهی برای انتخاب گوشی تلفن همراه پیاده‌سازی نشده است. در این مقاله، یک سیستم پیشنهاد دهنده زمینه آگاه برای انتخاب گوشی تلفن همراه طراحی و پیاده‌سازی شده و عملکرد آن با یک سیستم پیشنهاد دهنده سنتی انتخاب گوشی مورد مقایسه قرار گرفته است.

۳. روش و ابزارهای تحقیق

۳-۱- روش تحقیق

یکی از مهم‌ترین کارها برای افزایش دقت سیستم پیشنهاددهنده، استفاده از شاخص‌های مناسب برای تصمیم‌گیری بین گزینه‌ها و انتخاب گوشی متناسب با علایق و عادات رفتاری هر فرد است. پس از مطالعه منابع مختلف و استفاده از نظرات افراد خیره، فاکتورهای اصلی موثر بر خرید گوشی تلفن همراه شناسایی و استخراج شد. سپس شاخص‌ها دسته‌بندی شده و ساختار سلسله‌مراتبی آن‌ها ترسیم شد. در بخش ۳-۲ انتخاب شاخص‌های موثر بر خرید تلفن همراه و در بخش ۳-۳ دسته‌بندی شاخص‌ها و ساخت درخت تحلیل سلسله‌مراتبی آن‌ها به تفصیل آورده شده است.

تعدادی از شاخص‌ها به عنوان شاخص‌های زمینه آگاه در نظر گرفته شدند. شاخص‌های زمینه آگاه، شاخص‌هایی هستند که مرتبط با عادات رفتاری کاربر بوده و وجود یا عدم وجود آن‌ها در درخت سلسله‌مراتبی شاخص‌ها، با استفاده از شخصیت فرد قابل پیش‌بینی است. از آن‌جا که عادات رفتاری هر فرد، منحصر به خود اوست، تلاش شد تا با استفاده از گوشی فرد استفاده‌کننده از سیستم پیشنهاددهنده، عادات رفتاری او شناسایی شود و مشخص شود که بر اساس عادات استخراج شده، کدام یک از شاخص‌های زمینه آگاه بر خرید او تاثیرگذارند و کدام یک نیستند. شاخص‌هایی که به عنوان شاخص‌های بی‌اثر شناخته شوند، از درخت تحلیل کاربر حذف شده و در فرآیند پیشنهاد گوشی مناسب وارد نمی‌شوند. در بخش ۳-۴ شاخص‌های زمینه آگاه و نحوه جمع‌آوری و تحلیل عادات رفتاری کاربر مشروحا بیان گردیده است.

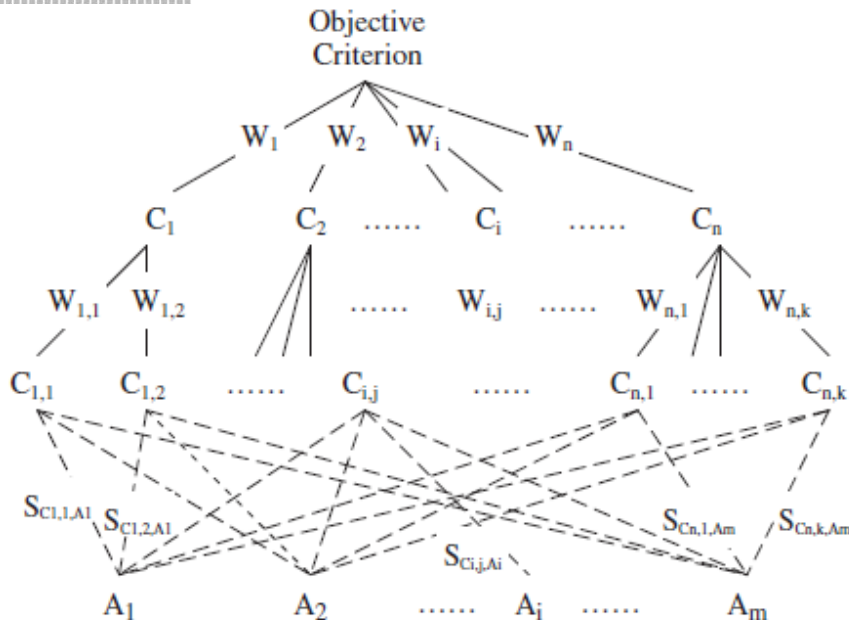
قبل از پیاده‌سازی، آزمایش و ارزیابی سیستم پیشنهاد دهنده، پایگاه داده گزینه‌ها یعنی پایگاه داده‌ای از گوشی‌های تلفن همراه آماده شد و به سیستم اتصال یافت. سیستم پیشنهاد دهنده با استفاده از شاخص‌ها و عادات رفتاری فرد، از بین گزینه‌ها مناسب‌ترین آن‌ها را به کاربر پیشنهاد می‌دهد.

در این تحقیق، دو سیستم پیشنهاد دهنده برای اجرا در گوشی‌های تلفن همراه مجهز به

سیستم عامل اندروید پیاده‌سازی شده است. هر دو سیستم با استفاده از روش غیرجبرانی حذفی به حذف گزینه‌های دور از انتظار کاربر می‌پردازد. کاربر می‌تواند بازه قیمت مورد نظر خود برای خرید گوشی تلفن همراه را وارد کند. به این ترتیب سیستم، گوشی‌هایی را که قیمتی خارج از این بازه داشته باشند، از گزینه‌های نهایی حذف می‌کند. همچنین کاربر می‌تواند یک یا چند برند مورد علاقه خود را انتخاب کند تا سیستم، از بین گوشی‌های آن برندها، گزینه‌های مناسب را به کاربر پیشنهاد دهد. همچنین در هر دو سیستم، کاربر باید تعدادی مقایسه زوجی بین شاخص‌های مختلف انجام دهد تا وزن نهایی هر شاخص، محاسبه شود.

در سیستم اول، سیستم پیشنهاد دهنده با شناسایی عادات رفتاری فرد، برخی از شاخص‌های غیر موثر بر خرید او را شناسایی کرده و از درخت تصمیم حذف می‌کند ولی سیستم دوم، بدون استفاده از اطلاعات زمینه‌ای و با در نظر گرفتن درختی ثابت از شاخص‌ها، به انتخاب گوشی مناسب فرد می‌پردازد. وزن‌دهی به شاخص‌ها و انتخاب گوشی مناسب با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی انجام می‌شود.

از فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی در شاخه‌های متعددی اعم از مهندسی، مدیریت، سیستم‌های اطلاعاتی و بورس برای انتخاب گزینه مناسب از بین چند گزینه بر اساس تعدادی شاخص استفاده شده است. این روش از یک ساختار سلسله‌مراتبی برای تصمیم‌گیری استفاده می‌کند (Saaty 1980, Saaty 1988, Saaty and Kearns 1991). در بالاترین سطح از تحلیل، هدف کلی سیستم و در پایین‌ترین سطح آن، گزینه‌های مختلفی که برای تصمیم‌گیری و انتخاب وجود دارند آورده می‌شود. سطوح میانی نیز به توصیف شاخص‌ها و زیرشاخص‌های موثر بر تصمیم‌گیری می‌پردازد. از آنجا که شاخص‌های موثر بر تصمیم‌گیری دارای اهمیت یکسانی نمی‌باشند، برای هر شاخص وزن جداگانه‌ای در بازه صفر و یک در نظر گرفته می‌شود. در صورتی که وزن شاخص‌ها مشخص نباشد، با استفاده از ماتریس مقایسات زوجی که توسط کاربر تکمیل می‌شود، ارزش نهایی هر شاخص محاسبه می‌شود. سپس گزینه‌های مختلف، از منظر شاخص‌های مختلف در ماتریس‌های مقایسات زوجی جداگانه مقایسه شده و در نهایت، ارزش نهایی هر گزینه محاسبه می‌شود. نمونه‌ای از درخت تحلیل سلسله‌مراتبی در شکل ۱ آمده است.



شکل ۱. نمونه‌ای از یک درخت تحلیل سلسله‌مراتبی مورد استفاده در فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی (Chen, Hu et al. 2010)

۲-۳- انتخاب شاخص‌های موثر بر خرید تلفن همراه

کیفیت و دقت یک سیستم پیشنهاددهنده به شاخص‌هایی وابسته است که در ساخت مدل، به کار گرفته شده‌اند. به عبارتی معیارهایی که برای ارزیابی گزینه‌ها و انتخاب آن‌ها در نظر گرفته می‌شوند در کارایی و صحت سیستم پیشنهاددهنده تاثیر به سزایی دارند. در حالت کلی، خریداران یک گوشی تلفن همراه محصولاتی را می‌پسندند که با علایق و عادات رفتاری آن‌ها بیشترین انطباق را داشته باشد (Jahng, Jain et al. 2000, Jahng, Jain et al. 2006). بنابراین برای ساخت یک سیستم پیشنهاددهنده کارا برای انتخاب گوشی‌های تلفن همراه، در ابتدا باید ویژگی‌ها و شاخص‌های گوناگونی که برای مشتریان حائز اهمیت است و در انتخاب گوشی همراه به کار گرفته می‌شود، شناسایی شوند.

در ابتدای کار، منابع گوناگونی مورد مطالعه قرار گرفت تا فاکتورهای موثر در انتخاب گوشی تلفن همراه استخراج شوند. در این راستا، وب‌سایت‌های مختلف تجارت الکترونیک که در زمینه فروش تلفن همراه فعالیت دارند مورد بررسی قرار گرفتند و نظرات افراد مختلف اعم از مشتریان و فروشندگان و تحلیل‌گران به دقت بررسی شد. هم‌چنین مقاله‌ای که در زمینه انتخاب گوشی تلفن همراه، کار تحقیقاتی انجام داده بود مطالعه شده (Chen, Hu et al. 2010) و نظرات خبرگان مختلف در این زمینه اعمال شد. در نهایت فاکتورهای اساسی موثر بر انتخاب گوشی تلفن

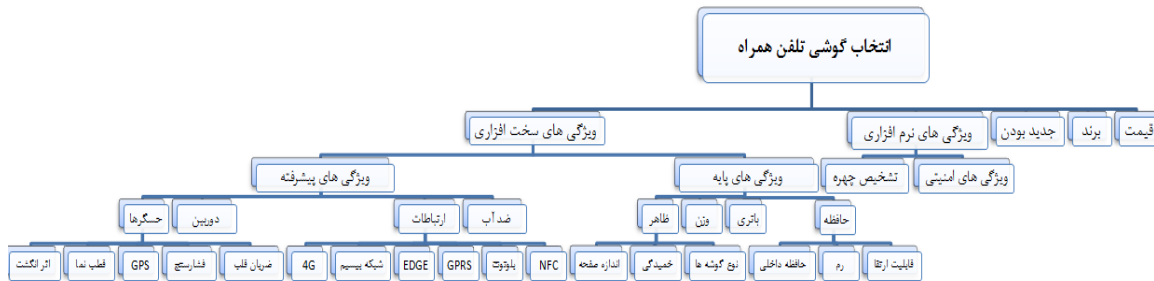
همراه استخراج شد. فاکتورها در پنج دسته اصلی قیمت، برند، جدید بودن، ویژگی های نرم افزاری و ویژگی های سخت افزاری دسته بندی و گروه بندی شدند. به جز قیمت، برند و جدید بودن، دو فاکتور باقی مانده یعنی ویژگی های نرم افزاری و ویژگی های سخت افزاری شامل چند زیرشاخص می شوند. در دسته ویژگی های نرم افزاری می توان به قابلیت تشخیص چهره و ویژگی های امنیتی گوشی مانند قفل صفحه اشاره کرد. فاکتورهایی مانند دارا بودن حسگرهای مختلف (مانند قطب نما، فشار سنج، ضربان قلب و اثر انگشت)، ویژگی های ظاهری (مانند اندازه صفحه، خمیده بودن و نوع گوشه های گوشی)، وزن، قابلیت باتری (که معادل قابلیت مکالمه طولانی مدت است)، دوربین، ارتباطات (مانند پشتیبانی از نسل چهارم، شبکه بیسیم، EDGE، سرویس بسته امواج رادیویی، بلوتوث و ارتباط حوزه نزدیک)، قابلیت های حافظه (مانند حافظه داخلی، رم و قابلیت ارتقای حافظه) و ضد آب بودن در دسته ویژگی های سخت افزاری قرار می گیرند.

در این میان، ارزش و وزن فاکتورهای مختلف برای افراد گوناگون، متفاوت است. هم چنین فاکتورهایی وجود دارند که بر اساس عادات فرد، ممکن است دارای اهمیت بیشتر یا فاقد اهمیت باشند. بنابراین ابتدا باید مشخص شود از بین فاکتورهای موثر بر خرید شناسایی شده، کدام فاکتورها بر خرید کاربر خاص موثر است، سپس باید با استفاده از مقایسات زوجی میزان اهمیت هر فاکتور برای کاربر به صورت دقیق مشخص شود.

حسگرهای مختلفی در گوشی تلفن همراه وجود دارد. در این میان می توان از جی پی اس، قطب نما و حسگر صفحه نمایش نام برد. از آن جایی که این برنامه برای اجرا در گوشی های تلفن همراه طراحی و پیاده سازی شده است، می توان با استفاده از تحلیل اطلاعات مختلفی که از حسگرهای تلفن همراه کاربر به دست می آید، برخی از عادات فردی کاربر را شناسایی کرد. در نهایت با استفاده از عادات فردی کاربر می توان درباره شاخص های نهایی موثر بر خرید وی تصمیم گرفت تا بتوان گوشی های تلفن همراه متناسب با شخصیت و عادات مشتری به او پیشنهاد داد.

۳-۳- ساخت درخت تحلیل سلسله مراتبی انتخاب گوشی تلفن همراه

یک سیستم پیشنهاد دهنده گوشی تلفن همراه کارا نیازمند شاخص های اصلی و کلیدی و مدلی دقیق برای انتخاب گوشی متناسب با سلیقه هر فرد است. پس از استخراج شاخص های موثر بر خرید تلفن همراه، مدل کلی درخت تحلیل سلسله مراتبی برای انتخاب گوشی تلفن همراه در شکل ۲ آمده است.



شکل ۲. درخت تحلیل سلسله‌مراتبی انتخاب گوشی تلفن همراه

پنج دسته اصلی شاخص‌ها شامل قیمت، برند، جدید بودن، ویژگی‌های نرم‌افزاری و سخت‌افزاری می‌باشد. خود ویژگی‌های سخت‌افزاری به دو گروه ویژگی‌های سخت‌افزاری پایه و پیشرفته تقسیم می‌شوند. وجود حسگرهای مختلف در گوشی، دوربین، ارتباطات و ضد آب بودن گوشی در گروه ویژگی‌های پیشرفته قرار می‌گیرند.

قیمت: یکی از مهم‌ترین فاکتورهایی که در خرید افراد موثر است قیمت می‌باشد. هم‌چنین این شاخص به نوعی به کیفیت گوشی همراه نیز اشاره دارد، زیرا معمولاً گوشی‌های گران‌تر کیفیت بالاتری نیز دارند (Mitra 1995).

برند: ویژگی‌هایی مانند نام شرکت سازنده، لوگو و نشان آن‌ها، طراحی و سایر ویژگی‌های مرتبط است که محصولات و سرویس‌های یک شرکت را از سایرین متمایز می‌سازد (Kotler 2002).

جدید بودن: نسبت معکوس با فاصله زمانی انتشار گوشی تا خرید آن دارد. هر چه این فاصله کم‌تر باشد، گوشی جدیدتر بوده و برای مشتریان، رضایت‌بخش‌تر می‌باشد.

ویژگی‌های نرم‌افزاری: ویژگی‌هایی هستند که مستقل از سخت‌افزار در یک گوشی تلفن همراه پیاده‌سازی شده‌اند. این ویژگی‌ها به دسته‌ای از برنامه‌های کاربردی پایه اشاره می‌کند که از ابتدا روی گوشی تلفن همراه نصب شده‌اند. مهم‌ترین آن‌ها که در این تحقیق از آن‌ها استفاده شده است، تشخیص چهره و برنامه‌ها و قابلیت‌های امنیتی گوشی می‌باشد.

ویژگی‌های سخت‌افزاری: گوشی‌های مختلف تلفن همراه، دارای ویژگی‌های مختلف سخت‌افزاری می‌باشند و مشتریان، برای خرید گوشی تلفن همراه به این ویژگی‌ها توجه زیادی دارند (Chen, Hu et al. 2010). تنوع زیاد در جنبه‌های سخت‌افزاری مانند طراحی و ظاهر گوشی، این فاکتور را به یکی از دسته‌های اصلی شاخص‌های موثر در خرید گوشی تلفن همراه تبدیل کرده است.

۳-۴- شاخص‌های زمینه‌آگاه و جمع‌آوری و تحلیل عادات فردی کاربر

همان طور که در بخش های قبل گفته شد، با استفاده از تحلیل داده های مختلف موجود در گوشی تلفن همراه مشتری، می توان عادات فردی و فاکتورهای موثر بر خرید یک گوشی تلفن همراه جدید را شناسایی و استخراج کرد. هم چنین در بخش قبل فاکتورهای کلی موثر بر خرید گوشی تلفن همراه مشخص شد. در این میان برخی از فاکتورها زمینه آگاه هستند، بنابراین می توان با استفاده از عادات رفتاری فرد در حال حاضر، مشخص کرد که آیا این فاکتورها بر خرید وی موثر می باشند یا خیر. در ادامه فاکتورهای زمینه آگاه موثر بر خرید گوشی همراه و عادات فردی ای که منجر به وجود یا عدم وجود این فاکتور در درخت سلسله مراتبی انتخاب گوشی می شود، آورده شده است.

جدید بودن: یکی از ویژگی های زمینه ای که هنگام خرید قابل بازیابی است، زمان می باشد. با استفاده از زمان خرید، می توان فاصله زمان انتشار گوشی تا خرید را محاسبه کرده و میزان جدید بودن گوشی را مشخص کرد.

اندازه صفحه: عوامل مختلفی بر تعیین اندازه صفحه مناسب برای کاربر موثرند. در صورتی که کاربر مدت زمان زیادی را به مکالمه با گوشی خود پردازد، صفحه بزرگ برای او آزار دهنده خواهد بود و باید از یک گوشی با صفحه کوچک یا متوسط استفاده کند. هم چنین در صورتی که کاربر گوشی خود را برای مطالعات طولانی یا استفاده مداوم از اینترنت به کار گیرد، صفحات بزرگ انتخاب مناسبی برای او خواهند بود.

قابلیت باتری: افرادی که مدت زمانی طولانی را به مکالمات شبانه روزی خود اختصاص می دهند، به قابلیت های بالای باتری اهمیت می دهند. هم چنین کاربری که زیاد در حال جابجایی هستند و یا زیاد به مسافرت می روند، نیاز دارند که گوشی آن ها دارای قابلیت بالای باتری باشد، چون در جابجایی های مداوم، امکان شارژ مجدد گوشی وجود ندارد.

دوربین: عواملی مانند استفاده زیاد از دوربین در گوشی فعلی، مکالمات تصویری طولانی مدت و یا استفاده زیاد از نرم افزارهایی که نیاز به دوربین دارند (مانند اکثر نرم افزارهای واقعیت افزوده) بر اهمیت داشتن یا نداشتن دوربین برای کاربر موثرند.

ارتباطات: روشن بودن طولانی مدت شبکه بی سیم، داده همراه، بلوتوث و NFC، هم چنین وجود نرم افزارهای پیام رسان متعدد مبتنی بر وب مانند تلگرام نشان دهنده استفاده طولانی مدت از اینترنت توسط کاربر می باشد.

جدول ۱ فاکتورهای زمینه آگاه موثر بر خرید گوشی تلفن همراه و عادات فردی موثر بر آن ها را نشان می دهد. در جدول ۲ نیز عادات فردی زمینه آگاه مورد استفاده در تحقیق به همراه روش تشخیص آن در گوشی تلفن همراه آورده شده است. همان طور که در جدول ۲ نشان داده شده است، برای تشخیص عادات مختلف در یک فرد، روش های مختلفی وجود دارد. به عنوان مثال یکی از عادات و ویژگی های رفتاری که در شخص باید تشخیص داده شود، میزان استفاده از

اینترنت می باشد. زیرا اگر میزان استفاده فرد از اینترنت در گوشی همراه طولانی تر باشد، اندازه صفحه بزرگ تر برای اون مطلوب خواهد بود. هم چنین فاکتورهایی مانند قابلیت‌های شبکه در گوشی نیز برای فرد مهم خواهد بود. هم چنین یکی از عواملی که در تعیین اندازه صفحه گوشی برای فرد موثر است، استفاده از گوشی برای مطالعه کتاب الکترونیک می باشد. روش تشخیص این که آیا شخص از گوشی خود برای مطالعه استفاده می کند این است که مدت زمانی که صفحه گوشی روشن است ولی تعداد دفعات لمس صفحه کم می باشد طولانی است، زیرا شخص در حال مطالعه است.

جدول ۱. فاکتورهای زمینه آگاه موثر بر خرید گوشی تلفن همراه و عادات فردی موثر بر آنها

عادات فردی موثر بر فاکتور	فاکتور زمینه آگاه
۱. مکالمات طولانی: اندازه صفحه کوچک یا متوسط ۲. استفاده زیاد از اینترنت: اندازه صفحه بزرگ ۳. مطالعه کتاب‌های الکترونیک ^۱ : اندازه صفحه بزرگ	اندازه صفحه
۱. مکالمات طولانی: قابلیت باتری بالا ۲. جابجایی و مسافرت زیاد: قابلیت باتری بالا	قابلیت باتری
۱. استفاده زیاد از دوربین در گوشی فعلی ۲. مکالمات تصویری طولانی مدت ۳. استفاده زیاد از نرم‌افزارهایی که نیاز به دوربین دارند	دوربین
۱. روشن بودن طولانی مدت شبکه بی سیم ۲. روشن بودن طولانی مدت شبکه داده همراه ۳. روشن بودن طولانی مدت بلوتوث و NFC ۴. تعدد نرم‌افزارهای پیام‌رسان مبتنی بر وب	ارتباطات

¹ electronic book (e-book)

مانند وایبر یا تلگرام	
-----------------------	--

جدول ۲: عادات فردی زمینه آگاه و روش تشخیص آن در گوشی تلفن همراه

روش تشخیص در گوشی تلفن همراه	عادت فردی زمینه آگاه
مدت زمانی که شخص با گوشی تلفن همراه خود صحبت می کند.	میزان مکالمات
مدت زمانی که شبکه داده همراه و بی سیم روشن است.	میزان استفاده از اینترنت
مدت زمانی که صفحه گوشی تلفن همراه روشن است ولی مقدار لمس صفحه توسط کاربر اندک می باشد.	مدت مطالعه کتاب الکترونیک
جمع بازه های زمانی که در آن ها، مکان کاربر نسبت به مکان قبلی بیش از ۱۰ متر جابجایی داشته است. مکان کاربر با استفاده از جی پی اس مشخص می شود.	میزان جابجایی و مسافت
مدت زمانی که کاربر از دوربین گوشی همراه خود استفاده می کند.	میزان استفاده از دوربین
مدت زمانی که کاربر از برنامه های کاربردی پیام رسان تصویری استفاده می کند.	مدت مکالمات تصویری

۳-۵- آماده سازی داده های گزینه ها برای ذخیره در پایگاه داده

پیشنهاد دهنده گوشی تلفن همراه، از بین گوشی هایی که در یک پایگاه داده ذخیره شده است به انتخاب گوشی مناسب و پیشنهاد آن می پردازد. در این پایگاه داده گوشی هایی با مدل های

مختلف و ویژگی‌های متفاوت ذخیره شده‌اند. در ادامه شیوه امتیازدهی به شاخص‌های مختلف تصمیم‌گیری این سیستم پیشنهاددهنده آمده است.

شاخص‌هایی که در این سیستم مورد استفاده قرار گرفته‌اند، از نوع کمی، کیفی، دوقمرداری یا ترکیبی می‌باشند. شاخص‌های کمی به شاخص‌هایی اطلاق می‌شود که برای امتیازدهی به آن شاخص از یک عدد صحیح استفاده می‌شود. شاخص‌های قیمت، جدید بودن، ویژگی‌های امنیتی (که با استفاده از نظر خبرگان از قبل مقداردهی شده است)، باتری، رم، حافظه داخلی، وزن، اندازه صفحه و دوربین (میزان وضوح آن) از نوع کمی می‌باشند. مقدار این شاخص‌ها در هر گزینه در پایگاه داده ذخیره می‌شود. در نهایت این شاخص‌ها با استفاده از روش نرمال‌سازی خطی نرمال شده و به عنوان ارزش گزینه‌ها در آن شاخص استفاده می‌شود.

تنها شاخصی که در این سیستم از نوع کیفی می‌باشد، برند است. پس از آن که با استفاده از روش غیرجبرانی حذفی، تعدادی از گزینه‌ها فیلتر شدند، در صورتی که تعداد برندهای مورد علاقه فرد بیش از یک مورد بود، با استفاده از طیف ۵ تایی لیکرت، نظر فرد در مورد هر برند پرسیده شده و امتیاز آن محاسبه می‌شود تا جدول مقایسات زوجی معادل آن تشکیل و نرمال‌سازی شود. شاخص‌های دو کمرداری در این سیستم پیشنهاددهنده شامل تشخیص چهره، قابلیت ارتقا، نوع گوشه‌ها (منحنی یا گوشه‌دار)، خمیده بودن گوشی، ضد آب بودن، زیر شاخص‌های ارتباطات و زیر شاخص‌های حسگرها (وجود یا عدم وجود فاکتور ارتباطی و حسگر) می‌باشند. این شاخص‌ها به وجود یا عدم وجود یک ویژگی در گوشی اشاره دارند، بنابراین از نوع دو کمرداری می‌باشند.

دسته‌ای دیگری از شاخص‌ها در این سیستم وجود دارند که از آن‌ها با عنوان ترکیبی نام برده شده است. برای تسهیل در انجام مقایسات زوجی، زیر شاخص‌های موجود در سطح پنجم درخت تصمیم‌گیری مستقیماً وارد فرآیند تصمیم‌گیری نمی‌شوند تا ماتریس مقایسات زوجی جداگانه برای هر کدام تشکیل داده نشود. بلکه فرض می‌شود هر دسته از این زیر شاخص‌ها دارای وزن یکسانی هستند و جمع آن‌ها به عنوان امتیاز شاخص سرگروه‌شان منظور می‌شود. به عنوان مثال در صورتی که یک گوشی دارای سه حسگر از این پنج حسگر باشد، فاکتور حسگر آن گزینه امتیاز ۳ می‌گیرد. در نهایت امتیاز هر گزینه محاسبه شده و نرمال می‌شود تا در بازه صفر و یک قرار گیرد و وارد جدول تصمیم‌نهایی شود.

۴. پیاده‌سازی و ارزیابی

۴-۱- پیاده‌سازی سیستم پیشنهاددهنده

نمونه اولیه دو سیستم پیشنهاددهنده گوشی تلفن همراه برای اجرا در گوشی‌های هوشمند مجهز به سیستم عامل اندروید پیاده‌سازی و آزمایش شد. سیستم پیشنهاددهنده اول زمینه آگاه است

و با استفاده از سنسورهای گوشی تلفن همراه کاربر، عادات، رفتار و اطلاعات زمینه ای او را استخراج کرده و با استفاده از این اطلاعات، تشخیص می دهد کدام یک از فاکتورهای موثر بر خرید گوشی تلفن همراه، بر خرید او تاثیر گذار است و کدام یک نیست و به این ترتیب تعدادی از فاکتورهای بی تاثیر بر خرید مشتری را شناسایی و حذف می کند. سیستم دوم بدون استفاده از اطلاعات زمینه ای و تنها با استفاده از تعدادی شاخص ثابت برای همه مشتریان که در درختی از شاخص ها دسته بندی شده اند، به انتخاب گوشی مناسب فرد می پردازد. کاربران پس از استفاده از هر دو سیستم، درباره آن نظر داده و مشخص می کنند پیشنهاد کدام یک از این دو سیستم، به علایق آن ها نزدیک تر بوده است.

در هر دو سیستم پیشنهاد دهنده، کاربر در ابتدا وارد صفحه فیلتر می شود تا مشخص کند بازه قیمتی ترجیحی وی کدام بازه است تا گوشی هایی در خارج از این بازه قیمت به او پیشنهاد نشود. همچنین برندهای مورد علاقه خود را نیز وارد می کند تا پیشنهادات، تنها در بین گوشی های برندهای انتخابی انجام شود. نمونه ای از صفحه انتخاب قیمت و برند، در شکل ۳- الف آمده است. سپس در سیستم پیشنهاد دهنده زمینه آگاه، اطلاعات فردی و زمینه ای فرد مورد تحلیل قرار گرفته و شاخص های غیر موثر بر خرید کاربر حذف می شوند. به عنوان مثال در صورتی که کاربر مدت زمان زیادی را به مطالعه با گوشی پردازد، یعنی صفحه گوشی روشن باشد ولی میزان لمس صفحه بسیار کم باشد، زیرشاخص اندازه صفحه از ویژگی ظاهر که در بین شاخص های پایه سخت افزاری وجود دارد، روی اندازه های بزرگ (بالای ۴٫۵ اینچ) تنظیم می شود و گوشی هایی با این خصیصه به او پیشنهاد داده می شود.

پس از آن که شاخص های موثر بر خرید فرد مشخص شدند. کاربر وارد صفحه مقایسات زوجی (شکل ۳-ب) می شود. در این صفحه میزان اهمیت یا به عبارتی وزن شاخص های موثر برای ورود به فرآیند تحلیل سلسله مراتبی محاسبه می شود. کاربرانی که از این سیستم پیشنهاددهنده استفاده می کنند به احتمال زیاد افرادی هستند که با مفاهیم ماتریس مقایسات زوجی و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی آشنایی ندارند. به همین دلیل برای تعیین مقادیر مختلف ماتریس مقایسات زوجی، از یک رابط کاربری بسیار ساده استفاده شده است. شاخص های مختلف دو به دو مقابل هم قرار می گیرند و کاربر مشخص می کند از بین هر دو شاخص، کدام یک برایش با اهمیت تر است. در بین هر دو شاخص نشانگری قرار داده شده است که کاربر با جابجایی آن می تواند برنده هر مقایسه را مشخص کند. هر چه نشانگر انتخابی به یک شاخص نزدیک تر باشد، میزان اهمیت آن شاخص برای کاربر بیشتر است و میزان نزدیکی نشانگر مقدار آن مقایسه را مشخص می کند. به عنوان مثال در شکل ۳- ب مقایسه بین قیمت و ویژگی نرم افزاری نشان می دهد که میزان اهمیت ویژگی نرم افزاری برای کاربر ۳ برابر قیمت بوده است. به این ترتیب عملاً تنها بالای قطر ماتریس مقایسات زوجی کامل شده و سیستم با انجام محاسبات مورد نیاز، همه

ماتریس را کامل می‌کند. سپس وزن شاخص‌ها محاسبه شده و فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی بر روی گوشی‌ها به عنوان گزینه‌ها اعمال می‌شود تا وزن هر گوشی به دست آید. در نهایت نیز در صفحه‌ای مانند شکل ۴، دو گوشی مناسب فرد که بیشترین امتیاز را در فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی به دست آورده است، به کاربر نشان داده می‌شود. هم‌چنین امتیاز نهایی گوشی‌های برتر به او نشان داده می‌شود تا اهمیت و امتیاز نهایی هر پیشنهاد برای کاربر مشخص شود.

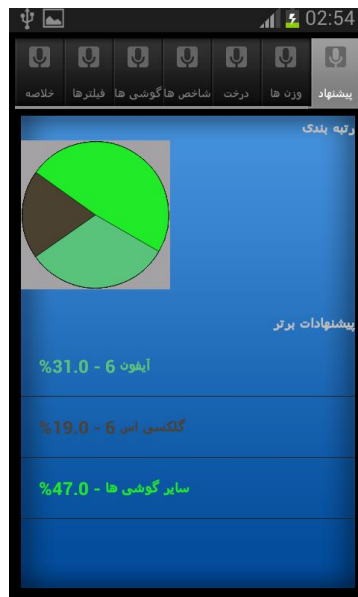


الف



ب

شکل ۳. الف: صفحه فیلتر قیمت و برند، ب: صفحه مقایسات زوجی بین شاخص‌های موثر



شکل ۴. صفحه نمایش پیشنهاد دو گوشی برتر

۲-۴- آزمون و ارزیابی

هدف از پیاده‌سازی سیستم پیشنهاددهنده گوشی تلفن همراه در دو وضعیت سنتی و زمینه آگاه، مقایسه و ارزیابی این دو سیستم در رضایت کاربران از پیشنهادات می‌باشد. در حقیقت هدف از پیاده‌سازی این دو سیستم این بود که تعیین شود آیا اضافه کردن اطلاعات زمینه‌ای رفتار کاربر در گوشی فعلی او، در بهبود نتایج و پیشنهاد گوشی جدید به او مفید می‌باشد یا خیر. نمونه اولیه این سیستم، توسط تعدادی کاربر که تصمیم به خرید گوشی تلفن همراه جدید داشتند، مورد استفاده قرار گرفت. افرادی که این سیستم را مورد استفاده قرار دادند، بین ۲۰ تا ۵۷ سال سن داشتند. هم‌چنین ۷۵ درصد آن‌ها مونث و بقیه مذکر بودند. در صورتی که نرخ ناسازگاری ماتریس مقایسات زوجی بیشتر از ۰٫۱ بود، از کاربر درخواست می‌شد تا مجدداً مقایسات زوجی را تکمیل کند. پس از استفاده از هر دو پیشنهاد دهنده، از کاربران خواسته شد تا میزان رضایت خود از پیشنهادات دو سیستم را با استفاده از طیف لیکرت ۵ تایی اعلام کنند. در این طیف، ۱ به معنایی کاملاً ناراضی و ۵ به معنای کاملاً راضی در نظر گرفته شده است. هم‌چنین میزان کارپسند بودن سیستم‌ها نیز با استفاده از همین طیف مورد ارزیابی قرار گرفت. طراحی پرسشنامه ارزیابی سیستم با الهام از پرسشنامه مقاله (Chen, Hu et al. 2010) انجام گرفته است.

نتایج نهایی نظرسنجی رضایت مشتری از نتایج و کیفیت پیشنهادات در جدول ۳ آمده است. میانگین رضایت از سیستم پیشنهاددهنده در پاسخگویی به نیازها در سیستم زمینه آگاه ۴٫۵ از ۵ و

در سیستم غیرزمینه‌گاه ۴ از ۵ است. هم‌چنین میانگین رضایت مشتری از پیشنهادات در حالت زمینه‌گاه ۴ از ۵ و در حالت غیرزمینه‌گاه ۳ از ۵ است.

جدول ۳. نتایج نهایی رضایت از پیشنهاددهنده در دو حالت زمینه‌گاه و غیرزمینه‌گاه

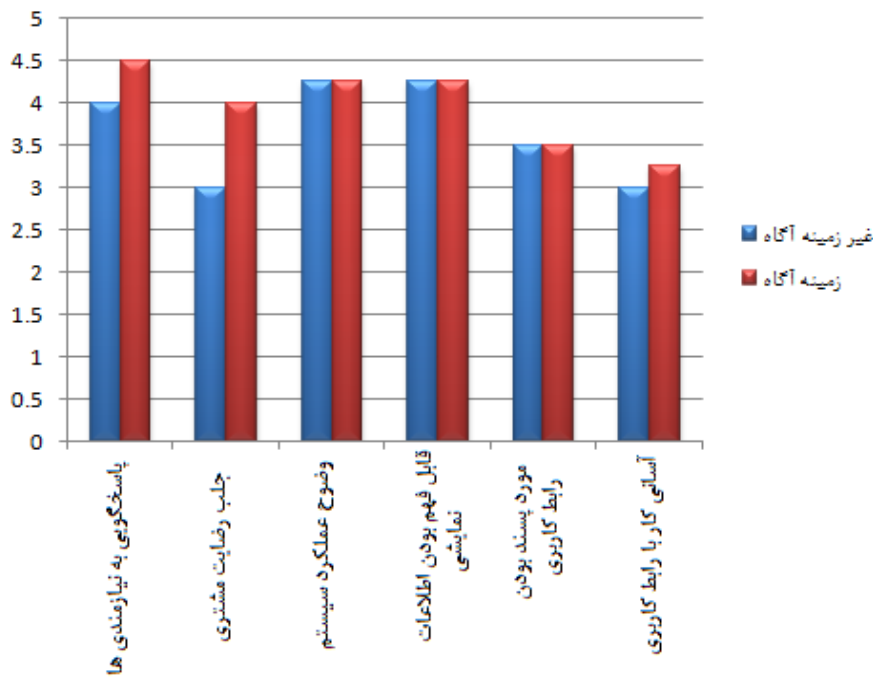
سیستم پیشنهاد دهنده دوم (غیر زمینه‌گاه)	سیستم پیشنهاددهنده اول (زمینه‌گاه)	آیتم مورد ارزیابی
میانگین	میانگین	
۴	۴,۵	۱. پیشنهادات سیستم پاسخگوی نیازمندی‌های من است.
۳	۴	۲. پیشنهادات سیستم برای من رضایت‌بخش است.

هم‌چنین نتایج نهایی رضایت از رابط کاربری دو سیستم پیشنهاددهنده در جدول ۴ آمده است. همان‌طور که در جدول مشخص است، میانگین رضایت از رابط کاربری در فاکتورهای مختلف در هر دو سیستم تقریباً یکسان است، زیرا دو سیستم از رابط کاربری مشابهی برخوردار بودند. تنها تفاوتی که دو سیستم در رابط کاربری دارند، این است که در سیستم پیشنهاددهنده زمینه‌گاه به دلیل حذف برخی از فاکتورهای غیر موثر بر خرید، تعداد مقایسات زوجی کاهش می‌یابد. به همین خاطر در سوال آخر که نشانگر رضایت کلی از رابط کاربری می‌باشد، سیستم زمینه‌گاه امتیاز بهتری نسبت به سیستم غیرزمینه‌گاه به دست آورده است. در شکل ۵ خلاصه نتایج نهایی مقایسه دو سیستم پیشنهاددهنده زمینه‌گاه و غیرزمینه‌گاه آمده است.

جدول ۴. نتایج نهایی رضایت از رابط کاربری پیشنهاددهنده در دو حالت زمینه‌گاه و غیرزمینه‌گاه

سیستم پیشنهاددهنده اول (زمینه‌گاه)	سیستم پیشنهاددهنده دوم (غیر زمینه‌گاه)	آیتم مورد ارزیابی
میانگین	میانگین	
۴,۲۵	۴,۲۵	۱. عملکرد سیستم واضح و روشن است.

۴,۲۵	۴,۲۵	۲. اطلاعاتی که توسط سیستم نمایش داده می شود قابل فهم است.
۳,۵	۳,۵	۳. رابط کاربری سیستم مورد پسند است و کار با آن آسان است.
۳	۳,۲۵	۴. در کل، استفاده از سیستم راحت و آسان است.



شکل ۵. مقایسه نتایج نهایی رضایت از پیشنهادات و رابط کاربری دو سیستم پیشنهاددهنده زمینه آگاه و غیرزمینه آگاه برای پیشنهاد گوشی تلفن همراه

۵. بحث و نتیجه گیری و کارهای آتی

در این مقاله، یک سیستم پیشنهاددهنده زمینه آگاه گوشی تلفن همراه برای اجرا در گوشی های هوشمند مجهز به سیستم عامل اندروید طراحی و پیاده سازی شده است. این سیستم پیشنهاددهنده برای کمک به افرادی پیاده سازی شده است که در حال حاضر گوشی تلفن همراه دارند ولی تمایل به خرید گوشی جدید دارند. اطلاعات زمینه ای کاربر با استفاده از گوشی فعلی او جمع آوری شده و تحلیل می شود تا عادات رفتاری وی استخراج شود. با استفاده از عادات رفتاری

کاربر، شاخص‌های مورد علاقه و موثر بر خرید او شناسایی شده و شاخص‌های غیر موثر بر خرید وی، از درخت تصمیم حذف می‌شوند. در این تحقیق از ترکیب دو روش تصمیم‌گیری جبرانی و غیر جبرانی استفاده شده است. روش تصمیم‌گیری غیر جبرانی مورد استفاده، روش حذفی و روش جبرانی مورد استفاده، فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی می‌باشد.

در ابتدا درخت ثابتی از شاخص‌های موثر بر خرید در چند سطح شامل شاخص‌ها و زیر شاخص‌های موثر ایجاد می‌شود. سپس با تحلیل اطلاعات حسگرهای مختلف گوشی تلفن همراه، عادات رفتاری کاربر شامل صحبت‌های طولانی مدت با گوشی همراه، مطالعه کتاب، استفاده طولانی مدت از اینترنت و جابجایی و مسافرت‌های طولانی و متعدد شناسایی می‌شود. هم‌چنین اطلاعات زمانی فرد نیز به عنوان یک شاخص زمینه‌ای در نظر گرفته می‌شود و فاصله زمانی بین انتشار گوشی‌های پیشنهادی و زمان حال محاسبه می‌شود. سپس با استفاده از روش حذفی، گوشی‌های دارای برندها و بازه‌های قیمت نامناسب فرد حذف می‌شود. در نهایت با استفاده از یک رابط کاربری ساده، شاخص‌های مختلف موثر بر خرید فرد دو به دو مقایسه شده و ماتریس مقایسات زوجی تکمیل می‌شود. فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی، وزن‌های محاسبه شده برای شاخص‌ها را مورد استفاده قرار داده و دو گوشی مناسب فرد را به او پیشنهاد می‌دهد.

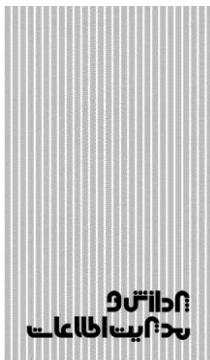
رضایت کاربران از نتایج سیستم پیشنهاددهنده زمینه آگاه با سیستم پیشنهاددهنده سنتی که از اطلاعات زمینه‌ای استفاده نمی‌کند مورد مقایسه قرار گرفت. میزان رضایت از پیشنهاددهنده زمینه آگاه در زمینه پاسخگویی به نیازمندی‌ها ۴٫۵ از ۵ (۹۰ درصد) و در زمینه رضایتمندی مشتری از نتایج پیشنهادی ۴٫۵ از ۵ (۸۰ درصد) بود در حالی که میزان رضایت از پیشنهاددهنده سنتی در پاسخگویی به نیازها ۴٫۵ از ۵ (۸۰ درصد) و در رضایتمندی مشتری از کیفیت نتایج ۳٫۵ (۶۰ درصد) بود. بنابراین نشان داده می‌شود که اضافه کردن اطلاعات زمینه‌ای به پیشنهاددهنده گوشی تلفن همراه در بهبود نتایج آن موثر بوده است. هم‌چنین رضایت از سادگی رابط کاربری نیز مورد ارزیابی قرار گرفت. از آن جا که رابط کاربری هر دو سیستم مشابه بود، میزان رضایت از هر دو سیستم در فاکتورهای مختلف رابط کاربری تقریباً مشابه بود. با این حال رضایت از رابط کاربری سیستم پیشنهاددهنده زمینه آگاه در حالت کلی از نظر سادگی اندکی بیشتر بود، زیرا کشف عادات رفتاری کاربر و حذف تعدادی از شاخص‌های غیر موثر، منجر به کاهش تعداد مقایسات زوجی در این سیستم می‌شود که در نهایت فرآیند رسیدن به پیشنهادات را کوتاه‌تر کرده و انرژی کم‌تری از کاربر می‌گیرد، بنابراین کاربر پسندتر می‌باشد.

در این تحقیق از ترکیب دو روش فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی و روش حذفی برای تصمیم‌گیری و ارائه پیشنهادات استفاده شد. در آینده می‌توان از سایر روش‌های تصمیم‌گیری نیز برای ارائه نتایج استفاده کرد. هم‌چنین می‌توان شاخص‌های زمینه آگاه بیشتری را نیز استخراج کرده

و مورد استفاده قرار داد. به عنوان مثال می توان از ارتباطات و شبکه های اجتماعی کاربر نیز کمک گرفت. کاربران معمولاً تمایل دارند گوشی هایی خریداری کنند که دوستانشان قبلاً استفاده کرده و از آن راضی بوده اند. بنابراین کشف پیشنهادات دوستان افراد نیز می تواند به بهبود نتایج کمک کند. هم چنین تحلیل نظرات و انتقادات افراد خبره گوشی تلفن همراه در سایت ها و فروم های گفتگو با استفاده از روش های اندیشه کاوی می تواند سیستم پیشنهاددهنده را آگاه تر ساخته و منجر به ارائه نتایج بهتری به کاربر شود.

فهرست منابع

- A.B.Barragáns-Martí'nez, et al. (2010). "A hybrid content-based and item-based collaborative filtering approach to recommend TV programs enhanced with singular value decomposition." *Information Sciences* 180(22): 4290-4311.
- A.Nanolopoulus, et al" (۲۰۱۰). Music Box: personalizad music recommendation based on cubic analysis of social tags. " *IEEE Transactions on Audio,Speech and Language Processing* 18(2): 407-412.
- Adomavicius, G., et al. (2005). "Incorporating contextual information in recommender systems using a multidimensional approach." *ACM Transactions on Information Systems (TOIS)* 23(1): 103-145.
- Adomavicius, G. and A. Tuzhilin (2011). "Context-Aware Recommender Systems." *Recommender Systems Handbook*, Chapter 7: 217-253.
- Carchiolo, V., et al" (۲۰۱۵). Searching for experts in a context-aware recommendation network." *Computers in Human Behavior* 51, Part B: 1086-1091.
- Cena, F., et al. (2006). "Integrating heterogeneous adaptation techniques to build a flexible and usable mobile tourist guide ".*AI Communications* 19(4): 369-384.
- Chen, D.-N., et al. (2010). "A Web-based personalized recommendation system for mobile phone selection: Design, implementation, and evaluation." *Expert Systems with Applications* 37: 8201-8210.
- Chiru, C. G., et al. (20۱۵). Movie Recommender system using the user's psychological profile. *Intelligent Computer Communication and Processing (ICCP)*, 2015 IEEE International Conference on.
- Church, K., et al. (2007). "Mobile Information Access: A Study of Emerging Search Behavior on the Mobile Internet." *ACM Transactions on the Web* 1.(۱)
- Colombo-Mendoza, L. O., et al. (2015). "RecomMetz: A context-aware knowledge-based mobile recommender system for movie showtimes." *Expert Systems with Applications* 42(3): 1202-1222.
- D.Gavalas and M.Kenteris (2011). "A web-based pervasive recommendation system for mobile tourist guides." *Personal and Ubiquitous Computing* 17(7): 759-770.
- E.R.Núñez-Valdéz, et al. (2012). "Implicit feedback techniques on recommender systems applied to electronic books." *Computers in Human Behavior* 28(4): 1186-1193.
- G.Adomavicius and A.Tuzhilin (2011). "Context-Aware recommender Systems." in:F.Ricci,etal.(Ed.),*Recommender Systems Handbook*: pp.217-253.
- Ghosh, S., et al. (2016). Analysis of Online Product Purchase and Predicting Items for Co-purchase. *Proceedings of 3rd International Conference on Advanced Computing, Networking and Informatics: ICACNI 2015*, Volume 1. A. Nagar, P. D. Mohapatra and N. Chaki. New Delhi, Springer India: 581-591.
- J.Bobadilla ,et al. (2009). "Collaborative filtering adapted to recommender systems of e-learning." *Knowledge Based Systems* 22: 261-265.



- Jahng, J., et al. (2000). "Effective design of electronic commerce environments: A proposed theory of congruence and an illustration."
- Jahng, J., et al. (2006). "An empirical study of the impact of product characteristics and electronic commerce interface richness on consumer attitude and purchase intentions." *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics Part A – Systems and Humans*. ۱۲۰۱-۱۱۸۵: (۶)۳۶
- Kotler, P. (2002). "Marketing management. Pearson Professional Education".
- Mitra, A. (1995). "Price cue utilization in product evaluations the moderating role of motivation and attribute information." *Journal of Business Research* 33(3): 187-195.
- O.Zaiane (2002). "Building are commender agent for e-learning systems." in: *Proceedings of the International Conference on Computers Education (ICCE'02)* 1: 55-59.
- Oku, K., et al. (2006). "Context-aware SVM for context dependent information recommendation." In *Proceedings of the 7th International Conference on Mobile Data Management*: 109.
- P.Winoto and T.Y.Tang (2010). "The role of user mood in movie recommendations." *Expert Systems with Applications* 37(8): 6086-6092.
- R.González-Crespo, et al. (2011). "Recommendation system based on user interaction data applied to intelligent electronic books." *Computers in Human Behavior* 27(4): 1445-1449.
- S.Abbar, et al. (2009). "Context-aware recommender systems: A service-oriented approach." *Proceedings of the 3rd International Workshop on Personalized Access, Profile Management and Context Awareness in Databases*.
- S.K.Lee, et al. (2010). "Collaborative filtering with ordinal scale-based implicit ratings for mobile music recommendations " *Information Sciences* 180(11): 2142-2155.
- S.Tan, et al. (2011). "Using rich social media information for music recommendation via hypergraph model." *ACM Transactions on Multimedia Computing, Communications, and Applications* 7.(۱)
- Saaty, T. L. (1980). "The analytic hierarchy process." NY: McGraw Hill.
- Saaty, T. L. (1988). "Decision making for leaders: The analytical hierarchy process for decisions in a complex World." Pittsburgh: RWS Publications Inc.
- Saaty, T. L. and K. P. Kearns (1991). "Analytical planning: The organization of systems." Pittsburgh: RWS Publications Inc.
- Sae-Ueng, S., et al. (2008). Personalized Shopping Assistance Service at Ubiquitous Shop Space. *Advanced Information Networking and Applications - Workshops, 2008. AINAW 2008. 22nd International Conference on*.
- van Setten, M., et al. (2004). "Context-aware recommendations in the mobile tourist application compass." *Adaptive Hypermedia, Springer Verlag*: 235-244.
- W.Carrer-Neto, et al. (2012). "Social knowledge-based recommender system, Application to the movies domain." *Expert Systems with Applications* 39(12): 10990-11000.
- Z.Yu, et al. (2006). "TV program recommendation for multiple viewers based on user profile merging." *User Modeling and User-Adapted Interaction* 16(1): 63-82.

Jalal Rezaeenour, PhD of Industrial Engineering

Assistant professor, Assistant Professor of Industrial Engineering,
University of Qom.

Email: J.rezaee@qom.ac.ir, Rezaeenoor@yahoo.com

Fatemeh Sadat Lesani, PhD Condidate in Information Technology
Engineering, University of Qom.

Email: f.lesani@stu.qom.ac.ir, aslesani@gmail.com

Abstract

Recommender systems suggest proper items to customers based on their preferences and needs. Needed time to search is reduced and the quality of customer's choice is increased using recommender systems. The Context information like time, location and user behaviors can enhance the quality of recommendations and customer satisfaction in such systems. In this paper a context aware recommender system is designed and implemented in android smart phones to help customers selecting mobile phones. The system removes ineffective criteria on user's purchases using customer mobile phones's sensor data. Then creates analytic hierarchy processing tree and computes weights. Finally the recommender system recommends proper mobile phone to user. The system selects and recommends suitable phones using combination of elimination method and analytic hierarchy processing (AHP). The context aware recommender system is used by mobile phone customers to assess recommendation satisfaction and user interface design satisfaction. In addition a traditional non-context aware recommender system is used by users to compare the recommendation results in two different systems. We concluded that using context information can improve the recommendation quality and user satisfaction. Because of decreasing criteria and pair-wised comoarisions, the user interface design satisfaction is improved a little too.

Keyword: Recommender System, Context Aware, Mobile Phone Selection, Analytic Hierarchy Processing (AHP), Elimination Method.

دکتر جلال رضائی نور دارای مدرک دکتری در رشته مهندسی صنایع از دانشگاه علم و صنعت ایران است. ایشان هم‌اکنون استادیار دانشگاه قم است. اندازه‌گیری و مدیریت عملکرد، مدیریت دانش، مدیریت و مهندسی مجدد فرآیندهای کسب و کار، تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه و تحلیل چند متغیره آماری از جمله علایق پژوهشی وی است.



فاطمه سادات لسانی دارای مدرک کارشناسی ارشد در رشته مهندسی مهندسی فناوری اطلاعات با گرایش تجارت الکترونیک است. ایشان هم‌اکنون دانشجوی دکتری در رشته مهندسی فناوری اطلاعات گرایش تجارت الکترونیک در دانشگاه قم می‌باشد. سیستم‌های زمینه‌آگاه، سیستم‌های پیشنهاددهنده و هوشمندی اشیا از جمله علایق پژوهشی وی است.

