

A Context Aware Recommender System for Mobile Phone Selection Using Combination of Elimination Method and Analytic Hierarchy Processing

Jalal Rezaeenour

PhD in Industrial Engineering;
Associate Professor of Industrial Engineering; University of Qom;
Corresponding Author J.rezaee@qom.ac.ir

Fatemeh Sadat Lesani

PhD Candidate in Information Technology Engineering;
University of Qom f.lesani@stu.qom.ac.ir

Received: 01, Sep. 2015 Accepted: 23, Aug. 2016

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 select mobile phones. The system removes ineffective criteria on user's purchases using customer mobile phones' 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. The article concludes that using context information can improve the recommendation quality and user satisfaction. Because of decreasing criteria and pair-wised comparisons, the user interface design satisfaction improves a little too.

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

**Iranian Journal of
Information
Processing and
Management**

**Iranian Research Institute
for Science and Technology**

ISSN 2251-8223

eISSN 2251-8231

Indexed by SCOPUS, ISC, & LISTA

Vol. 32 | No. 4 | pp. 1203-1228

Summer 2017



سیستم پیشنهاددهنده زمینۀ آگاه برای انتخاب گوشی تلفن همراه با ترکیب روش‌های تصمیم‌گیری جبرانی و غیر جبرانی

جلال رضایی نور

دکتری مهندسی صنایع؛ دانشیار؛
گروه مهندسی صنایع دانشگاه قم؛
پدیده‌آور رابط j.rezaee@qom.ac.ir

فاطمه‌سادات لسانی

دانشجوی دکتری مهندسی فناوری اطلاعات؛
دانشگاه قم؛ f.lesani@stu.qom.ac.ir



دریافت: ۱۳۹۴/۰۶/۱۰ | پذیرش: ۱۳۹۵/۰۶/۰۲ | مقاله برای اصلاح به مدت ۱۲۹ روز نزد پدیدآوران بوده است.

چکیده: سیستم‌های پیشنهاددهنده بر اساس علایق و نیازمندی‌های مشتری، کالاها و خدمات متناسب را به او پیشنهاد می‌دهند. استفاده از این سیستم‌ها زمان جست‌وجوی مشتری را کاهش داده و کیفیت انتخاب وی را بالا می‌برد. از طرفی، استفاده از اطلاعات زمینۀ آگاه در سیستم پیشنهاددهنده، مانند زمان و مکان خرید و عادات رفتاری کاربر به ارتقاء کیفیت و افزایش رضایتمندی مشتری کمک می‌کند. مشتری‌های مختلف علایق و نیازهای متفاوتی دارند. به همین دلیل، فاکتورهای مؤثر بر خرید در آن‌ها متفاوت است. کشف نیازهای مشتری بدون پرسش مستقیم از او و به‌وسیله پردازش اطلاعات زمینۀ‌ای، به افزایش کیفیت سیستم پیشنهاددهنده منجر می‌شود. در این مقاله، یک سیستم پیشنهاددهنده زمینۀ 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 زمینۀ‌ای او را استخراج می‌کند. سپس، با استفاده از اطلاعات زمینۀ‌ای به‌دست‌آمده شاخص‌های غیرمؤثر 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 وزن‌دهی شاخص‌های مؤثر می‌پردازد. در نهایت، گوشی مناسب فرد به او پیشنهاد داده می‌شود. این سیستم با ترکیب روش غیرجبرانی حذفی و روش جبرانی فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی به انتخاب و پیشنهاد گوشی مناسب فرد

فصلنامه علمی پژوهشی
پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران

شاپا (چاپی) ۸۲۲۳-۲۲۵۱

شاپا (الکترونیکی) ۸۲۳۱-۲۲۵۱

نمایه در SCOPUS، ISI، LISTA و

jipm.irandoc.ac.ir

دوره ۳۲ | شماره ۴ | صص ۱۲۰۳-۱۲۲۸

تابستان ۱۳۹۶



می‌پردازد. در نهایت، سیستم پیشنهاددهنده زمینه آگاه در اختیار مشتریان گوشی تلفن همراه قرار گرفته و دو فاکتور رضایت از نتایج پیشنهادات و رضایت از رابط کاربری مورد ارزیابی قرار گرفته است. همچنین، یک پیشنهاددهنده سنتی و غیرزمینه آگاه نیز در اختیار آنها قرار می‌گیرد تا این دو فاکتور در دو سیستم با هم مقایسه شود. در نهایت، نشان داده می‌شود که استفاده از اطلاعات زمینه‌ای، کیفیت پیشنهادات و رضایت مشتری را افزایش داده است. همچنین، به دلیل کاهش تعداد فاکتورهای مؤثر بر خرید و در نتیجه، کاهش تعداد مقایسات زوجی، رضایت مشتری از رابط کاربری را نیز اندکی افزایش داده است.

کلیدواژه‌ها: سیستم‌های پیشنهاددهنده، زمینه آگاه، انتخاب گوشی تلفن همراه، روش تحلیل سلسله‌مراتبی، روش غیرجبرانی حذفی

۱. مقدمه

با رشد سریع اینترنت و تجارت الکترونیک در دنیای امروز، نیاز به سیستم‌های پیشنهاددهنده بیش از پیش احساس می‌شود. این سیستم‌ها بر اساس علایق و نیازمندی‌های مشتری، کالاها و خدمات متناسب را به او پیشنهاد می‌دهند. استفاده از این سیستم‌ها زمان جست‌وجوی مشتری را کاهش داده و کیفیت انتخاب وی را بالا می‌برد. شرکت‌های تجارت الکترونیک زیادی مانند «آمازون» از سیستم‌های پیشنهاددهنده برای کمک به مشتریان خود بهره می‌برند.

اصلی‌ترین وظیفه یک سیستم پیشنهاددهنده، کشف علایق و نیازهای مشتری است. به این منظور، می‌توان خریدهای گذشته مشتری را مورد بررسی قرار داده یا فاکتورهای مؤثر بر خرید را شناسایی کرد. به عنوان مثال، یک سایت تجارت الکترونیک برای فروش لوازم الکترونیک را در نظر بگیرید. در صورتی که مشتری این سایت در خریدهای قبلی خود لپ‌تاپ و گوشی همراه از یک برند خاص را خریداری کرده باشد، احتمالاً برای خرید تبلت نیز از محصولات همان برند انتخاب می‌کند. 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 می‌پردازد. با این حال، اگر مشتری قبلاً خریدی انجام نداده باشد یا خریدهای مشابهی نداشته باشد، استفاده از تکنیک‌های داده کاوی برای پیش‌بینی و پیشنهاد خرید آینده مؤثر نخواهد بود، زیرا ویژگی‌های خرید جدید مشخص نیست و فاکتورهای مؤثر بر خرید مشتری تعیین نشده است. از طرفی، از آنجا که در اکثر خریدها، فاکتورهای متفاوتی بر خرید مؤثرند و مشتری با استفاده از توازن بین فاکتورها

به نتیجه نهایی می‌رسد، استفاده از یک روش تصمیم‌گیری چندمعیاره منطقی می‌باشد. سیستم‌های پیشنهاددهنده زمینه آگاه، پیشنهادات خود را با استفاده از اطلاعات زمینه‌ای فرد مانند زمان، مکان، عادات فردی و شبکه‌های حسگر بی‌سیم بهبود می‌بخشند (S.Abbar, M.Bouzeghoub and S.Lopez 2009; D.Gavalas and M.Kenteris 2011). اطلاعات زمینه‌ای فرد به صورت صریح، تلویحی، با استفاده از داده‌های کاربری و یا ترکیبی از این سه روش به دست می‌آید.

بر اساس تحقیقات فراوانی که پیش از انجام این پژوهش انجام شد، تاکنون در هیچ پژوهشی از ویژگی‌های رفتاری کسی که هم‌اکنون در حال استفاده از یک گوشی همراه است، برای انتخاب گوشی بعدی او استفاده نشده است. به عنوان مثال، در سیستم‌های پیشنهاددهنده زمینه آگاه قبلی از علایق موسیقی فرد استفاده شده و موسیقی جدید به او پیشنهاد می‌شود (Tan et al. 2011). همچنین، از اطلاعات فیلم‌هایی که قبلاً توسط کاربر مشاهده شده، استفاده می‌شود تا فیلم جدیدی مطابق با علایق و ویژگی‌های شخصی او پیشنهاد شود (Chiru et al. 2015). همچنین، لیست خریدهای قبلی کاربر پردازش شده و کالاهای جدید مطابق با علایق او به او پیشنهاد می‌شود (Ghosh et al. 2016). با این وجود، یکی از فاکتورهای مهم در خرید کالا نیازهای فرد است. 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 و در صورتی تصمیم به خرید و انتخاب گوشی جدید می‌گیرد که قصد تعویض و ارتقاء گوشی را داشته باشد. گوشی‌های تلفن همراه متنوعی وارد بازار شده‌اند که هر کدام از آن‌ها دارای ویژگی‌های متفاوتی هستند. بنابراین، انتخاب گوشی تلفن همراه و مقایسه برندها و مدل‌های مختلف، یک فرایند 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 است. همچنین، با توجه به تنوع گوشی‌های تلفن همراه و وجود ویژگی‌های متفاوت در آن‌ها و از آنجا که فاکتورهای مختلفی بر خرید مشتریان مؤثر است، مسئله انتخاب گوشی

را می‌توان به‌عنوان یک مسئله تصمیم‌گیری چندمعیاره مدل‌سازی کرد. می‌توان داده‌های گوشی فعلی فرد را تحلیل کرده و با استفاده از ویژگی‌های زمینه‌آگاه موجود، نیازها و علایق وی را با استفاده از رفتارهای فعلی او پیش‌بینی کرد.

فاکتورهای مختلفی مانند قیمت، برند، طراحی، ویژگی‌های نرم‌افزاری و سخت‌افزاری در انتخاب گوشی همراه مؤثرند (Chen et al. 2010). همچنین، اهمیت این فاکتورها برای افراد مختلف، متفاوت است. به‌عنوان مثال، ممکن است یک مشتری به فاکتور قیمت اهمیت بیشتری بدهد، 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 مؤثرند، ولی در خرید مشتری دیگر هیچ نقشی ندارند. به‌عنوان مثال، اگر یک مشتری از گوشی خود برای مکالمات طولانی و متعدد استفاده کند، ویژگی مؤثر بر انتخاب گوشی مناسب برای او داشتن باتری مناسب است، در حالی که اگر بیشترین استفاده او از گوشی برای کارهای اینترنتی باشد، اندازه صفحه و قابلیت‌های شبکه‌ای گوشی را با اهمیت‌تر می‌داند. انتظار می‌رود پیشنهاددهنده‌ای که بتواند عادات فرد را شناسایی کرده و در پیشنهاددهی از آن‌ها استفاده کند، بتواند عملکرد دقیق‌تری در جلب رضایت مشتری نسبت به پیشنهاددهنده‌ای داشته باشد که از تعدادی فاکتور ثابت برای پیش‌بینی علایق مشتری استفاده می‌کند.

در این مقاله دو سیستم پیشنهاددهنده گوشی تلفن همراه پیاده‌سازی شده است. در سیستم پیشنهاددهنده اول از ویژگی‌های زمینه‌ای مانند زمان، مکان و عادات فردی مشتری برای تعیین و توصیه گوشی مناسب استفاده می‌شود، ولی در سیستم پیشنهاددهنده دوم تنها از تعدادی ویژگی ثابت برای انتخاب گوشی استفاده می‌شود. در هر دو سیستم برای وزن‌دهی شاخص‌ها و توصیه گوشی‌های مناسب از روش فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی استفاده شده است. در نهایت، میزان رضایت مشتری در هر دو سیستم ارزیابی شده و اثبات می‌شود که وجود ویژگی‌های زمینه‌ای در بهبود نتایج یک سیستم پیشنهاددهنده گوشی تلفن همراه مؤثر است.

در ادامه، در بخش دوم، مروری بر ادبیات تحقیق و کارهای مرتبط قبلی انجام می‌شود. در بخش سوم، روش تحقیق و ابزارهای مورد نیاز توضیح داده شده، در بخش چهارم طراحی، پیاده‌سازی و ارزیابی نتایج کار به‌طور مشروح و با جزئیات بیان می‌شود.

در نهایت، در بخش پنجم، نتایج کار اعلام شده و درباره نتایج کار و کارهای آتی بحث می‌شود.

۲. مروری بر پیشینه پژوهش

۲-۱. انتخاب گوشی تلفن همراه و سیستم‌های پیشنهاددهنده

رشد سریع دنیای گوشی‌های تلفن همراه و تنوع در مدل‌های مختلف، انتخاب گوشی را برای افراد مشکل ساخته است. تعداد زیاد گوشی‌های تلفن همراه، جست‌وجوی یک گوشی مناسب را تبدیل به فرایندی پیچیده و زمان‌بر کرده است. سیستم‌های پیشنهاددهنده، به سیستم‌هایی اطلاق می‌شود که عمل انتخاب یک گزینه از بین گزینه‌های موجود را به صورت اتوماتیک و بدون نیاز به جست‌وجو توسط کاربر انجام می‌دهند. این سیستم‌ها با در نظر گرفتن علایق و محدودیت‌های مورد نظر فرد، او را در فرایند تصمیم‌گیری و انتخاب گزینه مناسب یاری می‌دهند. یک سیستم پیشنهاددهنده گوشی تلفن همراه نیز با در نظر گرفتن علایق فرد، گوشی مناسب را برای او انتخاب کرده و پیشنهاد می‌دهد.

محققان تاکنون سیستم‌های پیشنهاددهنده بسیاری را در زمینه‌های گوناگون پیاده‌سازی کرده‌اند. به‌عنوان مثال، در زمینه پیشنهاد فیلم (Winoto and Tang 2010; Carrer-Neto et al. 2015; Chiru et al. 2012)، موسیقی (Nanolopoulus et al. 2010; Lee, Cho and Kim 2010; Tan; 2011; Bu et al. 2011)، برنامه‌های تلویزیونی (Yu et al. 2006; Barragáns-Martínez et al. 2010)، کتاب (González-Crespo et al. 2011, Núñez-Valdéz et al. 2012) و آموزش الکترونیک (Zaiane 2002; Bobadilla, Serradilla and Hernando 2009)، سیستم‌های پیشنهاددهنده مختلفی طراحی و پیاده‌سازی شده است.

مسئله انتخاب گوشی تلفن همراه بسیار فراگیر بوده و افراد مختلفی را درگیر کرده است. با این وجود، تا به حال مقالات کمی به سیستم‌های پیشنهاددهنده گوشی تلفن همراه پرداخته‌اند. تنها در سال ۲۰۱۰ سیستمی پیشنهاددهنده مبتنی بر وب برای انتخاب گوشی تلفن همراه پیاده‌سازی و آزمایش شده است (Chen et al. 2010). این سیستم با استفاده از فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی به انتخاب گوشی مناسب فرد می‌پردازد و آن را با یک سیستم پیشنهاددهنده که از روش رتبه‌بندی برای انتخاب گوشی مناسب بهره می‌برد، مقایسه می‌کند. در این تحقیق دو فاکتور رضایت از سیستم پیشنهاددهنده و رضایت از

واسط کاربری این سیستم مورد ارزیابی قرار گرفته است. در زمینه رضایت از عملکرد سیستم پیشنهاددهنده 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 جانب کاربران دریافت نکرد، چون کاربران نیاز داشتند به منظور تکمیل ماتریس مقایسات زوجی تعداد زیادی مقایسه انجام دهند تا نتیجه نهایی پیشنهادات را مشاهده نمایند؛ در صورتی که در پیشنهاددهنده مبتنی بر رتبه‌بندی تنها چند فاکتور برتر را انتخاب کرده و نیاز به استفاده از ماتریس مقایسات زوجی وجود ندارد.

۲-۲. سیستم‌های پیشنهاددهنده 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 پیشنهاددهنده برای او پیشنهادی دارد. به‌عنوان 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 می‌کند (Adomavicius and Tuzhilin 2011). در مقاله (Adomavicius et al. 2005) نشان داده شده است که اضافه کردن اطلاعات زمینه‌ای به سیستم پیشنهاددهنده به افزایش کیفیت پیشنهادات آن کمک می‌کند.

محققان، سیستم‌های پیشنهاددهنده زمینه آگاه را در شاخه‌های مختلفی مورد مطالعه قرار داده‌اند و این شاخه‌ها به‌طور دائم در حال افزایش هستند. از آنجا که استفاده از گوشی‌های تلفن همراه روزبه‌روز در حال افزایش است، سیستم‌های پیشنهاددهنده زمینه آگاه نیز توجه محققان زیادی را به خود جلب کرده است. بیشترین زمینه‌ای که توجه محققان این سیستم‌ها به آن جلب شده، پیشنهاد سفر است. به‌عنوان مثال، مقالات (Cena et al. 2006) و (Van Setten et al. 2004) با اضافه کردن اطلاعات زمینه‌ای، پیشنهاداتی را به مسافران ارائه می‌دهند. همچنین، در سیستم‌های پیشنهاددهنده رستوران نیز با استفاده از اطلاعات زمینه‌ای می‌توان به بهبود کیفیت پیشنهاد کمک کرد. در مقاله (Oku 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 است، می‌توان جست‌وجوی را اطلاعات نام برد. به‌عنوان مثال، در مقاله Church 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 جست‌وجوی آن‌ها به کاربر فعلی نشان داده می‌شود تا نتایج جست‌وجوی او بهبود پیدا کند.

پیشنهاددهندگان فیلم و موسیقی نیز از پیشنهاددهنده‌هایی هستند که استفاده از اطلاعات زمینه‌ای می‌تواند به بهبود نتایج آن‌ها کمک فراوانی بکند. در این راستا در سال ۲۰۱۵ پیشنهاددهنده‌ای زمینه آگاه برای پیشنهاد زمان فیلم در سینما طراحی و پیاده‌سازی شد. 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 و کار آن‌ها پیشنهاد زمان و مکان مناسب برای تماشای فیلم است (Colombo-Mendoza et al. 2015).

در رابطه با پیشنهاد خرید نیز می‌توان از اطلاعات رفتاری کاربر استفاده کرد. به‌عنوان مثال، در مقاله «سایونگ و همکاران»، اطلاعات رفتاری زمینه آگاه 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» (Sae-Ueng et al. 2008). 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 می‌شود.

نظرات و تجربه افرادی که دارای دانش لازم در رابطه با یک موضوع یا محصول هستند، 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 نمود. تا به حال تحقیقات فراوانی درباره تعیین زمینه کاری و تجربی کاربران انجام شده است. به‌عنوان مثال، Carchiolo et al. (2015) تحقیقی درباره جست‌وجوی کاربران باتجربه در رابطه با موضوعات مرتبط با تجربه آن‌ها انجام داده است.

یکی از موضوعاتی که قابلیت بالایی برای تبدیل شدن به یک سیستم پیشنهاددهنده

زمینه آگاه دارد، مسئله انتخاب گوشی تلفن همراه بر اساس ویژگی‌های شخصیتی فرد است، ولی بنا بر جست‌وجوهای انجام‌شده تا به حال سیستم پیشنهاددهنده زمینه آگاهی برای انتخاب گوشی تلفن همراه پیاده‌سازی نشده است. در این مقاله، یک سیستم پیشنهاددهنده زمینه آگاه برای انتخاب گوشی تلفن همراه طراحی و پیاده‌سازی شده و عملکرد آن با یک سیستم پیشنهاددهنده 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 خبره، فاکتورهای اصلی مؤثر بر خرید گوشی تلفن همراه شناسایی و استخراج شد. سپس شاخص‌ها دسته‌بندی و ساختار سلسله‌مراتبی آن‌ها ترسیم گردید. در بخش ۳-۲ انتخاب شاخص‌های مؤثر 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 به‌عنوان شاخص‌های زمینه آگاه در نظر گرفته شدند. شاخص‌های زمینه آگاه شاخص‌هایی هستند که مرتبط با عادات رفتاری کاربر بوده و وجود یا نبود 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 با استفاده از گوشی فرد استفاده‌کننده از سیستم پیشنهاددهنده، عادات رفتاری او شناسایی شده و مشخص شود که بر اساس عادات استخراج‌شده، کدام یک از شاخص‌های زمینه آگاه بر خرید او تأثیرگذار بوده و کدام یک نیست. شاخص‌هایی که به‌عنوان شاخص‌های بی‌اثر شناخته شوند، از درخت تحلیل کاربر حذف شده و در فرایند پیشنهاد گوشی مناسب وارد نمی‌شوند. در بخش ۳-۴ شاخص‌های زمینه آگاه و نحوه جمع‌آوری و تحلیل عادات رفتاری کاربر به‌طور مشروح بیان گردیده است.

قبل از پیاده‌سازی و آزمایش و ارزیابی سیستم پیشنهاددهنده، پایگاه داده گزینه‌ها، یعنی پایگاه داده‌ای از گوشی‌های تلفن همراه آماده شد و به سیستم اتصال یافت. سیستم

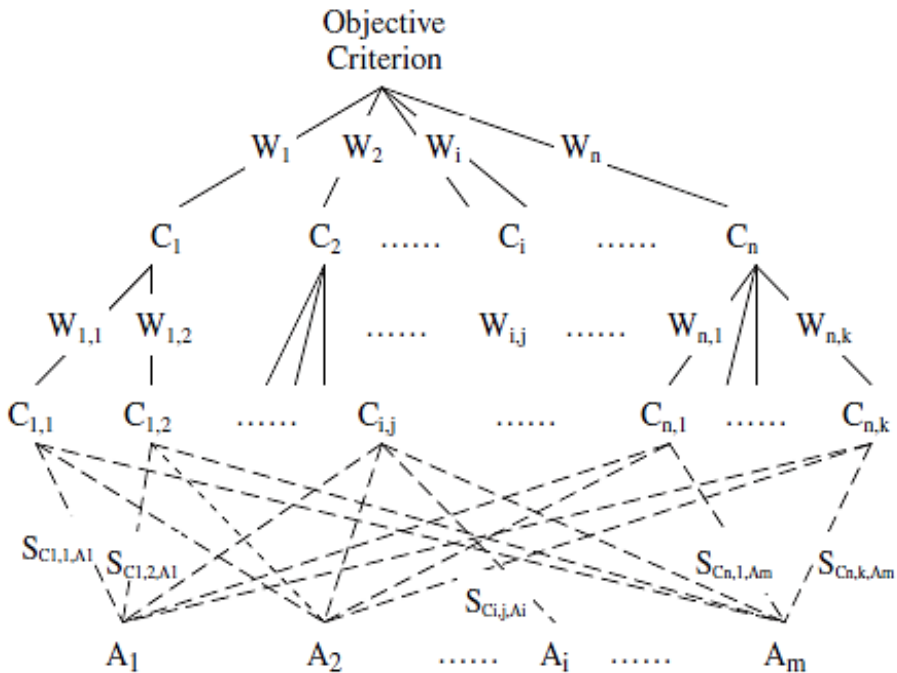
پیشنهاددهنده با استفاده از شاخص‌ها و عادات رفتاری فرد، از بین گزینه‌ها مناسب‌ترین آن‌ها را به کاربر پیشنهاد می‌دهد.

در این تحقیق، دو سیستم پیشنهاددهنده 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 پیشنهاددهنده با شناسایی عادات رفتاری فرد، برخی از شاخص‌های غیرمؤثر 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 فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی انجام می‌شود.

از فرایند 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 مؤثر بر تصمیم‌گیری می‌پردازد. از آنجا که شاخص‌های مؤثر بر تصمیم‌گیری دارای اهمیت یکسانی نیستند، 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 فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی (Chen et al. 2010)

۲-۳. انتخاب شاخص‌های مؤثر 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 تأثیر به‌سزایی دارند. در حالت کلی، خریداران یک گوشی تلفن همراه محصولات را می‌پسندند که با علایق و عادات رفتاری آن‌ها بیشترین انطباق را داشته باشد (Jahng et al. 2000; Jahng et al. 2006). بنابراین، برای ساخت یک سیستم پیشنهاددهنده کارا برای انتخاب گوشی‌های تلفن همراه، 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 مؤثر 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 شد (Chen et al. 2010) و نظرات خبرگان مختلف در این زمینه اعمال گردید. در نهایت، فاکتورهای اساسی مؤثر بر انتخاب گوشی تلفن همراه استخراج شد. فاکتورها در پنج دسته اصلی قیمت، برند، جدید بودن، ویژگی‌های نرم‌افزاری، و ویژگی‌های سخت‌افزاری دسته‌بندی و گروه‌بندی شد. به جز قیمت، برند و جدید بودن، دو فاکتور باقی مانده یعنی ویژگی‌های نرم‌افزاری و ویژگی‌های سخت‌افزاری شامل چند زیرشاخص هستند. در دسته ویژگی‌های نرم‌افزاری می‌توان به قابلیت تشخیص چهره و ویژگی‌های امنیتی گوشی مانند قفل صفحه اشاره کرد. فاکتورهایی مانند دارا بودن حسگرهای مختلف (مانند قطب‌نما، فشارسنج، ضربان قلب و اثر انگشت)، ویژگی‌های ظاهری (مانند اندازه صفحه، خمیده بودن و نوع گوشه‌های 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)، قابلیت‌های حافظه (مانند حافظه داخلی، رم و قابلیت ارتقاء حافظه) و ضد آب بودن در دسته ویژگی‌های سخت‌افزاری قرار می‌گیرند.

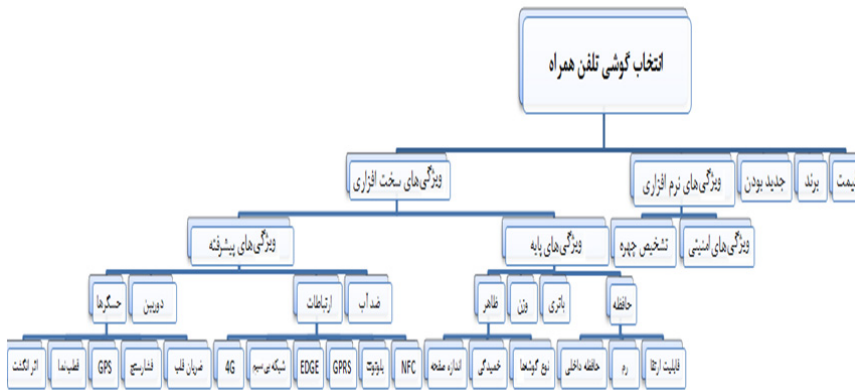
در این میان، ارزش و وزن فاکتورهای مختلف برای افراد گوناگون متفاوت است. همچنین، فاکتورهایی وجود دارند که بر اساس عادات فرد ممکن است دارای اهمیت بیشتر یا فاقد اهمیت باشند. بنابراین، ابتدا باید مشخص شود که از بین فاکتورهای مؤثر بر خرید شناسایی شده، کدام فاکتورها بر خرید کاربر خاص مؤثر است. سپس، باید با 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، می‌توان از جی‌پی‌اس، قطب‌نما و حسگر صفحه نمایش نام برد. از آنجا که این برنامه برای اجرا در گوشی‌های تلفن همراه طراحی و پیاده‌سازی شده، می‌توان با استفاده از تحلیل اطلاعات مختلفی که از حسگرهای تلفن همراه کاربر به دست می‌آید، برخی از عادات فردی کاربر را شناسایی کرد. در نهایت، با استفاده از عادات فردی کاربر می‌توان درباره شاخص‌های

نهایی مؤثر بر خرید وی تصمیم گرفت تا بتوان گوشی‌های تلفن همراه متناسب با شخصیت و عادات مشتری به او پیشنهاد داد.

۳-۳. ساخت درخت تحلیل سلسله‌مراتبی انتخاب گوشی تلفن همراه

یک سیستم پیشنهاددهنده گوشی تلفن همراه کارا نیازمند شاخص‌های اصلی و کلیدی و مدلی دقیق برای انتخاب گوشی متناسب با سلیقه هر فرد است. پس از استخراج شاخص‌های مؤثر بر خرید تلفن همراه، مدل کلی درخت تحلیل سلسله‌مراتبی 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 هستند. خود ویژگی‌های سخت‌افزاری به دو گروه ویژگی‌های سخت‌افزاری پایه و پیشرفته تقسیم می‌شود. 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 مؤثر 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).

جدیدبودن: نسبت معکوس با فاصله زمانی انتشار گوشی تا خرید آن دارد. هرچه 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، تشخیص چهره و برنامه‌ها و قابلیت‌های امنیتی گوشی است.

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

۳-۴. شاخص‌های زمینه آگاه و جمع‌آوری و تحلیل عادات فردی کاربر

همان‌طور که در بخش‌های قبل گفته شد، با استفاده از تحلیل داده‌های مختلف موجود در گوشی تلفن همراه مشتری، می‌توان عادات فردی و فاکتورهای مؤثر بر خرید یک گوشی تلفن همراه جدید را شناسایی و استخراج کرد. همچنین، در بخش قبل، فاکتورهای کلی مؤثر بر خرید گوشی تلفن همراه مشخص شد. در این میان برخی از فاکتورها زمینه آگاه هستند، بنابراین می‌توان با استفاده از عادات رفتاری کنونی فرد مشخص کرد که آیا این فاکتورها بر خرید وی مؤثر هستند یا خیر. در ادامه، فاکتورهای زمینه آگاه مؤثر بر خرید گوشی همراه و عادات فردی‌ای که منجر به وجود یا عدم وجود این فاکتور در درخت سلسله‌مراتبی انتخاب گوشی می‌شود، آورده شده است.

جدیدبودن: یکی از ویژگی‌های زمینه‌ای که هنگام خرید قابل‌بازبایی است، زمان است. با استفاده از زمان خرید، می‌توان فاصله زمان انتشار گوشی تا خرید را محاسبه کرده و میزان جدیدبودن گوشی را مشخص کرد.

اندازه صفحه: عوامل مختلفی بر تعیین اندازه صفحه مناسب برای کاربر مؤثرند. در صورتی که کاربر مدت زمان زیادی را به مکالمه با گوشی خود بپردازد، صفحه بزرگ برای او آزاردهنده خواهد بود و باید از یک گوشی با صفحه کوچک یا متوسط استفاده کند. همچنین، 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 زمان طولانی را به مکالمات شبانه روزی خود اختصاص می دهند، به قابلیت های بالای باتری اهمیت می دهند. همچنین، کاربرانی که زیاد در حال جابه جایی هستند و یا زیاد به مسافرت می روند، نیاز دارند که گوشی آن ها دارای قابلیت بالای باتری باشد، چون در جابه جایی 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، بر اهمیت داشتن یا نداشتن دوربین برای کاربر مؤثرند.

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

جدول ۱، فاکتورهای زمینه آگاه مؤثر بر خرید گوشی تلفن همراه و عادات فردی مؤثر 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، 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 است، زیرا اگر میزان استفاده فرد از اینترنت در گوشی همراه طولانی باشد، اندازه صفحه بزرگ تر برای او مطلوب خواهد بود. همچنین، فاکتورهایی مانند قابلیت های شبکه در گوشی نیز برای فرد مهم خواهد بود. همچنین، یکی از عواملی که در تعیین اندازه صفحه گوشی برای فرد مؤثر 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، ولی تعداد دفعات لمس صفحه کم می باشد، طولانی است، زیرا شخص

در حال مطالعه است.

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

فاکتور زمینه آگاه	عادات فردی مؤثر بر فاکتور
اندازه صفحه	<ol style="list-style-type: none"> ۱. مکالمات طولانی: اندازه صفحه کوچک یا متوسط ۲. استفاده زیاد از اینترنت: اندازه صفحه بزرگ ۳. مطالعه کتاب‌های الکترونیکی: اندازه صفحه بزرگ
قابلیت باتری	<ol style="list-style-type: none"> ۱. مکالمات طولانی: قابلیت باتری بالا ۲. جابه‌جایی و مسافرت زیاد: قابلیت باتری بالا
دوربین	<ol style="list-style-type: none"> ۱. استفاده زیاد از دوربین در گوشی فعلی ۲. مکالمات تصویری طولانی مدت ۳. استفاده زیاد از نرم‌افزارهایی که نیاز به دوربین دارند
ارتباطات	<ol style="list-style-type: none"> ۱. روشن بودن طولانی مدت شبکه بی‌سیم ۲. روشن بودن طولانی مدت شبکه داده همراه ۳. روشن بودن طولانی مدت بلوتوث و NFC ۴. تعدد نرم‌افزارهای پیام‌رسان مبتنی بر وب مانند وایبر یا تلگرام

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

عادت فردی زمینه آگاه	روش تشخیص در گوشی تلفن همراه
میزان مکالمات	مدت زمانی که شخص با گوشی تلفن همراه خود صحبت می‌کند.
میزان استفاده از اینترنت	مدت زمانی که شبکه داده همراه و بی‌سیم روشن است.
مدت مطالعه کتاب الکترونیکی	مدت زمانی که صفحه گوشی تلفن همراه روشن است، ولی مقدار لمس صفحه توسط کاربر اندک می‌باشد.
میزان جابه‌جایی و مسافرت	جمع بازه‌های زمانی که در آن‌ها، مکان کاربر نسبت به مکان قبلی بیش از ۱۰ متر جابه‌جایی داشته است. مکان کاربر با استفاده از جی‌پی‌اس مشخص می‌شود.
میزان استفاده از دوربین	مدت زمانی که کاربر از دوربین گوشی همراه خود استفاده می‌کند.
مدت مکالمات تصویری	مدت زمانی که کاربر از برنامه‌های کاربردی پیام‌رسان تصویری استفاده می‌کند.

۳-۵. آماده‌سازی داده‌های گزینه‌ها برای ذخیره در پایگاه داده

پیشنهاددهنده گوشی تلفن همراه از بین گوشی‌هایی که در یک پایگاه داده ذخیره شده است، به انتخاب گوشی مناسب و پیشنهاد آن می‌پردازد. در این پایگاه داده گوشی‌هایی با مدل‌های 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، دومقداری یا ترکیبی هستند. شاخص‌های کمی به شاخص‌هایی اطلاق می‌شود که برای امتیازدهی به آن شاخص از یک عدد صحیح استفاده می‌شود. شاخص‌های قیمت، جدیدبودن، 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 هستند. مقدار این شاخص‌ها در هر گزینه در پایگاه داده ذخیره می‌شود. در نهایت، این شاخص‌ها با استفاده از روش نرمال‌سازی خطی نرمال‌شده و به‌عنوان 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 پرسیده‌شده و امتیاز آن محاسبه می‌شود تا جدول مقایسات زوجی معادل آن تشکیل و نرمال‌سازی شود.

شاخص‌های دومقداری در این سیستم پیشنهاددهنده شامل تشخیص چهره، قابلیت ارتقاء، نوع گوشه‌ها (منحنی یا گوشه‌دار)، خمیده‌بودن گوشی، ضد آب‌بودن، زیرشاخص‌های ارتباطات و زیرشاخص‌های حسگرها (وجود یا نبود فاکتور ارتباطی و حسگر) هستند. این شاخص‌ها به وجود یا نبود یک ویژگی در گوشی اشاره دارند، بنابراین، از نوع دومقداری هستند.

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، زیرشاخص‌های موجود در سطح پنجم درخت تصمیم‌گیری مستقیماً وارد فرایند تصمیم‌گیری نمی‌شوند تا ماتریس مقایسات زوجی جداگانه برای هر کدام تشکیل داده نشود. بلکه، فرض می‌شود هر دسته از این زیرشاخص‌ها دارای وزن یکسانی هستند و جمع آن‌ها به‌عنوان امتیاز شاخص

سرگروه‌شان منظور می‌شود. به‌عنوان 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 تصمیم نهایی 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 زمینه‌ای او را استخراج کرده و با استفاده از این اطلاعات، تشخیص می‌دهد کدام یک از فاکتورهای مؤثر بر خرید گوشی تلفن همراه، بر خرید او تأثیرگذار است و کدام یک نیست و به این ترتیب، تعدادی از فاکتورهای بی‌تأثیر بر خرید مشتری را شناسایی و حذف می‌کند. سیستم دوم بدون استفاده از اطلاعات زمینه‌ای و تنها با استفاده از تعدادی شاخص ثابت برای همه مشتریان، که در درختی از شاخص‌ها دسته‌بندی شده‌اند، به انتخاب گوشی مناسب فرد می‌پردازد. کاربران پس از استفاده از هر دو سیستم، درباره آن نظر داده و مشخص می‌کنند پیشنهاد کدام یک از این دو سیستم به علایق آن‌ها نزدیک‌تر بوده است.

در هر دو سیستم پیشنهاددهنده، کاربر در ابتدا وارد صفحه فیلتر می‌شود تا مشخص کند بازه قیمتی ترجیحی وی کدام بازه است تا گوشی‌هایی در خارج از این بازه قیمت به او پیشنهاد نشود. همچنین، برندهای مورد علاقه خود را نیز وارد می‌کند تا پیشنهادات، تنها در بین گوشی‌های برندهای انتخابی انجام شود. نمونه‌ای از صفحه انتخاب قیمت و برند، در شکل ۳- الف آمده است. سپس، در سیستم پیشنهاددهنده زمینه آگاه، اطلاعات فردی و زمینه‌ای فرد مورد تحلیل قرار گرفته و شاخص‌های غیرمؤثر بر خرید کاربر حذف می‌شوند. به‌عنوان مثال، در صورتی که کاربر مدت‌زمان زیادی را به مطالعه با گوشی بپردازد، یعنی صفحه گوشی روشن باشد، ولی میزان لمس صفحه بسیار کم باشد، زیرشاخص اندازه صفحه از ویژگی ظاهر که در بین شاخص‌های پایه سخت‌افزاری وجود

دارد، روی اندازه‌های بزرگ (بالای ۵.۴ اینچ) تنظیم می‌شود و گوشی‌هایی با این خصیصه به او پیشنهاد داده می‌شود.

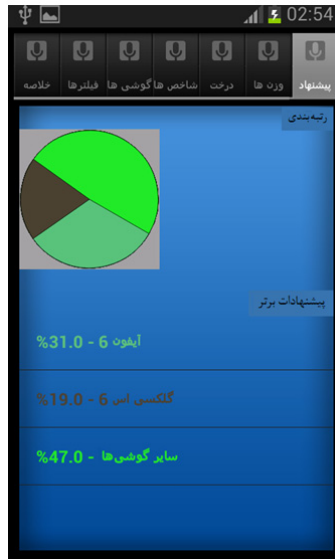
پس از آن که شاخص‌های مؤثر بر خرید فرد مشخص شد، کاربر وارد صفحه مقایسات زوجی (شکل ۳-ب) می‌شود. در این صفحه میزان اهمیت یا به عبارتی، وزن شاخص‌های مؤثر برای ورود به فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی محاسبه می‌شود. کاربرانی که از این سیستم پیشنهاددهنده استفاده می‌کنند به احتمال زیاد افرادی هستند که با مفاهیم ماتریس مقایسات زوجی و فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی آشنایی ندارند. به همین دلیل، برای تعیین مقادیر مختلف ماتریس مقایسات زوجی، از یک رابط کاربری بسیار ساده استفاده شده است. شاخص‌های مختلف دو به دو مقابل هم قرار می‌گیرند و کاربر مشخص می‌کند از بین هر دو شاخص، کدام یک برایش با اهمیت‌تر است. در بین هر دو شاخص نشانگری قرار داده شده است که کاربر با جابه‌جایی آن می‌تواند برنده هر مقایسه را مشخص کند. هرچه نشانگر انتخابی به یک شاخص نزدیک‌تر باشد، میزان اهمیت آن شاخص برای کاربر بیشتر است و میزان نزدیکی نشانگر مقدار آن مقایسه را مشخص می‌کند. به عنوان مثال، در شکل ۳-ب مقایسه بین قیمت و ویژگی نرم‌افزاری نشان می‌دهد که میزان اهمیت ویژگی نرم‌افزاری 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 فرایند 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 فرایند 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.



ب

الف

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



شکل ۴. صفحه نمایش پیشنهاد دو گوشی برتر

۴-۲. 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 است. 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 است 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 مؤنث 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 پیشنهاددهنده، 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 معنای 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 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 غیرزمینه آگاه ۴ از ۵ است. همچنین، میانگین رضایت مشتری از پیشنهادات در حالت زمینه آگاه ۴ از ۵ و در حالت غیرزمینه آگاه ۳ از ۵ است.

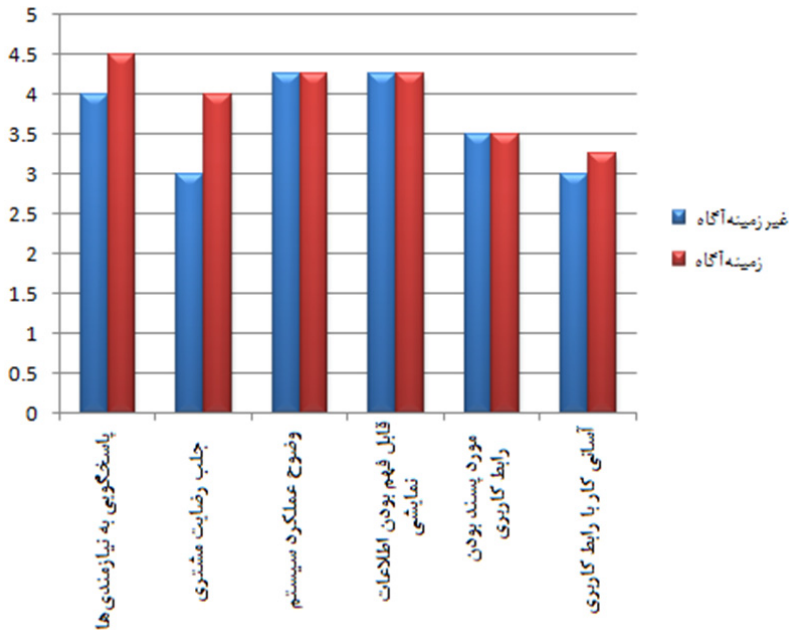
جدول ۳. نتایج نهایی رضایت از پیشنهاددهنده در دو حالت زمینه آگاه و غیرزمینه آگاه

آیتم مورد ارزیابی	
سیستم پیشنهاددهنده اول (زمینه آگاه)	سیستم پیشنهاددهنده دوم (غیرزمینه آگاه)
میانگین	میانگین
۴/۵	۴
۱. پیشنهادات سیستم پاسخگوی نیازمندی‌های من است.	
۴	۳
۲. پیشنهادات سیستم برای من رضایت‌بخش است.	

همچنين، نتايج نهايي رضاييت از رابط کاربري دو سيستم پيشنهاددهنده در جدول ۴ آمده است. همان‌طور که در اين جدول مشخص است، ميانگين رضاييت از رابط کاربري در فاکتورهاي مختلف در هر دو سيستم تقريباً يکسان است، زيرا دو سيستم از رابط کاربري مشابهي برخوردار بودند. تنها تفاوتی که دو سيستم در رابط کاربري دارند، اين است که در سيستم پيشنهاددهنده زمينه آگاه به دليل حذف برخي از فاکتورهاي غير مؤثر بر خريد، تعداد مقايسات زوجي کاهش مي‌يابد. به همين خاطر، در سؤال آخر که نشانگر رضاييت کلي از رابط کاربري است، سيستم زمينه آگاه امتياز بهتري نسبت به سيستم غيرزمينه آگاه به دست آورده است. در شکل ۵، خلاصه نتايج نهايي مقايسه دو سيستم پيشنهاددهنده زمينه آگاه و غيرزمينه آگاه آمده است.

جدول ۴. نتايج نهايي رضاييت از رابط کاربري پيشنهاددهنده در دو حالت زمينه آگاه و غيرزمينه آگاه

آيتم مورد ارزيابي		سيستم پيشنهاددهنده اول (زمينه آگاه)	سيستم پيشنهاددهنده دوم (غيرزمينه آگاه)
		ميانگين	ميانگين
۱.	عملکرد سيستم واضح و روشن است.	۴/۲۵	۴/۲۵
۲.	اطلاعاتی که توسط سيستم نمايش داده می‌شود قابل فهم است.	۴/۲۵	۴/۲۵
۳.	رابط کاربري سيستم مورد پسند است و کار با آن آسان است.	۳/۵	۳/۵
۴.	در کل، استفاده از سيستم راحت و آسان است.	۳/۲۵	۳



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 گوشی‌های هوشمند مجهز به سیستم عامل اندروید طراحی و پیاده‌سازی شده است. این سیستم پیشنهاددهنده برای کمک به افرادی پیاده‌سازی شده است که در حال حاضر، گوشی تلفن همراه دارند، و در عین حال مایل هستند گوشی جدیدی خریداری کنند. اطلاعات زمینه‌ای کاربر با استفاده از گوشی فعلی او جمع‌آوری شده و تحلیل می‌شود تا عادات رفتاری وی استخراج گردد. با استفاده از عادات رفتاری کاربر، شاخص‌های مورد علاقه و مؤثر بر خرید او شناسایی شده و شاخص‌های غیرمؤثر بر خرید وی، از درخت تصمیم حذف می‌شوند. در این تحقیق از ترکیب دو روش تصمیم‌گیری جبرانی و غیرجبرانی استفاده شده است. روش تصمیم‌گیری غیرجبرانی مورد استفاده، روش حذفی و روش جبرانی مورد استفاده، فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی است.

ابتدا، درخت ثابتی از شاخص‌های مؤثر بر خرید در چند سطح شامل شاخص‌ها و زیرشاخص‌های مؤثر 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 جابه‌جایی و مسافرت‌های طولانی و متعدد شناسایی می‌شود. همچنین، اطلاعات زمانی فرد نیز به عنوان یک شاخص زمینه ای 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 مؤثر بر خرید فرد دو به دو مقایسه شده و ماتریس مقایسات زوجی تکمیل می‌شود. فرایند 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 از ۵ (۸۰ درصد) بود، در حالی که میزان رضایت از پیشنهاددهنده سنتی در پاسخگویی به نیازها ۴ از ۵ (۸۰ درصد) و در رضایتمندی مشتری از کیفیت نتایج ۳ از ۵ (۶۰ درصد) بود. بنابراین، نشان داده می‌شود که اضافه کردن اطلاعات زمینه‌ای به پیشنهاددهنده گوشی تلفن همراه در بهبود نتایج آن مؤثر بوده است. همچنین، رضایت از سادگی رابط کاربری نیز مورد ارزیابی قرار گرفت. از آنجا 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 مؤثر، منجر به کاهش تعداد مقایسات زوجی در این سیستم می‌شود که در نهایت، فرایند رسیدن به پیشنهادات را کوتاه‌تر کرده و انرژی کمتری از کاربر می‌گیرد و بنابراین، کاربر پسندتر می‌باشد.

در این تحقیق از ترکیب دو روش فرایند 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. به‌عنوان مثال، می‌توان از ارتباطات و شبکه‌های اجتماعی کاربر نیز کمک گرفت. کاربران معمولاً تمایل دارند گوشی‌هایی خریداری کنند که دوستانشان قبلاً استفاده کرده و از آن راضی بوده‌اند. بنابراین، کشف پیشنهادات دوستان افراد نیز می‌تواند به بهبود نتایج کمک کند. همچنین، تحلیل نظرات و انتقادات افراد خبره گوشی تلفن همراه در سایت‌ها و فروم‌های گفت‌وگو با استفاده از روش‌های اندیشه‌کاوی می‌تواند سیستم پیشنهاددهنده را آگاه‌تر ساخته و منجر به ارائه نتایجی بهتر به کاربر شود.

فهرست منابع

- Abbar, S., M. Bouzeghoub and S. Lopez. 2009. Context-aware recommender systems: A service-oriented approach. Proceedings of the 3rd International Workshop on Personalized Access, ProfileManagement and Context Awareness in Databases (PersDB), in conjunction with the VLDB Conferences, Lyon, France.
- Adomavicius, G. and A. Tuzhilin. 2011. Context-Aware Recommender Systems. Recommender Systems Handbook, Chapter 7: 217-253.
- _____. R. Sankaranarayanan, S. Sen and A. Tuzhilin. 2005. Incorporating contextual information in recommender systems using a multidimensional approach. *ACM Transactions on Information Systems (TOIS)* 23 (1): 103-145.
- Barragáns-Martínez, B., E. Costa-Montenegro, J. C. Burguillo, M. Rey-López, F.A. Mikic-Fonte and A. Peleteiro. 2002. 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.
- Bobadilla, J., F. Serradilla and A. Hernando. 2009. Collaborative filtering adapted to recommender systems of e-learning. *Knowledge Based Systems* 22: 261-265.
- Carchiolo, V., A. Longheu, M. Malgeri and G. Mangioni. 2015. Searching for experts in a context-aware recommendation network. *Computers in Human Behavior* 51, Part B: 1081091-6.
- Carrer-Neto, W., M. L. Hernández-Alcaraz, R. V.-G. 'a and F. Garcí'a-Sánchez. 2012. Social knowledge-based recommender system, Application to the movies domain. *Expert Systems with Applications* 39 (12): 10990-11000.
- Cnea, F., L. Console, C. Gena, A. Goy, G. Levi, S. Modeo and I. Torre. 2006. Integrating heterogeneous adaptation techniques to build a flexible and usable mobile tourist guide. *AI Communications* 19 (4): 369-384.
- Chen, D.-N., P. J.-H. Hu, Y.-R. Kuo and T.-P. Liang. 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., C. Preda, V. N. Dinu and M. Macri. 2015. Movie Recommender system using the user's psychological profile. *Intelligent Computer Communication and Processing (ICCP)*, 2015 IEEE International Conference on, Cluj-Napoca, Romania.
- Cuhrch, K., B. Smyth, P. Cotter and K. Bradley. 2007. Mobile Information Access: A Study of Emerging Search Behavior on the Mobile Internet. *ACM Transaction on the Web* 1 (1).

- Colombo-Mendoza, L. O., R. Valencia-García, A. Rodríguez-González, G. Alor-Hernández and J. J. Samper-Zapater. 2015. RecomMetz: A context-aware knowledge-based mobile recommender system for movie showtimes. *Expert Systems with Applications* 42 (3): 1202-1222.
- Gavalas, D. and M. Kenteris. 2011. A web-based pervasive recommendation system for mobile tourist guides. *Personal and Ubiquitous Computing* 17 (7): 759-770.
- Ghosh, S., A. Mitra, P. Basuchowdhuri and S. K.S aha. 2016. Analysis of Online Product Purchase and Predicting Items for Co-purchase. Proceedings 3 ford International Conference on Advanced Computing, Networking and Informatics: ICACNI 2015, Volume 1. A. Nagar, P. D. Mohapatra and N. Chaki. New Delhi, pSpringer India: 581-591.
- González-Crespo, R., O. Sanjuán-Martínez, J. Manuel-Cueva, B. Cristina-Pelayo, J.E. Labra-Gayo and P.Ordoñez. 2011. Recommendation system based on user interaction data applied to intelligent electronic books. *Computers in Human Behavior* 27 (4): 1445-1449.
- Jahng, J., H. K. Jain and K. Ramamurthy. 2000. Effective design of electronic commerce environments: A proposed theory of congruence and an illustration. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics - Part A: Systems and Humans* 30 (4): 456-471.
- _____. 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, aMn, and Cybernetics Part A – Systems and Humans. 1201-1185: (6) 36.*
- Lee S. K., Y. H. Cho and S. H. Kim. 2010. Collaborative filtering with ordinal scale-based implicit ratings for mobile music recommendations. *Information Sciences* 180 (11): 2142-2155.
- Nanolopoulus, A., D. Rafailidis, P. Symeonidis and Y .Manolopoulus. 2010. Music Box: personalizad music recommendation based on cubic analysis of social tags. *IEEE Transactions on Audio, Speech and Language Processing* 18 (2): 407-412.
- Núñez-Valdéz, E. R., J. M. Cueav-Lovelle, O. Sanjuán-Martínez, V. Garcí-a-Díaz, P. Ordoñez and C.E. Montenegro-Mari'n. 2012. Implicit feedback techniques on recommender systems applied to electronic books. *Computers in Human Behavior* 28 (4): 1186-1193.
- Oku, K., S. Nakajima, J. Miyazaki and S. Uemura. 2006. Context-aware SVM for context dependent information recommendatino. In *Proceedings of the 7th International Conference on Mobile Data Management, Japan. 109.*
- Sae-Ueng, S., S. Pinyapong, A. Ogino and T. Kato. 2008. Personalized Shopping Assistance Service at Ubiquitous Shop Space. *Advanced Information Networking and Applications - Workshops, 2008. AINAW 2008. 22nd International Conference.*
- Tan, S., J. Bu, CH. Chen and X. He. 2011. Using rich social media ifnformation for music recommendation via hypergraph model. *ACM Transactions on Multimedia Computing, Communications, and Applications* 7 (1): 1-22.
- Van Setten, M., S. Pokraev and J. Koolwaaij. 2004. Context-aware recommendations in the ombile tourist application compass. *Adaptive Hypermeida and Adaptive Web-Based Systems: Third International Conference, AH 2004, Eindhoven, The Netherlands, August 23-26, 2004. Proceedings: 235-244.*
- Winoto P. and T. Y. Tang. 2010. The role of user mood in movie recommendations. *Expert Sytsems with Applications* 37 (8): 6086-6092.
- Yu, Z., X. Zhou, Y. Hao and J. Gu. 2006. TV program recommendation for multiple viewers based on user profile merging. *User Modeling and User-Adapted Interaction* 16 (1): 682-3.
- Zaiane, O. 2002. Building a recommender agent for e-learning systems. in: *Proceedings of the International Conference on Computers Education (ICCE'02), New Zealand 1: 55-59.*

جلال رضائی نور

دارای مدرک دکتری در رشته مهندسی صنایع از دانشگاه علم و صنعت ایران است. ایشان هم‌اکنون دانشیار دانشگاه قم است. اندازه‌گیری و مدیریت عملکرد، مدیریت دانش، مدیریت و مهندسی مجدد فرایندهای 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 فناوری اطلاعات با گرایش تجارت الکترونیک است. ایشان هم‌اکنون دانشجوی دکتری در رشته مهندسی فناوری اطلاعات گرایش تجارت الکترونیک در دانشگاه قم است. سیستم‌های زمینه آگاه، سیستم‌های پیشنهاددهنده و هوشمندی اشیاء از جمله علایق پژوهشی وی است.

