

شخصی سازی موتورهای جستجو با استفاده از شبکه های مفهومی فازی و ابزارهای داده کاوی

بتول ارزانیان^۱؛ پرهام مرادی دولت آبادی^۲؛ فردین اخلاقیان^۳

چکیده

امروزه شخصی سازی اطلاعات وب به یک پدیده محبوب برای کاربران وب تبدیل شده است و نقش مهمی را در سرعت دسترسی و فراهم نمودن اطلاعات مورد نیاز کاربران بر طبق علایق آنها ایفا می کند. در این میان شخصی سازی نتایج حاصل از موتورهای جستجوی وب از اهمیت خاصی برخوردار می باشد. در این مقاله روش جدیدی برای شخصی سازی نتایج موتورهای جستجو با استفاده از شبکه های مفهومی فازی سازگار اتوماتیک ارائه شده است. در روش پیشنهادی ابتدا با در نظر گرفتن پروفایل تعدادی از کاربران مورد نظر یک الگوریتم خوشه بندی بر روی آنها اعمال می شود و سپس یک شبکه مفهومی فازی برای هر خوشه بصورت اتوماتیک ساخته می شود. نتایج جستجوی کاربر جدید نیز با یک شبکه مفهومی فازی نمایش داده می شود. الگوریتم رتبه بندی از این شبکه های مفهومی فازی برای رتبه بندی مجدد نتایج جستجو متناسب با علایق کاربر استفاده می نماید. علاوه بر این پروفایل کاربر جدید برای به روز رسانی شبکه مفهومی فازی مربوطه و سازگاری سیستم بکار برده می شود. نتایج حاصل از تست سیستم نشان می دهد که سیستم پیشنهادی رتبه بندی متناسب تری نسبت به موتور جستجوی گوگل و یاهو به هر کاربر ارائه می نماید.

کلمات کلیدی

وب کاوی، موتور جستجو، شخصی سازی وب، پروفایل کاربران، الگوریتم خوشه بندی، شبکه های مفهومی فازی.

Personalizing Search Engine Using the Fuzzy Concept Networks and Data Mining Tools

Batool Arzanian, Parham Moradi, Fardin Akhlaghian

ABSTRACT

Today, the personalization of information has become popular for web users as plays important role in the speed of access to information and providing required information according to user's interests. In this regard, personalized search engines are especially important. In this paper, a new approach is proposed to personalize the search engine results using the automatic and adaptive fuzzy concept networks. In the proposed method a clustering algorithm is applied to users' profiles, and then a fuzzy concept network for each cluster and also the new users' search results is generated automatically. The ranking algorithm uses fuzzy concept networks to rerank search engine results according to users' interests. In addition, new user profile is used to update related fuzzy concept network and adapt the system. Experimental results indicate that the personalized search results of the system are more relevant than Google and Yahoo search engines.

KEYWORDS

Web Mining, Search Engine, Web Personalization, User Profiles, Clustering Algorithm, Fuzzy Concept Networks.

۱. مقدمه

شخصی سازی وب با هدف فراهم کردن اطلاعات متناسب با علایق کاربران نقش مهمی را در بهبود تعامل کاربران با وب داشته است. از آنجاییکه امروزه موتورهای جستجو ابزار اصلی جستجوی اطلاعات موجود بر روی وب می باشند و علی رغم استفاده گسترده نمی توانند نتایج

^۱ - دانشجوی کارشناسی ارشد هوش مصنوعی - دانشکده فنی - مهندسی - دانشگاه کردستان - b.arzanian@uok.ac.ir

^۲ - دانشجوی دکتری علوم کامپیوتر - دانشکده ریاضی و علوم کامپیوتر - دانشگاه صنعتی امیرکبیر - pmoradi@aut.ac.ir

^۳ - عضو هیئت علمی دانشکده فنی - مهندسی - دانشگاه کردستان - f.Akhlaghian@uok.ac.ir

جستجوی متناسب با نیاز بسیاری از کاربران را فراهم نمایند [۱]، بنابراین شخصی سازی موتورهای جستجو با هدف کمک به کاربران در یافتن اطلاعات متناسب با علایق آنها ضروری به نظر می رسد. بکارگیری ابزارها و الگوریتم های جدید مثل الگوریتم های یادگیری ماشین و ابزارهای داده-کاوی در شخصی سازی موتورهای جستجو می تواند باعث افزایش کارایی عملکرد آنها شود.

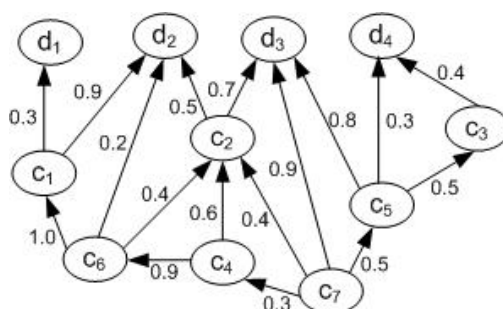
مدلسازی کاربر یکی از مولفه های اصلی در هر سیستم شخصی سازی است که با استفاده از اطلاعاتی که کاربر بصورت صریح بیان می کند و یا اطلاعاتی که بصورت ضمنی از پروفایل کاربر استخراج می شود، انجام می شود. کاربران معمولاً اطلاعات مربوط به خود را که شامل علایق و اولویتهای آنهاست، بصورت فازی و غیردقیق بیان می کنند، بنابراین شبکه های مفهومی فازی می توانند ابزار مناسبی برای نمایش و پردازش این اطلاعات فازی و غیردقیق باشد. بطور کلی در سیستم های بازیابی اطلاعات که شامل موتورهای جستجو نیز می شوند، اطلاعات فازی و غیردقیق در موارد مرتبط با نمایش پرس وجوی کاربران، نمایش اسناد و ارتباط بین پرس وجوی کاربران و اسناد وجود دارد [۲]، بنابراین تئوری مجموعه های فازی و مخصوصاً شبکه های مفهومی فازی در شخصی سازی موتورهای جستجو بسیار مورد استفاده قرار گرفته است [۲-۷].

استفاده از شبکه های مفهومی فازی در سیستم های بازیابی اطلاعات برای اولین بار در سال ۱۹۹۱ توسط لوکارلا پیشنهاد شد [۲]. چن در سال ۱۹۹۵ یک شبکه مفهومی فازی را بصورت پایگاه دانشی برای بازیابی اسناد پیشنهاد کرد [۳] و در سال ۱۹۹۹ یک سیستم بازیابی اطلاعات بر اساس شبکه های مفهومی فازی گسترش یافته ارائه نمود [۴]. کیم در سال ۲۰۰۱ یک موتور جستجوی شخصی سازی شده را با استفاده از شبکه های مفهومی فازی و ساختار پیوند بین صفحات پیشنهاد نمود [۵].

در این پروژه یک روش جدید برای شخصی سازی نتایج جستجو با استفاده از شبکه های مفهومی فازی اتوماتیک سازگار ارائه شده است. بکارگیری ابزارهای داده کاوی برای خوشه بندی پروفایل های کاربران و ساخت اتوماتیک یک شبکه مفهومی فازی برای هر خوشه باعث افزایش سودمندی نتایج بدست آمده خواهد شد.

۲. پیش زمینه

یک شبکه مفهومی، یک گراف است که، هر نود آن نمایانگر یک مفهوم یا یک سند است و هر یال آن درجه ارتباط بین دو مفهوم یا یک مفهوم و یک سند را مشخص می کند [۴]. در شکل ۱ یک شبکه مفهومی فازی نشان داده شده است.



شکل ۱: شبکه مفهومی فازی

در یک شبکه مفهومی فازی روابط زیر وجود دارد:

- $C_i \xrightarrow{\mu} C_j$ که با $f(C_i, C_j) = \mu$ نیز نمایش داده می شود، نشان می دهد که درجه ارتباط بین دو مفهوم C_i و C_j مقدار μ می باشد و داریم: $\mu \in [0, 1]$ و f تابع نگاشت می باشد.
- $C_i \xrightarrow{\mu} d_j$ که با $g(C_i, d_j) = \mu$ نیز نمایش داده می شود، نشان می دهد که درجه ارتباط بین سند d_j و مفهوم C_i مقدار μ می باشد و داریم: $\mu \in [0, 1]$ و g تابع نگاشت می باشد.
- اگر $f(C_i, C_j) = \alpha$ و $f(C_j, C_k) = \beta$ می توان نتیجه گرفت که $f(C_i, C_k) = \min(\alpha, \beta)$ بیانگر رابطه هم ارزی است که بر پایه منطق فازی می باشد و بطور مشابه اگر $f(C_1, C_2) = \alpha_1$ ، $f(C_2, C_3) = \alpha_2$ ، \dots و $f(C_n, C_{n+1}) = \alpha_n$ آنگاه می توان نتیجه گرفت که $f(C_1, C_{n+1}) = \min(\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n)$ [۵].
- اگر $f(C_i, C_j) = \alpha_1$ ، $f(C_i, C_j) = \alpha_2$ ، \dots و $f(C_i, C_j) = \alpha_n$ که نشان دهنده وجود مسیرهای متفاوت بین دو نود در گراف می باشد، آنگاه می توان نتیجه گرفت که $f(C_i, C_j) = \max(\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n)$ [۵].

برای نمایش یک سند بصورت یک زیرمجموعه فازی از مجموعه ای از مفاهیم، رابطه فازی زیر را می توان استفاده نمود [۴]:

$$I = \{\mu_I(d, c), (d, c) | d \in D, c \in C\}$$

بطوریکه تابع عضویت $\mu_I : D \times C \rightarrow [0, 1]$ برای هر زوج مرتب (d, c) درجه ارتباط بین سند d و مفهوم c را نشان می دهد. بنابراین برای هر

سند d ، توصیف کننده سند I_d بر مبنای رابطه فازی I بصورت زیر نمایش داده می شود [۵]:

$$H = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} & \dots & h_{1n} \\ h_{21} & h_{22} & \dots & h_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ h_{m1} & h_{m2} & \dots & h_{mn} \end{bmatrix}$$

$$h_{ij} = I_{d_i}(c_j), 1 \leq i \leq m, 1 \leq j \leq n$$

با داشتن مجموعه‌ای از مفاهیم $C = \{c_1, c_2, \dots, c_n\}$ می‌توان ماتریس مفهومی فازی K مربوط به آنها را تعریف نمود، بطوریکه $K_{ij} \in [0,1]$ میزان ارتباط بین دو مفهوم c_i و c_j را نشان می‌دهد که این درجه ارتباط معمولاً توسط افراد خبره تعیین می‌شود. چون همه این ارتباطات قابل مشخص شدن نیست، لذا با انجام بستر انتقالی بر روی این ماتریس، رابطه هم‌ارزی مربوط به ماتریس به دست می‌آید و میزان ارتباط بین تمام مفاهیم مشخص خواهد شد [۸ و ۴]. برای تعریف بستر انتقالی ابتدا عمل ترکیب $K^2 = K \otimes K$ بر روی ماتریس‌ها تعریف می‌شود [۵]:

$$K^2_{ij} = \bigvee_{l=1}^n (K_{il} \wedge K_{lj}), 1 \leq i, j \leq n$$

بطوریکه \vee و \wedge بترتیب عملگرهای ماکزیمم و مینیمم می‌باشند.

بستر انتقالی بر روی ماتریس‌ها نیز بصورت زیر تعریف می‌شود:

یک عدد $\rho \leq n-1$ وجود دارد بطوریکه $K^\rho = K^{\rho+1} = K^{\rho+2} = \dots$. آنگاه $K^* = K^\rho$ بستر انتقالی ماتریس K می‌باشد [۵].

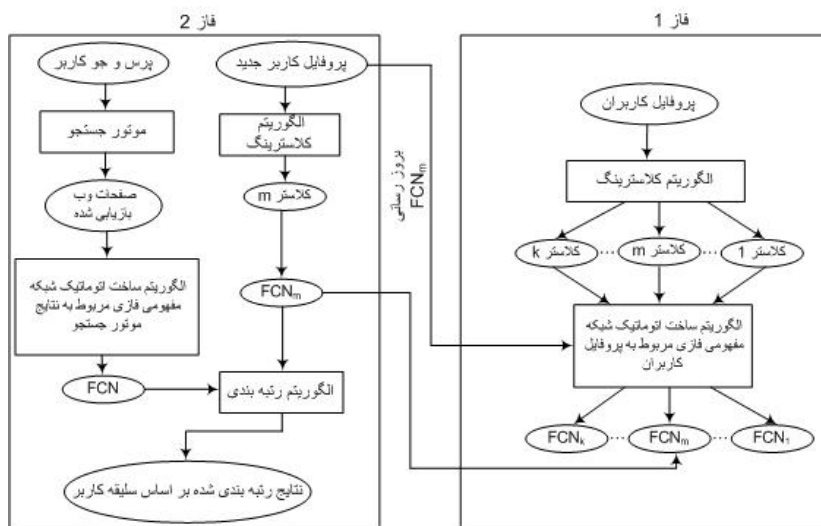
برای تعیین میزان ارتباط بین تمامی اسناد و تمامی مفاهیم می‌توان ماتریس H را در ماتریس K^* ضرب نمود:

$$H^* = H \otimes K^*$$

بنابراین H^* ماتریس توصیف‌کننده سند توسعه‌یافته می‌باشد [۵].

۳. روش پیشنهادی

در این مقاله سیستمی ارائه شده است که با استفاده از شبکه‌های مفهومی فازی اتوماتیک سازگار و ابزارهای داده‌کاوی نتایج موتور جستجو را برای کاربران متفاوت و براساس علایق آنها شخصی‌سازی می‌نماید. معماری پیشنهادی برای موتور جستجوی شخصی‌سازی شده در شکل ۲ نمایش داده شده است. همانطوریکه در شکل نیز مشاهده می‌شود این معماری شامل ۲ فاز می‌باشد که در ادامه شرح داده می‌شوند:



شکل ۲: معماری پیشنهادی برای موتور جستجوی شخصی‌سازی شده

فاز ۱: این فاز بصورت کاملاً برون‌خطی انجام می‌شود و هدف آن ایجاد اتوماتیک یک شبکه مفهومی فازی برای هر گروه از کاربران دارای علایق مشترک می‌باشد. این فاز شامل دو مرحله خوشه‌بندی کاربران و ساخت اتوماتیک شبکه مفهومی فازی متناظر با هر خوشه می‌باشد. در مرحله اول ابتدا تعدادی پروفایل کاربر شامل صفحات وب قبلاً بازدید شده، جمع‌آوری می‌شود. پس از انجام مراحل پیش پردازش لازم، بردارهای کلمات از پیش تعیین شده از این پروفایل‌ها استخراج می‌شود و به هر پروفایل کاربر یک بردار کلمه اختصاص داده می‌شود. سپس گروه-

بندی کاربران بر اساس پروفایل‌های آنها صورت می‌گیرد. برای این کار الگوریتم خوشه‌بندی K-means [۹] بر روی بردارهای استخراج شده از پروفایل‌های کاربران اعمال می‌شود. بنابراین هر یک از خوشه‌های بدست آمده شامل پروفایل‌های تعدادی از کاربران با علائق مشترک می‌باشد. در مرحله بعد برای هر یک از خوشه‌های بدست آمده یک شبکه مفهومی فازی بصورت اتوماتیک و بر اساس پروفایل کاربران ایجاد می‌شود. هر شبکه مفهومی فازی متناظر با یک خوشه میزان ارتباط بین مفاهیم آن خوشه را با توجه به پروفایل کاربران متعلق به آن خوشه نشان می‌دهد. شبکه مفهومی فازی معادل با هر خوشه بصورت اتوماتیک و با استفاده از فرمول زیر ساخته می‌شود:

$$\mu(c_i, c_j) = \frac{f_{c_i} + f_{c_j} - |f_{c_i} - f_{c_j}|}{N}$$

بطوریکه f_{c_i} تعداد دفعات تکرار مفهوم c_i در پروفایل‌های متعلق به خوشه متناظر با شبکه مفهومی و f_{c_j} نیز بیانگر تعداد دفعات تکرار مفهوم c_j در پروفایل‌های متعلق به آن خوشه می‌باشد. N نیز تعداد کل مفاهیم موجود در پروفایل‌های متعلق به خوشه می‌باشد. $\mu(c_i, c_j)$ بیانگر نسبت تعداد دفعات تکرار توأم دو مفهوم c_i و c_j در پروفایل‌های کاربران می‌باشد که میزان وابستگی دو مفهوم با توجه به پروفایل‌ها را نشان می‌دهد.

فاز ۲: در این فاز که بخشی از آن بصورت درون خطی انجام می‌شود، هدف رتبه‌بندی نتایج موتور جستجو بر اساس علائق کاربر جدید می‌باشد. بدین منظور کاربر جدید یک پرس و جو را به موتور جستجو می‌فرستد و موتور جستجو نیز نتایج جستجو را که شامل صفحات وب بازیابی شده است، به سیستم برمی‌گرداند.

ابتدا یک شبکه مفهومی فازی برای نتایج حاصل از موتور جستجو ساخته می‌شود که ماتریس توصیف سند نامیده می‌شود. این ماتریس ارتباط بین مفاهیم با اسناد بازیابی شده را نمایش می‌دهد و بصورت اتوماتیک و با استفاده از tf-idf (term frequency-inverse document frequency) مربوط به هر مفهوم و سند ساخته می‌شود:

$$tf-idf(c_i, d_j) = \frac{f_{c_i, d_j}}{\sum_{d_j} f_{c_i, d_j}}$$

بطوریکه صورت کسر بیانگر تعداد دفعات تکرار مفهوم c_i در سند d_j و مخرج کسر بیانگر تعداد دفعات تکرار مفهوم c_i در کل اسناد بازیابی شده می‌باشد. $tf-idf(c_i, d_j)$ میزان ارتباط هر مفهوم با هر یک از اسناد را نشان می‌دهد.

سپس الگوریتم خوشه‌بندی تعیین می‌نماید که پروفایل کاربر جدید به کدام خوشه بدست آمده در فاز اول متعلق بوده و شبکه مفهومی فازی متناظر با آن خوشه به الگوریتم رتبه‌بندی صفحات وب داده می‌شود. الگوریتم رتبه‌بندی نیز بستر انتقالی آنرا محاسبه نموده و ماتریس حاصل را در شبکه مفهومی فازی مربوط به اسناد بازیابی شده از جستجوی کاربر ضرب می‌نماید. سپس مجموع مولفه‌های هر سطح را که بیانگر رتبه مربوط به هر سند می‌باشد، بدست آورده و اسناد را بر اساس رتبه‌های بدست آمده مرتب‌سازی نموده و به کاربر نمایش می‌دهد. در انتها از پروفایل کاربر جدید برای بروز رسانی شبکه مفهومی فازی مربوطه و در نتیجه سازگاری سیستم استفاده می‌شود.

۴. ارزیابی سیستم و بررسی نتایج بدست آمده

در ابتدا تعدادی پروفایل کاربر شامل صفحات وب قبلاً بازدید شده کاربران برای تست و ارزیابی سیستم جمع‌آوری شد و مراحل پیش پردازش لازم بر روی آنها صورت گرفت. سپس الگوریتم خوشه‌بندی k-means به این پروفایل‌های پردازش شده اعمال گردید و پروفایل‌ها در ۶ گروه از پیش تعیین شده با استفاده از یک بردار کلمه ۳۰۰ تایی شامل ۵۰ مفهوم برای هر گروه قرار گرفتند. سپس برای هر خوشه یک شبکه مفهومی فازی بصورت یک ماتریس 50×50 محاسبه شد. این شبکه مفهومی فازی با استفاده از پروفایل‌ها و بردار مفاهیم متعلق به هر خوشه و بصورت اتوماتیک ساخته شد.

در مرحله بعد از ۶ کاربر جدید متعلق به گروه‌های متفاوت برای تست سیستم استفاده شد. هر کاربر جدید یک پرس‌وجو به سیستم ارائه نموده و سیستم نیز کلمه مورد جستجوی کاربر را به موتور جستجوی گوگل می‌فرستد. پنج URL اول از نتایج موتور جستجو انتخاب و صفحات وب مربوط به آنها دانلود می‌شوند. پس از انجام مراحل پیش‌پردازش لازم بر روی این صفحات، شبکه مفهومی فازی معادل با هر سند محاسبه و ماتریس توصیف سند ساخته می‌شود. الگوریتم خوشه‌بندی نیز هر کاربر جدید را با توجه به پروفایل کاربر به یک خوشه اختصاص می‌دهد و شبکه مفهومی فازی متعلق به آن خوشه که در فاز قبل محاسبه شده، بعلاوه ماتریس توصیف سند به الگوریتم رتبه‌بندی داده می‌شوند تا نتایج جستجو را بر اساس علائق کاربر جدید مجدداً رتبه‌بندی کرده و نتایج جستجوی شخصی‌سازی شده را به کاربر جدید نمایش دهد.

در اینجا برای مقایسه رتبه‌بندی نتایج توسط سیستم با رتبه‌بندی نتایج بدست آمده از موتور جستجوی گوگل از یک معیار ارزیابی d که میانگین اختلاف میان رتبه‌بندی‌های موجود را نشان می‌دهد، استفاده شده است که از فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$d = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m |r_i - r'_i|$$

بطوریکه m تعداد اسناد مورد ارزیابی و r'_i رتبه اختصاص داده شده به هر سند توسط کاربر و r_i رتبه اختصاص داده شده توسط سیستم پیشنهادی و یا موتور جستجوی گوگل می‌باشد.

نتایج بدست آمده در زیر ارائه شده است. جدول ۱ رتبه بندی نتایج جستجو توسط ۶ کاربر جدید را نشان می‌دهد که هر کاربر پنج URL اول از نتایج موتور جستجوی گوگل را ارزیابی می‌کند. جدول ۲ رتبه‌بندی شخصی‌سازی شده نتایج جستجو توسط سیستم را نشان می‌دهد که خانه‌های سایه‌دار نشان‌دهنده رتبه معادل با رتبه تعیین شده توسط کاربر می‌باشند. معیار ارزیابی d برای سیستم پیشنهادی و موتور جستجوی گوگل نیز در جدول ۳ نشان داده شده است که بهبودی در حدود ۳۷٪ توسط سیستم پیشنهادی نسبت به موتور جستجوی گوگل را نشان می‌دهد. نتایج مشابهی برای موتور جستجوی یاهو نیز در جداول ۴، ۵ و ۶ ارائه شده است که بهبودی در حدود ۵۷٪ را نشان می‌دهد. بنابراین با توجه به نتایج بدست آمده می‌توان گفت که رتبه‌بندی انجام شده توسط موتور جستجوی گوگل نسبت به موتور جستجوی یاهو تناسب بیشتری با علائق کاربر دارد.

جدول ۱: رتبه بندی نتایج موتور جستجوی گوگل توسط کاربران

کاربر ۱	کاربر ۲	کاربر ۳	کاربر ۴	کاربر ۵	کاربر ۶
۱	۳	۲	۱	۱	۵
۴	۱	۵	۵	۴	۱
۲	۵	۳	۳	۳	۲
۵	۴	۱	۴	۲	۳
۳	۲	۴	۲	۵	۴

جدول ۲: رتبه بندی شخصی‌سازی شده نتایج موتور جستجوی گوگل توسط سیستم

کاربر ۱	کاربر ۲	کاربر ۳	کاربر ۴	کاربر ۵	کاربر ۶
۱	۱	۲	۱	۱	۲
۴	۳	۵	۵	۴	۱
۵	۴	۱	۳	۲	۳
۳	۵	۳	۴	۳	۴
۲	۲	۴	۲	۵	۵

جدول ۳: معیار ارزیابی d برای موتور جستجوی گوگل

	کاربر ۱	کاربر ۲	کاربر ۳	کاربر ۴	کاربر ۵	کاربر ۶	میانگین
سیستم پیشنهادی	۰/۸	۰/۸	۰/۴	۰	۰/۴	۱/۶	۰/۶۷
گوگل	۱/۲	۱/۶	۱/۴	۱/۲	۰/۸	۱/۶	۱/۰۶۷

جدول ۴: رتبه بندی نتایج موتور جستجوی یاهو توسط کاربران

کاربر ۱	کاربر ۲	کاربر ۳	کاربر ۴	کاربر ۵	کاربر ۶
۱	۱	۲	۱	۱	۱
۳	۵	۳	۴	۳	۵
۲	۳	۱	۳	۵	۲
۴	۲	۴	۲	۴	۳
۵	۴	۵	۵	۲	۴

جدول ۵: رتبه بندی شخصی‌سازی شده نتایج موتور جستجوی یاهو توسط سیستم

کاربر ۱	کاربر ۲	کاربر ۳	کاربر ۴	کاربر ۵	کاربر ۶
۳	۱	۲	۱	۱	۱
۲	۵	۱	۴	۳	۵
۱	۳	۳	۲	۵	۳
۴	۲	۴	۵	۴	۲
۵	۴	۵	۳	۲	۴

جدول ۶: معیار ارزیابی d برای موتور جستجوی یاهو

کاربر ۱	کاربر ۲	کاربر ۳	کاربر ۴	کاربر ۵	کاربر ۶	میانگین
۰/۸	۰	۰/۴	۰/۸	۰	۰/۴	۰/۴۰
۰/۴	۱/۲	۰/۸	۰/۸	۱/۲	۱/۲	۰/۹۳

۵. نتیجه گیری

در این مقاله سیستمی پیشنهاد شد که از شبکه‌های مفهومی فازی اتوماتیک سازگار برای شخصی‌سازی نتایج موتورهای جستجو استفاده می‌نماید. بکارگیری ابزارهای وب‌کاوی مثل الگوریتم خوشه‌بندی بر روی پروفایل‌های کاربران و سپس ایجاد اتوماتیک یک شبکه مفهومی فازی برای هر یک از خوشه‌های بدست آمده باعث افزایش سودمندی نتایج بدست آمده خواهد شد. پس از اختصاص یک کاربر جدید به یک خوشه توسط الگوریتم خوشه‌بندی و بر مبنای پروفایل کاربر، شبکه مفهومی فازی متعلق به آن خوشه که قبلاً ایجاد شده، بعلاوه شبکه مفهومی فازی بدست آمده از نتایج جستجوی کاربر جدید، به الگوریتم رتبه‌بندی داده می‌شوند تا رتبه‌بندی مجدد نتایج جستجو برطبق سلیقه کاربر جدید انجام شده و به کاربر نمایش داده شود. در پایان نیز پروفایل کاربر جدید برای بروز رسانی شبکه مفهومی فازی مربوطه و در نتیجه سازگاری سیستم مورد استفاده قرار می‌گیرد.

غنی‌سازی پروفایل کاربران قبل از ایجاد اتوماتیک شبکه مفهومی فازی با استفاده از آنتولوژی می‌تواند باعث بهبود نتایج حاصل شود. همچنین استفاده از سیستم‌های چندعامله برای پیاده‌سازی یک موتور فرا جستجوی شخصی‌سازی شده نیز می‌تواند نتایج بدست آمده را بهبود دهد.

۶. مراجع

- [۱] W. Alhalabi, M. Kubat, M. Tapia, "Search Engine Personalization Tool Using Linear Vector Algorithm", Proceedings of the 4th Saudi Technical Conference and Exhibition, (۲۰۰۶) ۳۳۶-۳۴۴.
- [۲] D. Lucarella and R. Morara, "FIRST: Fuzz Information Retrieval System", Information Science, ۱۷ (۲) (۱۹۹۱) ۸۱-۹۱.
- [۳] S. M. Chen, J. Y. Wang, "Document Retrieval Using Knowledge-based Fuzzy Information Retrieval Techniques", IEEE Trans. Syst. Man Cybern. ۲۵ (۵) (۱۹۹۵) ۷۹۳-۸۰۳.
- [۴] S. M. Chen, Y. J. Horng, "Fuzzy Query Processing for Document Retrieval Based on Extended Fuzzy Concept Networks", IEEE Trans. Syst. Man Cybern. ۲۹ (۱) (۱۹۹۹) ۹۶-۱۰۴.
- [۵] K. J. Kim, S. B. Cho, "A Personalized Web Search Engine Using Fuzzy Concept Network with Link Structure", Proc. Joint 9th IFSA World Cong. and 20th NAFIPS Internat. Conf., Vol. ۱, Vancouver, Canada, (۲۰۰۱), ۸۱-۸۶.
- [۶] S. M. Chen, Y. J. Horng, C. H. Lee, "Document Retrieval Using Fuzzy Valued Concept Networks", IEEE Trans. Syst. Man Cybern. ۳۱ (۱) (۲۰۰۱) ۱۱۱-۱۱۸.
- [۷] S. M. Chen, W. H. Hsiao, Y. J. Horng, "A Knowledge-based Method for Fuzzy Query Processing for Document Retrieval", Cybern. Systems Internat. J. ۲۸ (۱) (۱۹۹۷) ۹۹-۱۱۹.
- [۸] S. M. Chen, Y. J. Hoang, C. H. Lee, "Fuzzy Information Retrieval Based on Multi-relationship Fuzzy Concept Networks", Elsevier, fuzzy set and systems Trans. ۱۴۰ (۲۰۰۳), ۱۸۳-۲۰۵.
- [۹] A. Doux, J. Laurent, J. Nadal, "Symbolic data analysis with the *k*-means algorithm for user profiling, user modeling" presented at the 6th Int. Conf., UM97, Sardinia, Italy, (۱۹۹۷).