مدیریت بازرگانی
Journal of Business Management
دانشکدهٔ مدیریت دانشگاه تهران
دورهٔ ۹، شمارهٔ ۱
بهار ۱۳۹۶
صص. ۲۰-۱

ارائهٔ نوعی مدل تصمیم جدید در برنامه‌ریزی تبلیغات اینترنتی با استفاده از الگوریتم ژنتیک چندهدفه

مهدی ابراهیمی نژاد رفسنجانی[۱]، محمدرضا نامدار[۲]، مرجان توسلی فرد[۳]

چکیده: امروزه افزایش پیچیدگی مسائل و مدل‌های بازاریابی به استفاده از راه‌حل‌های پیچیده منجر شده است. به‌کارگیری روش‌های نوین در برنامه‌ریزی بازاریابی و تبلیغات در کانون توجه پژوهشگران این حوزه قرار گرفته و موجب افزایش استفاده از روش‌های فرا ابتکاری مبتنی بر محاسبات تکاملی و هوش مصنوعی شده است. در این رابطه، بر اساس ویژگی‌های تبلیغات از طریق وب و راهبردهای قیمت‌گذاری موجود، راهبرد قیمت‌گذاری ترکیبی مبتنی بر متغیرهای «هزینه برحسب هزار بار نمایش» و «هزینه برحسب هر کلیک در این پژوهش» ایجاد شد. متعاقب آن، مدل تصمیم بهینه‌سازی چندهدفهٔ جدید بر مبنای این راهبرد مطرح گردید. در این مدل، منافع مدیران وب‌سایت‌ها و متقاضیان ارائهٔ تبلیغات مد نظر قرار گرفته است. از آنجا که مدل جدید، یک مدل بهینه‌سازی چندهدفه با ابعاد بالاست، از الگوریتم بهینه‌سازی ژنتیک چندهدفه برای حل آن استفاده شده است. در پایان، با ارائهٔ مثال محاسباتی و نتایج عددی شبیه‌سازی، اثربخشی مدل و الگوریتم ثابت می‌شود.

واژه‌های کلیدی: الگوریتم ژنتیک چندهدفه، بهینه‌سازی چندهدفه، تبلیغات از طریق وب، قیمت‌گذاری ترکیبی.

۱. دانشیار دانشکدهٔ مدیریت و اقتصاد، دانشگاه شهید باهنر، کرمان، ایران
۲. کارشناس‌ارشد مدیریت بازرگانی، دانشکدهٔ مدیریت و اقتصاد، دانشگاه شهید باهنر، کرمان، ایران
۳. کارشناس‌ارشد مدیریت اجرایی دانشکدهٔ مدیریت و اقتصاد، دانشگاه شهید باهنر، کرمان، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۵/۰۷/۲۰
تاریخ پذیرش نهایی مقاله: ۱۳۹۵/۱۰/۰۶
نویسندهٔ مسئول مقاله: مهدی ابراهیمی نژاد رفسنجانی
E-mail: ebrahimi.nejad@uk.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

امروزه مدیریت حجم بالای اطلاعات و استفادهٔ کارا از آنها، برای بهبود تصمیم‌گیری چالشی به‌کار می‌رود. از این رو، راه‌حل‌های هوشمندانهٔ مبتنی بر «الگوریتم‌های تکاملی (EAs)[1]» می‌تواند در حل مسائل پیچیدهٔ رشته‌های مختلف مفید باشد. اخیراً «فنون نوآورانه»[2] که بر پایهٔ اصول برگرفته از طبیعت استوارند، به‌صورت موفقی در بسیاری از مسائل پیچیدهٔ بهینه‌سازی، «تشخیص سیستم»[3]، داده‌کاوی و سایر حوزه‌ها به‌کار گرفته شده‌اند. «حل مسئلهٔ موازی برگرفته از طبیعت»[4] اصطلاحی است که این نوع فنون را دربرمی‌گیرد. در میان فنون «شبیه‌سازی تبرید (عملیات حرارتی شبیه‌سازی‌شده)[5]»، شاید شبکه‌های عصبی مصنوعی و الگوریتم‌های تکاملی، برجسته‌ترین شاخه‌ها باشند (بیتان و نیسِن، ۱۹۹۴). اگرچه دلایلی دال بر «همگرایی عمومی»[6] برخی از این رویکردها در دسترس است، باید آنها را به چشم روش‌های «فرا ابتکاری‌ای»[7] نگریست که هدف از اتخاذ آنها «بهینه‌سازی تجربی»[8] تحت قیود منابع و محدودیت‌های زمانی است (نیسِن، ۱۹۹۵).

الگوریتم‌های تکاملی، روش‌های فرا ابتکاری مبتنی بر جمعیت هستند که به کاربر خود اجازه می‌دهند برای مسائل پیچیده به جواب‌های مناسب دست یابند. این روش‌ها، ویژگی‌های خاصی دارند که آنها را از فنون سنتی بهینه‌سازی متمایز می‌کند. نخست آنکه فضای جست‌وجوی آنها به‌وسیلهٔ رشته‌هایی تعریف شده است که نشان می‌دهد مسئله جدای از پارامترهای واقعی بهینه‌سازی می‌شود. دوم، برخلاف روش‌هایی که جست‌وجو را از یک نقطه آغاز می‌کنند، این روش‌ها به‌صورت جمعی جست‌وجو را از چند نقطه شروع می‌کنند. سوم، آنها فقط به یک تابع برازش نیاز دارند و به اطلاعات کمکی دیگری احتیاج ندارند. در نهایت، برخلاف بسیاری از روش‌های بهینه‌سازی مرسوم، به‌جای قواعد قطعی، از قواعد تصادفی برای هدایت جست‌وجوی خود بهره می‌برند. این تفاوت‌ها به ارتقای قدرت الگوریتم‌های نام‌برده منجر می‌شود؛ زیرا این ویژگی‌ها مانع گرفتار شدن در جواب بهینهٔ محلی می‌شود و به آنها اجازه می‌دهد در مقایسه با سایر روش‌های مرسوم، عملکرد بهتری داشته باشند (موتینهو، بیگنه و مانرای، ۲۰۱۴).

---

1. Evolutionary Algorithms (EAs)
2. Innovative technologies
3. System Identification
4. Parallel Problem Solving from Nature
5. Simulated Annealing
6. Global Convergence
7. Meta-Heuristics
8. Practical Optimization

Archive of SID

www.SID.ir

الگوریتم‌های تکاملی عملاً در اغلب موارد به‌طور عام در رشتهٔ بازاریابی و به‌طور خاص در رشتهٔ تبلیغات با مزیت‌های واقعی همراه هستند. این الگوریتم‌ها هم‌اکنون در برخی حوزه‌ها برای مدیریت آمیختهٔ بازاریابی (هرلی، موتینهو و استفان، ۱۹۹۵؛ جونکر، پیرزما و وندل پل، ۲۰۰۴؛ سون، مون و سئوک، ۲۰۰۹)، بخش‌بندی بازار (چیو، چن، کوأو و کو، ۲۰۰۹ و لیو و آنگ، ۲۰۰۸)، ایجاد جایگاه و هدف‌گیری در بازار[1] (بائه و کیم، ۲۰۱۰ و گروکا و کلمز، ۲۰۰۳)، رفتار مصرف‌کننده (چیو، ۲۰۰۲)، بازاریابی استراتژیک (بالتز و همکاران، ۲۰۱۳؛ ونکاتیزان و کومار، ۲۰۰۲؛ ونگ، ۲۰۰۹) و مکان‌یابی، (یو، یانگ و چنگ، ۲۰۰۷) به‌کارگرفته می‌شوند. به‌علاوه، از آنها می‌توان در برخی حوزه‌های دیگر همچون تخصیص نیروی فروش، تخصیص قلمرو فروشگاه‌ها، تخصیص تبلیغات و بودجهٔ ترفیع آن، انتخاب کانال‌های بازاریابی، بهینه‌سازی قیمت‌گذاری، برنامه‌ریزی رسانه، توزیع فیزیکی، بهینه‌سازی راهبرد رسانه‌های اجتماعی، برنامه‌ریزی شبکه‌های نوآوری، تحلیل ارتباطات دهان‌به‌دهان[2] و میزان انتشار پیام[3] استفاده کرد (موتینهو و همکاران، ۲۰۱۴).

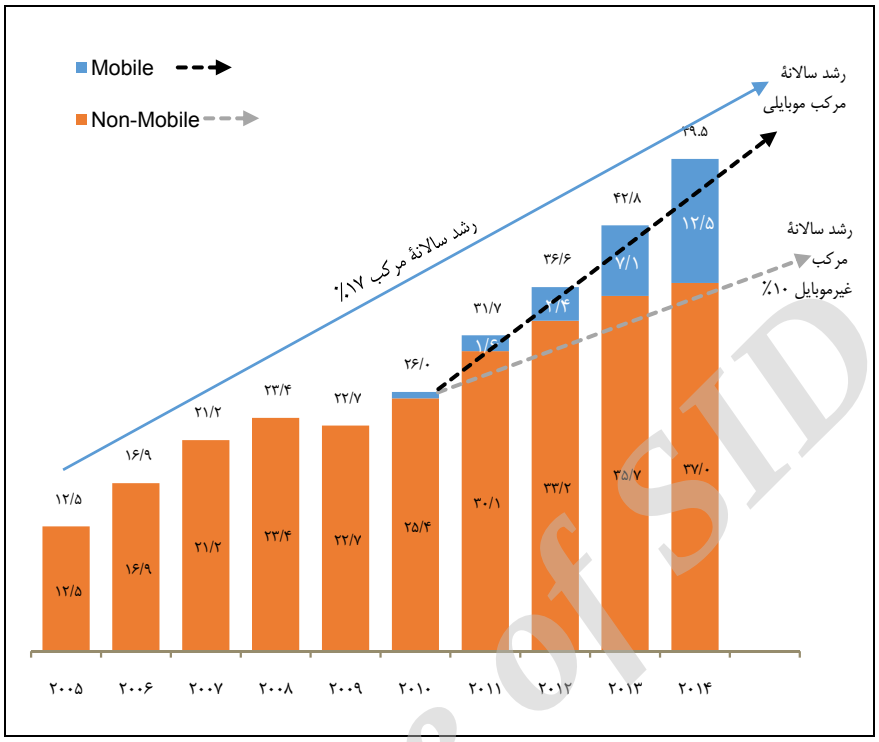
با توسعهٔ اقتصاد حاصل از جهانی‌سازی و پیشرفت فناوری اطلاعات، تبلیغات از طریق وب (تبلیغات آنلاین)[4] به یکی از مهم‌ترین کانال‌های بازاریابی جهان تبدیل شده است. این نوع تبلیغات به‌منظور جذب مشتریان، از شبکهٔ گستردهٔ جهانی[5] استفاده می‌کند. اینترنت در سراسر جهان به‌سرعت توسعه یافت و موج اطلاعاتی حاصل از آن، موجب ارتقای سطح تجارت الکترونیک شد. در واقع، تبلیغات از طریق وب به‌دلیل ویژگی‌هایی همچون هزینهٔ اندک، تعامل در لحظه[5] و سهولت دسترسی مؤثر، به نوع جدیدی از ابزارهای بازاریابی تبدیل شده است. برای مثال تا پایان سال ۲۰۱۴ در ایالات متحده، داده‌های آماری ادارهٔ تبلیغات تعاملی (IAB)[6] نشان می‌دهد درآمد تبلیغات اینترنتی افزون‌بر ۴۹/۵ میلیارد دلار بوده که حاکی از افزایش ۱۶ درصدی در مقایسه با سال ۲۰۱۳ است. با در نظر گرفتن دو حوزهٔ تبلیغات موبایلی و غیرموبایلی در حوزهٔ تبلیغات اینترنتی، درصد رشد سالانهٔ مرکب (CAGR)[7] هر یک از این حوزه‌ها در شکل ۱ نشان داده شده است.

---

1. Positioning and Targeting
2. Analysis of Word of Mouth Communication
3. Analysis of Message Propagation Rates
4. Web advertising (online advertising)
5. Real-time interaction
6. Interactive Advertising Bureau (IAB)
7. Compound Annual Growth Rate (CAGR)

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱. رشد سالانهٔ مرکب (CAGR) تبلیغات اینترنتی در ایالات متحدهٔ آمریکا در حوزه‌های مختلف

منبع: ادارهٔ تبلیغات تعاملی (**IAB**) (۲۰۱۴)

در همین رابطه، پژوهش در زمینهٔ تبلیغات از طریق وب، توجه بیشتری را به خود جلب کرده است و برخی محققان بهینه‌سازی تبلیغات از طریق وب را مد نظر قرار داده‌اند. لانگ هاینریش و همکارانش (۲۰۰۲) ایدهٔ زمان‌بندی بهینهٔ تبلیغات از طریق وب را به‌منظور حداکثرسازی تعداد کلیک[1] پیشنهاد دادند. آنان مسئلهٔ حداکثرسازی تعداد کلیک را به مسئلهٔ حمل‌ونقل که نوعی برنامه‌ریزی خطی است، تنزل دادند. بر پایهٔ مدل برنامه‌ریزی خطی تبلیغات از طریق وب[2]، محققان پیشنهادهایی برای ارتقای این روش ارائه کرده‌اند. آبه و ناکامورا (۱۹۹۹) و گیوفریدا، ریفورجیاتو، تریبولاتو و زاربا (۲۰۱۱) از تحلیل خوشه‌ای مشخصه‌های وب برای کاهش مقیاس مدل استفاده کردند. تاملین (۲۰۰۰) نیز این روش را بهبود داد و «مدل حداکثرسازی آنتروپی»[3] حاصل از داده‌های آماری را ارائه کرد. کی و ونگ (۲۰۰۴- الف) مدل تصمیم فازی که «درجهٔ

1. Click-through
2. Cluster analysis of the web's attributes
3. Entropy maximization model

Archive of SID

www.SID.ir

هم‌خوانی کلی»[1] را میان تبلیغ و وب‌سایت بیشتر می‌کند، ارائه دادند. پیش از آن، آتسویوشی ناکامورا (۲۰۰۲) در کار خود دو جنبهٔ عملی زمان‌بندی بهینهٔ تبلیغات از طریق وب را با استفاده از مدل برنامه‌ریزی خطی بررسی کرده بود. یکی از این جنبه‌ها «مسئلهٔ چندنمایشی»[2] است که در آن دو یا چند «بنر تبلیغاتی»[3] به‌طور همزمان نمایش داده می‌شود. جنبهٔ دیگر، مدیریت موجودی است که برای اجتناب از فروش بیش از حد و حداکثرسازی درآمد اهمیت دارد. کی و ونگ (۲۰۰۴– ب) «عامل جریمهٔ درجهٔ دومی»[4] پیشنهاد کردند که نمایش تبلیغات را جدا کرده و به مدل خطی لانگ هاینریش اضافه می‌کند. به‌منظور دستیابی به کارایی بهتر تبلیغات با استفاده از جواب بهینه، برای حل این مدل جدید نوعی الگوریتم پرندگان[5] بهبودیافته طراحی شد. ژیپینگ، شنگبائو، جونفنگ و ژونگتیو (۲۰۰۷) به کاستی‌های مدل برنامه‌ریزی خطی اشاره کردند و «مدل ابر شبکه»[6] را به‌منظور تخصیص منابع شبکهٔ تبلیغات پیشنهاد دادند. مدل آنان تعداد کلیک‌ها، تبدیلات آن و مقدار موزون‌شده با احتمال نمایش را نیز پوشش می‌داد. این عمل به‌منظور تجدید نظر در میزانی که تبلیغات در معرض دید قرار گرفته‌اند، انجام می‌شود.

علاوه بر این، به‌منظور افزایش میزان پراکندگی و نفوذ تبلیغات از طریق وب میان جامعهٔ هدف، وِی، هوانگ، تیزنگ و وو (۲۰۱۰) برای ایجاد مدل علّی آثار تبلیغ از طریق وب، از مدل‌سازی معادلات ساختاری استفاده کردند. طی مطالعهٔ آنها مهم‌ترین عامل در تأثیرگذاری تبلیغات از طریق وب، با استفاده از مدل تعدیل‌شده به‌دست آمد. فن و چانگ (۲۰۱۰) سازوکار تبلیغات مبتنی بر محتوا را بررسی کردند که به تخصیص تبلیغات مرتبط به صفحهٔ وب اشاره دارد. سپس پیشنهاد کردند از «کشف مقصود»[7] برای بهبود تبلیغ محتوای مبتنی در وب استفاده شود.

با توجه به آنچه گفته شد، اغلب مطالعات بالا به‌منظور ایفای نقش بهتر رسانه و جذب مشتریان بیشتر، بر پیکربندی فضای تبلیغاتی محدود از طریق حداکثرسازی تابع اثر تبلیغات یا سایر معیارها تمرکز دارند. در واقع، می‌توان مشاهده کرد که تبلیغات از طریق وب، نه تنها کانال مهمی برای جذب مشتریان است، بلکه منبع با اهمیتی برای کسب درآمد مدیران وب‌سایت‌ها نیز

---

1. General matching degree

۲. Multi-impressions، Impression مربوط است به محاسبهٔ تعداد دفعاتی که به‌طور معمول طی دورهٔ ۲۴ ساعته یک بنر تبلیغاتی در صفحهٔ وب نمایش داده می‌شود.

3. Advertising Banner
4. A quadratic punishing item
5. Particle Swarm Optimization (PSO)
6. Super network model
7. Sentiment detection

Archive of SID

www.SID.ir

محسوب می‌شود. تبلیغات از طریق وب، شکل مهم کانال فروش میان مدیران وب‌سایت و متقاضیان ارائهٔ تبلیغات[1] از طریق وب است، اما پژوهش‌های اخیر فقط بر یک طرف این رابطه تمرکز کرده‌اند و مدیران وب‌سایت و متقاضیان ارائهٔ تبلیغات از طریق وب را همزمان مد نظر قرار نداده‌اند. در مقالهٔ حاضر به تفصیل دربارهٔ بهینه‌سازی تصمیم منابع تبلیغات از طریق وب بحث می‌شود تا ضمن استفادهٔ بهتر از تبلیغات از طریق وب، متقاضیان ارائهٔ تبلیغات را جذب کند، درآمد مدیران شبکه را افزایش دهد، هزینهٔ بودجهٔ شبکه را برای متقاضیان ارائهٔ تبلیغات کاهش دهد و بیشترین آثار تبلیغ از طریق وب را نیز ممکن کند.

در این مقاله مدل توزیع منابع تبلیغ از طریق وب برای بهینه‌سازی اثر تبلیغات، بر پایهٔ ادبیات پژوهش و طبق ویژگی‌های تبلیغات از طریق وب، ارائه شده است. این مدل می‌تواند همزمان منافع مدیران شبکه و متقاضیان ارائهٔ تبلیغ را مد نظر قرار دهد. بنابراین، این پژوهش هم به لحاظ نظری و هم از نظر عملی مهم و شایان توجه است.

پیشینهٔ پژوهش

در این بخش ضمن تشریح مدل بهینه‌سازی چندهدفه، مباحثی در خصوص الگوریتم ژنتیک چندهدفه ارائه شده و تلاش می‌شود مدل تصمیم بهینه‌سازی چندهدفهٔ منابع تبلیغ شرح داده شود.

مدل بهینه‌سازی چندهدفه

مسئلهٔ بهینه‌سازی یکی از اشکال اصلی مسائل رشتهٔ مهندسی و پژوهش‌های علمی است. مطالعات سال‌های اخیر بر مسائل بهینه‌سازی چندهدفه تمرکز کرده‌اند. بر خلاف مسئلهٔ بهینه‌سازی تک‌هدفهٔ سنتی، اهداف مسئلهٔ بهینه‌سازی چندهدفه اغلب نسبت به یکدیگر در تعارض یا حتی زائد[2] هستند. در فرایند حل مسئلهٔ بهینه‌سازی، هر زیرهدف[3] ممکن است موجب بدتر شدن عملکرد سایر اهداف شود (دیاز، کروز- چاوز و کروز- روزالس، ۲۰۱۰)؛ بنابراین، جواب بهینهٔ مطلقی[4] وجود ندارد که بتواند تمام توابع زیرهدف را در وضعیت بهینهٔ خود قرار دهد. تنها می‌توان نوعی سازش و هماهنگی بین آنها ایجاد کرد تا هر تابع هدف به هر اندازه‌ای که ممکن است به مقدار بهینهٔ خود نزدیک شود.

---

1. Advertisers
2. Redundant
3. Sub-object
4. Absolute optimal solution

Archive of SID

www.SID.ir

به‌طورکلی، مسئلهٔ بهینه‌سازی چندهدفه شامل n متغیر تصمیم و m متغیر هدف را می‌توان به‌صورت رابطهٔ ۱ نوشت (دِب، ۲۰۰۱):

رابطهٔ ۱)
$$\begin{cases} min\, y = F(x) = (f_1(x), f_2(x), \dots, f_m(x))^T \\ subject\ to \\ g_i(x) \le 0 \qquad\qquad i = 1, 2, \dots, q \\ h_j(x) = 0 \qquad\qquad j = 1, 2, \dots, p \end{cases}$$

در تابع بالا، $x = (x_1, x_2, \dots, x_n) \in X \in R^n$ متغیر تصمیم n بعدی و X فضای تصمیم n بعدی است. از طرف دیگر، $Y = (y_1, y_2, \dots, y_m) \in Y \in R^m$ بردار m بعدی هدف و Y فضای هدف m بعدی است. تابع هدف F(x)، m تابع هدف را از فضای تصمیم به فضای هدف می‌برد. $g_i(x) \le 0, i = 1, 2, \dots, q$، q محدودیت نامساوی، و p محدودیت مساوی را تعریف می‌کنند.

بر این اساس، چند تعریف مهم وجود دارد که به قرار زیر است (یانگ، جیائو، گنگ و یو، ۲۰۱۰):

تعریف ۱: برای $x \in X$، اگر x شرایط محدودیت‌ها را در رابطهٔ ۱ برآورده سازد، آن‌گاه x جواب موجه نامیده می‌شود.

تعریف ۲: مجموعهٔ تمام جواب‌های موجه در X، مجموعهٔ جواب موجه[1] نامیده شده و به‌صورت $X_f \subseteq X$، X_f نشان داده می‌شود.

تعریف ۳: فرض کنید که $x_A, x_B \in X_f$ دو جواب موجه در رابطهٔ ۱ باشند. x_A در مقایسه با x_B در حالت مسلط پارتو[2] است، اگر و تنها اگر شرط زیر برقرار باشد:

رابطهٔ ۲)
$$\forall i = 1, 2, \dots, m\ , f_i(x_A) \le f_i(x_B)\ \wedge\ \exists j = 1, 2, \dots, m\ , f_j(x_A) < f_j(x_B)$$

و آن را به‌صورت $x_A \succ x_B$ نمایش داده و می‌گوییم x_A بر x_B مسلط است.

تعریف ۴: راه‌حل $x^* \in X_f$ جواب بهینهٔ پارتو[3] نامیده می‌شود اگر و تنها اگر شرط زیر برقرار باشد:

رابطهٔ ۳)
$$\neg \exists x \in X_f : x \succ x^*$$

1. Feasible solution set
2. Pareto dominance
3. Pareto optimum solution

Archive of SID

www.SID.ir

طبق تعاریف بالا می‌توان مشاهده کرد که هدف از حل مسئلهٔ بهینه‌سازی چندهدفه، یافتن مجموعه جواب بهینهٔ پارتو و از میان این مجموعه، دستیابی به جواب مناسب برای تصمیم‌گیرندگان است.

الگوریتم ژنتیک چندهدفه (NSGA-II)[1]

معمولاً برای مسئلهٔ بهینه‌سازی چندهدفه، تابع هدف بیش از یک تابع است که باید به‌طور همزمان به آنها پرداخته شود. برای چنین مسائلی، جواب مناسب برای یک تابع هدف ممکن است برای اهداف دیگر نامناسب باشد؛ بنابراین، مجموعه‌ای سازگار به‌دست می‌آید که مجموعه جواب بهینهٔ پارتو یا «مجموعهٔ غیرمسلط»[2] نامیده می‌شود. ابتدا از روش وزن‌دهی خطی برای تبدیل مسئلهٔ بهینه‌سازی چندهدفه به مسئلهٔ بهینه‌سازی تک‌هدفه استفاده می‌شد. اما در این روش تعیین اوزان به تجربهٔ تصمیم‌گیرنده بستگی دارد که می‌تواند به انحراف نتایج منجر شود. به‌منظور مواجههٔ مناسب با مسائل بهینه‌سازی چندهدفه، محققان بسیاری برای حل مسائل بهینه‌سازی از الگوریتم‌های تکاملی استفاده کرده‌اند (یان مین، ۲۰۱۱). در میان این روش‌ها، الگوریتم ژنتیک چندهدفه از لحاظ محاسباتی، سریع و بهترین الگوریتم تکاملی چندهدفه مبتنی بر رویکرد مرتب‌سازی غیرمسلط است.

الگوریتم ژنتیک چندهدفه را کالیانموی دِب در سال ۲۰۰۲ ارائه کرد (دِب، ۲۰۰۲). تا به حال این الگوریتم یکی از عالی‌ترین الگوریتم‌های بهینه‌سازی چندهدفه بوده است. الگوریتم ژنتیک چندهدفه ابتدا بر اساس «روابط تسلط پارتو»[3] جواب‌ها را با هم مقایسه کرده و انتخاب می‌کند؛ سپس به‌منظور تنظیم مقدار برازش عناصر مختلف یک سطح مشابه، همزمان پس از مرتب‌سازی غیرمسلط سریع، این امکان را فراهم می‌کند که افراد حاضر در پارتو فرانت[4] فعلی بتوانند به پارتو فرانت کلی گسترش یافته و به‌تدریج تا جایی که امکان دارد پراکنده شوند. الگوریتم ژنتیک چندهدفه مفهوم «فاصلهٔ تجمعی»[5] را مطرح کرده و برای هدایت فرایند انتخاب در مراحل مختلف الگوریتم به‌سمت گسترش یکنواخت پارتو فرانت بهینه، از عملگر محاسبهٔ مقایسهٔ تجمعی[6] استفاده می‌کند. سرانجام، الگوریتم ژنتیک چندهدفه عمل‌گر انتخاب را ارائه می‌کند که این عمل‌گر از طریق ترکیب جمعیت‌های والد و فرزند و انتخاب بهترین جواب‌ها، «مخزن

1. Non-dominated Sorting Genetic Algorithm II
2. Non-dominated set
3. Pareto dominating relations
4. Pareto front
5. Crowding-distance
6. Crowding-comparison computation operator

Archive of SID

www.SID.ir

جفت‌گیری»[1] را ایجاد می‌کند. بدین‌وسیله، جمعیت به تدریج به پارتو فرانت بهینه همگرا می‌شود. این پارتو فرانت بهینه شامل جواب‌هایی است که هیچ جواب دیگری نمی‌تواند بر آنها مسلط شود. تا کنون، الگوریتم ژنتیک چندهدفه به‌طور موفقیت‌آمیزی در بسیاری از موارد کاربردی در زمینهٔ صنعت و مدیریت به‌کار گرفته شده است.

مدل تصمیم بهینه‌سازی چندهدفهٔ منابع تبلیغات

ژیهوآ و ونگ (۲۰۰۶) با توجه به ثابت‌بودن بودجهٔ تبلیغات بر اساس «قیمت‌گذاری ترکیبی»[2]، مدل تصمیمی را به‌منظور حداکثرسازی درآمد وب‌سایت پیشنهاد کردند. آنها در ادبیات پژوهش خود تنها بر قیمت‌گذاری وب‌سایت بر پایهٔ «حداکثرسازی نسبت کلیک کل»[3] تمرکز داشته‌اند؛ اما این پژوهش بر پایهٔ ادبیات پژوهش بالا، مدل تصمیم بهینه‌سازی چندهدفهٔ منابع تبلیغات از طریق وب را ایجاد می‌کند.

برای شرح مدل، ابتدا مفاهیم زیر معرفی می‌شود (ژانگ و ونگ، ۲۰۰۶):

- نمایش: به معنای نمایش[4] صفحهٔ وب حاوی تبلیغ؛
- کلیک: به معنای انتخاب تبلیغ توسط بازدیدکننده؛
- نسبت کلیک‌ها: یعنی نسبت کلیک‌ها بر تبلیغ نمایش داده شده.

معمولاً روش‌های متعددی برای قیمت‌گذاری تبلیغات از طریق وب استفاده می‌شود. پرکاربردترین طرح قیمت‌گذاری مدل «هزینه برحسب هزار بار نمایش (CPM)[5]» است که در آن هزینه به تعداد دفعاتی که تبلیغ در معرض دید قرار می‌گیرد، وابسته است. نوع دیگر قیمت‌گذاری مدل، «هزینه بر حسب هر کلیک (CPC)[6]» نام دارد که در آن متقاضی ارائهٔ تبلیغات، به مدیر وب‌سایت بر حسب هر بار کلیک بر تبلیغ مبلغی را پرداخت می‌کند (امیری و مِنون، ۲۰۰۳). بنابراین، همزمان با توسعهٔ سریع بازار تبلیغات از طریق وب، وب‌سایت‌ها راهبردهای قیمت‌گذاری متفاوتی را بدون در نظر گرفتن استاندارد قیمت‌گذاری یکپارچه به‌کار می‌گیرند که موجب آشفتگی راهبرد قیمت‌گذاری می‌شود.

به‌طورکلی، نبود استاندارد قیمت‌گذاری یکپارچه، امکان مقایسهٔ تبلیغات از طریق وب را در وب‌سایت‌های مختلف کاهش می‌دهد و این برای انتخاب رسانه توسط متقاضیان ارائهٔ تبلیغات مضر است. در نتیجه، نمی‌توان محیط رقابتی عادلانه‌ای برای درگاه‌های وب ایجاد کرد. راهبرد

---

1. Mating pool
2. Hybrid pricing
3. Total clicks ratio
4. Impression
5. Cost-per-thousand-impressions (CPM)
6. Cost-per-click (CPC)

Archive of SID

www.SID.ir

منطقی قیمت‌گذاری تبلیغات از طریق وب، تنها مسئله‌ای نیست که باید حل شود تا بتوان اثر تبلیغات از طریق وب را اندازه گرفت، بلکه سلامت و توسعهٔ سریع تبلیغات از طریق وب نیز باید مد نظر قرار گیرد. این امر معیارهای مؤثر سنجش عادلانهٔ رقابت میان درگاه‌های وب را نیز به‌دست می‌دهد. بر پایهٔ پژوهش‌های صورت‌گرفته در زمینهٔ راهبرد قیمت‌گذاری تبلیغات از طریق وب در داخل و خارج کشور، در این پژوهش راهبرد قیمت‌گذاری مبتنی بر CPM و CPC به‌منظور افزایش اثر تبلیغات از طریق وب پیشنهاد شده؛ سپس دربارهٔ مسائل مرتبط بحث می‌شود تا مدل تصمیم بهینه‌سازی چندهدفهٔ منابع تبلیغات از طریق وب بر مبنای راهبرد قیمت‌گذاری شکل گیرد. این مدل جدید چندهدفه، منافع مدیران وب‌سایت‌ها و متقاضیان ارائهٔ تبلیغات را در نظر می‌گیرد و نتایج بهینه‌سازی آن رهنمودهای مفیدی دربردارد.

روش‌شناسی پژوهش

در این بخش نحوهٔ ایجاد استراتژی قیمت‌گذاری از طریق وب و همچنین ساخت مدل تصمیم بهینه‌سازی چندهدفه به‌طور کامل شرح داده شده است.

ایجاد استراتژی قیمت‌گذاری تبلیغات از طریق وب

همان‌طور که در بالا اشاره شد، راهبردهای سنتی قیمت‌گذاری تبلیغات از طریق وب، کاستی‌هایی دارد که محدودیت‌هایی را برای استفادهٔ عملی از آنها ایجاد می‌کند؛ بنابراین، طبق ادبیات موجود در کار منگ (۲۰۰۸)، در سال‌های اخیر با افزایش آگاهی پژوهشگران از این مهم، بسیاری از آنان راهبرد قیمت‌گذاری ترکیبی را مطرح کرده‌اند تا ضمن بهره‌مندی کامل از مزیت‌های آن، کمبود راهبردهای قیمت‌گذاری متفاوت به حداقل برسد. منگ همچنین اشاره می‌کند که مقدمهٔ به‌کارگیری راهبرد قیمت‌گذاری ترکیبی تبلیغات از طریق وب، طبقه‌بندی صحیح «محصولات تبلیغی»[1] و اجرای وزن‌دهی خطی است. به‌منظور تعیین وزن مدل‌های قیمت‌گذاری مختلف، منگ محصولات تبلیغی را در چهار نوع طبقه‌بندی کرد که عبارت‌اند از:

۱. محصولات کارکردی با مداخلهٔ بالا[2]؛
۲. محصولات کارکردی با مداخلهٔ پایین؛
۳. محصولات نمادین با مداخلهٔ بالا؛
۴. محصولات نمادین با مداخلهٔ پایین[3].

1. Advertising products
2. Functional products with highly intervention
3. Symbolic products with lowly intervention

Archive of SID

www.SID.ir

دلیل این طبقه‌بندی آن است که درجهٔ اهمیت جست‌وجو، کلیک، واکنش و رفتار خرید انواع مختلف محصول متفاوت است (منگ، ۲۰۰۸).

فرض بنیادی

به‌منظور ساده‌سازی ساخت مدل، در این پژوهش λ ضریب امید انتزاعی[1] تعریف می‌شود که $0 \leq \lambda \leq 1$. ضریب امید انتزاعی یا λ به‌عنوان وزن روش‌های مختلف قیمت‌گذاری در فرایند راهبرد قیمت‌گذاری ترکیبی استفاده می‌شود. برای هر پروژهٔ تبلیغاتی خاص، λ می‌تواند امید ریاضی اهمیت راهبردهای قیمت‌گذاری متفاوت را منعکس کند. به‌علاوه در فرایند ایجاد λ، به این نکته توجه شده است که نسبت کلیک تبلیغات از طریق وب می‌تواند میزان مربوط بودن تبلیغات به صفحهٔ وب را نشان دهد؛ بنابراین، در این پژوهش راهبرد قیمت‌گذاری تبلیغات از طریق وب را می‌توان به‌صورت زیر شرح داد:

متقاضیان ارائهٔ تبلیغات از طریق وب را در نظر بگیرید؛ اگر نسبت کلیک‌ها کم باشد که به‌معنای همبستگی کم میان تبلیغات و وب‌سایت است، باید تبلیغات کمتری در صفحهٔ وب قرار گیرد. پس اهمیت CPC در مدل قیمت‌گذاری ترکیبی بیشتر است. برعکس، اگر نسبت کلیک‌ها زیاد باشد که به‌معنای همبستگی زیاد میان تبلیغات و وب‌سایت است، در این صورت باید تبلیغات بیشتری در صفحهٔ وب قرار گیرد. پس مقرون به‌صرفه است که CPM در مدل قیمت‌گذاری ترکیبی انتخاب شود.

با در نظر گرفتن همزمان دو نکتهٔ بالا، می‌توان λ را به شکل متغیر مرتبط با نسبت کلیک‌ها که با c نشان داده می‌شود، به‌صورت زیر طراحی کرد:

رابطهٔ ۴) $$\lambda = exp\ (-c)$$

سپس، دو قید زیر که مرتبط با راهبردهای قیمت‌گذاری ترکیبی و به‌صورت دو هدف متضاد هستند به‌دست می‌آید:

قید نخست:

رابطهٔ ۵) $$\left(1 - \lambda\right) \times CPM + \lambda \times CPC$$

این قید برای مدیران وب‌سایت‌ها به‌صورت قطری مخالف با متقاضیان ارائهٔ تبلیغات است.

قید دوم:

---

1. Subjective expectations coefficient

Archive of SID

www.SID.ir

رابطهٔ ۶) $\lambda \times CPM + (1 - \lambda) \times CPC$

در این راستا، فرض کنید که یکی از وب‌سایت‌ها، تبلیغات تجاری را از n متقاضی ارائهٔ تبلیغات می‌پذیرد. تبلیغ i توسط A_i ارائه می‌شود که $i = ۱, ۲, \dots, n$. به‌منظور توضیح شفاف‌تر موضوع، تعداد و اندازهٔ وب‌سایت‌ها ساده شده است. صفحات وب در m نوع براساس مشخصه‌های مختلف طبقه‌بندی می‌شوند.

مفروضات مدل پیشنهادی به شرح زیر است:

x_{ij} نمایش تبلیغ i در وب‌سایت j است؛ بنابراین، x_{ij} به عنوان متغیر تصمیم در نظر گرفته شده و واحد آن هر هزار عدد است.

r_{ij} نشان‌دهندهٔ درآمد مد نظر وب‌سایت است که بر اساس CPM تعیین می‌شود.

q_{ij} معرف سود اضافه‌شده[1] بر مبنای هزینهٔ نمایش است؛ یعنی درآمد حاصل از CPC.

λ_i که $\lambda_i = \exp(-c_{ij})$، وزن تبلیغ i را نشان می‌دهد.

c_{ij} معرف نسبت کلیک‌های تبلیغ i در وب‌سایت j است.

p_{ij} نشان‌دهندهٔ هزینهٔ متقاضی ارائهٔ تبلیغات بر مبنای CPM است.

به‌منظور پاسخ به دو سؤال زیر، در پژوهش حاضر چگونگی تصمیم‌گیری انتخاب راهبرد توزیع تبلیغات مد نظر قرار گرفته است:

۱. حداکثر درآمد مسئولان وب‌سایت با توجه به راهبرد قیمت‌گذاری ترکیبی چقدر است؟

۲. حداقل هزینهٔ متقاضی ارائهٔ تبلیغات با توجه به راهبرد قیمت‌گذاری ترکیبی چقدر است؟

ساخت مدل تصمیم بهینه‌سازی چندهدفه

با توجه به آنچه گفته شد، مدل ریاضی حاصل از راهبردهای قیمت‌گذاری ترکیبی به‌صورت زیر ساخته می‌شود:

رابطهٔ ۷) $$Max f_1(x) = \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m}[\lambda_{ij}x_{ij}r_{ij} + (1 - \lambda_{ij})x_{ij}c_{ij}q_{ij}]$$

رابطهٔ ۸) $$Min f_2(x) = \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m}[(1 - \lambda_{ij})x_{ij}p_{ij} + \lambda_{ij}x_{ij}c_{ij}q_{ij}]$$

1. Increased dividend

Archive of SID

www.SID.ir

رابطهٔ ۹)
$$x_{ij} \geq 0$$
$$x_{ij} \in N\ , i = 1, 2, \dots, n\ , j = 1, 2, \dots, m$$

رابطهٔ ۷ تابع هدف حداکثرسازی درآمد وب‌سایت را نشان می‌دهد.

رابطهٔ ۸ تابع هزینهٔ حداقل‌سازی ورودی متقاضی ارائهٔ تبلیغات را نشان می‌دهد.

رابطهٔ ۹ نشان می‌دهد که مقدار متغیر تصمیم نباید منفی باشد.

مدل چندهدفه و قیمت‌گذاری ترکیبی جدید که بر اساس طبقه‌بندی‌های مختلف محصول ساخته شده است، با مدل پیشنهادی ژانگ و ونگ (۲۰۰۶) متفاوت است. اولاً، در پژوهش حاضر ضریب موزون λ_i برای تعیین وزن محصولات تبلیغی معرفی شده است. ثانیاً، تابعی چندهدفه در مدل جدید به‌کار گرفته شده تا منافع مدیران وب‌سایت و متقاضیان ارائهٔ تبلیغات برآورده شود.

یافته‌های پژوهش

همان‌طور که مشاهده می‌شود، مدل ساخته‌شده در این مقاله، مدل برنامه‌ریزی ریاضی چندهدفه است. حل این مدل به‌دلیل فرایند پیچیده، با استفاده از روش‌های رایج برنامه‌ریزی ریاضی همچون برنامه‌ریزی غیرخطی دشوار و شاید غیرممکن است. نتایج محاسبات برای این مدل نیز جواب واحدی نیست، بلکه سری‌هایی از جواب‌های غیرمسلط است. معمولاً، الگوریتم ژنتیک چندهدفه راه‌حلی ایده‌آل برای مدل برنامه‌ریزی ریاضی چندهدفه است (جیانگو و لیانگ، ۲۰۱۱)؛ بنابراین، در این پژوهش الگوریتم ژنتیک چندهدفه به‌کار گرفته شده تا الگوریتم شبیه‌سازی را روی مدل جدید پیاده کند. بدین منظور، تبلیغات استخدامی به‌عنوان مثال برای ارائهٔ جواب بهبودیافتهٔ بهینه‌سازی انتخاب شده است.

با توجه به اینکه آمارهای مربوط به وب‌سایت به‌صورت اطلاعات محرمانهٔ تجاری نگهداری می‌شوند و دستیابی عموم به آنها ممکن نیست، ناکامورا و آبه (۲۰۰۵) روش تولید نسبت کلیک‌های تبلیغات مختلف در وب‌سایت‌های مختلف را پیشنهاد کردند. آنها معتقدند که به‌طورکلی تعداد کلیک به‌میزان شایان توجهی به نوع وب‌سایت و تبلیغات بستگی دارد. از سوی دیگر، با افزایش درک و بینش مخاطب و اجتناب وی از تبلیغ ارائه‌شده در وب، نسبت کلیک‌ها کمتر و نادیده گرفتن بنر تبلیغاتی[1] به‌وضوح بیشتر می‌شود (ژو و سان، ۲۰۱۰). برای مثال، ناکامورا و آبه بیان می‌کنند که تعداد کلیک مورد انتظار در برخی گزارش‌ها حدود ۰/۷ درصد تعداد کلیک متوسط[2] بوده است؛ بنابراین، اجرای تک آزمایش شبیه‌سازی به نحوی که به واقعیت

1. Banner blindness
2. Average click-through rate

Archive of SID

www.SID.ir

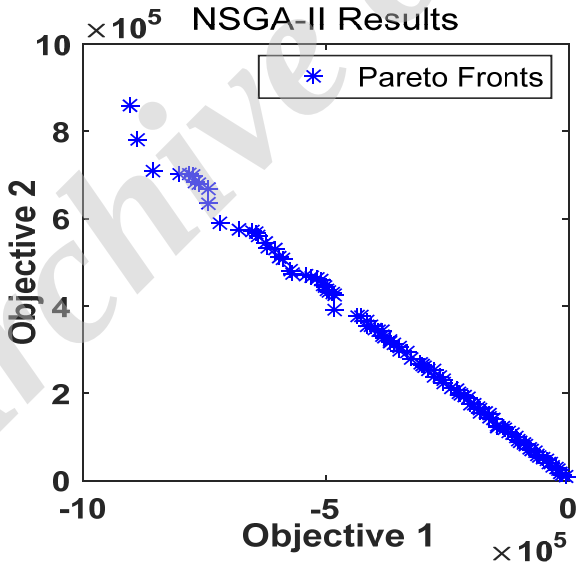
نزدیک باشد و نسبت کلیک‌های تبلیغات مختلف را در صفحات وب مختلف به‌دقت و درستی ایجاد کند، دشوار است.

به‌منظور ساده‌سازی مدل، طبق ویژگی‌های تبلیغات استخدامی، در این پژوهش فرض می‌شود که n تبلیغ وجود دارد که باید به‌ترتیب در m وب‌سایت توزیع شود و ۱۰ ,... ,۲ ,۱=n، ۵ ,... ,۲ ,۱=m. سپس در ادامه، روش ایجاد نسبت کلیک‌ها به‌صورت زیر مطرح می‌شود:

c_{ij} را نسبت کلیک‌های تبلیغ استخدامی i در وب‌سایت j می‌نامیم که $۰ \leq c_{ij} \leq ۱$. با استفاده از تابع سیستمی[1] در نرم‌افزار متلب، ۵۰ عدد کلیک تصادفی تولید شد. میانگین این ۵۰ کلیک ۰/۵ و واریانس آنها ۰/۱ است.

مقدار p_{ij} در بازهٔ [۵ , ۱۰۰۰] قرار دارد. در ادامه $q_{ij} = ۲۰ \times p_{ij}$ و $r_{ij} = ۰/۵ \times p_{ij}$ است. درنهایت، جواب بهینه تعداد نمایش بهینهٔ هر تبلیغ در انواع مختلف وب‌سایت خواهد بود.

برای الگوریتم ژنتیک چندهدفه، اندازهٔ جمعیت ۱۰۰، درصد تقاطع ۰/۸، مقدار جهش ۰/۱درصد، تعداد تکرارها یا به بیان دیگر نسل‌ها ۲۰۰۰ و عملیات انتخاب به‌صورت رقابتی[2] است. با توجه به آنچه گفته شد، شکل مدل به‌صورت زیر خواهد بود.



شکل ۲. نمودار نتیجهٔ بهینه‌سازی مدل تصمیم چندهدفهٔ تبلیغات از طریق وب

1. System function
2. Tournament

Archive of SID

www.SID.ir

در نرم‌افزار متلب به‌صورت پیش‌فرض توابع هدف کمینه می‌شوند. از این رو، توابعی که به‌صورت حداکثرسازی هستند نیز باید به این قالب در آیند. در مواردی که متغیر تصمیم می‌تواند مقدار صفر را نیز اختیار کند، بهتر است تابع هدف را در ۱- ضرب کرده و سپس آن را کم کرد. با این کار، در واقع اگر جواب را دوباره در ۱- ضرب کنیم، مقدار بیشینه به‌دست می‌آید. همان‌طور که گفته شد هدف اول مدل تصمیم جدید، زیاد کردن درآمد مدیران شبکه است؛ بنابراین، برای نیل به این منظور آن را در ۱- ضرب کرده و در متلب کدنویسی کردیم. از این رو، مقدار تابع هدف نخست در نمودار منفی است؛ اما در واقع، حاصل ضرب آن در ۱- مد نظر است. زمان اجرای کد نوشته‌شده نیز برابر با ۹۵۴۸/۴۹۸۰۴۴ ثانیه است.

بر اساس نمودار (شکل ۲)، مدیران وب‌سایت و متقاضیان ارائهٔ تبلیغات را می‌توان در یک مجموعهٔ تصمیم[1] قرار داد و توازنی میان منافع آنها ایجاد کرد؛ بنابراین، مدل جدید به واقعیت نزدیک‌تر است و ارزش کاربردی خوبی دارد. در شرح این نمودار باید گفت، هر نقطه روی نمودار جایی است که در آن با توجه به مقادیر متغیر تصمیم، مقدار هر یک از توابع هدف در ناحیهٔ غیرمسلط قرار می‌گیرد. این بدان معناست که اگر بخواهیم هر یک از اهداف را در آن نقطه بهبود بخشیم، ناگزیریم هدف دیگر را ضعیف‌تر کنیم. از این رو، جوابی که به‌دست می‌آید به‌نوعی رضایت‌بخش خواهد بود. هر یک از نقاط روی نمودار پارتوی فوق، بیان‌کنندهٔ ترکیب متفاوتی از متغیرهای تصمیم است و جوابی را می‌دهد که مشابه با نقاط دیگر در پارتو فرانت قرار داشته و مدیران وب‌سایت و متقاضیان ارائهٔ تبلیغات در انتخاب آنها مختارند و می‌توانند با توجه به شرایط، اهداف و تمایلات خود، هر یک از این جواب‌ها را برگزینند و مطمئن باشند اهداف آنها در سطح مورد رضایتشان برآورده خواهد شد. انتخاب این رویکرد، تعامل سازندهٔ میان مدیران وب‌سایت و متقاضیان ارائهٔ تبلیغات را افزایش می‌دهد، از ابهامات میان آنها می‌کاهد و به آنها کمک می‌کند تا با مشارکت و همدلی، سعی در بیشتر کردن منافع دو طرف داشته باشند. در عالم سیاست به این نوع بازی، بازی برد ـ برد گفته می‌شود. این در حالی است که در سایر پژوهش‌های پیشین این جنبه مغفول مانده بود. برای مثال ناکامورا (۲۰۰۲) و لانگ هاینریش، ناکامورا، آبه، کامبا و کاسِکی (۲۰۰۲) از روش برنامه‌ریزی خطی برای زمان‌بندی تبلیغات در محیط وب استفاده کردند. پس از این، پژوهش‌ها برمبنای بهبود این روش متمرکز شد (برای نمونه، کی و ونگ (۲۰۰۴) و گیوفریدا و همکاران (۲۰۱۱)). با وجود این، مدل‌های ارائه‌شده توسط این محققان دارای سه کاستی عمده است: نخست، این مدل‌ها به‌صورت تک‌هدفه فرموله شده‌اند؛ در حالی که مسائل عالم واقعی دارای ابعاد متنوع و گاه متضادند. دوم اینکه، مدل‌های نام‌برده از ارائهٔ جواب مناسب

1. Decision set

Archive of SID

www.SID.ir

برای مسائل پیچیده عاجزند. سوم، کمابیش تمام پژوهش‌های اجرا شده در این حوزه بر یک سوی این معامله، یعنی سود مدیران شبکه تمرکز کرده‌اند و به‌وضوح طرف دیگر یعنی متقاضیان ارائهٔ تبلیغات را نادیده گرفته‌اند. با در نظر گرفتن موارد بالا، می‌توان گفت مدل ریاضی ارائه‌شده در پژوهش حاضر تمام کاستی‌ها را برطرف کرده است.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

امروزه تبلیغات از طریق وب به‌وسیله‌ای نوین برای برقراری ارتباط میان بازاریابان و مشتریان تبدیل شده است. در این رابطه، درآمدها و گردش مالی مرتبط با این حوزه به‌طور چشمگیری رو به افزایش است. از طرفی، فعالان عرصهٔ تبلیغات از طریق وب علایق و منافع گوناگونی دارند. در این پژوهش بر خلاف پژوهش‌های پیشین، با در نظر گرفتن همزمان اهداف متضاد متقاضیان ارائهٔ تبلیغات از طریق وب (کاهش هزینه‌های تبلیغات) و مدیران وب‌سایت (افزایش سود به‌دست‌آمده از ارائهٔ خدمات)، دربارهٔ چگونگی بهینه‌سازی بهتر تخصیص منابع تبلیغات به وب‌سایت بحث شد و مدل تصمیم جدیدی ارائه گردید که دو هدف متضاد را دربرداشت. در واقع، این مدل چندهدفه نه تنها درآمد وب‌سایت را به حداکثر می‌رساند که هزینهٔ متقاضی ارائهٔ تبلیغات را نیز کمتر می‌کند؛ بنابراین، مدل یادشده می‌تواند مبنای کار این دو قرار گیرد. سپس، از الگوریتم ژنتیک چندهدفه برای حل مدل استفاده شد که نوآوری دیگری در روش حل مدل محسوب می‌شود؛ زیرا این مسئله بسیار پیچیده است و نمی‌توان آن را با روش‌هایی همچون برنامه‌ریزی خطی حل کرد. سرانجام، از تبلیغات استخدامی به‌عنوان مثال محاسباتی استفاده شد. نتایج شبیه‌سازی نشان داد مدل بهینه‌سازی و الگوریتم موجه و شدنی هستند. همچنین، مجموعه جواب بهینهٔ پارتوی به‌دست‌آمده از حل مدل می‌تواند موجب رضایت مدیران وب‌سایت و متقاضیان ارائهٔ تبلیغات شود. آنها با استفاده از این مدل به تعامل و سازش دست زده و سعی می‌کنند منافع طرف دیگر را نیز در نظر بگیرند. با توجه به اینکه با حل مدل پیشنهادی برخلاف سایر مدل‌ها منافع هر دو طرف مد نظر قرار گرفته است، مجموعه جواب در زمرهٔ راهبرد برد- برد قرار می‌گیرد. بنابراین، از آنجا که اعتبارسنجی این مدل از طریق شبیه‌سازی صورت گرفته است، در عمل مدیران شبکه می‌توانند هنگام کدنویسی تبلیغات در صفحات وب‌سایت با اعمال روابط ریاضی ارائه‌شده در مدل پیشنهادی، نحوهٔ محاسبهٔ هزینهٔ متقاضیان ارائهٔ تبلیغات را منطقی‌تر کنند و فهرستی از پیشنهادهای ممکن را به متقاضی ارائه دهند. در این فهرست ترکیبات مختلف متغیرهای تصمیم همزمان در سطح مطلوبی، با به حداکثررسان درآمد مدیران شبکه، هزینه‌های

Archive of SID

www.SID.ir

هر متقاضی را متناسب با نظر وی به حداقل می‌رسانند که بـه اتخـاذ راهبردهـای قیمـت‌گـذاری کارآمدتر منجر می‌شود.

پژوهش‌های آتی می‌توانند بر دو جنبه متمرکز شوند. جنبهٔ نخسـت، بهبـود مـدل پیشـنهادی است. اگرچه با در نظر گرفتن نسبت کلیک‌ها، فرض تناسب میان محتوا و تبلیـغ مـد نظـر قـرار گرفته است، می‌توان از روش‌های جدید در شخصی‌سازی تبلیغ استفاده کـرد. بـا بهـره‌منـدی از «کوکی‌ها و آی. پی.»[1] که به‌دلیل پیچیدگی در این مدل به آنها پرداخته نشد، می‌تـوان توانـایی مدل در هدف‌گیری بازار را ارتقا داد. از سویی، برای توجه بیشتر به خواسته‌های مشتری، محاسبهٔ هزینه بر مبنای هر بار خرید (CPP) می‌تواند سخت‌گیری مدل به نفع مشتری را افـزایش دهـد. پژوهش‌های آتی می‌توانند با تدوین آن، این امر را میسر کنند.

جنبهٔ دوم روش‌های نوین حل مدل است. به‌دلیل پیچیدگی محاسـباتی و ابعـاد بسـیار، حـل این‌گونه مدل‌های ریاضی به زمان زیادی نیاز دارد. از این رو، برای مدیران شـبکه یـافتن روشـی که بتواند ضمن قدرت همگرایی شایان توجه، سرعت زیادی داشته باشـد، اهمیـت بسـیاری دارد. بنابراین، در پژوهش‌های آتی می‌توان به استفاده از سایر الگوریتم‌های تکاملی همچون الگـوریتم مورچگان یا زنبور عسل در حل مدل پیشنهاد شده پرداخت و نتایج را با الگوریتم ژنتیک مقایسـه کرد.

منابع

Abe, N. & Nakamura, A. (1999). Learning to optimally schedule internet banner advertisements. *ICML 99 Proceedings of the Sixteenth Internationa conference on Machine Learning*, June 27 - 30, PP. 12-21.

Amiri, A. & Menon, S. (2003). Efficient scheduling of Internet banner advertisements. *ACM Transactions on Internet Technology (TOIT),* 3 (4), 334-346.

Bae, J.K. & Kim, J. (2010). Integration of heterogeneous models to predict consumer behavior. *Expert Systems with Applications*, 37 (3), 1821-1826.

Baltas, G., Tsafarakis, S., Saridakis, C. & Matsatsinis, N. (2013). Biologically Inspired Approaches to Strategic Service Design Optimal Service Diversification Through Evolutionary and Swarm Intelligence Models. *Journal of Service Research*, 16 (2), 186-201.

1. Cookies and IP

Archive of SID

www.SID.ir

Biethahn, J. & Nissen, V. (1994). Combinations of simulation and evolutionary algorithms in management science and economics. *Annals of Operations Research,* 52 (4), 181-208.

Chiu, C. (2002). A case-based customer classification approach for direct marketing. *Expert Systems with Applications*, 22 (2), 163-168.

Chiu, C.Y., Chen, Y.F., Kuo, I.T. & Ku, H.C. (2009). An intelligent market segmentation system using k-means and particle swarm optimization. *Expert Systems with Applications*, 36 (3), 4558-4565.

Deb, K. (2001). *Multi-objective optimization using evolutionary algorithms*. Vol. 16, USA: John Wiley & Sons.

Deb, K., Pratap, A., Agarwal, S. & Meyarivan, T. (2002). A fast and elitist multiobjective genetic algorithm: NSGA-II. Evolutionary Computation. *IEEE Transactions on,* 6 (2), 182-197.

Díaz, J.C.Z., Cruz-Chavez, M.A. & Cruz-Rosales, M.H. (2010). Mathematical Multi-objective Model for the selection of a portfolio of investment in the Mexican Stock Market. *AISS,* 2 (2), 67-76.

Fan, T.K. & Chang, C.H. (2010). Sentiment-oriented contextual advertising. *Knowledge and Information Systems*, 23 (3), 321-344.

Giuffrida, G., Reforgiato, D., Tribulato, G. & Zarba, C. (2011). A banner recommendation system based on web navigation history. *In Computational Intelligence and Data Mining (CIDM),* IEEE.

Gruca, T.S. & Klemz, B.R. (2003). Optimal new product positioning: A genetic algorithm approach. *European Journal of Operational Research*, 146 (3), 621-633.

Hurley, S., Moutinho, L. & Stephens, N. (1995). Solving marketing optimization problems using genetic algorithms. *European Journal of Marketing*, 29 (4), 39-56.

Internet Advertising Bureau (IAB). (2014). IAB/PwC Internet Ad Revenue Report.

Jianguo, Z. & Liang, Z. (2011). Multi-objective model for uncertain portfolio optimization problems. *International Journal of Advancements in Computing Technology,* 3 (8), 138-145.

Jonker, J.-J., Piersma, N. & Van den Poel, D. (2004). Joint optimization of customer segmentation and marketing policy to maximize long-term profitability. *Expert Systems with Applications*, 27 (2), 159-168.

Langheinrich, M., Nakamura, A., Abe, N., Kamba, T. & Koseki, Y. (1999). Unintrusive customization techniques for Web advertising. *Computer Networks,* 31 (11), 1259-1272.

Archive of SID

www.SID.ir

Liu, H.-H. & Ong, C.-S. (2008). Variable selection in clustering for marketing segmentation using genetic algorithms. *Expert Systems with Applications*, 34 (1), 502-510.

Meng, L. (2008). *The Research on Pricing Strategies and the Pricing Model of Portal Web Advertisements*, Jilin University, China.

Moutinho, L., Bigné, E. & Manrai, A.K. (2014). *The Routledge Companion to the Future of Marketing.* Taylor & Francis.

Nakamura, A. & Abe, N. (2005). Improvements to the linear programming based scheduling of web advertisements. *Electronic Commerce Research,* 5 (1), 75-98.

Nakamura, A. (2002). Improvements in practical aspects of optimally scheduling web advertising. *In Proceedings of the 11th international conference on World Wide Web.* ACM. Honolulu, Hawaii, USA - May 07 – 11.

Nissen, V. (1995). An overview of evolutionary algorithms in management applications. *In Evolutionary algorithms in management applications*, Springer, PP. 44-97.

Qi, J. & Wang, D.-W. (2004a). Fuzzy Decision Model for Launching Web Advertising on Relevant Network. *Journal of Northeastern University (Natural Science),* 25(9), 837-839.

Qi, J. & Wang, D.-w. (2004b). Particle swarm optimization algorithm for a model of optimally scheduling web advertising resources. *Control and Decision*, 19, 881-884.

Sohn, S.Y., Moon, T.H. & Seok, K.J. (2009). Optimal pricing for mobile manufacturers in competitive market using genetic algorithm. *Expert Systems with Applications,* 36 (2), 3448-3453.

Tomlin, J.A. (2000). An entropy approach to unintrusive targeted advertising on the Web. *Computer Networks*, 33 (1), 767-774.

Venkatesan, R. & Kumar, V. (2002). A genetic algorithms approach to growth phase forecasting of wireless subscribers. *International Journal of Forecasting*, 18 (4), 625-646.

Wang, Q. (2009). Application of Multi-objective Particle Swarm Optimization Algorithm in Integrated Marketing Method Selection. In Advances in Neural Networks. DOI: 10.1007/978-3-642-01510-6-65.

Wei, P.L., Huang, J.H., Tzeng, G.H. & Wu, S.I. (2010). Causal modeling of web-advertising effects by improving SEM based on DEMATEL technique. *International Journal of Information Technology & Decision Making*, 9 (05), 799-829.

Yang, D.D., Jiao, L.C., Gong, M.G. & Yu, H. (2010). Clone selection algorithm to solve preference multi-objective optimization. *Journal of Software,* 21 (1), 14-33.

Archive of SID

www.SID.ir

Yan-min, L. (2011). MOPSO Based on Dynamic Neighborhood and Evolutionary Programming. *Advances in Information Sciences and Service Sciences*, 3 (10), 115-123.

Yu, B., Yang, Z. & Cheng, C. (2007). Optimizing the distribution of shopping centers with parallel genetic algorithm. *Engineering Applications of Artificial Intelligence,* 20 (2), 215-223.

Zhang, Z. & Wang, L. (2006). A decision model of optimally scheduling web advertising resources. *Journal of Anshan University of Science and Technology*, 29 (5), 510-519.

Zhiping, W., Shengbao, Z., Junfang, G. & Zhongtuo, W. (2007). Supernetwork model for resource allocation of network-advertisement based on variational inequality. *Journal of Dalian Maritime University,* 33 (4), 69-72.

Zhou, X. X. & Sun, P.Z. (2010). The Psychological Effect of Internet Advertising and Its Theoretical Discussion [J]. *Advances in Psychological Science*, 18(5), 790-799.

Archive of SID

www.SID.ir