

مدل سازی انتشار تبلیغات بر روی کاربران شبکه های اجتماعی

زینب سقطی جلالی^۱، علیرضا رضوانیان^۲، محمدرضا میبیدی^۳

^۱ آزمایشگاه محاسبات نرم، دانشکده مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ایران
s.jalali@aut.ac.ir

^۲ آزمایشگاه محاسبات نرم، دانشکده مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ایران
a.rezvanian@aut.ac.ir

^۳ آزمایشگاه محاسبات نرم، دانشکده مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ایران
mmeybodi@aut.ac.ir

چکیده

با توجه به گسترش روزافزون خدمات و کاربران در وبسایت های شبکه های اجتماعی، حجم زیادی از فعالیت های مجازی اعم از آموزشی، اقتصادی، اجتماعی و سیاسی بر روی این وبسایت ها صورت می گیرد. بازاریابی در میان کاربران شبکه های اجتماعی با هدف معرفی محصولات و جذب مشتری از جمله فعالیت هایی است که در سال های اخیر مورد توجه محققان و شرکت های مختلفی قرار گرفته است. چگونگی مدل سازی کاربران و نحوه گسترش انتشار تبلیغات در شبکه های اجتماعی با هدف پیشینه کردن تاثیر بازاریابی برای تحلیل شبکه های اجتماعی حائز اهمیت است. بنابراین در این مقاله، علاوه بر معرفی بازاریابی از طریق انتشار در شبکه های اجتماعی آنلاین، مدل سازی هایی برای بررسی چگونگی گسترش انتشار تبلیغات توسط کاربران مختلف در شبکه های اجتماعی صورت گرفته است. در مدل سازی های صورت گرفته از چندین مدل انتشار استفاده شده است و چگونگی تاثیرپذیری افراد مختلف از تبلیغات و انتشار آن در دادگان استاندارد شبکه های اجتماعی شبیه سازی و گزارش شده است.

کلمات کلیدی

شبکه های اجتماعی، گسترش انتشار، مدل انتشار، بازاریابی.

تاثیر بازاریابی در شبکه های اجتماعی بسیار اهمیت دارد. مشکل بازاریابی در شبکه های اجتماعی به طور گسترده مورد مطالعه قرار گرفته است و به طور عمده بر چگونگی انتخاب مجموعه ای از کاربران به عنوان مجموعه اولیه برای پیشینه سازی تعداد کاربران نهایی که جذب محصول می شوند، تمرکز دارد [۱]. به طور کلی، فرایند انتشار در یک شبکه اجتماعی به این صورت توصیف می شود: در ابتدا، بخشی از کاربران شبکه اجتماعی به عنوان شروع کننده اولیه انتشار انتخاب می شوند، این کاربران به عنوان پذیرنده و تبلیغ کننده محصول محسوب می شوند و معرفی یا تولید محصولی را در شبکه اجتماعی

۱- مقدمه

با گسترش روزافزون کاربران شبکه های اجتماعی و تاثیر این شبکه ها بر زندگی روزمره انسان ها، مدیران بازاریابی برای افزایش مشتریان شرکت خود و تبلیغات محصولات جدید خود، فعالیت های مختلفی را بر روی این شبکه ها انجام می دهند [۹]. مدل انتشار شبکه، چگونگی انتشار اطلاعات در شبکه های اجتماعی آنلاین را مدل سازی می کند. مطالعه نحوه انتشار برای پیشینه سازی

مجموعه اولیه^۳ باشد، عملیات انتشار، شامل تعدادی مراحل است که هر مرحله متناظر با تأثیری است که برخی رؤوس تحت تأثیر قرار گرفته به همسایگان تحت تأثیر قرار نگرفته می‌فرستند. در این روش هر راس تحت تأثیر قرار گرفته تنها یک بار فرصت دارد تا همسایگانش را تحت تأثیر قرار دهد. فرآیند انتشار زمانی که تعداد رؤوس فعال در مرحله t با تعداد رؤوس فعال در مرحله $t-1$ یکی باشند، خاتمه می‌یابد.

اگر در گراف مدل ICM همه یال‌ها احتمالی برابر ۱ داشته باشند گراف کاملاً قطعی است و در غیر این صورت غیر قطعی است. در پیاده‌سازی این روش برای سادگی یک آستانه احتمالی مشخص در نظر گرفته می‌شود که اگر گره u گره v را با احتمالی بیشتر از آستانه تحت تأثیر قرار دهد، v فعال می‌شود و در غیر این صورت غیرفعال باقی می‌ماند [۷و۲].

۳-۲- LTM

در این مدل فعال شدن یک راس با مجموع تأثیری که همسایگان راس به آن وارد می‌کنند متناظر است. وزن $w_{u,v}$ متناظر با نیرویی است که راس u به v وارد می‌کند. این روش به این گونه کار می‌کند که هر راس v آستانه‌ای در بازه $(0, 1)$ به طور تصادفی می‌گیرد. در این مدل نیز یک مجموعه اولیه انتخاب می‌شود. در هر گام برای هر راس v اگر مجموع نیروهای واردشده از همسایگانش از آستانه بیشتر گردد، راس فعال می‌شود. زمانی که گسترش تأثیر بیشتر امکان‌پذیر نباشد، پردازش خاتمه می‌یابد [۷و۲]. در پیاده‌سازی این روش برای سادگی آستانه همه رؤوس با هم برابر و در ابتدای پردازش تعیین می‌گردد.

۳-۳- CAND

این روش در [۳] پیشنهاد شده است. این روش از اتوماتای سلولی برای شبیه‌سازی مدل انتشاری بهره می‌گیرد. اتوماتای سلولی شبکه‌ای از سلول-هاست که هر کدام می‌توانند k وضعیت داشته باشند. سلول‌ها در اتوماتای سلولی می‌توانند در شبکه‌ای با هر ابعادی قرار گیرند. دو نوع همسایگی معروف در اتوماتای سلولی دوبعدی به صورت مور^۴ و وان نیومن^۵ همسایگی معرفی شده است، که در حالت اول هر سلول مرکزی هشت سلول همسایه و در همسایگی نوع دوم، چهار سلول همسایه در نظر گرفته می‌شود. اتوماتای سلولی چندین ویژگی دارد که عبارتند از: (۱) فضا و زمان به صورت گسسته می‌باشند. (۲) هر سلول تعداد محدودی وضعیت ممکن را اختیار می‌کند. (۳) تمام سلول‌ها یکسان می‌باشند (۴) به روز در آوردن سلول‌ها به شکل همگام است. (۵) قوانین به طور قطعی اعمال می‌شوند. (۶) قانون در هر سلول فقط بستگی به مقادیر همسایه‌های اطراف آن دارد و مقدار جدید هر سلول فقط بستگی به مقادیر تعدادی محدود (معمولاً یک مرحله) از مراحل قبل دارد. در مدل سازی انتشار به کمک اتوماتای سلولی، هر راس در گراف معادل یک سلول است. همسایگان یک سلول v ، سلول‌هایی هستند که در گراف از راس v به آن‌ها یالی وارد می‌شود یا به عبارتی رؤوس u هایی که در ماتریس مجاورت uv غیر صفر است. در این مدل در هر مرحله سلول‌های فعال به صورت همزمان همسایگانشان را براساس قانونی که تعریف می‌شود فعال می‌کنند [۸].

اعلام می‌کنند. این فرض وجود دارد که، زمانی که انتشار آغاز شد، تبلیغ محصول و تأثیرگذاری آن به وسیله ارتباطات میان کاربران در شبکه اجتماعی گسترش می‌یابد. مدل‌های زیادی برای چگونگی انتشار در شبکه‌های اجتماعی توسط محققین ارائه شده‌اند. از میان این مدل‌ها، مدل‌های ICM^۱ و LTM^۲ [۲] مدل‌هایی هستند که بیشتر مورد استفاده قرار گرفته‌اند [۱۳و۱۴]. در این مقاله، از سه مدل ICM، LTM و CAND برای مدل‌سازی مدل انتشار شبکه استفاده می‌شود. برای بررسی این مدل‌ها و بهبود انتشار چندین آزمایش برای مشاهده تعداد مناسب رؤوس اولیه و مقدار مناسب آستانه طراحی و پیاده‌سازی شدند.

ادامه این مقاله به این ترتیب طبقه‌بندی می‌شود: بخش ۲ مفاهیم مقدماتی لازم برای درک موضوع را فراهم می‌کند. بخش ۳ کارهای مرتبط با موضوع را پوشش می‌دهد. بخش ۴ شامل معرفی مجموعه داده‌های استفاده شده، نتایج آزمایشات و نمودارهای نتایج و تحلیل آن‌هاست و بخش ۵ نتیجه‌ای از تحقیق انجام شده را ارائه می‌دهد.

۲- مفاهیم اولیه

در این بخش، مفاهیم اولیه‌ای که برای درک بهتر موضوع نیاز است ارائه می‌گردد.

۲-۱- بازاریابی در شبکه‌های اجتماعی

بازاریابی به کمک شبکه‌های اجتماعی، با تبدیل شبکه اجتماعی به ماشین عظیمی که خبرها را دهان به دهان پخش می‌کند، محصول تبلیغی را در معرض دید همه قرار می‌دهد. پیام تبلیغی یک شرکت با استفاده از ترغیب مشتریان به معرفی آن شرکت به دوستان و آشنایان می‌تواند به صورت چشمگیری افزایش یابد [۱۰].

۲-۱-۱- پیشینه‌سازی تأثیر انتشار

با توجه به این حقیقت که شبکه‌های اجتماعی نقش اساسی در گسترش انتشار اطلاعات و ایده‌ها دارند، استفاده از شبکه‌های اجتماعی برای اهداف بازاریابی در مقالات مختلفی پیشنهاد شده است. هدف این روش، گزینش تعداد محدودی کاربر اولیه به گونه‌ای است که با داشتن یک مدل مشخص از انتشار، در انتها تعداد کاربران تحت تأثیر قرار گرفته بیشینه باشد. در برخی از موارد، محدودیت‌هایی از نظر زمانی و تعداد انتخاب کاربر اولیه نیز ممکن است در نظر گرفته شود [۵-۷].

۳- مدل‌های انتشار

در این بخش مدل‌های متداول برای پدیده انتشار در شبکه‌های اجتماعی معرفی می‌شوند.

۳-۱- ICM

در این مدل تأثیر هر راس بر این اساس که چگونه همسایگان منحصر به فردش را تحت تأثیر می‌گذارد، تعریف می‌شود. وزن $w_{u,v}$ برای یال (u, v) متناظر با احتمالی است که راس u ، راس v را تحت تأثیر می‌گذارد. اگر S_0

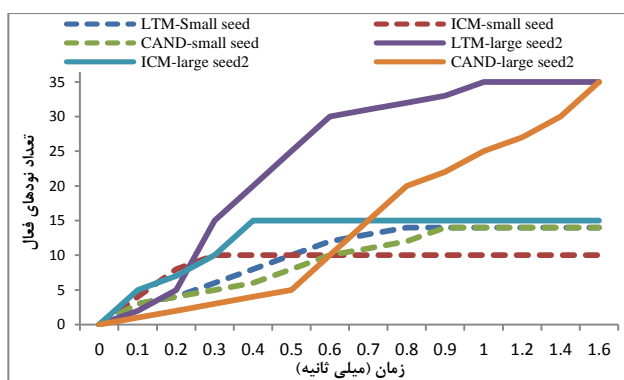
جدول (۱): جزئیات دادگان آزمایشی مورد استفاده

نام گراف	تعداد رئوس	تعداد یال ها	نوع شبکه
Karate	۳۴	۱۵۶	شبکه اجتماعی
Dolphins	۶۲	۳۱۸	شبکه ارتباطی دلفین ها
Jazz	۱۹۸	۵۴۸۱	شبکه ای از موسیقی دانان
robots.net	۱۷۰۶	۳۵۶۸	وب سایت اجتماعی
squeak foundation	۴۶۱	۲۶۹۷	وب سایت اجتماعی

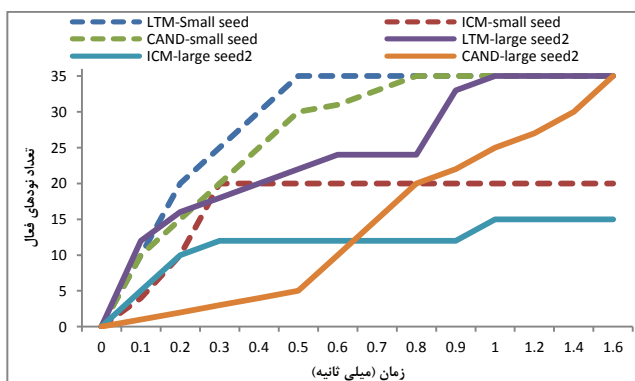
۴-۲- بررسی آزمایش ها

برای هر یک از مجموعه داده ها، دو دسته آزمایش یکی برای بررسی تعداد نمونه های اولیه مناسب و دیگری برای بررسی آستانه فعالیت ترتیب داده شده است که در روش های LTM و CAND این آستانه برابر احتمالی است که یک گره را فعال می کند. در روش ICM آستانه تعریف نمی شود. ولی هر گره با احتمالی در هر گام، گره های دیگر را فعال می کند. زیاد بودن این احتمال را می توان به نوعی با زیاد بودن آستانه مقایسه کرد و در یک گروه قرار داد.

برای هر یک از این ۵ مجموعه، ۴ آزمایش مختلف انجام شده است. در آزمایش اول و دوم، افراد زودباور (آستانه با مقدار کوچک برابر ۰.۳) برای مجموعه داده اولیه کوچک (۲ کاربر فعال اولیه) و بزرگ (۸ کاربر فعال اولیه) آزمایش شده است. در آزمایش شماره ۳ و ۴، جامعه ای با افراد دیرباور (سطح آستانه بالا برابر ۰.۸) برای مجموعه داده اولیه کوچک (۲ کاربر فعال اولیه) و بزرگ (۸ کاربر فعال اولیه) بررسی شده است.



شکل (۱): مقایسه چگونگی گسترش انتشار در جامعه زودباور (۰.۳) و دیرباور (۰.۸) برای مجموعه اولیه ۲ تایی برای karate



شکل (۲): چگونگی گسترش انتشار در جامعه زودباور (۰.۳) و دیرباور (۰.۸) برای مجموعه اولیه ۸ تایی برای karate

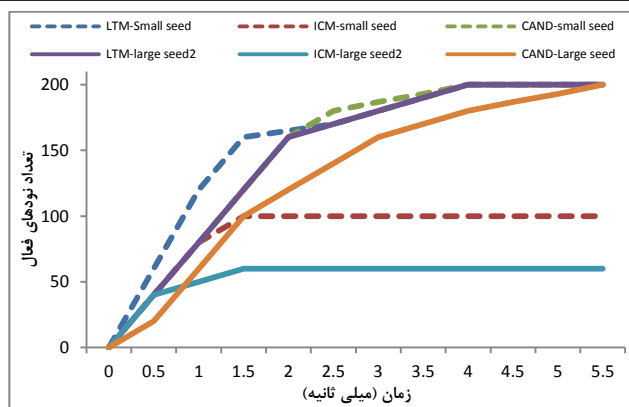
در این روش هر راس متناظر با یک سلول است. مانند دو روش قبل، یک مجموعه اولیه در نظر گرفته می شود. سلول های فعال اولیه با توجه به قوانینی که بر آن ها اعمال می شود، همسایگان شان را فعال می کنند. در این روش برخلاف دو روش بالا که تنها دو وضعیت فعال و غیر فعال برای رئوس تعریف می شدند، وضعیت سوم نیز برای سرعت اجرا تعریف می شود و آن زمانی است که همه همسایگان یک گره فعال، فعال شده باشند. در این حالت، گره از لیست گره ها حذف می شود و دیگر هیچ گاه بررسی نمی گردد. قوانین آتاماتای سلولی در این روش مشابه روش LT عمل می کند به طوری که اگر مجموع نیروی وارده از همسایگان یک راس در یک گام از آستانه بیشتر باشد این راس فعال می شود و در غیر این صورت غیرفعال باقی می ماند. این روش از دو روش بالا سریع تر جواب می دهد. در پیاده سازی دو روش LTM و CAND از یک تابع فراموشی^۶ که یک تابع نزولی است برای شبیه سازی این حقیقت که تاثیر یک سلول با افزایش زمان کاهش می یابد، استفاده می شود.

۴-۳- آزمایشات

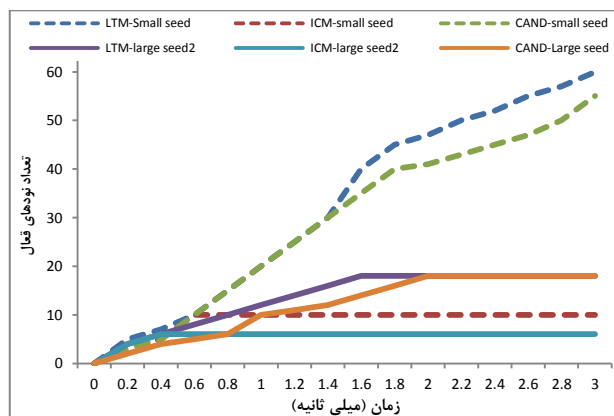
در این روش هر راس متناظر با یک سلول است. مانند دو روش قبل، یک مجموعه اولیه در نظر گرفته می شود. سلول های فعال اولیه با توجه به قوانینی که بر آن ها اعمال می شود، همسایگان شان را فعال می کنند. در این روش برخلاف دو روش بالا که تنها دو وضعیت فعال و غیر فعال برای رئوس تعریف می شدند، وضعیت سوم نیز برای سرعت اجرا تعریف می شود و آن زمانی است که همه همسایگان یک گره فعال، فعال شده باشند. در این حالت، گره از لیست گره ها حذف می شود و دیگر هیچ گاه بررسی نمی گردد. قوانین آتاماتای سلولی در این روش مشابه روش LT عمل می کند به طوری که اگر مجموع تاثیر وارده از همسایگان یک راس در یک گام از آستانه بیشتر باشد این راس فعال می شود و در غیر این صورت غیرفعال باقی می ماند. این روش از دو روش بالا سریع تر جواب می دهد. در پیاده سازی دو روش LTM و CAND از یک تابع فراموشی^۶ به صورت یک تابع نزولی برای شبیه سازی کاهش تاثیر یک سلول با افزایش زمان کاهش استفاده می شود.

۴-۱- دادگان آزمایشی

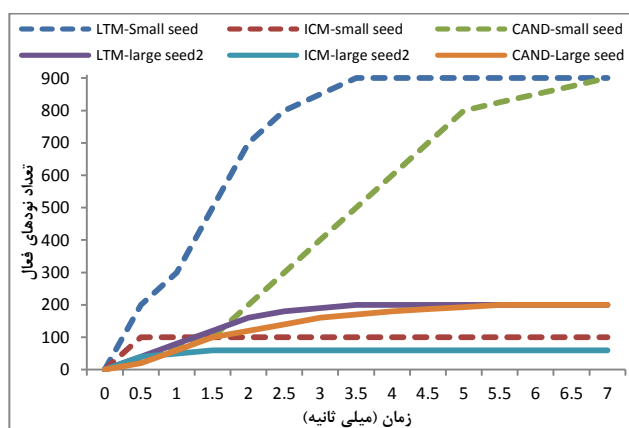
برای شبیه سازی مدل انتشاری در شبکه از یک سری دادگان استاندارد در دو گروه مختلف استفاده شده است، در گروه اول از گراف های معروف شبکه های اجتماعی مانند dolphin، jazz و karate استفاده شده است [۱۱] و گروه دوم شامل گراف های استخراج شده از وبسایت های شبکه های اجتماعی هستند: ۱) squeak foundation^۸ که یک وب سایت شبکه اجتماعی است. در این جامعه مجازی، کاربران با یکدیگر در سه سطح ارزیابی می شوند. این داده ها به کمک یک آمارگیری یک روزه^۹ از دسامبر ۲۰۰۷ جمع آوری شده است. ۲) robots.net، یک وبسایت اجتماعی است که با squeak foundation نرم افزار به اشتراک می گذارد، این داده ها به کمک یک آمارگیری یک روزه از می ۲۰۰۸ جمع آوری شد. این پایگاه داده بسیار بزرگ تر از گروه اول است [۱۲]. جزئیات مربوط به این گراف ها در جدول (۱) لیست شده است.



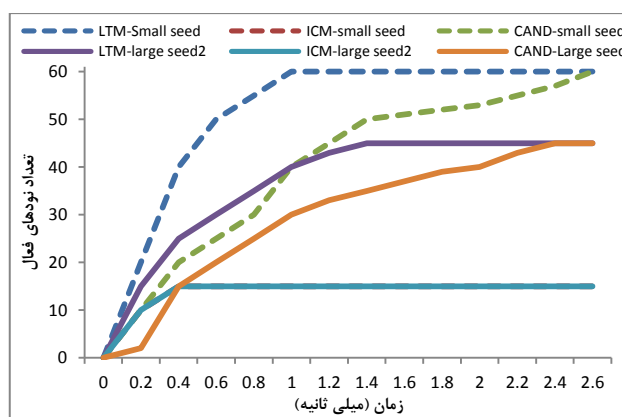
شکل (۶): چگونگی گسترش انتشار در جامعه زودباور (۰.۳) و دیرباور (۰.۸) برای مجموعه اولیه ۸ تایی برای jazz



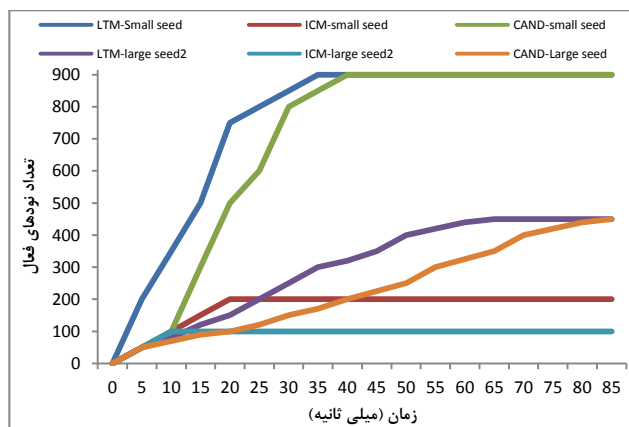
شکل (۳): چگونگی گسترش انتشار در جامعه زودباور (۰.۳) و دیرباور (۰.۸) برای مجموعه اولیه ۲ تایی برای dolphin



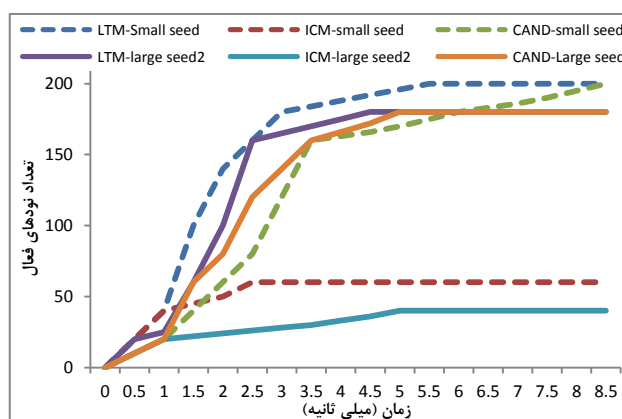
شکل (۷): چگونگی گسترش انتشار در جامعه زودباور (۰.۳) و دیرباور (۰.۸) برای مجموعه اولیه ۲ تایی برای Robots.net



شکل (۴): چگونگی گسترش انتشار در جامعه زودباور (۰.۳) و دیرباور (۰.۸) برای مجموعه اولیه ۸ تایی برای dolphin

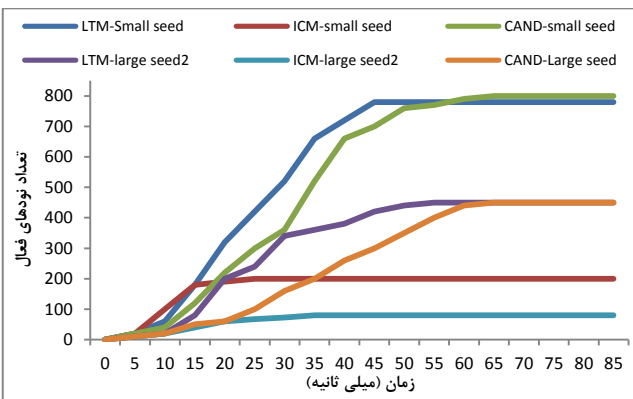


شکل (۸): چگونگی گسترش انتشار در جامعه زودباور (۰.۳) و دیرباور (۰.۸) برای مجموعه اولیه ۸ تایی برای Robots.net

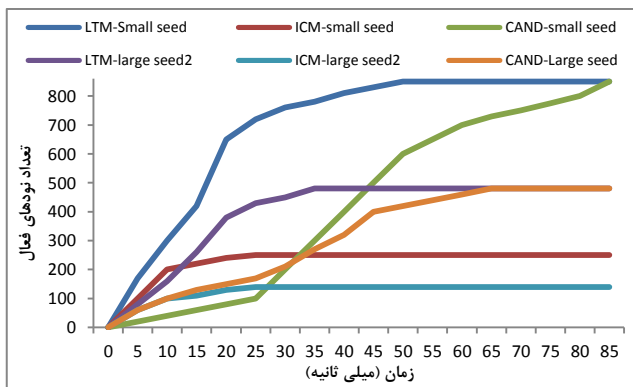


شکل (۵): چگونگی گسترش انتشار در جامعه زودباور (۰.۳) و دیرباور (۰.۸) برای مجموعه اولیه ۲ تایی برای jazz

۴-۲-۱- مجموعه داده squeak-foundation



شکل (۹): چگونگی گسترش انتشار در جامعه زودباور (۰.۳) و دیرباور (۰.۸) برای مجموعه اولیه ۲ تایی برای squeak-foundation



شکل (۱۰): چگونگی گسترش انتشار در جامعه زودباور (۰.۳) و دیرباور برای مجموعه اولیه ۸ تایی برای squeak-foundation

۵- تحلیل نتایج

در جدول ۲ خلاصه‌ای از آزمایش‌های انجام شده آمده است. این جدول رابطه بین تعداد مجموعه اولیه و میزان آستانه با تعداد کاربران نهایی و زمان خاتمه پردازش را نشان می‌دهد. در این بخش با توجه به این جدول و نمودارهای ارائه شده، تحلیل آزمایش‌های انجام شده ارائه می‌گردد.

۵-۱- مقایسه سه روش

با توجه به نتایج به دست آمده از آزمایشات مشاهده می‌شود که مدل ICM چون هر کاربر فعال تنها یک بار شانس فعال کردن بقیه را دارد کاربران کمی را تحت تاثیر می‌گذارد. دو مدل LTM و CAND از نقطه نظر تعداد کاربران تحت تاثیر قرار گرفته نهایی مانند هم عمل می‌کنند ولی مدل CAND سرعت بیشتری نسبت به مدل LTM در رسیدن به بیشینه ممکن کاربران مجاز دارد.

۵-۲- تغییر در تعداد مجموعه اولیه

با توجه به بررسی نتایج شبیه‌سازی بدست آمده می‌توان چنین تحلیلی داشت که با توجه به آزمون شماره ۱ و ۲ تعداد کاربران بیشتر زمان انتشار را تا میزان قابل توجهی کاهش می‌دهد به طوریکه وقتی تعداد کاربران اولیه از ۲ به ۵ و

۸ افزایش یافت، زمان انتشار نهایی به نصف کاهش یافت. این افزایش مقدار اولیه بر تعداد گره‌های انتشار یافته تاثیری ندارد، به عبارتی چه تعداد اولیه ۲ یا ۸ باشد در انتها تعداد کاربران فعال تقریباً برابرند. بنابراین در جوامع زودباور می‌توان با صرف هزینه کم برای بازاریابی به نتایج مشابهی در حالت پرهزینه دست یافت. هدف از بازاریابی در شبکه‌های اجتماعی به دست آوردن بیشینه افراد تحت تاثیر قرار گرفته است. با آزمایشاتی که با تغییر در تعداد مجموعه اولیه انجام شد، تاثیر تعداد مجموعه اولیه بر روی تعداد افراد تحت تاثیر در انتها بررسی شد و این نتایج به دست آمد: اگر تعداد مجموعه اولیه به حدی باشد که در گام‌های بعدی تعداد رؤس فعال از یک آستانه که ضریبی از اندازه گراف است تجاوز کند، در گام آخر به بیشینه رؤس فعال خواهیم رسید. مثلاً در مورد مجموعه داده jazz که متشکل از n راس است، اگر تعداد رؤس اولیه از ۲ بیشتر باشد در مدل LTM و CAND به بیشینه کاربران فعال خواهیم رسید. تفاوتی که وجود دارد این است که هرچه تعداد کاربران فعال اولیه بیشتر باشد زمان کمتری برای رسیدن به هدف صرف خواهد شد و این بدان دلیل است که اگر با تعداد رؤس کمتری آغاز کنیم باید چندین گام را طی کنیم تا به تعداد رؤس آزمایش با مجموعه اولیه بزرگتر برسیم.

چیزی که اهمیت دارد این است که بتوان توازنی بین زمان و هزینه فعال کردن تعداد رؤس اولیه برقرار کرد. برای برخی بازاریابان زمان اهمیت بیشتری دارد، برای برخی هزینه و یا هر دو.

نکته دیگری که از این آزمایشات به دست می‌آید، این است که اگر فقط هزینه مهم باشد، باید تعداد کمینه‌ای انتخاب کنیم که بتوان با آن به بیشینه افراد فعال رسید. مثلاً در دو مجموعه squeak-foundation و robots چون تعداد رؤس گراف زیاد است، با تعداد رؤس اولیه ۲ یا ۸ به بیشینه ممکن نمی‌رسیم مثلاً اگر به آزمایش ۳ و ۴ مجموعه داده robots.net توجه کنیم، آزمایش انجام شده با مجموعه داده ۱۰ تایی قادر به رسیدن به بیشینه افراد فعال نیست. به عبارتی مجموعه ۱۰ تایی کافی نیست و باید از مجموعه بزرگتری استفاده گردد.

۵-۳- آزمایش‌های زودباور و دیرباور

میزان آستانه فعال شدن یک گره بر کمینه تعداد کاربر اولیه برای رسیدن به بیشینه کاربران فعال تاثیر می‌گذارد به طوری که هر چه آستانه بیشتر شود و به اصطلاح مدل دیرباورتر شود تعداد مجموعه کمینه اولیه نیز افزایش می‌یابد.

۶- نتیجه‌گیری

بررسی مدل‌های انتشار در شبکه‌های اجتماعی برای مسئله شبیه‌سازی تاثیر و بازاریابی از اهمیت بالایی برخوردار است. در این حوزه چالش اصلی برای محققان چگونگی شبیه‌سازی و مدل انتشار و شبیه‌سازی تاثیر کاربران برای انتشار در شبکه اجتماعی است. در این مقاله سه مدل LTM، ICM و CAND معرفی شده است و سپس شبیه‌سازی مختلفی بر روی این مدل‌ها برای شبیه‌سازی انتشار تاثیر توسط افراد زودباور و دیرباور ارائه شد. نتایج شبیه‌سازی نشان می‌دهد که از نظر زمان انتشار مدل CAND بهترین نتیجه را در بین سه مدل دارد و مدل LTM و CAND از نظر تعداد کاربران فعال نهایی به طور تقریبی برابر و با اختلاف زیادی از مدل ICM قرار دارند.

مراجع

- [7] C. Long, R. C. W. Wong, Minimizing seed for viral marketing in Proceedings of the eleventh International Conference on Data Mining, pp.427-436, 2011.
- [8] D. A. Wolf-Gladrow, Lattices-gas cellular automata and lattice Boltzmann models: an introduction Springer-Verlag, 2000.
- [9] M. Slikker, A. Van den Nouweland, "Social and economic networks in cooperative game theory" Vol. 27. Springer Science & Business Media, 2012.
- [10] E. Serrano, C. A. Iglesias. "Validating viral marketing strategies in Twitter via agent-based social simulation." Expert Systems with Applications 50 (2016): 140-150.
- [11] A. Rezvanian, M. R. Meybodi. "Sampling social networks using shortest .paths." Physica A: Statistical Mechanics and its Applications 424 (2015): 254-268.
- [12] Z. S. Jalali, A. Rezvanian, M. R. Meybodi. "Social network sampling using spanning trees." International Journal of Modern Physics C (2016): 1650052.
- [13] H. Li, S. S. Bhowmick, A. Sun, J. Cui., "Conformity-aware influence maximization in online social networks." The VLDB Journal, 24, no. 1 (2015), 117-141.
- [14] Y. Qin, J. Ma, S. Gao. "Efficient influence maximization under TSCM: a suitable diffusion model in online social networks." Soft Computing (2016): 1-12.
- [1] J. Leskovec, L. A. Adamic, B. A. Huberman. The dynamics of viral marketing. ACM Transactions on the Web, Vol. 1, Issue 1, Article No. 5, 2007.
- [2] D. Kempe, J. Kleinberg, É. Tardos. "Maximizing the spread of influence through a social network." Theory OF Computing 11.4 (2015): 105-147.
- [3] Y. Guisheng, W. Jijie, D. Hongbin, A Cellular automaton based Network Diffusion Model: preparation for more scalable Viral Marketing, in Proceedings of the International Conference on Collaboration Technologies and Systems, pp. 308 – 315, 2012.
- [4] N. K. Ahmed, F. Berchmans, J. Neville, R. Kompella, Time-Based Sampling of Social Network Activity Graphs, In Proceedings of the Eighth Workshop on Mining and Learning with Graphs, pp. 1-9, 2010.
- [5] W. Chen, C. Wang, Y. Wang, Scalable influence maximization for prevalent viral marketing in large-scale social networks, in Proceedings of the sixteenth ACM International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining, pp 1029-1038, 2010.
- [6] S. Datta, A. Majumder, S. Nisheeth., Viral marketing for multiple products in Proceedings of the tenth International Conference on Data Mining, pp.118-127, 2010.

جدول (۲): نتایج انتشار در شبکه‌های مختلف برای مدل‌های انتشار مختلف.

LTM		ICM		CAND		مجموعه اولیه	آستانه	پایگاه داده
زمان نهایی	رتوس فعال نهایی	زمان نهایی	رتوس فعال نهایی	زمان نهایی	رتوس فعال نهایی			
۱.۵۱	۳۲	۰.۳۴	۱۴	۰.۹۷	۳۴	۲	۰.۳	Karate
۰.۸۱	۳۳	۰.۲۴	۱۹	۰.۵۱	۳۳	۸		
۰.۸۴	۱۴	۰.۴۷	۱۱	۰.۸	۱۴	۲	۰.۸	
۱.۱۸	۲۶	۰.۲۶	۱۱	۰.۶	۲۴	۸		
۲.۹۹	۵۵	۰.۵۶	۹	۲.۹	۵۸	۲	۰.۳	Dolphins
۲.۵۴	۵۶	۰.۲۹	۱۵	۰.۹۹	۵۸	۸		
۲.۰۵	۱۸	۰.۷	۶	۱.۰۹	۱۵	۲	۰.۸	
۲.۳	۴۱	۰.۲۸	۱۳	۱.۳۱	۴۲	۸		
۵.۳	۱۹۵	۲.۵۶	۵۸	۳.۵	۱۹۶	۲	۰.۳	Jazz
۵.۵	۱۹۷	۱.۳۴	۶۹	۴.۰۳	۱۹۷	۸		
۵.۶	۱۸۳	۵.۱۶	۴۰	۴.۰۶	۱۹۰	۲	۰.۸	
۵.۵	۱۹۰	۱.۸۱	۵۳	۳.۶	۱۹۰	۸		
۶۶.۵	۸۲۱	۱۲.۵	۹۸	۳۹.۵	۸۵۹	۱۰	۰.۳	robots.net
۶۰	۸۷۶	۱۹	۲۳	۳۵.۵	۸۸۹	۵۰		
۴۰.۵	۱۷۶	۳۵.۵	۷۹	۲۴	۱۸۶	۱۰	۰.۸	
۸۷	۴۱۸	۱۴	۹۹	۶۶	۴۳۱	۵۰		
۶۶.۵	۷۷۷	۴۰	۱۷۹	۴۵.۵	۷۶۴	۱۰	۰.۳	Squeak-foundation
۸۸.۵	۸۰۶	۲۰	۲۰۹	۴۹.۵	۸۳۶	۵۰		
۷۵.۵	۴۴۶	۲۱	۸۶	۴۴	۴۰۵	۱۰	۰.۸	
۶۰.۲	۴۶۱	۲۴.۵	۱۴۳	۳۴	۴۸۰	۵۰		

زیر نویس‌ها

² linear threshold model

³ seed

⁴ Moore

⁵ von Neumann

⁶ forget function

¹ independent cascade model



دومین کنفرانس بین المللی وب پژوهی ۸ و ۹ اردیبهشت

2nd International Conference on Web Research Apr 27th, 28th, 2016

JCWR2016

⁷ forget function

⁸ <http://people.squeakfoundation.org>

⁹ snapshot