

رایانش ابری اجتماعی:

تخصیص و به اشتراک گذاری

منابع زیربنایی از طریق شبکه های اجتماعی

چکیده

سیستم عامل های شبکه های اجتماعی شیوه برقراری ارتباط و تعامل بین افراد را به سرعت تغییر داده اند. این شبکه ها موجب به وجود آمدن جوامع دیجیتال و مشارکت افراد در آنها و همچنین بازنمایی، استناد و پیدایش ارتباطات اجتماعی می شوند. به عقیده ما، هر چه نرم افزارها پیشرفته تر شوند، کاربران راحت تر می توانند خدمات، منابع و داده های خود را از طریق شبکه های اجتماعی به اشتراک گذارند. به منظور اثبات این مسئله، یک رایانش ابری اجتماعی را ارائه می دهیم که در آن فراهم سازی زیربنای ابری از طریق ارتباطات دوستانه صورت می گیرد. در یک رایانش ابری اجتماعی، دارندگان منبع ظروف مجازی موجود در رایانه های شخصی یا ابزارهای هوشمند خود را در شبکه های اجتماعی خود ارائه می دهند. با این حال، از آن جا که ممکن است کاربران دارای ساختارهای اولویت پیچیده ای در مورد کسانی باشند که تمایل دارند منابع خود را با آنان به اشتراک گذارند، از طریق شبیه سازی به بررسی این نکته می پردازیم که چگونه می توان منابع را در اختیار جامعه ای اجتماعی قرار داد که تلاش می کند منابع را به دیگران ارائه دهد. یافته های اصلی این تحقیق چگونگی بهره وری از شبکه های اجتماعی در ایجاد زیرساخت های رایانش ابری و اختصاص منابع با وجود اولویت های اشتراک گذاری کاربر را نشان می دهد.

واژه های کلیدی: رایانش ابری اجتماعی، شبکه های اجتماعی، رایانش ابری، اختصاص منبع بر اساس اولویت

1. مقدمه

به دلایل زیادی، به خصوص به خاطر توانایی آن در کاهش هزینه های تحمیلی بر کاربران از طریق بهره وری از اقتصاد مقیاس برای فراهم سازی زیرساخت، سیستم های عامل و نرم افزار به عنوان خدمات، رایانش ابری تحسین زیادی را برانگیخته است. ارائه دهندگان زیرساخت، نظیر Amazon Elastic Compute Cloud (EC2) کاربران را از شر مشکلات مرتبط با خرید و نگهداری از تجهیزات رایانه ای نجات می دهند؛ در عوض، می توان منابع رایانه ای را در اختیار متخصصان قرار داد و کاربران می توانند به گنجینه نامحدودی از منابع دسترسی داشته باشند. علی رغم این مزایا، بسیاری از کاربران تجاری و نهایی بر اثر مجموعه ای از ناپایداری های درک شده که در مطالعات متعددی شناسایی شده اند، سرخورده و ناراحت شده اند. مسئله اصلی نکات مربوط به اعتماد و پاسخگویی بین کاربران و ارائه دهندگان منابع می باشد. در این زمینه، اعتماد و پاسخگویی جنبه های مختلف متعددی، نظیر امنیت، حریم خصوصی، منش های اخلاقی، شفافیت، حفاظت از حقوق و مسائل مربوط به جبران خسارت را در برمی گیرد. رسیدگی به این مسائل مسئولیت اقبل ملاحظه ای است و از این رو، برنامه های تحقیقاتی بین المللی متعددی آغاز شده اند که به پوشش مواردی نظیر ارائه دهنده گواهی و توافق در مورد سطح خدمات رسانی می پردازند.

در این مقاله، به استدلال در مورد رویکرد جایگزینی برای برقراری اعتماد و پاسخگویی در سیستم های عامل ابری می پردازیم: ابری اجتماعی؛ و از رویکرد جدیدی مبتنی بر تسهیل در به اشتراک گذاری منابع حمایت می کنیم.

یک ابر اجتماعی منبع و خدماتی است که چارچوبی را به اشتراک می گذارد که از روابط ایجاد شده بین اعضای یک شبکه اجتماعی استفاده می کند. این ابر محیطی پویا است که از طریق آن می توان، بر اساس سطوح ضمنی اعتماد که فراتر از ارتباطات بین فردی کدگذاری شده به صورت دیجیتال در شبکه ای اجتماعی هستند، طرح های تأمین ابرمانند جدیدی را ایجاد نمود. می توان سیستم های عامل شبکه اجتماعی را به عنوان واسطه به دست آوردن زیربنای ابری از طریق استفاده گسترده، اندازه و میزان کاربرد آنها در جامعه مدرن برانگیخت. برای مثال، در سال 2012، تعداد کاربران فیس بوک از یک میلیارد نفر گذشت و این شبکه نشان داد که 6 درجه آزادی Milgram در شبکه های اجتماعی ممکن است در واقع کمتر از 4 باشد. همچنین، کاربران مدت زمانی طولانی را برای سیستم

های عامل های شبکه اجتماعی صرف می کنند- بر اساس نتایج به دست آمده از تحقیقی که اخیرا انجام شده است، کاربران اینترنت در سرتاسر جهان از هر 7 دقیقه، 1 دقیقه را در اینترنت صرف می کنند. سرمایه اجتماعی محاسباتی در دسترس نیز قابل توجه می باشد: اگر تنها 0.5٪ از کاربران فیس بوک زمان CPU در منابع رایانه شخصی خود فراهم می کردند، قدرت بالقوه محاسباتی در دسترس با ابر کامپیوتر www.top500.org قابل مقایسه می بودند. نمونه های چنین به اشتراک گذاری شامل موارد زیر است: 25 سال دسترسی به RAM بدون استفاده از CPU با Condor، 16 سال رایانش داوطلبانه از زمان پروژه Great Internet Mersenne Prime Search و پروژه جدیدتر Boinc، چون آنها نشان می دهند که کاربران مایل هستند تا منابع رایانه شخصی خود را به دلایل خیرخواهانه در اختیار دیگران قرار دهند.

دیدگاه ما در مورد ابر اجتماعی مبتنی بر نیاز افراد یا گروه ها به در دسترس داشتن منابعی است که مالک آن نیستند، اما می توانند از طریق همتایان مرتبط با خود، به آنها دسترسی داشته باشند. در این مقاله، نوعی از رایانش ابری اجتماعی را ارائه می دهیم که سیستم عاملی برای به اشتراک گذاری منابع زیربنایی در شبکه ای اجتماعی است. با استفاده از رویکرد ما، کاربران می توانند نرم افزار واسطه ای را دریافت و نصب نمایند، شبکه اجتماعی شخصی خود را از طریق فیس بوک گسترش دهند، و به وسیله یک اتاق پایاپای اجتماعی منابع خود را در اختیار دوستان خود قرار داده و از منابع آنها نیز استفاده نمایند. ما پیش بینی می کنیم که منابع موجود در ابر اجتماعی به اشتراک گذاشته شوند، چون آنها بلااستفاده و بی فایده بوده و یا به صورت نوع دوستانه ای در دسترس قرار گرفته اند.

در آخرین اقدام پژوهشی ما، که در آن ابتدا نظریه رایانش ابری را ارائه دادیم، اثبات مفهوم ارائه شده ما رایانش ابری اجتماعی است. آن نمونه اصلی مبتنی بر مدل اعتباری مجازی برای کنترل بر تبادلات و جلوگیری از سوءاستفاده است. با این حال، یکی از جنبه های اصلی ابر اجتماعی مسئله به اشتراک گذاری منابع و نه فروش آنها است. در این مقاله، به بررسی مجدد مدل تخصیص پرداخته و از تبادلات صرفا اقتصادی برای مدلی که بر انتخاب کاربر تأکید می کند، فاصله گرفته ایم. به بیان دقیق تر، به خاطر مبنای شبکه اجتماعی ابر اجتماعی، کاربران تمایلات آشکاری در

مورد کسانی دارند که منابع خود را در اختیار آنها قرار داده و نیز از منابع آنها استفاده می کنند. برای حمایت از تمایلات کاربران، الگوریتم های متعددی را برای تخصیص منبع مبتنی بر تمایلات دوسویه پیاده می کنیم. با مقایسه مدت زمان اجرای این الگوریتم ها در می یابیم که برای تعداد زیادی از شرکت کنندگان و تخصیص های رایج، ممکن است محاسبه تخصیص ها به صورت بلادرنگ عملی نباشد. زمانی که به خاطر محدودیت در مهاجرت، تخصیص مجدد غیرممکن باشد، اثرات مشارکت اتفاقی کاربر (یعنی تغییر عرضه و تقاضا) را نیز بررسی می کنیم. بنابراین، به معرفی شیوه اکتشافی پرداخته و عملکرد اقتصادی آنها را با الگوریتم های مبتنی بر معیارهایی نظیر رفاه اجتماعی و تخصیص منصفانه مقایسه می کنیم.

ادامه مقاله به صورت زیر تنظیم شده است: قسمت دوم به بیان مفهوم رایانش ابری اجتماعی، چالش های مرتبط با ایجاد آن و معماری آن می پردازد. بخش سوم به توصیف نحوه اجرای رایانش ابری اجتماعی می پردازد که مستلزم مؤلفه های اصلی و الگوریتم های انطباق تمایل است. در بخش چهارم، از طریق شبیه سازی رویکرد خود را ارزیابی کرده و به زمان اجرای تخصیص و عملکرد اقتصادی توجه می کنیم. در بخش 5، ب هطور خلاصه به کارهای مرتبط اشاره کرده و در بهش ششم نتیجه گیری می کنیم.

2. رایانش ابری اجتماعی

رایانش ابری اجتماعی به منظور فراهم ساختن دسترسی به قابلیت های متغیر رایانه ای طراحی شده که از طریق بافتی ابری فراهم شده که به کمک منابعی ایجاد شده که توسط ثروتمندانی که به صورت اجتماعی با یکدیگر در ارتباط هستند، به آنها تزریق می شود. ابر اجتماعی شکلی از ابر اجتماعی است که در آن منابع توسط اعضای جامعه ای اجتماعی فراهم و مورد استفاده قرار می گیرد. از طریق این زیربنای ابری، کاربران قادر هستند تا برنامه ها را بر اساس منابعی مجازی اجرا کنند که دسترسی به منابع ارائه شده، یعنی زمان CPU، حافظه و منبع ذخیره سازی، را ممکن می سازند. در این مدل، ارائه کنندگان مجری دستگا های مجازی سبک وزنی هستند که کاربران می توانند بر روی آنها برنامه های کاربردی، که به صورت بالقوه موازی هستند، را در منابع رایانه ای خود اجرا نمایند. در حالی که

مفهوم رایانش ابری اجتماعی را می توان در مورد هر محیط مجازی سازی در این مقاله به کار برد، بیشتر به مجازی سازی برنامه نویسی سبک وزن (سطح کاربردی) تمرکز می کنیم، چون به میزان قابل توجهی هزینه ها و فشار کار فراهم کنندگان را کاهش می دهد؛ در [14]، استفاده از محیط مجازی سازی سبک وزن تری مبتنی بر Xen را مورد بررسی قرار دادیم؛ با این حال، مشخص شد که زمان ایجاد و زمینه سازی VM نشان داده شد.

2.1 چالش ها

چالش های زیادی در جریان ایجاد ابر اجتماعی وجود دارد که لازم است با دقت مورد توجه قرار گیرد. در این قسمت، به طور خلاصه به چالش های اصلی متعددی اشاره می کنیم که به موارد زیر توجه می کنند: تسهیل فنی سیستم عامل ابر، گنجاندن و تعبیر کردن ساختارهای (شبکه) اجتماعی، طرح و اجرای مدل های اجتماعی و اقتصادی متناسب برای تسهیل تبادل و زیربنای سیستم عامل.

تسهیل فنی کاربران لبه را قادر می سازد تا منابعی را برای یکدیگر فراهم کرده و از منابع یکدیگر استفاده نمایند. لازم است تا رایانش ابر اجتماعی از تعبیر آدرس شبکه (NAT) عبور کند، آدرس های IP غیر ثابت را (مخصوصا در مورد کاربران تلفن همراه) مدیریت کند و بهترین مفاهیم تلاش کیفیت خدمات را به حساب آورد. با وجودی که مفهوم ابر اجتماعی بر این فرض استوار است که کاربران یک شبکه اجتماعی تا حدی به یکدیگر اعتماد دارند، ایجاد رایانش ابر اجتماعی مستلزم امنیت کافی و مکانیسم های امنیتی برای محافظت از منابع در مقابل کاربرانی که به طور بالقوه بداندیش یا نالایق هستند و همچنین برای محافظت از کاربران در مقابل منابعی است که به طور بالقوه نامناسب هستند. می توان این مسئله را، همراه با نیاز برای حمایت از سیستم های عامل چندگانه، تا حدی از طریق مجازی سازی مورد بررسی قرار داد.

ساختارهای اجتماعی به اشتراک گذاری منابع رایانه ای در میان شبکه ای اجتماعی را تسهیل می سازد. به منظور استفاده از ساختارهای اجتماعی برای به اشتراک گذاری منابع، ابتدا کاربران باید دسترسی به شبکه اجتماعی خود را ممکن سازند و با داده های شبکه اجتماعی خود به سیستم عامل اعتماد کنند. به دلایل متعددی، وابسته ساختن

تخصیص منابع به نکته دوگانه ارتباط دوستانه به خوبی طراحی نشده است. اول اینکه، ارتباطات اجتماعی تنها حاشیه‌هایی در یک نمودار نیستند. انواع مختلفی از ارتباطات وجود دارد (مثلاً، خانواده، دوستان نزدیک، همکاران، آشنایان و غیره). دوم این که، کاربران مختلف به موقعیت‌های ارتباطی مختلف به مقادیر مختلفی اطمینان می‌کنند. سوم این که، افراد مختلف ویژگی‌ها و توانایی‌های مختلفی نیز دارند (مثلاً از نظر قابل اعتماد بودن، میزان آمادگی)؛ برای مثال، کاربران ممکن است چنین فرض نمایند که دوستانی که به علوم کامپیوتری آشنایی دارند، به خاطر ارائه کردن منابع رایانه‌ای، بهتر یا تواناتر هستند. این سه بعد ارتباطی به این معنی است که ممکن است کاربران تمایلات خاصی در مورد کسانی داشته باشند که با آنان تعامل دارند و این تمایلات ممکن است برای نقش‌های کاربر و فراهم‌کننده متفاوت باشد. بنابراین، ابر اجتماعی مستلزم فراداده‌های اضافی برای استدلال در مورد نمودار اجتماعی و کاربران آن است تا طراحی سازوکاری ممکن باشد که بتواند تمایلات و برداشت‌های کاربران نسبت به یکدیگر را در نظر بگیرد. در اینجا، چالش اصلی طراحی شیوه‌هایی برای شناختن این تمایلات به صورت واضح از خود کاربر و یا به صورت ضمنی از پرونده‌های شبکه اجتماعی آنان است.

مدل اجتماعی - اقتصادی برای تخصیص منابع در میان رایانش ابر اجتماعی. با فرض بر این که مفهوم ابر اجتماعی بیشتر بر اشتراک‌گذاری توجه می‌کند تا فروش منابع، ما مدل‌های پولی را در نظر نمی‌گیریم. با این وجود، هنوز یک نظام (اقتصاد خرد) مورد نیاز است که به عنوان محل اتصال عرضه و تقاضا عمل نماید. کمبود یک جایگاه اقتصادی مشخص ایجاد رایانش ابر اجتماعی را تا حدی چالش برانگیز می‌سازد. به طور معمول، تخصیص منابع از طریق تبادلات پولی مبتنی بر ارزش‌گذاری‌های خصوصی است که کاربران انجام می‌دهند. این کار کاربران را ملزم می‌سازد تا در مورد ارزش منابع، و کارهای خود که می‌خواهند انجام دهند، بیندیشند که این مسئله به طور قابل توجهی انگیزه (های) آنان را تغییر می‌دهد. با استفاده از تمایل به اشتراک‌گذاری، زمینه اجتماعی تبادل اهمیت بیشتری پیدا می‌کند. با این حال، استفاده از تنها تمایل به اشتراک‌گذاری به عنوان ابزاری برای تعیین تخصیص منابع همراه با پیوندهای اجتماعی کاربر تا حد زیادی فرایند تخصیص دادن را پیچیده‌تر می‌سازد. در اینجا، مسئله اصلی تخصیص دادن نیست، بلکه چگونگی تخصیص منابع به صورت مؤثر می‌باشد. به عبارت دیگر،

جلوگیری رایانه ای از شیوه های تخصیص فشرده، و در عین حال، حفظ تعادل بین تخصیص منابع و نقدینگی سیستم عامل.

تسهیل سیستم عامل رایانش ابر کامپیوتری. از آن جا که مدل وابسته به اشتراک گذاری (ایثارگونه) منابع می باشد، مفهوم مدل درآمدی برای حمایت از سیستم عامل کارکردهای اساسی آن مشکل زا است. نباید کاربران برای خدمات ارائه شده توسط سیستم عامل ابر اجتماعی هزینه ای پرداخت کنند. با این حال، سیستم عامل مستلزم منابع رایانه ای برای عمل به وظیفه خود می باشد. از آن جا که در این مقاله، این چالش مورد بررسی قرار نمی گیرد، در عوض به [16] رجوع می کنیم که در آن مدلی جمعی برای ایجاد سیستم عامل ابر اجتماعی ارائه می دهیم. مدل جمعی حاکی از آن است که منابع نه تنها با هدف به اشتراک گذاری، بلکه برای حمایت از خود سیستم عامل به شکل منابع زیربنایی فراهم می شوند.

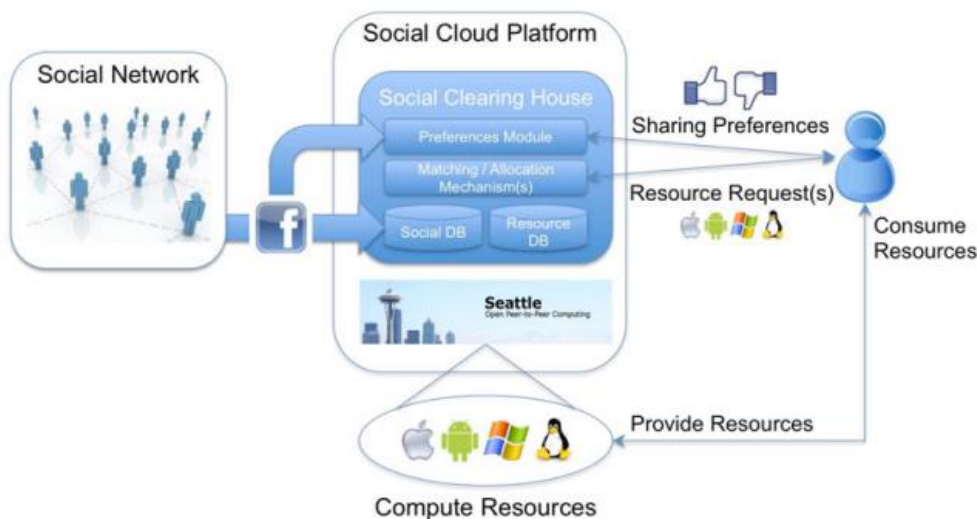


Fig. 1. A social compute cloud and its core components.

2.2 طرح ریزی رایانش ابر اجتماعی

همگام با چالش های که در بالا به آنها اشاره شد، به سه حوزه از عملکرد اشاره می کنیم که برای ایجاد رایانش ابر اجتماعی لازم هستند: سیستم عامل ابر اجتماعی: اجرای فنی برای ایجاد و تسهیل ابر اجتماعی که میان افزاری ضروری برای ممکن ساختن اشتراک گذاری منابع در میان دوستان در حواشی اینترنت است. **تطبیق دهنده**

اجتماعی - فنی: ابزاری برای نظارت و تفسیر پیوندهای اجتماعی به منظور استنباط و استخراج تمایلات مربوط به اشتراک گذاری. **مدل اجتماعی - اقتصادی:** پی ریزی مدل اجتماعی اقتصاد خرد برای تخصیص منابع بر اساس فرضیات پیوندهای اجتماعی و تمایلات با توجه به اینکه پیوندهای اجتماعی چطور به اشتیاق مختص کاربر برای مصرف و/ یا فراهم کردن منابع اشاره می کند.

2.2.1 سیستم عامل رایانش ابر اجتماعی

همانند هر مدل ابری دیگری، لازم است تا سیستم عامل کارکردهای بنیادین خود (مدیریت کاربر، تخصیص منابع و غیره) را هماهنگ و تسهیل سازد. تصویر 1 معماری سطح بالای رایانش ابر اجتماعی و مؤلفه های اصلی آن را نشان می دهد که در زیر توضیح داده می شوند:

اتاق پایاپای اجتماعی سیستم نهادی شده اقتصاد خرد است که چگونگی تخصیص عرضه به تقاضا را تعریف می کند. اسمیت¹ مؤلفه های اصلی نظام اقتصاد خرد را با اهداف تبادل در [17] تعریف نمود. با این حال، این تعریف در درجه اول به تبادلات وابسته به پول مربوط می شود که در اینجا مورد بحث ما نمی باشد. بنابراین، یک اتاق پایاپای اجتماعی تعریف زیر را ارائه می دهد: تفاهم نامه های مورد استفاده برای تخصیص منابع توزیع شده، قوانین تبادل؛ به عبارت دیگر، چه کسی می تواند شرکت کند، و با چه کسی تبادل انجام می دهند، رسمیت ادن به یک یا چند سازوکار تخصیص. بنابراین، اتاق پایاپای اجتماعی مرکز اصلی سیستم بوده که در آن تمام اطلاعات مربوط به کاربران، تمایلات آنان برای به اشتراک گذاری، و منابع عرضه و تقاضای آنها نگهداری می شود. به همین دلیل، این اتاق مستلزم دو پایگاه داده است: برای به دست آوردن نودار اجتماعی کاربران و همچنین تمایلات آنان برای به اشتراک گذاری، و یک مدیر منابع برای پیگیری حفظ، در دسترس بودن و تخصیص منابع.

میان افزاری به منظور فراهم ساختن ترکیب اصلی منابع، مجازی سازی منابع و سازوکارهای امنیتی برای آماده سازی و به کار گیری منابع. این ابزار باید تفاهم نامه های مورد نیاز کاربران برای پیوستن و ترک کردن سیستم را نیز

¹ Smith

تعریف نماید. به این دلایل، سیاتل^۲ [12]، [18] را انتخاب کردیم، چون تا حد زیادی کارآمدی های مورد نیاز را فراهمی می کند. با این حال، سیاتل نمی تواند منابع خود را بر اساس پیوندهای اجتماعی تخصیص داده و در نتیجه، گسترش داده شد.

تطبیق دهنده اجتماعی - فنی، که در مورد ما فیس بوک است، برای دسترسی به جنبه های مورد نیاز شبکه های اجتماعی کاربران مورد نیاز بوده و به عنوان ابزاری برای اثبات، مثلاً از طریق پیوند با فیس بوک، عمل می کند. زمانی که شبکه اجتماعی کاربری از طریق تطبیق دهنده اجتماعی - فنی حاصل شود، اتاق پایپای اجتماعی نیازمند دانستن تمایلات به اشتراک گذاری کاربر است تا بتواند تخصیص منابع را تسهیل سازد. بنابراین، **واحد تمایلاتی** مورد نیاز است که کارآمدی مورد نیاز برای به دست آوردن و بازنمایی به اشتراک گذاری تمایلات را فراهم سازد. بسیاری از جنبه های تطبیق دهنده اجتماعی - فنی به بررسی دقیقی نیاز دارند و شیوه های زیادی را می توان برای به دست آوردن تمایلات به کار برد که در قسمت 2.2.2 به بحث در مورد آنها می پردازیم.

ساز و کارهای انطباق پیاده سازی اجتماعی - فنی سیستم اقتصاد خرد اتاق پایپای اجتماعی است. آنها تخصیص های مناسب منابع را از طریق تمایلات به اشتراک گذاری کاربران از میان شبکه اجتماعی آنان تعیین می کنند که در قسمت های 2.2.3 و 3.3.1 مورد بحث قرار می گیرند.

منابع رایانه ای وقف فنی کاربران است که برای ابر اجتماعی منابعی را تامین و از آن استفاده نیز می کند. در اینجا، منابع تا حد زیادی مستلزم رایانه های شخصی، سرورها یا دسته ها است. با این وجود، متوجه می شویم که مورد آخر برای کاربر عادی غیرمحمتمل است. تصور می کنیم همین طور که صنایع رایانه ای به سرمایه گذاری خود در برنامه های رایانه ای تلفن همراه ادامه دهد، در آینده چنین ابزارهایی می تواند در ابر رایانه ای نیز ارائه شود. با این حال، امروزه، موضوعاتی نظیر ثبات شبکه و دوام باتری مانع گنجاندن آنها می شود. با این وجود، علی رغم این که محققان پیشرفت های زیادی در این حوزه کرده اند، به [19] رجوع کنید.

² Seattle

2.2.2 تطبیق دهنده های اجتماعی و تمایلات کاربران

به منظور تسهیل در به اشتراک گذاری اجتماعی، و طرح ریزی تمایلات به اشتراک گذاری، لازم است تا ابر اجتماعی به شبکه های اجتماعی کاربران دسترسی داشته باشد. ما استفاده از تطبیق دهنده ای اجتماعی را به جای اجرای سیستم عامل به عنوان برنامه کاربردی شبکه ای اجتماعی (مثل فیس بوک) پیشنهاد می کنیم، چون مشاهده کرده ایم که کاربران اغلب در مورد جدایی بین شبکه های اجتماعی و کاربردهای آنها دچار سوء تفاهم می شوند [20]. رایج ترین برداشت غلط این است که اگر کاربران داده ها و/ یا منابع خود را از طریق شبکه ای اجتماعی در جایگاهی مانند ابری اجتماعی ارائه دهند، شبکه های اجتماعی به این داده ها و/ یا منابع دسترسی خواهند داشت، که البته این مسئله درست نیست. برای مثال، برنامه های کاربردی فیس بوک خارج از زیربنای فیس بوک بوده و مربوط به سرورهای ثالث هستند.

شیوه های مختلفی وجود دارد که در آنها می توان نمودار اجتماعی مورد نیاز سازوکارهای انطباق را ایجاد نمود؛ با پیگیری مجوزهای لازم، بسیاری از سیستم های عامل API هایی را برای دسترسی به نمودار اجتماعی و پرونده کاربران فراهم می کند. با این حال، نکته کلیدی فرضیات اصلی ابر اجتماعی این است که یکی از عناصر تأیید دوجانبه در تشکیل پیوند اجتماعی دیجیتال روی داده است. به عبارت دیگر، یک کاربر تشکیل پیوندی دیجیتال را آغاز می کند، و کاربر دوم باید درخواست او را تایید کند تا این پیوند ایجاد شود. این فرایندهای شبکه های اجتماعی، نظیر فیس بوک و گوگل+ به کار می رود. با این حال، توئیتر با این شرط تطابق ندارد، چون کاربران آن تنها می توانند در مورد کسی که دنبال می کنند تصمیم بگیرند و نه کسانی که آنها را دنبال می کنند. این یکی از شروط مهم ابری اجتماعی است، چون بدون آن نمی توانیم هیچ شکلی از اعتماد را در بین شرکت کنندگان تصور کنیم.

زمانی که به شبکه اجتماعی کاربر دسترسی فراهم شود، و پایگاه داده اجتماعی پرجمعیت شود، مسئله اصلی چگونگی تعبیر پیوندهای اجتماعی کاربر به منظور تخصیص است. هیچ روش واحدی برای تعبیر پیوندهای اجتماعی وجود ندارد و تصمیم گیری در مورد این که کدام یک مورد استفاده قرار گیرد، اغلب به شرایط وابسته است. برای

رسیدن به اهداف خود، سه روش مشخص وجود دارد که می تواند به صورت جداگانه یا همراه با یکدیگر مورد استفاده قرار گیرند: 1) از کاربران بخواهید تا دوستان خود را رده بندی کنند؛ 2) روش های اهرمی از تحلیل شبکه اجتماعی تا معرفی ویژگی های پیوندهای اجتماعی که می توانند برای پرداختن به تمایلات (به صورت مصنوعی) مورد استفاده قرار گیرد؛ و 3) از شبکه های اجتماعی و نظریه های تعاملی برای ایجاد مدل تعاملی و به اشتراک گذاری اجتماعی برای واریانس ابر اجتماعی استفاده کنید و در طول زمان این مدل را بر اساس تعاملات مشاهده شده در میان سیستم عامل شبکه اجتماعی و ابر اجتماعی تنظیم کنید. هر یک از این رویکردها دارای مزایا و معایب خود بوده و ما تایید نمی کنیم که این فهرست کامل است.

مزایای استفاده از فهرست های توسط کاربر ایجاد شده اند این است که به سادگی اجرا می شوند، به مجوز خاصی (به غیر از برای دسترسی به فهرست دوستان) نیازی ندارند و برای به دست آوردن اولویت های صحیح کاربر باید نزدیک ترین باشند. با این حال، با فرض بر این که کاربر عادی فیس بوک در حال حاضر دارای 190 دوست باشد، با پیوستن تعداد بیشتری از دوستان به ابر اجتماعی، این رویکرد تغییری نمی کند، چون نمی توانیم از کاربران انتظار داشته باشیم که دوستان خود را رده بندی کنند. در مقابل، استفاده از شیوه های رایانه ای دارای این مزیت اصلی است که با رشد ابر اجتماعی، می توان مقیاس این رویکردها را تغییر داد. با این وجود، چالش اصلی معرفی شیوه ها و شاخص های مناسب است. این رویکردها به داده های بیشتری از سیستم عامل شبکه اجتماعی نیز نیاز دارند و در نتیجه نسبت به حریم خصوصی کاربر پیش رونده تر هستند. نمونه ساده ای که می تواند به شیوه ای اولویتی مورد استفاده قرار گیرد، ساختارهایی مانند گوگل + یا فهرست های ارتباطی در فیس بوک هستند، چون این ساختارها اغلب توسط کاربر ایجاد شده و نمایانگر (زیر)گروه های خاصی در شبکه اجتماعی و/ یا انواع ارتباطاتی است که تا حدی شبیه به هم هستند. با استفاده از شاخص ها، می توان شیوه های پیچیده تری را نیز برای ارزیابی پیوندهای اجتماعی طراحی کرد تا ویژگی های پیوندی اجتماعی سنجیده شود. با این حال، بهترین اجراهای واحد اولویت ها برای بررسی در تحقیقات آتی باقی می ماند.

بدون در نظر گرفتن شیوه مورد استفاده برای معرفی اولویت ها، دو نکته مهم که نمی توان نادیده گرفت، انواع تمایلات و اولویت های موجود و آن چیزی است که نبود اولویت نسبت به کاربر یا گروهی از کاربران معنا می یابد. می توان اولویت ها را به صورت کامل یا ناقص و دارا یا فاقد پیوند [21]، [22] دسته بندی کرد. در اینجا، کامل به این معنی است که در بین هر دو کاربر مرتبطی رده بندی اولویتی وجود دارد؛ و پیوند حاکی از این است که کاربری بین دو کاربر یا گروهی از کاربران بی تفاوت است. مورد اولویت کامل (بدون پیوند)، که تمایلات یا اولویت صریح نامیده می شود، رده بندی اولویتی کاملا مرتبی را در مورد سایر کاربران اعمال می کند که این حالتی استاندارد برای بیشتر تحقیقات انجام شده است. اگر اولویت ها بی تفاوت و یا ناقص باشند، مشکل ناشی از انطباق دادن اولویت ها به پیامدها به میزان قابل توجهی سخت تر می شود. نبود اولویت نسبت به کاربران، یعنی اولویت های ناقص، زمانی روی می دهد که کاربران به صورت واضحی کاربران دیگر را رده بندی نکنند و در نتیجه نشان دهند که نمی خواهند با آنها منطبق شوند و یا این که کاربری به خاطر نبود زمان یا انگیزه سایر کاربران را رده بندی نکند. در هر دو مورد، اولویت های ناقصی حاصل می شود، اما به دلایل کاملا متفاوتی روی می دهند. به منظور تمایز بهتر این دو مورد، پی ریزی واحد اولویتی باید نشان دهد که اولویت های پنهان به معنای عدم تمایل به منطبق شدن است و یا باید چنین فرض کند که کاربران پنهان کمترین تمایل را دارند. به عبارت دیگر، خود کاربران تصمیم می گیرند که با چه کاربران مایت به اشتراک گذاری بوده و چه کاربرانی را حذف می کنند.

2.2.3 مدل اجتماعی - اقتصادی

مدل اجتماعی - اقتصادی رایانش ابر اجتماعی مشخص می کند که چه نوعی از انطباق اولویت و تمایل مورد استفاده قرار گرفته و چگونه اجرا می شود. به عنوان گام نخست، عرضه و تقاضا، یعنی درخواست های فردی و ارائه منابع کاربران، باید ثبت شود. در مدل ما، این کار در اتاق پایاپای اجتماعی انجام می شود. اجرای متمرکز به این معنی است که عرضه و تقاضای کامل در بازار را می شناسیم که می توان به نتایج بهتری نسبت به انطباق منابع متمرکززا

شده حاصل کند. نقطه ضعف آن این است که ممکن است در ذخیره سازی و مدیریت (به روز رسانی) اطلاعات مشابه هزینه های اضافی وجود داشته باشد.

با در نظر گرفتن عرضه و تقاضا، مدل اجتماعی- اقتصادی جزئیات و مشخصات اهداف "طراحی بازار" خاص را در نظر می گیرد. برای مثال، اهدافی که معمولا مورد استفاده قرار می گیرند، یافتن راه حلی برای مشکل انطباق است که ثابت هستند (یعنی هیچ کاربر منطقی انگیزه ای برای دور شدن از راه حل را ندارد) یا بهینه سازی رفاه کلی کاربران، بی طرفی بین دو طرف بازار، یا زمان محاسبه برای یافتن راه حل. انتخاب اهداف ویژه بازار به ترتیب تعیین می کنند که چه راهبردهای تخصیص و انطباقی می تواند مورد نظر قرار بگیرد. این انتخاب می تواند از مذاکره مستقیم تا نمونه متمرکز شده ای که این انطباق را محاسبه می کند، گسترده باشد؛ و می توان از هر دو ساز و کار پولی و غیرپولی بهره برد. رویکرد ما ساز و کارهای تخصیص غیرپولی را بر اساس تمایلات و اولویت های کاربر در نظر می گیرد. این نوع از انطباق در انواع مختلفی از موارد با موفقیت به کار می رود که شامل پذیرش دانشجویان در دانشگاه و دانش آموزان احتمالی به مدارس است. بسته به هدف خاص بازار، الگوریتم های متعددی وجود دارد که راه حلی را برای مشکل انطباق محاسبه می کند، مثلا محاسبه راه حل بسیار مناسب یا راه حلی با رفاه کاربری بالا.

3. اجرا

اجرای رایانش ابر اجتماعی ما مبتنی بر سیاتل، سیستم عامل رایانه ای نظیر به نظیر منبع باز است. سیاتل به خاطر میان افزار سبک وزن مجازی سازی خود، به عنوان مبنای اجرا، که برای ممکن ساختن اجرای برنامه کاربردی منابع هدایی استفاده می کنیم و مدل قابل توسعه اتاق پایاپای انتخاب شد که برای ممکن ساختن تخصیص اجتماعی اطریق الگوریتم های انطباق اولویت گسترش می دهیم.

3.1 سیاتل

سیاتل سیستم عامل تحقیقاتی آموزشی منابع بازی است که برای ایجاد شبکه پ.ششی توزیع شده در منابع رایانه ای (سرورها، PCها و وسایل تلفن همراه) طراحی شده است که توسط کاربران آن اهدا شده است. ویژگی اصلی آن لایه مجازی سازی سبک وزنی است که روی ماشین همکاری اجرا می شود و سایر کاربران را قادر می سازد تا برنامه های کاربردی را در میان سیستم های عامل مختلف اجرا کنند. به طور اساسی، لایه مجازی سازی اطمینان حاصل می کند که برنامه های کاربردی ایمن بوده و جدا از سایر برنامه هایی هستند که روی یک میزبان اجرا می شوند. سیاتل در پیتون³ اجرا شده و اتاق پایاپای روی چهارچوب ژانگو⁴ ساخته می شود. مؤلفه های اصلی سیاتل عبارت هستند از: مدیران پیوند به عنوان دروازه بانان منابع عمل کرده و در مورد هر منبع اهدایی به کار گرفته می شوند. مدیر پیوند اطمینان حاصل می کند که کاربران دارای صلاحیت لازم برای تعامل با VM خاصی که روی سیستم میزبان اجرا می شود را دارند. زمانی که مدیر پیوندی نصب می شود، مکان دستگاه میزبان را نسبت به خدمات جهانی اعلام می کند. ویژگی منحصر بفرد منبع در اتاق پایاپای ایجاد و حذف می شود تا مدیر پیوند را به اهداکننده مرتبط سازند.

ماشین های مجازی (ظرف) محیط های ایمنی هستند که هم امنیت و هم جدایی عملکرد را فراهم می سازد. برای مثال VM مانع می شود تا برنامه های کاربردی اعمال نادرستی را انجام دهند و کاربرد منابع سیستم تا سطح قابل تنظیمی محدود می کند (مثلا CPU یا حافظه). این محدودیت ها از طریق تلفیق با تجزیه گر پیتون که درخت تجزیه برنامه را می خواند، تحمیل شده و اطمینان حاصل می کنند که تنها عملیات های ایمن از پیش تعریف شده اجرا می شوند. جدایی عملکرد وابسته به منابع نظارت شده ای در سطح API برای اثبات این نکته هستند که محدودیت های منبع از میزان معینی فراتر نمی روند. این کار از طریق تحلیل هر فرمان به API و انتخاب پذیرش یا رد آن بر اساس کاربرد منابع انجام می شود.

اتاق پایاپای فرایند انطباق بین منابع ارائه شده توسط فراهم کنندگان و منابع مورد نیاز کاربران را تسهیل می کند. این اتاق درگاه مبتنی بر شبکه برای مدیریت منابع سیاتل کاربران است. پس از ثبت، کاربران می توانند زوج های

³ Python

⁴ Django

اصلی را ایجاد کنند و نصب کننده ای بارگذاری نمایند که مدیر پیوند و سیستم VM را روی منابع خود ایجاد کنند. اتاق پایاپای شامل چندین الگوریتم انطباق نظیر: VMهای توزیع کننده (به لحاظ جغرافیایی) و VMهای تخصیص دهنده بر روی یک شبکه یا به طور تصادفی می باشد.

سیاتل شامل تعدادی خدمات دیگر است که برای کاربردهای متنوعی استفاده می شوند. برای مثال، سیاتل در برگیرنده موارد زیر است: خدمات جستجوی جهانی که برای کشف منابع توزیع شده طراحی شده است؛ یک به روزرسان نرم افزار برای ترمیم آسیب پذیری های احتمالی و به روزرسانی بخش های مختلف سیستم؛ و گستره ای از خدمات زیربنایی نظیر گذر NAT، نصب کننده های ایجاد برنامه های کاربردی و نظارت بر خدماتی که درون سیستم استفاده می شوند.

ما ترجیح می دهیم تا سیستم عامل سیاتل را به خاطر منبع باز و معماری قابل توسعه توسعه دهیم. طراحی واحدی سیاتل استفاده از محیط مجازی موجود آن را برای اجرای برنامه های کاربردی روی منابع توزیع شده ممکن می سازد که جنبه هایی نظیر جستجو، اصالت و جواز را مدیریت می کند. لایه مجازی سازی نیز بی نهایت سبک وزن بوده و می تواند در چند ثانیه، بدون هزینه قابل توجهی، همراه با تنها رد پای نظام مند کوچکی، بارگیری، نصب و تنظیم شود. مدل اتاق پایاپای گروهی و قابل توسعه بوده و توافقات مربوط به تخصیص تعریف شده توسط کاربر و تلفیق منابع اطلاعات اختیاری در فرایند تخصیص آن را حمایت می کند.

3.2 اجرای اتاق پایاپای اجتماعی

بر مبنای سیاتل، ما از همان اجرای اصلی را برای ایجاد اعتبار و فرایندهای ثبت، اهدای زیربنایی، و ساختارهای کسب منابع بهره می بریم. اتاق پایاپای اجتماعی جدیدی را توسعه داده و به صورت بهینه استفاده کرده ایم که از اطلاعات اجتماعی حاصل از ارتباطات و پرونده فیس بوک کاربران بهره می برد. خدمتی را ارائه نموده ایم که کاربران را قادر می سازد تا اولویت ها را تعریف کنند و چندین ساز و کار تخصیص جدید گسترش داده ایم که از الگوریتم های انطباق تمایل مطلع از جامعه استفاده می کند.



Fig. 2. The user preference interface.

3.2.1 تلفیق شبکه اجتماعی

به منظور دستیابی به ارتباطات و اطلاعات پرونده کاربر، اتاق پایاپای اجتماعی نیازمند دسترسی به پرونده فیس بوک کاربر است. به این منظور، برنامه ای کاربردی را برای اتاق پایاپای اجتماعی ایجاد کرده ایم که درخواست دسترسی به اطلاعات پرونده، دوستان و فهرست های دوستان کاربر ثبت شده را می دهد. برنامه کاربردی فیس بوک از طریق کمک افزار اعتبار اجتماعی ژانگو تلفیق می شود که، زمانی که توسط برنامه کاربردی فیس بوکی تنظیم می شود، به کاربران امکان می دهد تا اعتبار سیاتل خود را به اعتبار فیس بوک خود مرتبط سازند. اعتبار فیس بوک از تفاهم OAuth2 برای داشتن دسترسی استفاده می کند که به برنامه تقاضادهنده (اتاق پایاپای) اجازه می دهد تا در محدوده ای مشخص به نمایندگی از کاربر عمل نمایند. زمانی که کاربری به یکی از خدمات وارد می شود و از آن با میانجی برنامه سازی کاربردی (API) فیس بوک استفاده می کند تا پرونده و فهرست دوستان را به دست بیاورد، اتاق پایاپای این علامت دسترسی را ذخیره می کند. این اتاق فهرست دوستان برای هر کاربری در پایگاه داده های برنامه کاربردی ذخیره کرده و مرتبا این اطلاعات را به روز می کند.

3.2.2 تعیین اولویت

ما از میانجی انطباق اولویت عددی ساده ای استفاده می کنیم که کاربران را قادر می سازد تا اولویت خود را برای یک دوست به عنوان هم مصرف کننده و هم فراهم کننده تعریف نماید. هر چه ارزش آن بیشتر باشد، اولویت و تمایل کاربران برای دوستشان بیشتر و بالاتر است. مقدار 0 نشان دهنده هیچ اولویت و مقداری منفی نشان دهنده عدم تمایل به تعامل با آن دوست است. تعیین همان مقدار برای چندین دوست به نشانه عدم وجود تفاوت در بین آنان است. زمانی که اولویت ها تعیین می شوند، در پایگاه داده برنامه کاربردی ذخیره شده و برای ایجاد مدل اولویت کلی به منظور تخصیص دادن همراه با کاربر استفاده می شوند.

3.2.3 تخصیص منبع اجتماعی

سیاتل مبتنی بر اصل بهترین تلاش و تخصیص تصادفی است. به منظور کاهش فضای جستجو، سیاتل یک ساختار شبه تصادفی را اجرا می کند تا تبدیلات کاربر/ اهدا را کاهش دهد. به هر کاربر پورتهی (غیرمنحصربفرد) در محدوده 100 محول می شود و به هر پیوند هدایی 10 پورت به صورت تصادفی در همان محدوده اختصاص می یابد که قادر به پذیرش تخصیص ها می باشد. در زمان تخصیص دادن منابع، اتاق پایاپای به وسیله پورت انطباق فهرست منابع هدایی را فیلتر می کند. در حالی که این رویکردی قابل قبول در فرایند آماده سازی استاندارد سیاتل است، محدودیت هایی مصنوعی را بر جفت های نظیر احتمالی وارد می کند و در مورد ما، برای فراهم کردن به اشتراک گذاری اولویت داده شده هدف را زیر پا می گذارد. در اتاق پایاپای اجتماعی، این محدودیت را حذف کرده و در عوض، همان طور که توسط الگوریتم های تخصیص اجتماعی مشخص شده، امکان هر ترکیب پیوند و کاربر را فراهم می سازیم.

فرایند کلی تخصیص در اتاق پایاپای اجتماعی تعیین اهداهای در دسترس با کسانی است که کاربر درخواست کننده در ارتباط است. به این منظور، فهرست اهداها در سیستم توسط فهرست دوستان کاربر خاصی فیلتر می شود. سپس، اولویت های مصرف کننده هر دوست ممکن توسط اولویت های بازیابی کننده ذخیره شده در پایگاه داده محاسبه

می شود. علاوه بر آن، اولویت های هر یک از این دوستان در مورد کاربر درخواست کننده به عنوان مصرف کننده نیز محاسبه و ارزیابی می شود. سپس، این اطلاعات جمع آوری شده و به قسمت انطباق ارسال می شود تا نظیر مناسبی را تعیین نماید. اتاق پایپای اجتماعی تلاش می کند تا پیوندهای در دسترس را از فراهم کننده به دست آورد تا با استفاده از ساز و کار کسب منابع سیاتل درخواست را اجابت نماید. اگر، تا زمان نگهداری، فراهم کننده انتخاب شده دیگر در دسترس نباشد، کل فرایند مجدداً تکرار می شود. پس از فرایند تخصیص، VM یه کاربر ارائه می شود که به آنها اختصاص یافته است (تصویر 3). با استفاده از این میانجی، کاربران می توانند ذخیره سازی منابع را تجدید کرده و آنها را حذف هم نمایند و همچنین ببینند چه کسی در حال حاضر از منابع آنان استفاده می کند.

The screenshot shows the 'Social Clearing House' interface. At the top, it says 'Social Clearing House' and 'Learn about Seattle'. Below that, there are navigation tabs: 'Profile', 'My Vessels', 'Friends', 'Get Donations', and 'Help'. It also indicates 'Logged in as Simon, Logout'. The main content area shows 'Total vessels available: 20' and 'Total donations: 1'. There is a search bar for 'Number of vessels' and 'Environment'. Below this is a table of vessels:

Item #	Vessel Owner	Vessel Location	Vessel Name	Expires In	Item #
X	GeniUser:kyle	128.135.125.115	v4	0d 3h 26m	
X	GeniUser:kyle	107.22.114.143	v4	0d 3h 26m	
X	GeniUser:Kai	50.16.62.113	v4	0d 3h 26m	

Below the table, it says 'Total 3 acquired vessel(s)'. There is also a section for 'My Vessels (Used by others)' with a table:

Vessel User	Vessel Location	Vessel Name	Expires In
GeniUser:kyle	129.13.253.97	v6	0d 3h 39m

Fig. 3. The social clearing house interface showing resources being consumed and offered.

3.3 انطباق مبتنی بر اولویت

انطباق مبتنی بر اولویت دوجانبه بیشتر در تحقیقات اقتصادی مورد مطالعه قرار گرفته است و و الگوریتم های این حوزه در بسیاری از موقعیت های دیگر نیز می توانند مورد استفاده قرار گیرند. ما سه الگوریتم را از آثار نوشته شده و دیگری را از اجرای خودمان انتخاب کرده ایم.

3.3.1 الگوریتم های انطباق

در مورد رده بندی های کامل اولویتی بدون عدم تفاوت، الگوریتم های زمان-چندجمله ای وجود دارد که مشکل انطباق را برای کارکردها و توابع هدف مختلف حل می نماید. در آثار انجام شده، با اشاره به شواهد انجام شده، داشتن ثبات برای انطباقی موفق مهم در نظر گرفته شده است [22]. ثبات به این معنی است که هیچ دو کاربری وجود ندارند که ترجیح بدهند بر اساس انطباق فعلی خود منطبق باشند. از آن جا که ممکن است راه حل های ثابت متعدد مختلفی برای مشکل انطباق فرضی وجود داشته باشد، اهداف دیگری که معمولاً در نظر گرفته می شوند، رفاه (رده معمولی که هر کاربری با آن منطبق است) و بی طرفی (رفتار برابر از نظر رفاه با دو طرف) هستند. الگوریتم پذیرش تأخیری⁵ معروف ترین الگوریتم برای انطباق دو طرفه است و دارای مزیت زمان اجرای کوتاه بوده و در عین حال همیشه راه حالی ثابت و پایدار را حاصل می کند. با این حال، نمی تواند داشتن رفاه را تضمین کند و راه حلی بسیار غیرمنصفانه را حاصل می کند (یک طرف بهترین راه حل پایدار را به دست می آورد و طرف دیگر بدترین را). برای ساختارهای اولویتی خاص، الگوریتم بهینه-رفاه⁶ [24] با استفاده از ساختارهای خاص مجموعه راه حل های پایدار و به کار بردن الگوریتم های مبتنی بر نمودار، راه حل پایداری با بهترین درجه رفاه را حاصل می کند (یعنی راه حل پایداری که برای آن رده متوسطی که هر کاربری با آن منطبق می شود، پایین ترین است). DA و WO دو رویکرد استاندارد مورد استفاده در آثار تحقیقاتی بوده و در این مقاله نیز در نظر گرفته می شوند.

به محض معرفی عدم تفاوت ها یا فهرست های ناقص، مشکل یافتن راه حل های پایدار با خصوصیات اضافی نظیر رفاه یا بی طرفی NP-سخت می شوند. می توان باز هم از DA و WO در چنین موقعیت هایی استفاده نمود، اما آنها دیگر یافتن راه حلی که در کل بهترین است را تضمین نمی کنند. در چنین شرایطی، تغییر الگوریتم تقریبی [21] می تواند انطباقی ثابت و پایدار را با حداکثر تعداد زوج های نظری منطبق برای موارد خاص بیابد. با این وجود، در کل نزدیک شدن به این طرح ها مشکل است و در نتیجه، الگوریتم های استاندارد با در نظر گرفتن اهداف خود، قادر به فراهم ساختن مرزهای غیربدهی کیفیت نیستند. یافتن راه حل بهینه برای مشکل انطباق با در نظر گرفتن

⁵ Deferred- Acceptance (DA) algorithm

⁶ Welfare- Optimal (WO)

رایج ترین مقیاس ها: رفاه یا بی طرفی NP- سخت [21] است. DA و WO در زمان چندجمله ای (به ترتیب، $O(n^2)$ و $O(n^4)$) اجرا می شوند و زمان اجرای تغییر متناسب با توان دو طول بزرگترین گروه بی تفاوتی از تمام کاربران است.

بنابراین، استفاده از الگوریتم های اکتشافی نظیر الگوریتم تکوینی (GA) را در [25] پیشنهاد دادیم و نشان داده ایم که این الگوریتم ها می توانند در مقایسه با سایر الگوریتم ها راه حل های بهتری را حاصل کنند. GA با راه حل های ایجاد شده به صورت تصادفی (اما پایدار) آغاز می شود و برای افزایش کیفیت راه حل ها از دگرگونی استاندارد و انتقال دهنده ها استفاده می کند. در صورتی که هدف اصلی کیفیت تخصیص باشد، این کار کاربرد چنین روش اکتشافی را تبدیل به گزینه ای اصلح می کند. همچنین، نشان دادیم که زمانی که راه حل ها با رویکرد پذیرش آستانه ای ترکیب شوند، نتایج بهتری را نیز حاصل می کنند. رویکرد مورد استفاده در این مقاله، GATA، ترکیبی از GA با الگوریتم پذیرنده آستانه (TA) است که به میزان بیشتری کیفیت راه حل را بهبود می بخشد. در گام نخست، GATA با استفاده از GA، راه حلی را برای مشکل انطباق محاسبه می کند و سپس از این راه حل به عنوان ورودی الگوریتم TA استفاده می کند. الگوریتم TA ابزار جستجوی محلی مؤثری است که از تغییرات کوچک در آستانه خاصی از عملکرد راه حل رایج استفاده کرده و آن را می پذیرد.

3.3.2 خدمات انطباق

به منظور تسهیل انطباق، خلاصه ای از چهار الگوریتم ارائه شده در بالا را اجرا نمودیم که می توان از آن برای انجام تخصیص های گروهی برای گروهی از کاربران یا تخصیصی منفرد برای کاربری مجزا استفاده نمود. در حالی که ممکن است تسهیل هر دو این موقعیت ها غیرعادی به نظر برسد، دلیل آن ساده است: الگوریتم های انطباقی زمانی به بهترین صورت عمل می کنند که گروه های کاربران به صورت هم زمان تخصیص داده شوند. با این حال، در شرایط واقعی، بعید است که گروه های بزرگی از کاربران به صورت هم زمان منابع را درخواست کنند. تقاضا برای خدمات انطباقی تا حدی تصادفی خواهد بود. بنابراین، هر دو گزینه موازنه های مختلفی را ارائه می دهند. تخصیص

های انفرادی ممکن است به منابعی منجر شود که برای سایر کاربران، مثلاً کاربرانی با پیوندهای اندک، قابل دسترسی نمی باشد. در حالی که تخصیص گروهی به این معنی است که کاربران ممکن است مجبور باشند تا برای دریافت منابع تا دور بعدی تخصیص ها صبر کنند. هر دو گزینه به صورت های متفاوتی ناکارآمد هستند: در شرایط ایده ال، تخصیص انفرادی بصورت محلی بهینه می شود و می تواند برای سایر کاربران دسترسی به منابع را متوقف کند، اما می تواند در زمان نسبتاً حقیقی انجام شود، چون اقدامات محاسباتی به میزان قابل توجهی پایین تر هستند؛ تخصیص های گروهی می توانند به حالت بهینه کلی دست یابند، اما ممکن است به تبادل و انتقال یا کاربرانی نیاز داشته باشند که منتظر منابع باشند. در بخش 4، به بررسی بیشتر این موازنه ها و اهمیت آنها می پردازیم.

شبکه اجتماعی کاربران بر اثر وجود اولویت ها در بین کاربران حاصل می شود. اگر دو کاربر تمایلی نسبت به هم داشته باشند، ساز و کار انطباق تنها انطباق دادن این دو را در نظر خواهد گرفت. در صورتی که تمایلی تنها در یک جهت وجود داشته باشد، یعنی A به رده بندی B بپردازد، اما A B را رده بندی نکند، چنین در نظر می گیریم که B هنوز A را به حساب نیاورده است و تمایل A برای B نادیده گرفته خواهد شد.

برای استفاده از خدمات انطباقی، زنجیره JSON که اولویت های کاربر را نشان می دهد، برای خدمات ارسال می شود. پس از یک انطباق موفق، یعنی زمانی که می توان دو یا چند تخصیص را یافت، خدمات انطباقی زنجیره JSON را باز خواهند گرداند که مصرف کننده (ها) یا فراهم کننده (ها)ی منطبق شده را توصیف می کنند.

4. ارزیابی

در [4]، [5] و [16] نشان دادیم که مفهوم اصلی ابر اجتماعی در زمینه شبکه اجتماعی ممکن بوده و برای یک کاربر عادی فیس بوک قابل مدیریت است. به منظور ارزیابی رایانش ابر اجتماعی در نظر داریم تا توانایی پایگاه را برای تخصیص منابع با وجود عرضه و تقاضای غیر مشخص، حجم های متنوع جوامع اجتماعی و ساختارهای اولویتی مختلف بررسی کنیم. در بخش 4.1، با در نظر گرفتن زمان لازم برای محاسبه راه حل ها برای حجم های مختلف

رایانش ابر اجتماعی، به مطالعه الگوریتم های تخصیص مختلف توصیف شده در بخش 3.3.1 می پردازیم. در بخش 4.2، با در نظر گرفتن تخصیص گروهی و انفرادی و حجم های جامعه و ساختارهای اولیتهی مختلف، به ارزیابی و بررسی عملکرد الگوریتم خارج از موقعیت های معمول آنها می پردازیم.

برای تسهیل ارزیابی خود، از شبیه ساز ابر اجتماعی توضیح داده شده در [26] می پردازیم. با استفاده از این شبیه ساز، می توانیم ویژگی های ابر اجتماعی را همانطور که در بالا توضیح داده شد، سازگار سازیم و در عین حال، باز هم پراکندگی های قابلیت استفاده منابع حقیقی کاربر ناشی از اهداها و قابلیت استفاده منابع در SETI@home [27] همتاسازی کنیم. داده های حاصل از SETI@home دسته های آماری کاربران را نشان می دهد که می توانند برای تعریف نمودن زمان در دسترس بودن منابع و زمان و طول مدتی که کاربران درخواست منبع می کنند، در شبیه ساز استفاده شوند. از آن جا که در این مرحله نمی دانیم شیوه های تخصیص چقدر قابل ارزیابی خواهد بود و یا سازگارسازی آنها چقدر ساده می باشد، به سراغ 8 نمونه شبیه ساز همراه با پردازشگر Xeon چهار هسته ای با 2.53 GHz و 24 GB حافظه می رویم.

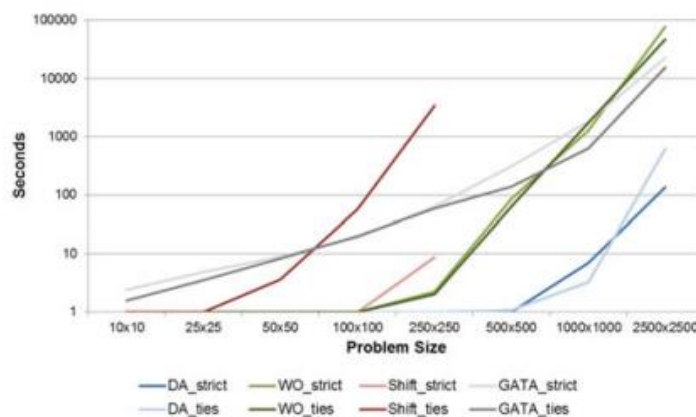


Fig. 4. Algorithm runtimes with different problem sizes.

4.1 زمان اجرای الگوریتم تخصیص

زمان اجرای الگوریتم تخصیص اثر زیادی بر کارایی رایانش ابر اجتماعی دارد. با فرض بر این که انطباق مبتنی بر اولویت اغلب NP- سخت است، زمان اجرای الگوریتم یکی از موضوعات مهم در طراحی است. در این بخش از

ارزیابی، چگونگی اثرپذیری زمان اجرای الگوریتم تحت تأثیر سطح تکامل اولویت و این که آیا اولویت ها صریح هستند یا نه، یعنی عدم تفاوت ها مجاز هستند یا نه، را بررسی می کنیم. به عقیده ما، با وجودی که اولویت های کامل و صریح در آثار اقتصادی مورد توجه قرار می گیرند، آنها فرضیه هایی غیرواقعی هستند. بنابراین، به بررسی چگونگی تأثیر این فرضیات بر زمان اجرای الگوریتم می پردازیم.

تصویر 4 زمان اجرای هر الگوریتم را متناسب با مقیاس مشکل نشان می دهد؛ به عبارت دیگر، تعداد کاربرانی که در هر طرف این بازار هستند (مصرف کنندگان ضرب در فراهم کنندگان) و تعداد گروه هایی (عدم تفاوت) که کاربران دارند. در اینجا، "صریح" به این معنی است که اولویت ها صریح هستند؛ به عبارت دیگر، هیچ عدم تفاوتی وجود ندارد و "پیوندها" به این معنی هستند که کاربران در اولویت های خود دارای بی تفاوتی هایی هستند. مقیاس گروهی بی تفاوت محدود نیست، یعنی می تواند گروهی دربرگیرنده تمام کاربران یا گروه های متعدد وجود داشته باشد. این مسئله به صورت تصادفی تعیین می شود.

تصویر نشان می دهد که با توسعه فضای مشکل، زمان اجرا به میزان قابل توجهی افزایش می یابد. نتایج نظری نشان می دهند که DA در $O(n^2)$ و WO در $O(n^4)$ اجرا می شوند. در واقع، می توان افزایش زیادی را در زمان اجرای WO مشاهده نمود. حتی به خاطر بزرگتر بودن مقیاس مشکل DA، محاسبه آن چندین ثانیه طول می کشد. علاوه بر این، به خاطر مشکل کوچک تر GATA اکتشافی، زمان اجرای بیشتری را نسبت به DA و WO از خود بروز می دهد، اما اگر کاربران دارای بی تفاوتی هایی باشند، یعنی اگر شرایط حقیقی تر باشند، زمان اجرای نسبی آن بهبود می یابد. به احتمال زیاد، زمان اجرای طولانی تر نمونه های کوچک تر ناشی از مراحل مقدارهی لازم برای GA است. تصویر 4 هزینه های قابل توجه الگوریتم تقریبی (تغییر) را نشان می دهد که زمان اجرای آن به طول فهرست های بی تفاوتی بستگی دارد. از آن جا که طول بلندترین فهرست بی تفاوتی محدود نیست، تنها قادر بودیم تا مشکلی با حداکثر مقیاس 250×250 کاربر را محاسبه و ارزیابی کنیم. بنابراین، به خصوص در شرایط حقیقی، این گزینه ای ممکن و عملی نیست.

ممکن است برای کاربرانی با تعداد زیادی از دوستانی که در رایانش ابر اجتماعی مشارکت می کنند، رده بندی هر کسی عملی نباشد. بنابراین، تصویر 5 طرحی را نشان می دهد که در آن کاربران تعداد مختلف دوستان خود را رده بندی می کنند، اما مجموعه کاملی از رده بندی ها را فراهم می کنند. این طرح 1000 کاربر در هر سو را در نظر گرفته و تعداد دوستان رده بندی شده توسط هر کاربر را تغییر می دهد (برای ایجاد شرایطی واقعی، تا 10 کاربر برای هر گروه بی تفاوتی را مجاز ساختیم). توجه داشته باشید که WO نشان داده نشده است، چون به خاطر اولویت های ناقص با پیوندها توسعه نیافته است.

اگر کاربران به صورت واضح رده بندی هایی را برای کاربران بیشتری فراهم کنند، زمان اجرای DA و تغییر افزایش می یابد. در مورد تغییر، میزان افزایش چشمگیر است. با این حال، به نظر می رسد که اگر تعداد کمی از کاربران رده بندی شوند، GATA مدت زمان بیشتری طول می کشد. احتمال این مسئله زیاد است، چون شیوه اشتراکی باید مرتباً بررسی کند که آیا راه حال های احتمالی جدید برای کاربران قابل قبول هستند یا نه؛ به عبارت دیگر، آیا کاربران هر زوج منطبق شده ای در فهرست اولویت یکدیگر ظاهر می شوند یا نه. با افزایش تعداد کاربران، می توان راه حل های جدید و معتبر را آسان تر و سریع تر محاسبه و ارزیابی نمود؛ با این حال، ارزیابی آنها مدت زمان بیشتری به طول می انجامد. این نتایج نشان می دهند که علاوه بر تعداد کاربران، تعداد رده بندی های اولویت نیز بر زمان محاسبه اثر می گذارد. نتایج حاکی از آن هستند که زمانی که کاربران دوستان خود را رده بندی نمی کنند، اقدامات مناسبی لازم است تا انجام شوند. ممکن است آنها با کمترین اولویت رده بندی شوند (مناسب برای GATA) یا حذف شوند (مناسب برای DA و WO). با این حال، توجه داشته باشید که در مواردی که کاربران رده بندی نشده حذف می شوند، الگوریتم ها نمی توانند برای یافتن راه حلی برای مثیاس حداکثر تضمین بدهند؛ به عبارت دیگر، اگر کاربران رده بندی نشده پایین ترین رده اولویت را به خود اختصاص دهند، ممکن است برخی از کاربرانی که منطبق هستند، به عنوان غیرمنطبق حذف شوند.

به طور کلی، می بینیم که محاسبه حتی سریع ترین الگوریتم ها که همیشه نتایج ثابتی را به دست می دهند، چندین ثانیه طول می کشد. اگر قرار باشد تخصیص چندین بار محاسبه شود، همان طور که در ابر اجتماعی به صورت بالقوه رخ می دهد، به الگوریتم های سریع تری نیاز خواهیم داشت.

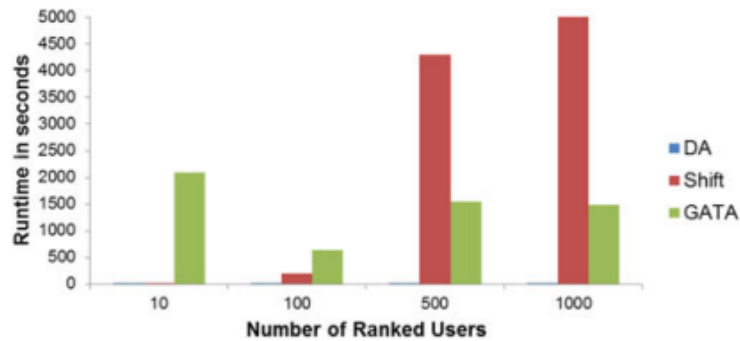


Fig. 5. Runtimes for different numbers of ranked users, for 1,000 users per side.

4.2 ملاحظات مربوط به مشارکت تصادفی

الگوریتم های انطباقی مورد بحث در آثار مرتبط معمولاً به عنوان شغل های گروهی در نظر گرفته می شوند. در این حالت، پس از فواصل زمانی خاصی، مثلاً هر یک ساعت، تخصیص ها محاسبه می شوند. برای مثال، مطالعات اقتصادی ساز و کار تخصیص در محاسبه ابر اغلب چنین فرض می کنند که تخصیص ها به صورت ساعتی محاسبه می شوند. مثلاً، اغلب از Amazon EC2 نام می برند که در آن کاربران بر اساس استفاده ساعتی منابع را خریداری می کنند. در مورد رایانش ابر اجتماعی، می توانیم بگوییم که تخصیص هر X ساعت محاسبه می شود، که در اینجا X دوره قرار داد از پیش تعیین شده ظرفی رایانه ای است.

در حالی که این نوع از محاسبه تخصیص نتایج خوبی را برای عرضه و تقاضای ارائه شده در زمان محاسبه حاصل می کند، مشخص نیست که در مورد عرضه و تقاضای جدید یا متغیر چه اتفاقی می افتد. برای مثال، زمانی که کاربران منابع جدیدی را درخواست داده یا ارائه می کنند یا ارائه ها/درخواست های خود را در بینم دو فاصله زمانی محاسبه پس می گیرند. واضح است که در صورتی که تخصیص تنها در فواصل زمانی از پیش تعیین شده محاسبه شود، منابع

بی استفاده بوده و درخواست اجابت نخواهند شد. تا جایی که می دانیم، آثار موجود در مورد انطباق مبتنی بر اولویت چنین موقعیتی را در نظر نمی گیرد. بنابراین، راه حل های زیر را برای عرضه و تقاضای پویا پیشنهاد می کنیم:

راه حل بهینه انطباق مجدد و مستقیم تمام عرضه و تقاضا است. در این حالت، اگر تخصیصی در دسترس باشد، هیچ عرضه جدیدی بی استفاده نخواهد بود و تخصیص حاصل همیشه ثابت و پایدار خواهد بود (با فرض بر این که از الگوریتم انطباق ثابتی استفاده می کنیم). با این حال، این کار الزامات دیگری را نیز بر سیستم تحمیل می کند. اول این که منابع رایانه ای (مثلا VM) باید در هر نقطه ای از زمان قابل انتقال باشند و دوم این که زمان اجرای ساز و کار تخصیص باید کوتاه باشد. در مورد اجرای ما، این مسئله در حال حاضر قابل تحقق نیست، چون سیاتل هنوز از انتقال حمایت نمی کند. در نتیجه، از دیدگاه سیستمی، این رویکرد باید به عنوان بهترین معیار در نظر گرفته شود؛ به عبارت دیگر، با توجه به معیار عملکرد نظیر ثبات، رفاه و بی طرفی.

بدترین راه حل نادیده گرفتن هر عرضه و تقاضای جدیدی است که تا زمان بعدی تخصیص محاسبه می شود. در این مورد، عرضه و تقاضای جدید تا تخصیص گروهی بعدی بی استفاده است، حتی در صورتی که عرضه/تقاضای متناظری وجود می داشت.

راه حلی میانی استفاده از شیوه اکتشافی تخصیص است که چنین فرض می کند که عرضه/تقاضایی که در حال حاضر منطبق شده اند، تا زمان بعدی تعیین تخصیص کلی (یعنی زمانی که قرار داد منقضی می شود) و یا تا زمانی که درخواست کننده یا فراهم کننده از انطباق کنار می کشند، نمی توانند منتقل شوند. ما دو حالت از شیوه های اکتشافی را برای این مورد در نظر می گیریم: 1) تصادفی: منابع را با دوستان تصادفی کاربر به اشتراک گذارید؛ و 2) خواهان: بهترین انطباق موجود را درخواست کننده/فراهم کننده جدید بر اساس اولویت های به اشتراک گذاری آنان تخصیص دهید.

توجه داشته باشید که احتمال دارد هر دو الگوریتم راه حل های بی ثباتی را حاصل کنند، یعنی زوج های مصرف کننده و فراهم کننده در بازار در پایان دوره قرارداد زوج هایی نیستند که الگوریتم تخصیص ثابت حاصل می کند. با این حال، اگر چنین فرض کنیم که زوج های منطبق نمی توانند در بین دو تخصیص گروهی انتقال یابند، این مسئله

به تنهایی بر ثبات عملی موجود در بین محاسبات گروهی اثر نمی گذارد. همچنین، متوجه می شویم که نبود ثبات سیستم ممکن است به این معنی باشد که برخی از کاربران طرد می شوند، چون تمام تخصیص های معتبر صورت گرفته است و هیچ کدام از دوستانشان منبعی نداشته یا نیازی ندارند. به همین دلیل است که ثبات مقیاس بسیار مهمی است.

رویکرد نهایی بررسی این نکته است که آیا انطباقی وجود دارد که راه حلی پایدار و ثابت را حاصل نماید اما نیاز نداشته باشد کن به کاربران دیگر مجددا تخصیص دهد. به عقیده ما، این رویکرد زیرمجموعه رویکردهای بالا قرار می گیرد، چون احتمال تحقق راه حلی ثابت کم بوده و در نبود انطباقی ثابت، رویکرد دیگری مورد استفاده قرار می گیرد.

به منظور مطالعه عرضه و تقاضای تصادفی، چهار رویکرده اشاره شده در بالا را شبیه سازی نمودیم تا چگونگی پشتیبانی از سیستم توسط آنها را با عرضه/ تقاضای جدید بین دو محاسبه تخصیص- گروه بررسی کنیم. به صرت شهودی، انطباق مجدد مشتقیم باید بهترین نتایج را حاصل نماید، در حالی که بی استفاده رها کردن منابع باید بدترین باشد. حالت تصادفی و خواهان باید جایی در میانه باشد.

تصویر 6 نتایج شبیه سازی برای هر رویکرد را نشان می دهد. ما 200 کاربر (100 کاربر در هر طرف) را بی تفاوتی ها و اولویت های ناقص شبیه سازی کردیم. این موقعیتی واقعی بود، چون از هیچ کاربری نمی توانستیم انتظار داشته باشیم که تمام کاربران دیگر را رده بندی نماید. هر کاربر توزیع قابلیت استفاده حاصل از توزیع SETI@home را نشان می دهد که زمان و طول مدتی که در دسترس و قابل استفاده هستند را تعیین می کند. تنها کاربران در دسترس برای انطباق منابع در نظر گرفته می شوند. در نقاط زمانی 155، 265 و 410، الگوریتم تخصیص گروهی برای عرضه/ تقاضای فعلی اجرا می شود.

تصویر الف 6 نشان می دهد که با آمدن و رفتن کاربران بر اساس الگوی در دسترس بودن آنها، تعداد کاربران منطبق در طول زمان نوسان دارد. می توان مشاهده کرد که، بیشتر اوقات، انطباق "بهینه" بالاترین تعداد زوج های منطبق شده را حاصل می کند و هر دو حالت تصادفی و خواهان زوج های منطبق کمتری حاصل می کند. این مسئله را می

توان با نبود گزینه ای که کاربران جدید دارند توضیح داد: در حالت تصادفی و خواهان، تنها کاربرانی که در حاصل حاضر غیرمنطبق هستند برای انطباق مناسب هستند، در حالی که انطباق مجدد بهینه می تواند تمام کاربران در دسترس در آن زمان را در نظر بگیرد. این حالت در یافتن جفت های مناسب برای کاربران انعطاف پذیری بیشتری را برای انطباق بهینه حاصل می کند. تصویر الف 6 طرح خط مبنا را نیز نشان می دهد که در آن تخصیص تنها در فواصل زمانی از پیش تعیین شده اتفاق می افتد. در این حالت، درخواست ها و ارائه های جدید تنها در فواصل زمانی از پیش تعیین شده در نظر گرفته می شوند (در اینجا: نقاط زمانی 155، 265 و 410)، و اگر کاربران منطبق در دسترس بشوند، درخواست/ارائه متناظر بدون تخصیص مجدد خودبه خود آزاد می شود. بنابراین، طرح خط مبنا بدترین حالت ممکن یعنی طرح شبه استاتیک را نشان می دهد که در آن تقاضای واسطه و میانی در نظر گرفته نمی شود. می توان به راحتی در تصویر الف 6 مشاهده نمود که در نظر نگرفتن عرضه/تقاضای میانی می تواند به مقادیر قابل توجهی از منابع بی استفاده و اختصاص داده نشده منجر شود و این که حتی شیوه اکتشافی ساده برای انطباق میانی می تواند تعداد زوج های منطبق را به میزان قابل توجهی افزایش دهد.

تصاویر ب 6، ج 6 و د 6 به ترتیب نتایج مربوط به ثبات، رفاه و بی طرفی را نشان می دهند. در این تصاویر، رفاه نمایانگر رده میانی برای دوستی است که کاربری با آن منطبق است و بی طرفی توزیع رفاه بین مصرف کنندگان و فراهم کنندگان را نشان می دهد. همین طور که گزینه های ارجح بیشتری امتیاز اولویت پایین تری کسب می کنند (ارجح ترین گزینه دارای امتیاز 1 است)، امتیاز رفاه پایین تری قابل ترجیح است. بی طرفی مثبت رفاه متوسط بهتری را برای فراهم کننده نشان می دهد، در حالی که بی طرفی منفی حاکی از رفاه متوسط بهتر برای مصرف کنندگان است.

این تصاویر نشان می دهند که با در نظر گرفتن رفاه (اختصاص دادن کاربران نزدیک به بالاترین اولویت آنها) و بی طرفی (ایجاد تعادل در بین دو طرف بازار) انطباق مجدد میانی به خوبی عمل می کند و همیشه پیامدهای ثابتی حاصل می کند. از آن جا که ثبات از طریق الگوریتم عملی می شود، این حالت تا حدی قابل انتظار است. علاوه بر این، هر دو راهکار تصادفی و خواهان به امتیاز رفاه پایین تری منجر می شود، چون تنها منابع اختصاص نیافته برای

انطباق در نظر گرفته می شوند، در حالی که الگوریتم های بهینه انطباق مجدد منابع از پیش اختصاص یافته را ممکن می سازد. به نظر می رسد که راهبرد خواهان رفاه بهتری را نسبت به راهبرد تصادفی حاصل می کند (تصویر ب 6)، و در عین حال، به لحاظ محاسباتی کارآمد است. در حالی که زمان اجرای GATA برای هر اختصاص حدود 10 ثانیه است، هر دو حالت تصادفی و خواهان تقریباً بلافاصله اجرا می شوند (چند میلی ثانیه). در مورد تعداد زوج های بی ثبات نتایج مشابهی را به دست می آوریم که بیشتر اوقات برای راهبرد خواهان کمتر از راهبرد تصادفی می باشد.

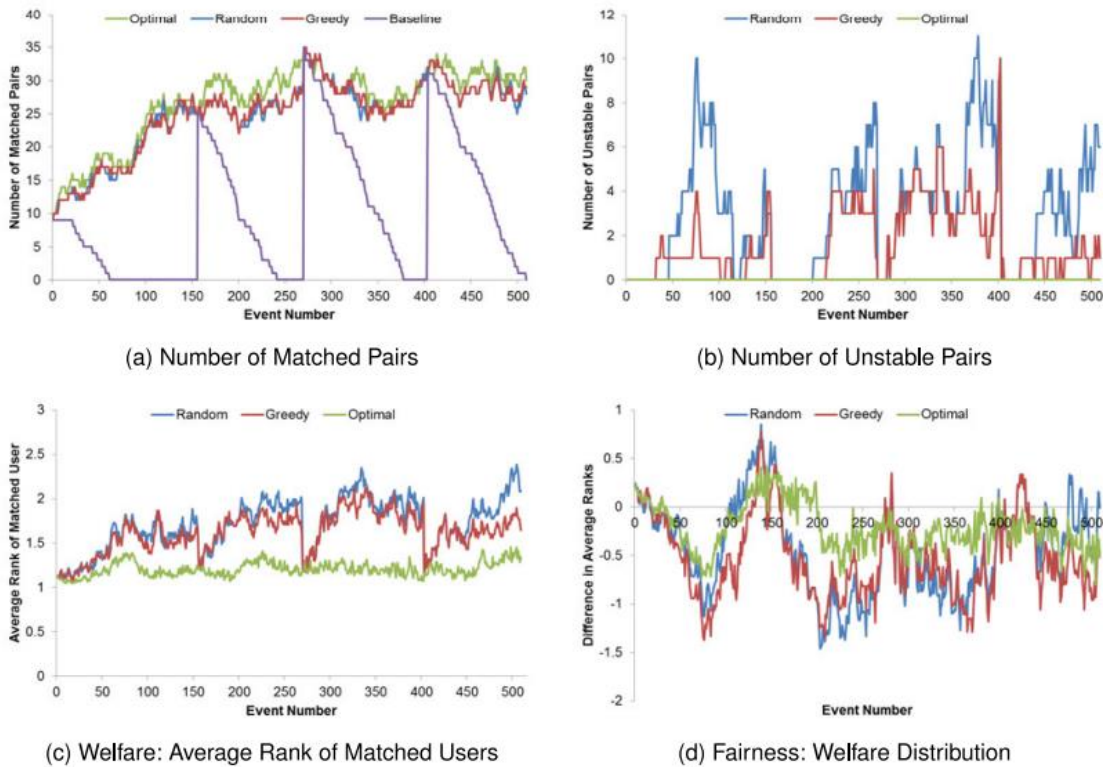


Fig. 6. Comparison of matching heuristics for intermediate supply and demand.

تصویر د 6 نشان می دهد که به نظر می رسد راهبردهای تصادفی و خواهان برای مصرف کنندگان مفیدتر باشد، که این مسئله با امتیازات بی طرفی پایین تر، به خصوص در مقایسه با انطباق بهینه، نشان داده می شود. با در نظر گرفتن این نکته که هر جفت تخصیص یافته جدید باید با تمام جفت های منطبق موجود در مورد ثبات مقایسه شود، تعداد زوج های بی ثبات معرفی شده توسط حالت های تصادفی و خواهان به نسبت پایین است. (برای نمونه، اگر جفت جدیدی به 30 زوج منطبق موجود اضافه شود، در بدترین حالت، جفت جدید می تواند تا 60 جفت بی ثبات را معرفی نماید). این یافته، همراه با این حقیقت که خواهان می تواند گاهی بدترین نتایج را برای رفاه حاصل

نماید، اصلا تعجب آور نیست، چون هدف اصلی آن این است که بدون در نظر گرفتن اولویت های سایر کاربران، بالاترین اولویت را به کاربران تازه وارد و جدید بدهد. چنین راهبردی می تواند انطباق هایی را حاصل کند که برای کاربر تازه وارد خوب هستند، اما برای سیستم بهینه نیستند. برای مثال، در صورتی که دو پیشنهاد و ارائه همگانی وجود داشته باشد، راهبرد خواهان ارجح ترین پیشنهاد را به کاربر تازه وارد می دهد، در حالی که شاید برای بازار بهتر باشد که این پیشنهاد ویژه را برای عامل تازه وارد بعدی با رده بندی بالاتر حفظ کند.

به طور کلی، نتایج نشان می دهند که رویکردهای مربوط به انطباق مجدد مستقیم عرضه/ تقاضا لازم هستند، و این که با وجودی که شیوه اکتشافی خواهان در انطباق به یک طرف متمایل می شود، به طور متوسط، این شیوه با در نظر گرفتن رفاه خوب عمل می کند. این مسئله به طور خاص زمانی جالب است که انطباق مجدد مستقیم به لحاظ فنی ممکن نباشد.

4.3 بحث

رایانش ابر اجتماعی با استفاده از الگوریتم های مختلف انطباق اولویت، به اشتراک گذاری مبتنی بر اولویت زیربنای محاسباتی را تسهیل می سازد. اجرای نمونه ما از میان افزار مجازی سازی سیاتل استفاده می کند تا اجرای برنامه های کاربردی کاربر را روی منابع دور ممکن سازد و اتاق پایاپای ما کاربران را قادر می سازد تا اولویت ها را تعریف کرده و الگوریتم های انطباق متعددی را فراهم کنند که قرارداد منبع کوتاه مدتی را حاصل می کند. نتایج ما خصوصیات الگوریتم ها و موازنه هایی را نشان می دهند که از عواملی مثل زمان اجرا، حالت اختصاص و کیفیت اختصاص ناشی می شوند.

بخش 4.1 موازنه ای را بین خصوصیت اختصاص و زمان اجرای الگوریتم های مربوط نشان می دهد. این موازنه، به طور خاص برای مشکلاتی با مقیاس وسیع تر آشکار است. DA کارآمدترین الگوریتم به لحاظ زمانی برای به دست آوردن اختصاصی ثابت و پایدار است، در حالی که زمان اجرای سایر الگوریتم ها به میزان قابل توجهی افزایش می یابد. با این حال، معروف است که تخصیص ثابت محاسبه شده توسط DA بسیار غیرمنصف است، به این معنی که

یک طرف را به دیگری ترجیح می دهد. همان طور که در [25] نشان می دهیم، کیفیت راه حل با در نظر گرفتن بی طرفی یا رفاه، می تواند به میزان چشمگیری با استفاده از سایر الگوریتم ها افزایش یابد. در نتیجه، استفاده از الگوریتم هایی نظیر GATA برای موقعیت های محدودتر یا زمانی که هیچ محدودیت زمانی وجود نداشته باشد، ارجح تر است، در حالی که اگر لازم باشد اختصاص ها به میزان بیشتری صورت گیرند، استفاده از الگوریتم های سریع نظیر DA می تواند بهتر باشد.

بخش 4.2 شواهد متقاعدکننده ای را ارائه می دهد که بر اساس آنها در زمان تخصیص گروهی، عرضه و تقاضا باید متغیر در نظر گرفته شوند. در حالی که این نتایج نشان می دهند که کیفیت راه حل بسیار خوب و حتی نزدیک به بهینه است، روشن است که به خاطر هزینه های محاسباتی الگوریتم ها، ممکن است اجرای مستمر آنها عملی نباشد. در نتیجه، به شیوه های اکتشافی سریعی نیاز داریم که قادر به بررسی عرضه و تقاضای متغیر باشند، اگر چه این شیوه ها معمولاً فاقد کیفیت راه حل سایر الگوریتم ها می باشند. برای مشکلات با مقیاس کوچک تر، ممکن است هنوز هم اجرای الگوریتم هایی نظیر GATA در موقعیتی مستمر ممکن باشد.

یکی از راهبردهای عملی رای بهبود کیفیت و زمان اجرای تخصیص محاسبه راه حلی اولیه با الگوریتمی سریع، مثل DA، و سپس بهره وری از نیروی محاسباتی فراهم شده کاربران برای بهبود کیفیت راه حل می باشد. این کار کاربران را برمی انگیزد تا برای زیربنای جمعی و مشترک منابعی را فراهم سازند [16].

مسئله دیگری که در مورد الگوریتم های انطباقی در این مقاله مورد بررسی قرار می گیرد، این است که آنها در حال حاضر تنها از انطباق های یک به یک پشتیبانی می کنند؛ به عبارت دیگر، آنها هنوز از تخصیص های چندواحدی پشتیبانی نمی کنند. در برخی موقعیت ها، ممکن است کاربران به واحدهای چندگانه ای از منابع کمک کرده یا از آنها درخواست کنند (مثلاً چندین VM برای اجرای یک کار جامع محاسباتی). یکی از راهکارهای پرداختن به این مشکل توسعه الگوریتم ها برای میریت این موارد است. راهبرد ساده دیگر گنجاندن کاربرانی با واحدهای چندگانه از عرضه یا تقاضا به عنوان مدخل های چندگانه در مشکل انطباق و حل آن به وسیله الگوریتم هایی است که در این مقاله در مورد آنها بحث شد.

در این مقاله، بر روی شیوه های تخصیص منابع در میان ابر اجتماعی تمرکز کرده ایم. با این حال، زمانی که یک یا چند منبع به کاربران اختصاص می یابد، آنان برای ایجاد ابرهای پویا لازم است تا از ابر اجتماعی خود استفاده کنند و برنامه های کاربردی توزیع شده را بسازند. در حال حاضر، سیاتل کیت نسخه نمایشی را فراهم کرده است که در آن می توان برنامه هایی شبیه به این را اجرا نمود. برای نمونه، کاربر ابر اجتماعی می تواند به راحتی چهارچوب MapReduce را معرفی نماید که روی گره های وابسته از نظر اجتماعی اجرا می شوند. همچنین، می توان طرحی مشابه آن چه که در [28] مورد بحث قرار گرفت، ایجاد نمود. در نهایت، شبکه های توزیع محتوای اجتماعی نظیر به نظیر برای به اشتراک گذاری یا توزیع داده های عظیم علمی قابل اجرا بودند. یکی از جنبه های اصلی کار آتی ما ایجاد جعبه ابزار مبتنی بر سیاتل برای برنامه های کاربردی ابر اجتماعی است.

5. تحقیقات مرتبط

با فراگیر شدن فزاینده پایگاه های شبکه اجتماعی، انتخاب ساختارهای شبکه اجتماعی برای انواع مختلف همکاری رایج تر می شود. نمونه های اصلی عبارت هستند از: جامعه و درگاه های علمی نظیر [31] PolarGRID؛ [32] ASPEN؛ دروازه علوم اجتماعی [33]؛ سیستم های ذخیره اجتماعی مانند Friendstore [35] و omemo.com؛ شبکه و وب سایت های به اشتراک گذاری زیربنایی رایانه ای نظیر fon.com؛ مدل هایی برای به اشتراک گذاری سیاست های بیمه در میان همتهای اجتماعی و جاهایی که شبکه های اجتماعی از طریق همکاری کاملاً ظاهر می شوند، مثلاً [36]، [37].

مک موهان و میلنکوویچ رایانش داوطلبانه اجتماعی را پیشنهاد کردند، که توسعه رایانش داوطلبانه سنتی است، که در آن مصرف کنندگان منابع ارتباطات اجتماعی زیربنایی با فراهم کنندگان دارند. این رویکرد مشابه ماهیت رایانش ابر اجتماعی است، اما به اشتراک گذاری حقیقی منابع را در نظر نمی گیرد، چون مفهوم تبادل دوجانبه وجود ندارد. علی و همکارانش [39] برنامه کاربردی مدل ابر اجتماعی را ارائه می کنند که کاربران در کشورهای در حال توسعه را قادر می سازد تا از طریق پایگاه هایی نظیر Amazon EC2 دسترسی به ماشین های مجازی را به اشتراک

گذارند. در واقع، آنان تخصیص های موجود را به زیرمجموعه هایی تقسیم کردند تا هزینه ها را در میان گروه گسترده تری کاربران تقسیم کنند. با استفاده از مدل مبادله ای ابری (مشابه مدل اعتباری مجازی قبلی ما)، سیستم به اشتراک گذاری منابع را با استفاده از شبکه های اجتماعی و بدون تبادل پول و بر اساس اعتماد ممکن می سازد تا از رایگان سواری جلوگیری کند. مانند رویکرد ما، آنان از ظرفی مجازی (LXC) استفاده می کنند تا مجازی سازی را در میان نمونه ماشین مجازی موجود فراهم کنند؛ با این حال، رویکرد ما با استفاده از مجازی سازی سطح برنامه نویسی سیاتل مدل بسیار سبک تری به قیمت انعطاف پذیری فراهم می کند.

موهایسن^۷ و همکارانش [40] تعریف ما از ابر اجتماعی را توسعه داده است. محققان بررسی می کنند که چگونه رایانش ابر اجتماعی می توانست طراحی شود، و سازوکارهای زمان بندی معروفی را برای تعیین وظایف توسعه می دهند. رویکرد آنان اهدای منابع، و ساختار شبکه فیزیکی را به عنوان عوامل اصلی در مشکل تخصیص در نظر می گیرند که امور متفاوتی در تخصیص منابع هستند. آنها با استفاده از چندین شبکه دوستی و همکاری در نویسندگی به عنوان ورودی، احتمال ابر اجتماعی از طریق شبیه سازی را تجزیه و تحلیل می کنند. آنان مشاهده می کنند که چگونه ابری اجتماعی بر اساس تنوع در دربارگیری، شارکت و ساختار نموداری عمل می کند.

تن^۸ و همکارانش [41] عقیده مشابهی را برای مفهوم اصلی ابر اجتماعی ارائه دادند. با وجودی که این محققان پا را فراتر از مفهوم سازی نگذاشتند، فلسفه ابر اجتماعی با کاربرد اصلی به اشتراک گذاری و تبادل منابع در میان شبکه یا جامعه ای اجتماعی برای رفع مشکلات داده های عظیم برانگیختند.

گراسیا-تیندو^۹ و همکارانشان [42]-[44] راه حل ذخیره ابر دوست با دوست را ارائه کردند. آنان به تحلیل و بحث در مورد چگونگی حفظ خدماتی قابل اطمینان با به کارگیری بیشترین تلاش برای فراهم سازی منابع ذخیره از دوستان پرداختند. آنان تشخیص دادند که یک سیستم محض دوست با دوست را نمی توان از نظر کیفیت خدمات با خدمات ذخیره سنتی مقایسه نمود. بنابراین، آنان رویکردی دورگه را مطرح ساختند که در آن می توان با استفاده از

⁷ Mohaisen

⁸ Tan

⁹ Gracia-Tinedo

خدماتی مانند Amazon's S3 قابلیت اطمینان و در دسترس بودن را بهبود بخشید. این رویکرد ملاحظات باارزشی را در تحقق ابر اجتماعی فراهم می آورد، که البته لزوماً قابل انتقال به موقعیت ما نیستند.

آثار متعددی در مورد مدل های اقتصادی ابر اجتماعی وجود داشته اند که به صورت مستقل گسترش یافته اند. ژانگ¹⁰ و همکارانش [45] و ما [46] به بحث در مورد انواع مختلف محرک ها که کاربران در طول مشارکتشان در ابری اجتماعی با آن روبرو می شوند، می پردازند و چالش های فراهم ساختن محرک های صحیح برای برانگیختن به مشارکت را توصیف می کنند. در حالی که در تحقیقی دیگر، ما چگونگی فراهم سازی مشارکتی زیربنای ابر اجتماعی توسط اعضای شرکت کننده را توضیح دادیم و مدلی اقتصادی را ارائه دادیم که محرک های فردی و در دسترس بودن منبع را در نظر می گیرد.

کودا و اولسن¹¹ [47] خدمات رایانه ای ابر فرصت طلبانه ای (OCCS) را مطرح ساختند که رویکرد شبکه اجتماعی برای فراهم سازی و مدیریت منابع ابر سازمانی است. عقیده آنان فراهم ساختن سیستم عامل های شبکه اجتماعی در سطح سازمانی است که در برگیرنده ابزارهای مدیریت ابر سازگار برای منابع سیستم عامل است که توسط خود سازمان ها فراهم می شوند. محققان چالش ها و فرصت های سیستم عامل OCCS را ارائه می کنند، اما نشانه ای وجود ندارد که حاکی از ساختن OCCS توسط آنها باشد. به صورتی مشابه، دیاسپورا و مای¹² از مفاهیم مشابه برای میزبانی شبکه اجتماعی بر روی منابع فراهم شده توسط کاربرانشان استفاده می کنند.

گایاتری¹³ و همکارانش [49] و چن¹⁴ و روسکو¹⁵ [50] به بحث در مورد مفاهیم امنیتی در ایجاد ابر اجتماعی می پردازند. آنان مقیاس های متناقضی را در مورد چگونگی استفاده از ابر اجتماعی برای نادیده گرفتن حق کپی رایت و همین طور انجام سایر اعمال غیرقانونی فراهم ساختند. با وجودی که در نظر گرفتن مفاهیم امنیتی نقش مهمی در موفقیت ابر اجتماعی دارد، بخش اصلی کار ما را تشکیل نداده است.

¹⁰ Zhang

¹¹ Kuada and Olesen

¹² Diaspora and My

¹³ Gayathri

¹⁴ Chen

¹⁵ Roscoe

6. نتیجه گیری و تحقیقات آتی

در این مقاله، رایانش ابر اجتماعی را مطرح ساختیم: سیستم عاملی که به اشتراک گذاری منابع زیربنایی بین دوستان را از طریق ارتباطات اجتماعی که به صورت دیجیتالی کدگذاری شده اند ممکن می سازد. با استفاده از پیاده سازی خود، کاربران قادر هستند تا بر نامه ها را روی منابع مجازی شده فراهم شده توسط دوستانشان اجرا نمایند. برای ایجاد رایانش ابر اجتماعی، سیاتل را به گونه ای توسعه داده ایم تا به شبکه اجتماعی کاربران دسترسی داشته، به کاربران اجازه دهد تا اولویت های به اشتراک گذاری را استنباط نمایند و از الگوریتم های انطباق برای عملی ساختن تخصیص منابع مبتنی بر اولویت که به لحاظ اجتماعی آگاه است استفاده کنند.

انطباق منابع مبتنی بر اولویت (در موقعیتی کلی) مشکلی NP-سخت است که فرضیه هایی غیرواقعی را در مورد اولویت های کاربر و بیشتر الگوریتم های هنری اجرا شده در حالت های گروهی مطرح می سازد. بنابراین، با قبول این فرضیه که عرضه و تقاضای منبع متناسب با مدل تخصیص گروهی نیست، اتفاقات روی داده را زمانی بررسی کردیم که این الگوریتم ها را برای رایانش ابر اجتماعی به کار می بریم. با به کار بردن شیوه هایی برای تخصیص منابع بین تخصیص های دوره ای مشابه Amazon EC2، قادر بودیم تا به سرعت (در چند هزارم ثانیه) منابع را به صورت موقت اختصاص دهیم و سپس به صورت همگانی تخصیص منابع را در دوره بعدی تخصیص گروهی بهینه سازی کنیم. نتایج ما امیدوار کننده بوده و نشان می دهد که چگونه تخصیص منابع می تواند در تولید رایانش ابر اجتماعی روی دهد.

به عنوان تحقیقاتی که می توان در آینده انجام داد، روش های دیگری را برای مشخص ساختن اولویت های کاربران اضافه خواهیم کرد و شیوه هایی را برای شناسایی خود به خود آنها از شبکه اجتماعی آنها مطرح می سازیم. نمونه های مورد آخر عبارت هستند از: دسته بندی بر اساس هموفیلی (جنبه های مشابهت)، فهرست های ارتباطی و شاخص های Granovetter برای استحکام ارتباط. این نمونه ها موقعیت های واقعی تر و بیشتری را برای آزمایش الگوریتم های تخصیص ایجاد می کند. در چهارچوب سیستم عامل ابر اجتماعی، میزان حریم امنیتی را بیشتر توسعه می دهیم تا سیستم های تماس و کنترل بر دسترسی اجتماعی اضافی را فراهم کنیم تا این که کاربران بتوانند حق

دسترسی توسعه یافته/ محدودی را به گروه ها بدهند، تا مثلا امکان دسترسی به خط فرمان را برای اعضای خانواده فراهم سازد. این توسعه ها تعداد کاربری های ممکن که می توانستند در ابر اجتماعی اجرا شوند را افزایش داده و تلفیق اجتماعی سیستم را به میزان بیشتری گسترش می دهد. سرانجام، بررسی می کنیم که کاربران چگونه از منابع دوستان خود استفاده و با آنها تعامل می کنند و پیاده سازی ما را در جهت سیستم تولید آماده ای سوق می دهند.

REFERENCES

- [1] M. Armbrust et al., "A View of Cloud Computing," *Comm. ACM*, vol. 53, no. 4, pp. 50-58, 2010.
- [2] F. Gens, "New IDC IT Cloud Services Survey: Top Benefits and Challenges," IDC exchange, <http://blogs.idc.com/ie/?p=730>, 2009.
- [3] D. Bradshaw, G. Folco, G. Cattaneo, and M. Kolding, "Quantitative Estimates of the Demand for Cloud Computing in Europe and the Likely Barriers to Up-Take," http://ec.europa.eu/information_society/activities/cloudcomputing/docs/quantitative_estimates.pdf, July 2012.
- [4] K. Chard, S. Caton, O. Rana, and K. Bubendorfer, "Social Cloud: Cloud Computing in Social Networks," *Proc. IEEE Third Int'l Conf. Cloud Computing (CLOUD)*, pp. 99-106, 2010.
- [5] K. Chard, K. Bubendorfer, S. Caton, and O. Rana, "Social Cloud Computing: A Vision for Socially Motivated Resource Sharing," *IEEE Trans. Services Computing*, vol. 5, no. 4, pp. 551- 563, Jan. 2012.
- [6] S. Milgram, "The Small World Problem," *Psychology Today*, vol. 2, no. 1, pp. 60-67, 1967.
- [7] L. Backstrom, P. Boldi, M. Rosa, J. Ugander, and S. Vigna, "Four Degrees of Separation," *CoRR*, vol. abs/1111.4570, 2011.
- [8] comScore, "Its a Social World: Top 10 Need-to-Knows about Social Networking and Where Its Headed," http://www.comscore.com/Insights/Presentations_and_Whitepapers/2011/it_is_a_social_world_top_10_need-to-knows_about_social_networking, 2011.
- [9] K. John, K. Bubendorfer, and K. Chard, "A Social Cloud for Public eResearch.," *Proc. Seventh IEEE Int'l Conf. Science*, 2011.
- [10] M.J. Litzkow, M. Livny, and M.W. Mutka, "Condor—A Hunter of Idle Workstations," *Proc. Eighth Int'l Conf. Distributed Computing Systems*, pp. 104-111, 1988.
- [11] D.P. Anderson, "Boinc: A System for Public-Resource Computing and Storage," *Proc. Fifth IEEE/ACM Int'l Workshop Grid Computing*, pp. 4-10, 2004.
- [12] J. Cappos, I. Beschastnikh, A. Krishnamurthy, and T. Anderson, "Seattle: A Platform for Educational Cloud Computing," *Proc. 40th Technical Symp. ACM Special Interest Group for Computer Science Education (SIGCSE '09)*, 2009.
- [13] P. Mell and T. Grance, "The Nist Definition of Cloud Computing," *Technical Report 800-145*, Nat'l Inst. of Standards and Technology <http://csrc.nist.gov/publications/nistpubs/800-145/SP800-145.pdf>, Sept. 2011.
- [14] A. Thafeeg, K. Bubendorfer, and K. Chard, "Collaborative eResearch in a Social Cloud," *Proc. IEEE Seventh Int'l Conf. E-Science (e-Science)*, pp. 224-231, Dec. 2011.
- [15] S. Caton, C. Dukat, T. Grenz, C. Haas, M. Pfadenhauer, and C. Weinhardt, "Foundations of Trust: Contextualising Trust in Social Clouds," *Proc. Second Int'l Conf. Cloud and Green Computing (CGC)*, pp. 424-429, 2012.

- [16] C. Haas, S. Caton, K. Chard, and C. Weinhardt, "Co-Operative Infrastructures: An Economic Model for Providing Infrastructures for Social Cloud Computing," Proc. 46th Ann. Hawaii Int'l Conf. System Sciences (HICSS), 2013.
- [17] V.L. Smith, "Microeconomic Systems as an Experimental Science," The Am. Economic Rev., vol. 72, no. 5, pp. 923-955, 1982.
- [18] Y. Zhuang, A. Rafetseder, and J. Cappos., "Experience with Seattle: A Community Platform for Research and Education," Proc. The Second GENI Research and Educational Workshop, 2013.
- [19] H.T. Dinh, C. Lee, D. Niyato, and P. Wang, "A Survey of Mobile Cloud Computing: Architecture, Applications, and Approaches," Wireless Comm. and Mobile Computing, vol. 13, pp. 1587-1611, 2013.
- [20] R. Thal, "Representing Agreements in Social Clouds," master's thesis, Karlsruhe Inst. of Technology, 2013.
- [21] M. Halld_orsson, K. Iwama, S. Miyazaki, and H. Yanagisawa, "Improved Approximation Results for the Stable Marriage Problem," ACM Trans. Algorithms, vol. 3, no. 3, article 30, 2007.
- [22] A. Roth, "Deferred Acceptance Algorithms: History, Theory, Practice, and Open Questions," Int'l J. Game Theory, vol. 36, no. 3, pp. 537-569, 2008.
- [23] D. Gale and L. Shapley, "College Admissions and the Stability of Marriage," Am. Math. Monthly, vol. 69, pp. 9-15, 1962.
- [24] R.W. Irving, P. Leather, and D. Gusfield, "An Efficient Algorithm for the Optimal Stable Marriage," J. ACM, vol. 34, no. 3, pp. 532-543, <http://doi.acm.org/10.1145/28869.28871>, July 1987.
- [25] C. Haas, S. Kimbrough, S. Caton, and C. Weinhardt, "Preference- Based Resource Allocation: Using Heuristics to Solve Two-Sided Matching Problems with Indifferences," Proc. 10th Int'l Conf. Economics of Grids, Clouds, Systems, and Services (Under Rev.), 2013.
- [26] C. Haas, S. Caton, D. Trumpp, and C. Weinhardt, "A Simulator for Social Exchanges and Collaborations— Architecture and Case Study," Proc. Eight IEEE Int'l Conf. eScience (eScience '12), 2012.
- [27] B. Javadi, D. Kondo, J. Vincent, and D. Anderson, "Discovering Statistical Models of Availability in Large Distributed Systems: An Empirical Study of Seti@home," IEEE Trans. Parallel and Distributed Systems, vol. 22, no. 11, pp. 1896- 1903, Nov. 2011.
- [28] S. Caton and O. Rana, "Towards Autonomic Management for Cloud Services Based upon Volunteered Resources," Concurrency and Computation: Practice and Experience, vol. 24, pp. 992-1014, <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/cpe.1715/pdf>, 2012.
- [29] K. Chard, S. Caton, O. Rana, and D.S. Katz, "A Social Content Delivery Network for Scientific Cooperation: Vision, Design, and Architecture," Proc. Third Int'l Workshop Data Intensive Computing in the Clouds (DataCloud '12), 2012.
- [30] K. Kugler, K. Chard, S. Caton, O. Rana, and D.S. Katz, "Constructing a Social Content Delivery Network for eScience," Proc. Third Int'l Workshop Analyzing and Improving Collaborative eScience with Social Networks (eSoN '13), 2013.
- [31] Z. Guo, R. Singh, and M. Pierce, "Building the Polargrid Portal Using Web 2.0 and Opensocial," Proc. Fifth Grid Computing Environments Workshop (GCE '09), pp. 1-8, 2009.
- [32] R. Curry, C. Kiddle, N. Markatchev, R. Simmonds, T. Tan, M. Arlitt, and B. Walker, "Facebook Meets the Virtualized Enterprise," Proc. 12th Int'l IEEE Enterprise Distributed Object Computing Conf. (EDOC '08), pp. 286-292, 2008.
- [33] W. Wu, H. Zhang, and Z. Li, "Open Social Based Collaborative Science Gateways," Proc. 11th IEEE/ACM Int'l Symp. Cluster, Cloud and Grid Computing (CCGrid), pp. 554-559, 2011.
- [34] W. Wu, H. Zhang, Z. Li, and Y. Mao, "Creating a Cloud-Based Life Science Gateway," Proc. IEEE Seventh Int'l Conf. E-Science (e-Science), pp. 55-61, 2011.

- [35] D.N. Tran, F. Chiang, and J. Li, "Friendstore: Cooperative Online Backup Using Trusted Nodes," Proc. First Int'l Workshop Social Network Systems (SocialNet '08), 2008.
- [36] D.D. Roure, C. Goble, and R. Stevens, "The Design and Realisation of the Myexperiment Virtual Research Environment for Social Sharing of Workflows," Future Generation Computer Systems, vol. 25, no. 5, pp. 561-567, 2009.
- [37] G. Klimeck, M. McLennan, S.P. Brophy, G.B. Adams, and M.S. Lundstrom, "nanoHUB.org: Advancing Education and Research in Nanotechnology," Computing in Science and Eng., vol. 10, pp. 17- 23, 2008.
- [38] A. McMahon and V. Milenkovic, "Social Volunteer Computing," J. Systemics Cybernetics and Informatics, vol. 9, no. 4, pp. 34-38, 2011.
- [39] Z. Ali, R. Rasool, and P. Bloodsworth, "Social Networking for Sharing Cloud Resources," Proc. Second Int'l Conf. Cloud and Green Computing (CGC), pp. 160-166, 2012.
- [40] A. Mohaisen, H. Tran, A. Chandra, and Y. Kim, "Socialcloud: Using Social Networks for Building Distributed Computing Services," arXiv preprint arXiv:1112.2254, 2011.
- [41] W. Tan, M.B. Blake, I. Saleh, and S. Dustdar, "Social-Network- Sourced Big Data Analytics," IEEE Internet Computing, vol. 17, no. 5, pp. 62-69, Sept./Oct. 2013.
- [42] R. Gracia Tinedo, M. S_anchez;Artigas, A. Moreno Martinez, and P. Garcia Lopez, "Friendbox: A Hybrid F2F Personal Storage Application," Proc. IEEE Fifth Int'l Conf. Cloud Computing (CLOUD), pp. 131-138, 2012.
- [43] R. Gracia-Tinedo, M. S_anchez;Artigas, and P. Garcia Lopez, "F2box: Cloudifying F2F Storage Systems with High Availability Correlation," Proc. IEEE Fifth Int'l Conf. Cloud Computing (CLOUD), pp. 123-130, 2012.
- [44] R. Gracia-Tinedo, M.S. Artigas, and P. Garcia Lopez, "Analysis of Data Availability in F2F Storage Systems: When Correlations Matter," Proc. IEEE 12th Int'l Conf. Peer-to-Peer Computing (P2P), pp. 225-236, 2012.
- [45] Y. Zhang and M. van der Schaar, "Incentive Provision and Job Allocation in Social Cloud Systems," IEEE J. Selected Areas in Comm., vol. 31, no. 9, pp. 607-617, Sept. 2013.
- [46] C. Haas, S. Caton, and C. Weinhardt, "Engineering Incentives in Social Clouds," Proc. 11th IEEE/ACM Int'l Symp. Cluster, Cloud and Grid Computing (CCGrid '11), pp. 572-575, 2011.
- [47] E. Kuada and H. Olesen, "A Social Network Approach to Provisioning and Management of Cloud Computing Services for Enterprises," Proc. Second Int'l Conf. Cloud Computing, GRIDs, and Virtualization (CLOUD COMPUTING '11), pp. 98-104, 2011.
- [48] R. Narendula, T.G. Papaioannou, and K. Aberer, "My3: A Highly- Available P2P-Based Online Social Network," Proc. IEEE Int'l Conf. Peer-to-Peer Computing (P2P), pp. 166-167, 2011.
- [49] K. Gayathri, T. Thomas, and J. Jayasudha, "Security Issues of Media Sharing in Social Cloud," Procedia Eng., vol. 38, pp. 3806-3815, 2012.
- [50] B. Chen and A. Roscoe, "Social Networks for Importing and Exporting Security," Large-Scale Complex IT Systems, Development, Operation and Management, pp. 132-147, 2012.
- [51] M.S. Granovetter, "The Strength of Weak Ties," The Am. J. Sociology, vol. 78, no. 6, pp. 1360-1380, 1973.