

یک رویکرد مبتنی بر ژنتیک برای ترکیب سرویس وب

در محیط ابرهای توزیع شده جغرافیایی

چکیده

خدمات چندبخشی شده‌ی وب محور مستقل می‌تواند به خدمات کلی با ارزش افزوده از طریق فناوری‌های ترکیب‌کننده‌ی خدمات مرتبط گردند که این زمینه در معماری خدمات محور روی می‌دهد. با ظهور رایانش ابری، خدمات ابری بیشتری در بستر ابری می‌توانند عملکرد یکسانی را ارائه دهند ولی در عملکرد آن‌ها شاهد تغییراتی خواهیم بود. به‌علاوه، توسعه‌ی رایانش ابری می‌تواند یک‌روند توزیع یافته‌ی جغرافیایی را ارائه دهد که می‌تواند تاثیر شبکه را بر QoS مرتبط با خدمات ترکیبی وب مطرح سازد. در نتیجه یک مسئله‌ی مهم در زمینه‌ی تحقیق در رابطه با ترکیب خدمات است که چگونه می‌تواند بهترین خدمات کاندیدی را از مجموعه‌ای از خدمات متناظر در رابطه با توافق‌نامه‌ی سطح خدمات (SLA) انتخاب نمود. در این تحقیق، ما می‌توانیم مدلی ترکیبی ارائه دهید که هم QoS مرتبط با خدمات و محیط مرتبط با رایانش ابری را مدنظر قرار می‌دهد. ما همچنین یک‌روند ترکیبی خدمات وب محور را بر اساس الگوریتم ژنتیکی برای ابر توزیع یافته از لحاظ جغرافیایی و فراهم‌کننده‌ی خدمات ارائه می‌دهیم که قصد دارند تا تخطی‌های مرتبط با SLA را به کمینه برسانند.

کلمات کلیدی: خدمات وب محور، ترکیب خدمات، ابر، پایگاه‌هایی داده‌ای توزیع یافته از لحاظ جغرافیایی

1. مقدمه

رایانش ابری به‌عنوان یک فناوری انقلابی در حال تغییر زیست‌بوم فناوری اطلاعات (IT) است و همچنین این توانایی را دارد که بر تمامی جنبه‌های زندگی ما تاثیر گذارد. این زمینه نه تنها می‌تواند تغییرات فناوری محور را ارائه دهد بلکه

می‌تواند تاثیر بسیار عمیق و جامعی را بر روی کاربردهای نهادهای کاری و مدل‌های کسب‌وکار داشته باشد. کاربردها می‌توانند به‌عنوان خدمات در یک محیط ابری در طول اینترنت ارائه شوند. امروزه کاربران به‌طور گسترده و عمده به استفاده از اینترنت عادت دارند تا بتوانند منابع نرم‌افزاری را در قالب خدمات وب محور به دست آورند. خدمات وب برنامه‌های خود توضیح‌دهنده‌ی نرم‌افزاری هستند که می‌توانند عملکردهای مشخص را به‌طور مستقل از فناوری‌های اجرایی پایه ارائه دهد. به‌واسطه‌ی ترکیب خدمات، خدمات دارای ارتباطات ضعیف که از یکدیگر مستقل هستند می‌توانند در بطن خدمات گسترده‌تری قرار گیرند، زیرا بستر اجزای خدماتی هرکدام باید در راستای یک دستورالعمل مشخص اجرایی گردد.

معماری و ساختار شبکه برای ترکیب خدمات در محیط ابری در شکل 1 نشان داده‌شده است. معماری ابر دربرگیرنده‌ی سه لایه است: لایه‌ی نرم‌افزاری، لایه‌ی بستری و لایه‌ی زیر ساختاری. یک کاربر می‌تواند درخواست‌های ترکیبی را برای عامل میانجی بفرستد تا در بستر خدمات وب مورد استفاده قرار گیرند. لایه‌ی نرم‌افزاری دربرگیرنده‌ی کارگزاران و خدمات وب محور هستند. کارگزاران که می‌توانند مرکزگرا و یا توزیع یافته باشند، می‌توانند تمامی خدماتی را مدیریت کنند که توسط فراهم‌کننده‌های SaaS برای کاربران ارائه می‌شوند. خدمات وب محور می‌توانند برای کارگزاران ثبت شوند تا بتوانند خدمات کاندید را در رابطه با درخواست کاربر تأیید کنند. بر اساس خدمات ارائه‌شده‌ی کشف‌شده، موتورهای ترکیبی می‌تواند یک برنامه‌ی اجرایی را ارائه دهد که می‌تواند درخواست‌های QoS را عملیاتی کند. لایه‌ی زیر ساختاری می‌تواند تخصیص منابع واقعی را در رابطه با برنامه‌ی اجرایی تولیدشده در لایه‌ی بستری در برگیرد.

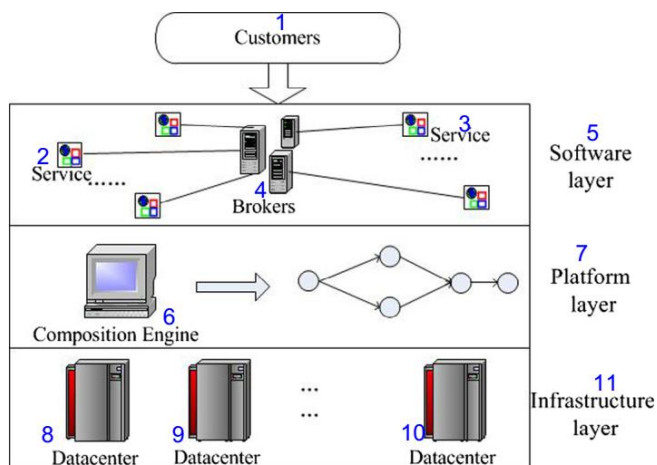
QoS مرتبط با خدمت وب محور می‌تواند به خصوصیات غیرکاربردی متعددی اشاره داشته باشد که عبارت‌اند از زمان پاسخگویی و واکنش، حداکثر ظرفیت، در دسترس بودن و داشتن پایایی. با توجه به نمایه‌ای انتزاعی از درخواست ترکیبی، تعدادی از خدمات کاندید که می‌توانند عملکرد موردنظر را اجرایی کنند ولی در رابطه با QoS باهم تفاوت دارند می‌توانند حاصل شوند. موتور ترکیبی باید بتواند بهترین خدمت کاندید را از بین مجموعه‌ای از خدمات کاربردی متناظر در رابطه با QoS انتخاب کند. تحقیقات مختلف صورت گرفته در این زمینه از مدل ترکیبی استفاده می‌کنند

تا بتوانند گزینش کاربردی و بهینه از اجزای خدماتی به دست آورند. مؤلفان از روش برنامه‌ریزی خطی استفاده می‌کنند که به بهترین حالت می‌تواند برای مسائل با ابعاد کوچک مناسب باشد. ولی با افزایش بُعد مرتبط با مسئله، پیچیدگی این روش نیز به‌صورت نمایی افزایش می‌یابد. تحقیق انجام‌گرفته توسط محمد آل‌ریفای و همکاران به‌واسطه‌ی ترکیب روند بهینه‌سازی کلی با روش‌های گزینش محلی به این مشکل و مسئله اشاره دارند. به‌واسطه‌ی تجزیه‌ی مسئله مرتبط با فرایند بهینه‌سازی به مسائل فرعی متعدد، روند اجرایی آن‌ها قادر است تا یک مسئله‌ی موردنظر را در یک روش توزیع یافته حل‌وفصل نماید. در تحقیق دیگری در این زمینه، روش‌هایی که در بالا مورد اشاره قرار گرفتند بسط پیدا کردند. مؤلفان استراتژی را برای تعدیل بیشتر فضای تحقیق به‌واسطه‌ی بررسی زیرمجموعه‌ها ارائه دادند زیرا تعداد خدمات کاندید برای یک‌روند تجزیه می‌توانند به میزان زیادی بزرگ باشند. مقالاتی که اشاره شدند نمی‌توانند مسائل ترکیبی را در محیط ابری حل‌وفصل نمایند. در نتیجه، محیط شبکه‌ی توزیع یافته در این تحقیق‌ها مدنظر قرار نگرفته‌اند.

رایانش ابری رفته‌رفته به‌عنوان یک الگوی رایانشی مهم قلمداد می‌شود. این بستر می‌تواند پایه و اساس قابل‌اطمینانی برای طیف گسترده از یک‌نهاد و کاربردهای مرتبط با کاربران باشد. تائو و همکارانش مسائل ترکیبی چندین منبع ابری را مورد بررسی قرار دادند که در این بین می‌توان به خدمات نرم‌افزاری و سخت‌افزاری با چندین هدف و محدودیت اشاره داشت. با افزایش تعداد کاربران خدمات ابری در سراسر جهان، ارائه‌دهندگان اصلی خدمات ابری می‌توانند از پایگاه‌های داده‌ای توزیع یافته از لحاظ جغرافیایی استفاده کنند تا بتوانند به آن دسته از کاربرانی که از آن‌ها فاصله‌ی زیادی دارند خدمات‌رسانی کنند. در عین زمان، خدمات ابری می‌توانند به رشد و توسعه‌ی سریع خود ادامه دهند. ظرفیت منابع مرتبط با یک پایگاه‌ها اطلاعاتی محدود است، در نتیجه‌ی توزیع بارکاری برای پایگاه‌های اطلاعاتی جهانی می‌تواند در فراهم آوردن خدمات پایدار مناسب باشد. خدمات وب محور بیشتری می‌توانند در پایگاه‌های داده‌ای توزیع شده از لحاظ جغرافیایی قرار گیرند و همچنین می‌توان در سراسر جهان از آن‌ها بهره‌مند شد. پایگاه‌های داده‌ای ابری به شبکه‌های وابسته هستند تا بتوانند با یکدیگر و کاربران خدمات ابری ارتباط برقرار کنند. محیط شبکه می‌تواند بر عملکرد خدمات ترکیبی در طول پایگاه‌های داده‌ای تاثیر داشته باشد. QoS مربوط به شبکه می‌تواند پارامتر مهمی از ترکیب

خدمات باشد. به منظور جلوگیری از تخطی‌های صورت گرفته در زمینه‌ی SLA، عملکرد شبکه می‌تواند توجه بسیار زیادی را در طول ترکیب خدمات به خود جلب کند. در تحقیقی که در این زمینه صورت گرفت، مؤلفان به بررسی ترکیب مسیر ارتباطی شبکه‌ی آگاه از QoS در شبکه‌های بزرگ‌مقیاس پرداختند. آن‌ها مسئله را تا حد مسئله‌ی k-MCOP (مسیر بهینه‌ی چندگانه‌ی محدودشده k) تقلیل دادند که در این روش از فرایند و فناوری توسعه‌ای و بسط جغرافیایی استفاده کردند و یک فرایند جستجو سریع را ارائه کردند. کلین و همکارانش یک مدل کلی را در رابطه با ترکیب خدمات وب محور در ابر ارائه دادند. مؤلفان که پایایی شبکه بین موقعیت‌های اختیاری خدمات و یا کاربران تخمین زدند و یک الگوریتم گزینشی وب محور ارائه دادند تا بتوانند آن دسته از خدماتی را پیدا کنند که منجر به این مانایی می‌گردد. هرچند در تحقیقی که انجام دادند آن‌ها تنها بر زمان واکنش تأکید داشتند. دیگر معیارهای QoS در این مقاله مدنظر قرار نگرفتند.

در محیط ابری، جستجو یک مسیر ترکیبی بهینه و محتمل دشوار است زیرا مسئله‌ی مرتبط با ترکیب خدمات می‌تواند یک مسئله‌ی کامل از لحاظ NP باشد. کاربردهای ابری به‌طور معمول دربرگیرنده‌ی تعداد زیادی از رایانه‌ها هستند و همچنین خدمات کاندید زیادی برای هرکدام از این اجزا می‌توانند مطرح شوند. با افزایش اجزا، تعداد مسیرهای ترکیبی به‌صورت نمایی افزایش می‌یابند. در نتیجه نمی‌توان تمامی مسیرهای ترکیب را در فضای جستجو طی نمود که این مشکل بیشتر زمانی خود را نشان می‌دهد که جریان مرتبط با فرایند ترکیبی بزرگ باشد. به‌علاوه یک مسئله‌ی مهم در رایانش ابری این است که فراهم آوردن خدمات باید توافق‌نامه‌های مرتبط با سطح خدمات (SLA ها) را تضمین نمایند که در رابطه با کاربران می‌توانند مطرح شوند. فراهم آوردن خدمات ابری می‌تواند سود خود را به‌طور حاشیه‌ای از هزینه‌های اجرایی و درآمدهای به‌دست‌آمده از کاربران به دست آورند. در نتیجه فراهم آوردن خدمات ابری به افزایش سود توجه خاصی دارند و QoS را برای کاربران تضمین می‌کنند تا بتوانند شهرت خود را در بازار افزایش دهند. آن‌ها به دنبال راه‌حلی هستند تا بتوانند تخطی‌های صورت گرفته از SLA را به میزان کمینه برسانند. در این تحقیق ما یک روش جدید در رابطه با ترکیب خدمات وب محور در محیط ابری توزیع یافته از لحاظ جغرافیایی ارائه می‌دهیم. مهم‌ترین خدمات ارائه‌شده توسط ما در این تحقیق می‌تواند به‌صورت زیر بیان شوند:



شکل 1: معماری ترکیبی در محیط ابری

- | | |
|--------------------|-----|
| مشتریان | 1. |
| خدمات | 2. |
| خدمات | 3. |
| کارگذاران | 4. |
| سطح نرم افزاری | 5. |
| موتور ترکیب کننده | 6. |
| لایه ی بستری | 7. |
| پایگاه های داده ای | 8. |
| پایگاه های داده ای | 9. |
| پایگاه های داده ای | 10. |
| لایه ی زیر ساختار | 11. |

1. ما یک مدل ترکیبی واقع گرا بر اساس QoS ارائه دادیم که به ما اجازه می دهد تا بتوانیم محیط شبکه ی توزیع یافته را تشخیص دهیم. در مقایسه با تحقیق هایی که در این زمینه وجود دارند، مدل ما نه تنها خدمات QoS را مدنظر قرار می دهد بلکه QoS شبکه را نیز تحت نظر دارد. به علاوه مدلی که ما ارائه دادیم می تواند در بستر سناریوهایی از معیارهای چندگانه ی QoS قرار گیرد. این مدل نسبت به مدل های دیگر در تحقیق دیگری که در این زمینه ارائه شده اند قابل مقیاس بندی بیشتری است، مدل های قبلی بر معیارهای مشخصی از QoS تمرکز داشتند. ما همچنین روشی را برای محاسبه ی QoS مرتبط با خدمات ترکیبی در محیط ابری مطرح ساختیم.

2. برخی از روش‌های مرتبط در این حوزه از نظریه‌ی گراف استفاده می‌کنند تا بتوانند مسائل مرتبط با ترکیب را درزمینه‌ی شبکه حل و فصل نمایند. این عامل به‌نوبه‌ی خود می‌تواند منجر به افزایش نمایی زمان رایانش گردد. به‌منظور کاستن از پیچیدگی موجود، یک الگوریتم جستجو ترکیبی بر اساس الگوریتم ژنتیکی مورد استفاده قرار می‌گیرد تا بتواند تجربه‌ی کاربر را به بیشینه برساند و همچنین تخطی از SLA را کاهش دهد

3. برخلاف الگوریتم‌های ژنتیکی موجود، ما از مفهوم اسکای لاین استفاده می‌کنیم تا جمعیت اولیه‌ی جهت بررسی را ایجاد کنیم که این عامل می‌تواند کیفیت راه‌حل و زمان همپوشانی را اصلاح کند. نتایج شبیه‌سازی نشان می‌دهند که الگوریتمی که ما ارائه دادیم می‌تواند در رابطه با کار آیی، بهینه بودن و مقیاس‌پذیری راه‌حل در رابطه با پارامترهای مختلف عملکرد خوبی داشته باشد.

مابقی تحقیق کنونی به‌صورت زیر ساختار پیدا کرده است: در بخش 2 ما مسئله را شرح می‌دهیم و مدل خود را برای بستر ترکیبی مطرح می‌سازیم. الگوریتم ژنتیکی که ما برای ترکیب خدمات ارائه داده‌ایم در بخش سوم مدنظر قرار می‌گیرد. در بخش 4 نتایج شبیه‌سازی و تحلیل عملکرد را نشان می‌دهیم. در نهایت، بخش 5 جمع‌بندی‌ها و دید کلی از زمینه‌های تحقیقات آتی را مطرح می‌سازد.

2. مدل ترکیب

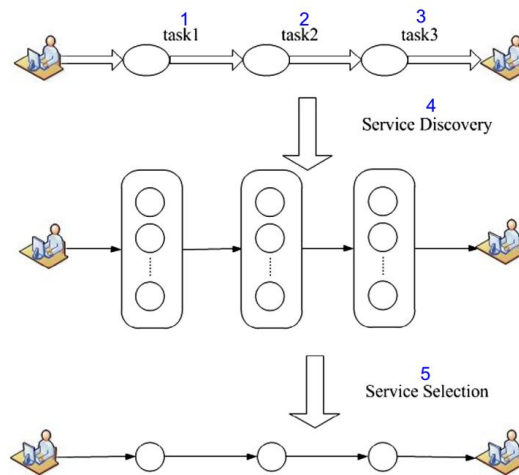
تعاریف زیر در این تحقیق مورد استفاده قرار خواهند گرفت

تعریف 1 (خدمات متمرکز). خدمات متمرکز (هسته‌ای) یک واحد مستقل هستند و می‌توانند وظیفه‌ی خاصی را در سامانه‌ی خدمات رایانشی ارائه دهند. خدمات هسته‌ای به‌واسطه‌ی فراهم آوردن خدمات در اختیار کارگذاران قرار می‌گیرند تا بتوانند بازخوانی شوند.

تعریف 2 (مجموعه‌ی خدماتی) یک مجموعه‌ی خدماتی، طیفی از خدمات هسته‌ای است که عملکرد یکسانی دارند ولی سطوح QoS آن‌ها متفاوت است.

شکل 2 می‌تواند دیدگاه‌های مفهومی از ترکیب خدمات وب محور را ارائه دهد. با توجه به درخواستی مرتبط با ترکیب، یک‌روند ترکیبی طراحی می‌شود که می‌تواند روند کاری اجزای مختلف را بیان کند.

1. کشف خدمات: یک مجموعه‌ی خدماتی برای هر وظیفه در روند ترکیب می‌تواند در رابطه با توضیحات کاربردی خدمات هسته‌ای کشف شود.
2. گزینش خدمات: با توجه به توصیف غیرکاربردی خدمات و شبکه‌ی QoS، روند گزینش خدمات می‌تواند خدمات هسته‌ای را از مجموعه‌های خدماتی انتخاب کند.



شکل 2: دیدگاه مفهومی از ترکیب خدمات وب محور

1. روند کاری 1
2. روند کاری 2
3. روند کاری 3
4. کشف خدمات
5. گزینش خدمات

2.1. توافق‌نامه در سطح خدمات

در SOA، توافق‌نامه در سطح خدمات (SLA) می‌تواند به‌عنوان قرارداد قانونی در بین فراهم‌کننده‌ی خدمات و کاربر مدنظر قرار گیرد. این قرارداد می‌تواند در بستر یک‌روند کاری تعریف شود که از ملزومات پیوسته‌ی QoS محسوب می‌شود مانند ظرفیت کاری کلی، مانایی و هزینه (برای مثال هزینه‌های استفاده از منابع). در این مقاله یک SLA می‌تواند با زمان واکنش و پاسخ پشت سرهم مشخص گردد و همچنین می‌توان قیمت، در دسترس بودن و شهرت خدمات ترکیب‌شده را نیز مدنظر قرارداد.

2.2. خدمات وب بر اساس QoS

QoS می‌تواند خصوصیات غیرکاربردی را بیان کند. QoS مرتبط با خدمات هسته‌ای می‌تواند توسط فراهم‌آوردگان ارائه شوند، بر اساس زمان اجرا محاسبه گردند و توسط کاربران نظرات گردند و یا به‌واسطه‌ی بازخورد کاربران در رابطه با خصوصیات هرکدام از معیارهای QoS جمع‌آوری گردند. در این مقاله، ما بر چهار معیار مشخص QoS تمرکز داریم که در جدول 1 نشان داده‌شده است.

2.3. خدمات وب آگاه از موقعیت

خدمات متعدد هسته‌ای وجود دارند که می‌توانند بر اساس خصوصیات مختلف اجرایی شوند تا بتوانند یک عملکرد یکسان را ارائه دهند. به‌علاوه، یک کاربرد می‌تواند در زمینه‌های وابسته‌ی متعددی ارائه شود، ما آن‌ها را به‌عنوان خدمات هسته‌ای مختلف مدنظر قرار می‌دهیم که در این تحقیق عملکرد یکسانی را ارائه می‌دهند. میزان توزیع خدمات هسته‌ای می‌تواند بر QoS یک سرویس ترکیب‌شده تاثیر داشته باشد. برای مثال، در مقایسه با دو خدمات هسته‌ای اجراشده بر روی یک عامل، اگر دو خدمات هسته‌ای بر دو موقعیت موجود در آسیا و اروپا اجرایی شوند، تأخیر شبکه بین آن‌ها می‌تواند پارامتر مهمی باشد و این حالت زمان به میزان زیاد خود را نشان می‌دهد که این دو موقعیت باهم ارتباط برقرار کنند.

عملکرد شبکه برای عملکرد خدمات ترکیب‌شده‌ی توزیع یافته ضرورت دارد. ما می‌توانیم تأخیر شبکه را در دو دسته بندی مختلف قرار دهیم: تأخیر شبکه در بین خدمات و تأخیر شبکه در بین خدمات و کاربر.

تأخیر شبکه در بین خدمات که با متغیر dt^1 در این مقاله نشان داده می‌شود به‌طور کلی و عمده از موقعیت جغرافیایی آن دسته از پایگاه‌های اطلاعاتی به دست می‌آیند که خدمات بر روی آن‌ها قرار می‌گیرند. تأخیر در بین مراکز داده‌ای قابل‌اندازه‌گیری و تخمین است، زیرا عدد پایگاه‌های داده‌ای برای یک فراهم‌کننده‌ی مشخص خدمات داده‌ای محدود و ثابت است. فراهم‌کننده‌ی ابر می‌تواند تأخیر شبکه را در بین پایگاه‌های داده‌ای ثبت کند تا بتواند کاربرد آن را تسهیل نماید. تأخیر شبکه در بین خدمات و کاربر که در این مقاله به‌صورت dt^2 بیان‌شده است می‌تواند به‌طور کلی توسط محیط شبکه در بین آن‌ها تشخیص داده شود. این تأخیر می‌تواند از بازخورد شبکه و اطلاعات مرتبط با روند اجرای

نظارت حاصل شود. بسیاری از تحقیق‌ها با اندازه‌گیری نقطه‌به‌نقطه QoS مرتبط با شبکه سروکار دارند ولی این موضوع در اینجا زیاد مدنظر نیست.

2.4. خدمات ترکیب‌شده

اغلب اوقات SLA می‌تواند بر اساس سطح QoS از حالت قراردادی استفاده کند. به‌منظور تصمیم‌گیری در این زمینه که آیا خدمات ترکیبی می‌توانند یک SLA را برآورد کنند و یا خیر، باید QoS های پیوسته‌ی آن را به‌واسطه‌ی تجمیع خدمات هسته‌ای QoS و شبکه‌ی QoS بررسی کنیم. QoS مرتبط با خدمات ترکیبی به ساختار مسیر ترکیب‌شده بستگی دارد. شکل 3 نشان‌دهنده‌ی ساختارهای سه‌جزئی است: تناوبی، موازی و شرطی. محاسبه‌ی QoS مربوط به ساختار تناوبی می‌تواند زمینه‌ای برای محاسبه‌ی QoS از دیگر ساختارها ارائه دهد. همانند دیگر تحقیقات صورت گرفته در این زمینه، توابع تجمیعی برای محاسبه‌ی QoS از خدمات ترکیبی در جدول 2 ارائه‌شده‌اند؛ که در این رابطه، T^i بیان‌کننده‌ی زمان واکنش تجمیعی از شاخه‌ی تناوبی اُم است.

2.5. بیان مسئله

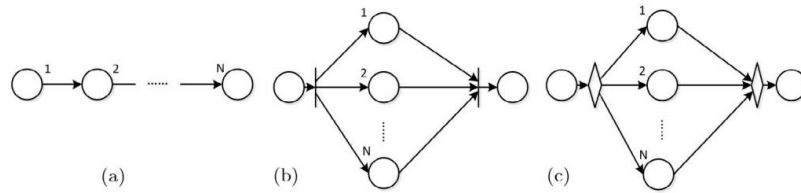
هدف ترکیب خدمات محور در یک محیط ابری توزیع‌شده از لحاظ جغرافیایی یافتن یک مسیر ترکیبی است که در این رابطه عملکرد کلی می‌تواند بهینه باشد و ملزومات QoS می‌توانند مورد تأیید قرار گیرند. در نتیجه، برای یک درخواست ترکیبی، مسئله این است که چگونه باید خدمات مناسبی برای هر روند کاری انتخاب کرد.

1. تجربه‌ی کاربر می‌تواند بهینه شود

2. ملزومات QoS توضیح داده‌شده در SLA می‌توانند برآورد شوند.

جدول 1: معیار مرسوم QoS مرتبط با خدمات هسته‌ای.

معیار QoS	واحد	توضیح
زمان واکنش (st)	ms	زمان اجرا در بین آن بازه‌ای که درخواست دریافت می‌شود و آن بازه‌ای که نتیجه حاصل می‌شود.
در دسترس بودن (sa)	درصد	احتمالی که بر اساس آن خدمات می‌توانند در دسترس باشند.
قیمت (sp)	دلار	پولی که درخواست‌کننده باید برای فراهم‌کننده‌ی خدمات برای استفاده از یک خدمات پردازد



شکل 3: ساختار ترکیبی. (a) تناوبی، (b) موازی، (c) شرطی

جدول 2: توابع تجمیعی برای محاسبه‌ی QoS

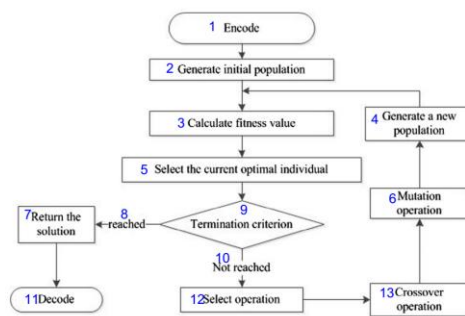
شهرت	در دسترس بودن	قیمت	زمان واکنش	
$r = \text{Avg}_{i=1,2,\dots,N} Sr^i$	$a = \prod_{i=1}^N sa^i$	$p = \sum_{i=1}^N sp^i$	$t = \sum_{i=1}^N st^i + \sum_{i=1}^{N-1} dt_1^i + \sum_{i=1}^2 dt_2^i$	تناوبی
$r = \text{Avg}_{i=1,2,\dots,N} Sr^i$	$a = \prod_{i=1}^N sa^i$	$p = \sum_{i=1}^N sp^i$	$t = \max_{i=1,2,\dots,N} T^i$	موازی
$r = \text{Avg}_{i=1,2,\dots,N} Sr^i$	$a = \text{Avg}_{i=1,2,\dots,N} sa^i$	$p = \text{Avg}_{i=1,2,\dots,N} sp^i$	$t = \text{Avg}_{i=1,2,\dots,N} T^i$	شرطی

3. الگوریتم ترکیب خدمات

3.1. طراحی الگوریتم

روندی که ما ارائه دادیم بر اساس یک الگوریتم ژنتیک مطرح می‌شود. بسیاری از روش‌های جستجو شناخته‌شده وجود دارند مانند Genetic algorithm و Simulated Annealing، Tabu Search و این عوامل برای حل بسیاری از مسائل مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرند و همچنین این موضوع به اثبات رسیده است که آن‌ها با عوامل متناظر متناسب‌سازی شده‌ی خود تاثیر بیشتری دارند. هرکدام از این روش‌ها دارای خصوصیات مشخص خود هستند که می‌توانند برای محیط‌های مختلف مورد استفاده قرار گیرند. در رابطه با روندی که ما ارائه دادیم، ما به این خاطر از الگوریتم ژنتیکی استفاده کردیم چون الگوریتم ژنتیکی می‌تواند برای مدل ترکیبی ما مناسب باشد. در نهایت، الگوریتم ژنتیکی می‌تواند جمعیت محور باشد، در حالی که Tabu search و Simulated Annealing تک عضو محور هستند. روش‌های جمعیت محور در مقایسه با روش‌های تک عضو محور برای روند کاری ما مناسب‌تر هستند. با در نظر گرفتن ملزومات QoS بیان‌شده در SLA، ما می‌توانیم اصلاحاتی بر روی ایجاد یک جمعیت اولیه کنیم که

این فرایندها می‌توانند تناسب ژن محتمل و عالی را در جمعیت ما افزایش دهند. روش مورد اشاره می‌تواند میزان راه‌حل اجرایی محتمل را تا حد عالی افزایش دهد. در گام دوم، بهینه‌سازی پارامترها برای الگوریتم ژنتیکی ساده‌تر از دیگر الگوریتم‌ها تحت مدل مورد اشاره هستند. با توجه به پیچیدگی و تنوع محیط ابری، روش جستجو برای ترکیب خدمات باید جهت طرح‌بندی ساده باشد. بهینه‌سازی پارامترهای مورد نیاز برای دیگر روش‌ها اغلب اوقات پیچیده هستند. برای مثال، عملکرد Simulated Annealing به میزان زیاد به دمای اولیه، میزان خن سازی و احتمال انتقال و غیره بستگی دارد.



شکل 4: فلوچارت مرتبط با الگوریتم

1. کدگذاری
2. ایجاد جمعیت اولیه
3. محاسبه‌ی مقدار برازش
4. ایجاد یک جمعیت جدید
5. انتخاب اعضای بهینه‌ی فعلی
6. روش تکثیر
7. بازگشت راه‌حل حاصل‌شده
8. معیار پایان دهنده
9. دست نیافته شده
10. کد خوانی
11. روند گزینش
12. روند متقاطع
- 13.

شکل 4 نشان دهنده‌ی فلوچارت الگوریتمی است که مدنظر ما هست. با توجه به حالت کدگذاری، الگوریتم در گام اول می‌تواند جمعیت اولیه را ایجاد کند. در گام بعدی قصد دارد تا راحل تقریباً بهینه را ایجاد کند. در هر روند تکراری، مقادیرهای برازش مرتبط با افراد می‌توانند هر راه‌حل را مورد بررسی قرار دهند و جمعیتی جدید نیز می‌تواند به واسطه‌ی گزینش، حالت متقاطع و تکثیر ایجاد شود. روندی که در بالا اشاره شد می‌تواند تا زمانی ادامه یابد که معیار همپوشانی برآورد شود. در بخش‌های بعدی، هر قسمت از الگوریتم می‌تواند با جزئیات فراوان توضیح داده شود.

3.2. تابع برازش

برای هر عامل انفرادی، ما تجربه‌ی کاربر را محاسبه کرده و به آن یک مقدار برازش بر اساس SLA ارائه می‌دهیم. ما می‌توانیم بین دو معیار QoS تمایز ایجاد کنیم: معیار مثبت و معیار منفی. افزایش در این مقادیر برای معیار مثبت می‌تواند نتیجه‌ی خوبی را برای کاربران در پی داشته باشد مانند در دسترس بودن و شهرت داشتن. کاهش در این مقادیر برای معیارهای منفی برای کاربران می‌تواند مناسب باشد مانند زمان و قیمت. تابع برازش باید بتواند توسعه‌ی معیار مثبت و کاهش معیار منفی را در پی داشته باشد. به علاوه، تابع برازش باید بتواند تمایل کاربران را نشان دهد. کاربران به معیارهای مختلف QoS گرایش دارند. برای مثال، برخی از کاربران به آن دسته از خدمات گرایش دارند که در آن‌ها به زمان پاسخگویی کم بیشترین دسترسی را داشته باشند. در روندی که ما ارائه دادیم، مقادیر بیان شده می‌توانند در اختیار معیار QoS قرار گیرند تا بتوانند تمایلات کاربران را بیان کنند. این مقادیر می‌توانند توسط کاربران مشخص شوند و همچنین در SLA بیان می‌گردند.

به منظور محاسبه‌ی میزان برازش، معیار QoS باید در گام اول عادی‌سازی شود تا بتوان به یک اندازه‌گیری یکسان از معیار مستقل در بطن واحدها رسید. فرمول‌های عادی‌سازی معیارهای منفی و مثبت به ترتیب به شرح زیر می‌باشند:

$$\zeta_i^-(CS) = \frac{Sq_i^- - q_i^-(CS)}{Sq_i^-} \quad (1)$$

$$\zeta_i^+(CS) = \frac{q_i^+(CS) - Sq_i^+}{Sq_i^+} \quad (2)$$

در این روابط ζ_i^+ و ζ_i^- نشان دهنده‌ی مقادیر عادی شده از معیار i ام QoS از خدمات ترکیب شده‌ی CS هستند. q_i بیان کننده‌ی معیار i ام QoS از CS و Sq_i از کران‌های i ام QoS است که در SLA تعریف می‌شود.

به طور کلی به منظور اجتناب از روی دادن تخطی در SLA، بهتر است که مقادیر معیارهای های مثبت را بیشینه کنیم و همچنین مقادیر مرتبط با معیارهای منفی را به حد کمینه برسانیم. به علاوه، تمایل کاربران در راستای معیارهای مختلف در روند محاسبه‌ی برازش مورد توجه قرار گیرد. ما از پارامتر $(\sum_{i=1}^0 \alpha_i = 1)$ استفاده می‌کنیم تا تمایل و گرایش کاربر را منعکس کنیم. هرچقدر مقدار α_i بیشتر باشد، سطح اولویت معیار متناظر نیز بیشتر خواهد بود. بر اساس توضیحی که پیش‌تر داده شد، تابع برازش به صورت زیر نشان داده می‌شود:

$$f(CS) = \sum_{i=1}^0 \alpha_i \times \zeta_i(CS) \quad (3)$$

در این رابطه عدد مرتبط با معیار QoS برابر است با 0. در روند ارزیابی، تابع برازش می‌تواند معیار مثبت را به بیشینه برساند و معیار منفی را به کمینه. به علاوه این عامل می‌تواند در این زمینه مفید واقع شود که آن دسته از عوامل فردی را حذف کند که از SLA پیروی نمی‌کنند. هدف الگوریتم ما یافتن خدمات ترکیب‌شده با بیشترین مقادیر برازش هستند.

3.3. کدگذاری

در الگوریتم‌های ژنتیکی، ژنوم‌ها بیان‌کننده‌ی انتخاب‌های محتمل در رابطه با یک مسئله هستند. راه‌حل‌های محتمل می‌توانند به واسطه‌ی ژنوم‌ها کدگذاری شوند. در روند که ما ارائه کردیم، ما می‌توانیم خدمات ترکیب‌شده را به صورت ژنوم‌ها کدگذاری کنیم. هرکدام از ژن‌ها در ژنوم می‌تواند خدمات هسته‌ای را برای هر روند کاری کدگذاری کند. برای مثال در شکل 5، ژنومی که نشان داده شده است می‌تواند متناظر با خدمات ترکیب‌شده باید که دربرگیرنده‌ی 4 روند کاری است. هر ژن بیان‌کننده‌ی خدمات هسته‌ای انتخاب‌شده است که از هر مجموعه خدمات انتخاب می‌شوند. برای مثال، خدمات هسته‌ای S1i برای انجام عملکرد شماره‌ی 1 انتخاب شد. در این مثال، جریان کاری دربرگیرنده‌ی 4 روند کاری بود، در نتیجه ژنوم دربرگیرنده‌ی 4 ژنوم بود.

3.4. جمعیت اولیه

به‌طور کلی، جمعیت اولیه‌ی الگوریتم ژنتیک به‌صورت تصادفی ایجاد می‌شود. به‌منظور اصلاح راه‌حل کیفی و سرعت همگرایی، ما می‌توانیم یک‌پنجم از جمعیت اولیه را بر اساس مفهوم اسکای لاین و چهارپنجم از جمعیت اولیه به‌صورت تصادفی ارائه کنیم.

تعریف 3 (استیلا). برای دو خدمات هسته‌ای s_1 و s_2 در مجموعه‌ی خدمات، s_1 می‌تواند بر s_2 استیلا پیدا کند، این عامل زمانی روی می‌دهد که شرایط زیر برآورد شوند.

S_{1i}	S_{2j}	S_{3m}	S_{4n}
----------	----------	----------	----------

شکل 5: نمونه‌ای از ژنوم

$$\{\forall (q_{i,1}^-, q_{i,2}^-) | q_{i,1}^- \leq q_{i,2}^-\} \wedge \{\forall (q_{i,1}^+, q_{i,2}^+) | q_{i,1}^+ \geq q_{i,2}^+\} \quad (4)$$

$$\{\exists (q_{i,1}^-, q_{i,2}^-) | q_{i,1}^- < q_{i,2}^-\} \vee \{\exists (q_{i,1}^+, q_{i,2}^+) | q_{i,1}^+ > q_{i,2}^+\} \quad (5)$$

در این رابطه $q_{i,j}^-$ i آمین معیار منفی QoS از خدمات هسته‌ای s_j است و $q_{i,j}^+$ i آمین معیار مثبت QoS از خدمات هسته‌ای s_j است.

شکل 6 بیان‌کننده‌ی مثالی از تعریف 3 است. به بیان ساده، ما تنها از دو معیار QoS خدمات هسته‌ای در این مثال استفاده می‌کنیم. دو عامل در دسترس بودن و شهرت به‌عنوان دو معیار مثبت مدنظر قرار می‌گیرند. با توجه به این تعریف، خدمات هسته‌ای d می‌تواند بر خدمات هسته‌ای b استیلا پیدا کند. خدمات هسته‌ای f نمی‌توانند توسط دیگر خدمات هسته‌ای قرار گیرند. به‌بیان دیگر f حالت غیر استیلائی است.

تعریف 4 (مجموعه‌ی اسکای لاین). مجموعه‌ی اسکای لاین زیرمجموعه‌ای از مجموعه‌ی خدمات است. مجموعه‌ی اسکای لاین دربرگیرنده‌ی خدمات هسته‌ای در یک مجموعه است که دارای استیلا نیستند.

برای مثال مجموعه‌ی اسکای لاین در شکل 6 عبارت‌اند از $\{f, e, c\}$.

عامل اجرایی اسکای لاین می‌تواند درک بهتری از مقایسه‌های بین معیار QoS ارائه دهند. باید این روندهای اجرایی را در فرایند تصمیم‌گیری چند معیاری مدنظر قرارداد. در الگوریتمی که ما ارائه دادیم، یک‌پنجم از جمعیت اولیه

می‌توانند بر اساس عامل اجرایی اسکای لاین اجرایی شوند. خدمات هسته‌ای از هر مجموعه‌ی اسکای لاین می‌توانند به‌عنوان یک ژن کدگذاری شوند. این ژن‌های انتخاب‌شده می‌توانند به‌عنوان ژنوم کدگذاری شوند تا ترکیب خدماتی را ارائه دهند.

3.5. اپراتور گزینشی

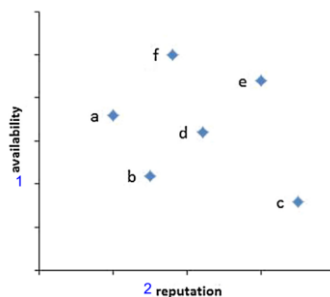
استراتژی گزینش چرخ رولتی برای انتخاب افراد برای مشارکت در روند توسعه‌ای و مقطعی مورد استفاده قرار می‌گیرند. احتمال اینکه افراد با مقدار برازش f_k می‌تواند از جمعیتی انتخاب شوند که در زیر به آن اشاره شده است.

$$p_k = \frac{f_k}{\sum_{j=1}^N f_j} \quad (6)$$

در این رابطه N تعداد افراد در جمعیت کنونی است. F_k مقدار برازش فرد k ام است. روند گزینش چرخ رولت تضمین می‌کند که افراد بهتر دارای شانس بیشتری برای انتخاب شدن دارند و همچنین ژن‌های بهتر احتمال بیشتری دارند که به گروه‌های بعدی منتقل شوند.

3.6. اپراتور مقطعی

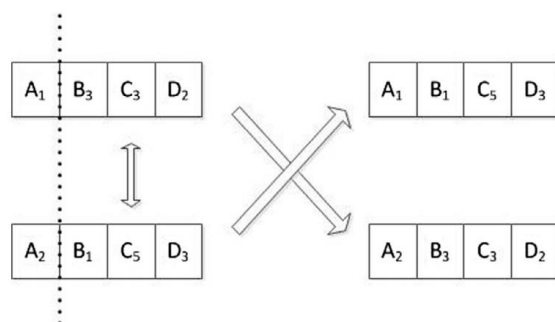
در طراحی اپراتور مقطعی، برخی از ژنوم‌های ترکیبی می‌توانند به‌طور تصادفی انتخاب شوند و عوامل منتج شده از ژنوم را مدنظر قرار دهند. برای هر ژنوم والدین، ژن می‌تواند به دو حالت مقطعی تقسیم شود. در گام بعدی عوامل متناظر می‌توانند تغییر پیدا کنند. یک اپراتور مقطعی مرسوم در شکل 7 نشان داده شده است.



شکل 6: نمونه‌ای از استیلا

1. در دسترس بودن

2. شهرت



شکل 7: مثالی از اپراتور متقاطع

3.7. اپراتور جهش

به منظور اجتناب از بهینه‌سازی محلی، اپراتور جهشی می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد تا عوامل منتج شده را به صورت تصادفی تغییر کنند. اپراتور جهشی برای یک ژنوم به صورت تصادفی ژن را انتخاب می‌کنند و همچنین به طور تصادفی می‌توانند این ژن را با خدمات هسته‌ای در مجموعه خدمات جایگزین کنند.

4. شبیه‌سازی و ارزیابی

در این بخش، ما شبیه‌سازی‌هایی از مدل و الگوریتم‌های خود ارائه می‌دهیم: (1) ارزیابی مدل، در رابطه با راه‌حل‌های مقادیر برازشی ایجاد شده تحت مدل‌های مختلف، (2) میزان محتمل بودن، در رابطه با این موضوع که آیا یک راه‌حل می‌تواند محدودیت‌های مرتبط با QoS تعریف شده در SLA را برآورد می‌کند و یا خیر، (3) بهینه بودن، در رابطه با مقادیر مرتبط با راه‌حل برازش و (4) مقیاس‌پذیری، در رابطه با زمان محاسبه مورد نیاز برای یافتن یک راه‌حل.

4.1. اجرای یک روند شبیه‌سازی

تمام نتایج شبیه‌سازی به واسطه‌ی برنامه‌ی Sun Java SE 7 VM اندازه‌گیری شدند که بر روی یک رایانه دارای ویندوز 7 با یک CPU دارای 4.1AMD گیگاهرتزی و حافظه‌ی 8 گیگابایت اجرایی شدند.

به منظور روند شبیه‌سازی، چهار معیار QoS که در بالا مورد اشاره قرار گرفتند، توانستند در بین کاربران مختلف گرایش یکسانی را به خود جلب کنند. QoS مرتبط با خدمات هسته‌ای به صورت تصادفی ایجاد شدند. مقادیر تصادفی از زمان واکنش در هر مجموعه‌ی خدمات می‌توانند دربرگیرنده‌ی توزیع گاوسی باشند و مقدار میانگین را درون محدوده‌ی

مشخص قرار منی دهند. محدوده‌های مرتبط با عامل در دسترس بودن، قیمت و شهرت به ترتیب به این صورت بیان شدند (1،0.4)، (2،15)، (0.95،1).

ما بر این فرض هستیم که ارائه‌کننده‌ی ابری می‌تواند دربرگیرنده‌ی هشت مرکز داده‌ای توزیع‌شده از لحاظ جغرافیایی باشد. مانایی و تأخیر در بین دو مرکز داده‌ای می‌توانند در بین ms20 و ms500 قرار گیرند که بر اساس فاصله آن‌ها این مقدار رخ می‌دهند، در نتیجه محدوده‌ی مناسبی از مقادیر واقع‌گرایانه می‌توانند بازیابی شوند. به بیان ساده، در این حالت تنها یک موقعیت کاربر محور وجود دارند. تأخیر شبکه بین خدمات هسته‌ای و کاربران می‌توانند در بین ms20 و 500ms اجرایی می‌شوند که این موضوع به فاصله‌ی آن‌ها بستگی دارد.

ما در گام بعدی می‌توانیم چندین برآیند QoS را از چهار مقدار تصادفی در رابطه با تعداد مجموعه‌های خدمات به دست آوریم. هر برآیند QoS می‌تواند به یک درخواست ترکیب بر اساس SLA مرتبط باشد. مقادیر برآیند QoS می‌تواند بیان‌کننده‌ی محدودیت‌های زمان پاسخ، قیمت، در دسترس بودن و شهرت در SLA باشد. در واقع، محدوده‌های QoS تعریف‌شده در SLA می‌توانند به‌واسطه‌ی تعامل بین کاربران و ارائه‌دهندگان خدمات ارائه شوند. در شبیه‌سازی که ما انجام دادیم، به‌منظور ارزیابی روند موردنظر به‌صورت منطقی و کارآمد، ما برآیندهای QoS را در رابطه با تعداد مجموعه‌های خدماتی و محدوده‌های مرتبط با معیار QoS ایجاد کردیم. این مقادیر به‌صورت زیر محاسبه شدند:

$$Stime = 760m + 260(m + 1) \quad (7)$$

$$Sprice = 8m \quad (8)$$

$$Savail = 0.98^m \quad (9)$$

$$Sreput = 0.72 \quad (10)$$

در این رابطه m بیان‌کننده‌ی تعداد مجموعه‌های خدماتی است.

4.2. روش ارزیابی

به‌منظور انجام شبیه‌سازی که ما مدنظر داریم، روندهای زیر مورد استفاده قرار گرفتند.

1. جستجوی دقیق: این عامل می‌تواند در بین تمامی راه‌حل‌های محتمل و موجود به حرکت درآید و همچنین

می‌تواند خدمات ترکیبی بهینه را پیدا کند که دربرگیرنده‌ی بیشترین مقادیر برآزشی است.

2. گزینش تصادفی: این روند می‌تواند خدمات هسته‌ای را برای هر کدام از مجموعه‌های خدمات را به صورت تصادفی بیان کند.

3. GA_N_NET: یک الگوریتم نرمال ژنتیکی است که با مدل ترکیبی توضیح داده شده در بخش 2 تعریف می‌گردد.

4. GA_S: الگوریتم توضیح داده شده ژنتیکی اسکای لاین محور ما با مدل ترکیبی است که محیط شبکه را نفی می‌کند.

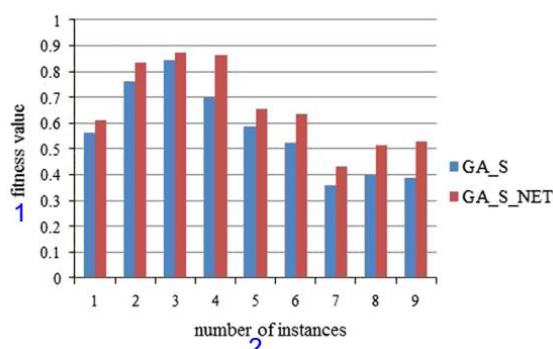
5. GA_S_NET: الگوریتم ژنتیکی اسکای لاین محور مورد اشاره‌ی ما است که دربرگیرنده‌ی مدل ترکیبی ارائه شده در بخش دوم مطرح می‌گردد. برخلاف، GA_S، مدل ترکیبی GA_S_NET می‌تواند تأخیر شبکه را مدنظر قرار دهد. اندازه‌های جمعیتی برای تمامی الگوریتم‌های ژنتیکی در حدود 100 است. معیار همگرایی برای تمامی الگوریتم‌های ژنتیکی در بهترین مقادیر برازش نمی‌توانستند 30 تکرار اصلاح شوند.

4.3. ارزیابی مدل

ما می‌توانیم 9 حالت ترکیبی ارائه دهیم که در جدول 3 به آن‌ها اشاره شده است. تعداد مجموعه‌های خدمات، خدمات هسته‌ای در هر مجموعه‌ی دارای m و n مورد اشاره قرار گرفتند. ما مقدار برازش، زمان پاسخگویی، قیمت، در دسترس بودن و شهرت را با اجرای GA_S و GA_S_NET اندازه‌گیری کردیم.

جدول 3: حالاتی برای ارزیابی مدل

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
m	10	10	10	20	20	20	30	30	30
n	160	320	480	160	320	480	160	320	480



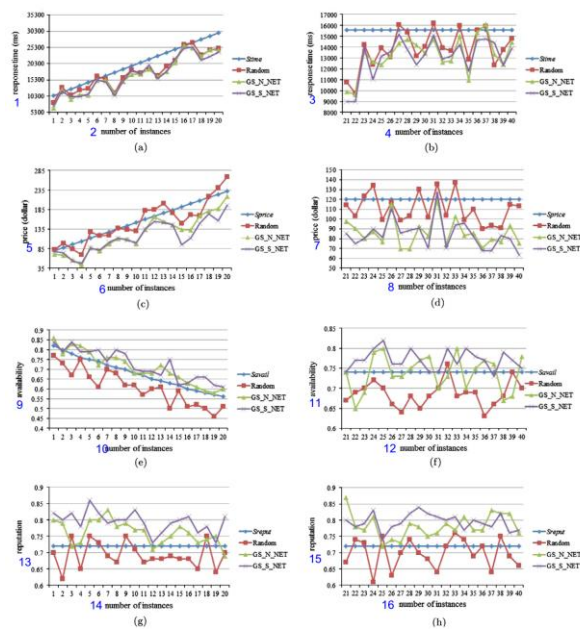
شکل 8: مقادیر برازش تولید شده تحت مدل‌های مختلف

1. مقادیر برازش

2. تعداد حالات

جدول 4: نتایج ارزیابی مدل

ردیف	شهرتدر دسترس بودن	قیمت	زمان واکنش	روند ردیف	
1	0.73	0.79	47.82	9416.54	GA_S
					GA_S_N
	0.76	0.82	41.5	8820.17	ET
2	0.83	0.88	36.03	11085.68	GA_S
					GA_S_N
	0.84	0.84	32	9534.22	ET
3	0.82	0.77	55.38	7111.08	GA_S
					GA_S_N
	0.82	0.78	43.99	5533.69	ET
4	0.75	0.68	119.78	14773.65	GA_S
					GA_S_N
	0.85	0.72	102.38	13567.53	ET
5	0.76	0.73	114.24	18036.58	GA_S
					GA_S_N
	0.78	0.75	109.41	17142.77	ET
6	0.72	0.68	96.62	18744.49	GA_S
					GA_S_N
	0.8	0.67	92.54	17871.48	ET
7	0.74	0.6	194.93	27506.59	GA_S
					GA_S_N
	0.76	0.62	210.27	26122.96	ET
8	0.69	0.58	178.94	29503.66	GA_S
					GA_S_N
	0.82	0.57	158.69	28421.91	ET
9	0.74	0.57	176.01	28200.15	GA_S
					GA_S_N
	0.79	0.57	169.64	24787.31	ET



شکل 9: نتایج شبیه‌سازی در رابطه با میزان امکان‌سنجی

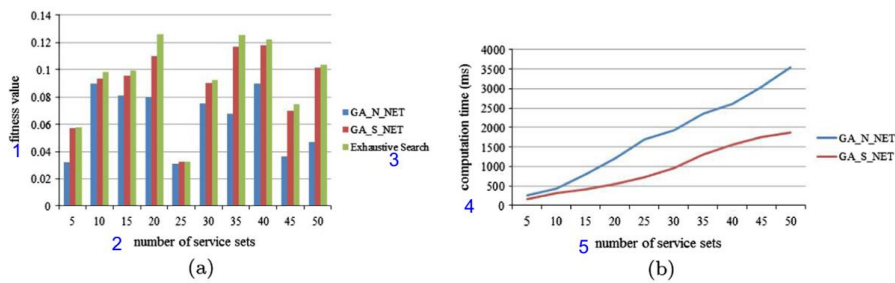
1. زمان پاسخگویی (ms)
2. تعداد حالات
3. زمان پاسخگویی (ms)
4. تعداد حالات
5. قیمت (دلار)
6. تعداد حالات
7. قیمت (دلار)
8. تعداد حالات
9. در دسترس بودن
10. تعداد حالات
11. در دسترس بودن
12. تعداد حالات
13. شهرت
14. تعداد حالات
15. شهرت
16. تعداد حالات

جدول 5: نتایج آماری در رابطه با ارزیابی امکان‌سنجی

GA_S_NET	GA_N_NET	گزینش تصادفی	
----------	----------	--------------	--

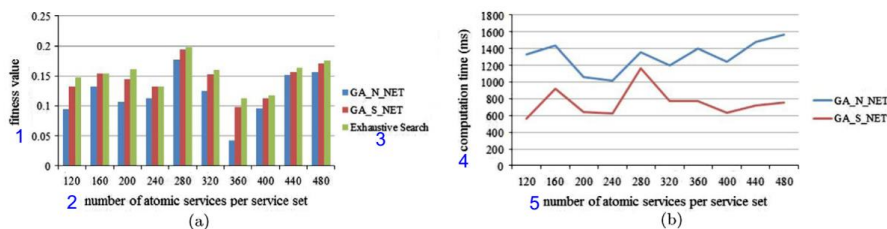
38	26	1	تعداد راه‌حل‌های ممکن
٪95	٪65	٪2.5	میزان امکان‌سنجی

شکل 8 بیان‌کننده‌ی نتایج مرتبط با مقادیر برازش است. ما به این مشاهده رسیدیم که GA_S_NET می‌تواند خدمات ترکیبی با مقادیر برازشی را در مقایسه با GA_S به دست آورد. این عامل بدان جهت روی می‌دهد که روند قبلی تأیر شبکه را در روند توسعه‌ی جامعه در نظر می‌گیرد. در جدول 4، ما می‌توانیم ملاحظه کنیم که QoS مرتبط با خدمات ترکیبی تولیدشده از طریق GA_S_NET می‌تواند بهتر از حالت GA_S در یک زمینه‌ی کلی ایجاد شود. یک دستاورد مهم از تجربه‌ی کاربر می‌تواند زمانی حاصل شود که محیط شبکه به‌صورت یک مدل ترکیبی در نظر گرفته شود و این حالت بیان‌کننده‌ی آن است که مدل ما کاربرد بیشتری دارد.



شکل 10: بهینه بودن و قابل مقیاس بندی شده در مقابل تعداد مجموعه‌های خدمات

1. مقدار برازشی
2. تعداد مجموعه‌های خدماتی
3. جستجوی دقیق
4. زمان رایانش (میلی ثانیه)
5. تعداد مجموعه‌های خدماتی



شکل 11: بهینه بودن و قابلیت مقیاس بندی در مقابل تعداد خدمات هسته‌ای موجود در هر مجموعه

1. مقدار برآزش
2. تعداد خدمات هسته‌ای در هر مجموعه‌ی خدمات
3. جستجوی دقیق
4. زمان رایانش (میلی ثانیه)
5. تعداد خدمات هسته‌ای در هر مجموعه‌ی خدماتی

4.4. میزان قابل اجرا

یک مجموعه‌ی خدمات ترکیبی شده زمانی می‌تواند قابل اجرا و محتمل باشد که اگر QoS مرتبط با آن بتواند محدوده‌های QoS را در SLA برآورد کند. روایی یک‌روند می‌تواند از طریق مقدار قابل اجرا مورد توجه قرار گیرد. در این روند شبیه‌سازی ما میزان قابل اجرای هر روند را مورد بررسی قرار دادیم. به این منظور ما 40 سناریو را طراحی کردیم. در 20 سناریو اول، تعداد خدمات هسته‌ای در هر مجموعه‌ی خدماتی دارای عدد ثابت 320 بودند و تعداد مجموعه‌های خدماتی در بین 10 تا 29 متغیر بودند. در 20 سناریو آخر، تعداد خدمات هسته‌ای در هر مجموعه‌ی خدماتی از 40 تا 800 رسید و مجموعه‌های خدماتی عدد ثابت 15 را دریافت کردند. ما میزان قابل اجرا را به واسطه‌ی اجرای سه روش مختلف عملیاتی کردیم: گزینش تصادفی، GA_N_NET و GA_S_NET. شکل 9 نشان‌دهنده‌ی مقادیر QoS و کران‌های SLA است. جدول 5 نشان‌دهنده‌ی نتایج آماری سه روند مرتبط با میزان قابل اجرا است که 40 حالت حاصل شده است.

می‌توان دید که میزان قابل اجرا در رابطه با گزینش تصادفی بسیار کم هست. خدمات ترکیب‌شده‌ی ایجادشده به واسطه‌ی گزینش تصادفی به‌سختی می‌توانند شرایط مرتبط با SLA را محقق نمایند، این عامل به‌نوبه‌ی خود بیان‌کننده‌ی ضرورت یافتن الگوریتم ترکیبی قابل اجرا است. در شکل 9 می‌توانیم ببینیم که تمامی QoS های مرتبط با خدمات ترکیبی تولیدشده با GA_S_NET می‌توانند کران‌های SLA به‌جز زمان پاسخ و قیمت مرتبط با دومین راه‌حل را برآورد کنند. برخلاف GA_S_NET، GA_N_NET می‌تواند راه‌حل‌های متعددی را تولید کند که

محدودیت‌های مرتبط با SLA را نقض کنند. مهم‌ترین دلیل منجر به این نتایج این است که روش اسکای لاین مورد استفاده قرار می‌گیرد تا بتواند جمعیت اولیه را در GA_S_NET ایجاد کند. احتمال تخطی از SLA برای جمعیت اولیه‌ی تولیدشده توسط GA_S_NET کمتر از آن حالت برای جمعیت اولیه است که توسط GA_N_NET تولید می‌شود. با توجه به نتایج آماری که در جدول 5 نشان داده شده است، میزان قابل اجرا الگوریتم ما بسیار بیشتر از الگوریتم ژنتیکی است که این موضوع حاکی از آن است که روش ترکیبی مورد اشاره‌ی ما در محیط ابری توزیع یافته از لحاظ جغرافیایی می‌تواند به میزان بیشتری قابل اجرا باشد.

4.5. بهینه بودن و مقیاس پذیری

به منظور ارزیابی بهینه بودن و مقیاس‌پذیری الگوریتمی که ارائه دادیم، ما مقادیر برآزش و زمان رایانش روندهای مختلف را در مقابل اندازه‌ی مشابه مورد نظر مورد بررسی قرار می‌دهیم.

شکل 10(a) بیان‌کننده‌ی مقدار برآزش در مقابل تعداد افزاینده‌ی خدمات است. ما عدد ثابت 320 را به خدمات هسته‌ای در هر مجموعه‌ی خدماتی مطرح ساختیم. عدد مجموعه‌های خدماتی از 5 تا 50 متغیر بودند. شکل 10(b) نشان‌دهنده‌ی نتیجه‌ی ارزیابی مقیاس‌پذیری بود. ما زمان رایانش را تحت فرایند تنظیمی یکسان برای بهینه بودن راه‌حل در نظر گرفتیم.

نتایج بیان‌کننده‌ی آن بودند که GA_S_NET عملکرد بهتری نسبت به GA_N_NET دارد. مقادیر برآزش مرتبط با راه‌حل‌های ایجادشده توسط GA_S_NET می‌توانند مرتبط با راه‌حل‌هایی باشند که توسط فرایند جستجوی دقیق به دست آمدند. هرچقدر عدد مرتبط با مجموعه‌های خدماتی افزایش یابد، تمامی سه روش زمان رایانشی بیشتری را صرف خواهند کرد. همان‌طور که انتظار می‌رود، زمان رایانش جستجوی دقیق بسیار زیاد است و نمی‌شود آن را در تصاویر نشان داد. در نتیجه جستجوی دقیق در کاربردهای واقعی عملی نیست. در مقایسه با GA_N_NET، GA_S_NET می‌تواند پوشش سریع‌تری را ارائه دهد. به علاوه زمان رایانش GA_S_NET به‌طور آهسته‌تر نسبت به زمان رایانش GA_N_NET افزایش می‌یابد. GA_S_NET می‌تواند راه‌حل بهینه‌ای را در بازه‌ی زمانی کوتاه‌مدت به دست آورد.

در شبیه‌سازی نشان داده شد در شکل 11، ما عملکرد روندها را در رابطه با تعداد خدمات هسته‌ای در مجموعه‌ی خدماتی موردبررسی قراردادیم. شکل 11(a) بیان‌کننده‌ی مقدار برآزش در مقابل تعداد در حال افزایش خدمات هسته‌ای است که در مجموعه‌ی خدماتی قرار می‌گیرد. ما عدد ثابت 20 را در رابطه با مجموعه‌ی خدماتی مدنظر قرار می‌دهیم. تعداد خدمات هسته‌ای در هر مجموعه‌ی خدمات در بین 120 تا 480 قرار می‌گیرد. شکل 11(a) بیان می‌کند که GA_S_NET نسبت به GA_N_NET در رابطه با مقدار برآزش عملکرد بهتری دارد. این عامل همواره می‌تواند راه‌حل‌های بهینه‌ای ارائه دهد. در طرفی دیگر، GA_S_NET نیازمند زمان رایانش کمتری نسبت به GA_N_NET است درحالی‌که گرایش مشابهی در رابطه با زمان رایانش با GA_N_NET است که در شکل 11(b) نشان داده‌شده است. دلیل این نتایج این است که GA_S_NET از روش اسکای لاین استفاده می‌کند و به‌واسطه‌ی این عامل، جمعیت اولیه‌ی ایجادشده می‌تواند به‌طور متوسط عملکرد بهتری را ارائه دهد و این روند می‌تواند کیفیت راه‌حل و زمان همپوشانی را اصلاح کند. در نتیجه، روندی که ما ارائه دادیم کارآمدتر و مقیاس‌پذیرتر است.

5. نتیجه‌گیری و تحقیقات آتی

در این مقاله، ما به مسئله‌ی ترکیب خدمات محور در محیط ابری توزیع‌شده در حالت جغرافیایی با محدودیت‌های SLA اشاره داشتیم. به‌منظور بررسی حالتی که در آن پایگاه‌های داده‌ای ابری به‌صورت جغرافیایی ساماندهی شده بودند، ما یک مدل ترکیب‌شده بر اساس QoS مطرح ساختیم که محیط شبکه را مدنظر قرار می‌داد. ما همچنین یک الگوریتم ژنتیکی اسکای لاین ارائه دادیم تا بتوانیم مسئله‌ی مرتبط با فرایند ترکیبی را حل‌وفصل نماییم و در عین زمان بتوانیم تخطی‌های صورت گرفته از SLA را به کمینه برسانیم. الگوریتمی که ما ارائه دادیم نسبت به الگوریتم ژنتیکی در رابطه با بهینه بودن و زمان رایانش عملکرد بهتری دارد. نتایج شبیه‌سازی بیان‌کننده‌ی آن هستند که مدل ما کاربردی‌تر است و الگوریتمی که ما ارائه دادیم می‌تواند با هزینه‌های کم در رابطه با زمان رایانش به نتایج بهینه‌تری برسد. در روند فعلی، انتظارات مرتبط با خدمات و ناسازگاری در طول اجرای خدمات ترکیبی مدنظر قرار نگرفته‌اند. در تحقیق آتی، ما قصد داریم تا یک استراتژی اجرایی بازبایی محور ارائه دهیم. این کار باعث خواهد شد تا روند اجرایی ما عملی‌تر و تاثیر گذار تر گردد.

References

- [1] Armbrust Michael, Fox Armando, Griffith Rean, Joseph Anthony D, Katz Randy, Konwinski Andy, et al. A view of cloud computing. *Commun ACM* 2010;53(4):50–8.
- [2] Bichier M, Lin K-J. Service-oriented computing. *Computer* 2006;39(3):99–101.
- [3] Hatzi Ourania, Vrakas Dimitris, Nikolaidou Mara, Bassiliades Nick, Anagnostopoulos Dimosthenis, Vlahavas L. An integrated approach to automated semantic web service composition through planning. *IEEE Trans Serv Comput* 2012;5(3):319–32.
- [4] Zheng Zibin, Ma Hao, Lyu Michael R, King Irwin. Qos-aware web service recommendation by collaborative filtering. *IEEE Trans Serv Comput* 2011;4(2):140–52.
- [5] Qi Lianyong, Tang Ying, Dou Wanchun, Chen Jinjun. Combining local optimization and enumeration for qos-aware web service composition. In: *Proceedings of the 2010 IEEE International Conference on Web Services*. IEEE; 2010. p. 34–41.
- [6] Ardagna Danilo, Pernici Barbara. Adaptive service composition in flexible processes. *IEEE Trans Software Eng* 2007;33(6):369–84.
- [7] Alrifai Mohammad, Risse Thomas, Dolog Peter, Nejd Wolfgang. A scalable approach for qos-based web service selection. In: *Proceedings of the 2008 Service-Oriented Computing Workshops*. Springer; 2009. p. 190–9.
- [8] Alrifai Mohammad, Risse Thomas. Combining global optimization with local selection for efficient qos-aware service composition. In: *Proceedings of the 18th International Conference on World Wide Web*. ACM; 2009. p. 881–90.
- [9] Alrifai Mohammad, Skoutas Dimitrios, Risse Thomas. Selecting skyline services for qos-based web service composition. In: *Proceedings of the 19th International Conference on World Wide Web*. ACM; 2010. p. 11–20.
- [10] Sharkh Mohamed Abu, Jammal Manar, Shami Abdallah, Ouda Abdelkader. Resource allocation in a network-based cloud computing environment: design challenges. *IEEE Commun Mag* 2013;51(11):46–52.
- [11] Tao Fei, LaiLi Yuanjun, Xu Lida, Zhang Lin. Fc-paco-rm: a parallel method for service composition optimal-selection in cloud manufacturing system. *IEEE Trans Industr Inf* 2013;9(4):2023–33.
- [12] Sharad Agarwal, John Dunagan, Navendu Jain, Stefan Saroiu, Alec Wolman, Harbinder Bhogan, Volley: automated data placement for geo-distributed cloud services. In: *Proceedings of the 7th USENIX conference on networked systems design and implementation*; 2010. p. 17–32.
- [13] Son Seokho, Jung Gihun, Jun Sung Chan. An sla-based cloud computing that facilitates resource allocation in the distributed data centers of a cloud provider. *J Supercomput* 2013;64(2):606–37.
- [14] Xiao Jin, Boutaba Raouf. Qos-aware service composition and adaptation in autonomic communication. *IEEE J Sel Areas Commun* 2005;23(12):2344–60.
- [15] Klein Adrian, Ishikawa Fuyuki, Honiden Shinichi. Towards network-aware service composition in the cloud. In: *Proceedings of the 21st international conference on World Wide Web*. ACM; 2012. p. 959–68.
- [16] Zheng Zibin, Zhou Tom Chao, Lyu Michael R, King Irwin. Component ranking for fault-tolerant cloud applications. *IEEE Trans Serv Comput* 2012;5(4):540–50.
- [17] Yu Tao, Zhang Yue, Lin Kwei-Jay. Efficient algorithms for web services selection with end-to-end qos constraints. *ACM Trans Web* 2007;1(1):6.
- [18] Liu Yutu, Ngu Anne H, Zeng Liang Z. Qos computation and policing in dynamic web service selection. In: *Proceedings of the 13th international World Wide Web conference on Alternate track papers & posters*. ACM; 2004. p. 66–73.
- [19] Yalagandula Praveen, Lee Sung-Ju, Sharma Puneet, Banerjee Sujata. Correlations in end-to-end network metrics: impact on large scale network monitoring. In: *Proceedings of the 2008 IEEE global internet symposium*. IEEE; 2008. p. 1–6.
- [20] Sharma Puneet, Xu Zhichen, Banerjee Sujata, Lee Sung-Ju. Estimating network proximity and latency. *ACM SIGCOMM Comput Commun Rev* 2006;36(3):39–50.
- [21] Eglese RW. Simulated annealing: a tool for operational research. *Eur J Oper Res* 1990;46(3):271–81.
- [22] Glover Fred, Taillard Eric. A user's guide to tabu search. *Ann Oper Res* 1993;41(1):1–28.
- [23] Borzsony S, Kossmann Donald, Stocker Konrad. The skyline operator. In: *Proceedings of the 17th international conference on data engineering*. IEEE; 2001. p. 421–30.
- [24] Köhler Henning, Yang Jing, Zhou Xiaofang. Efficient parallel skyline processing using hyperplane projections. In: *Proceedings of the 2011 ACM SIGMOD international conference on management of data*. ACM; 2011. p. 85–96.
- [25] Zhang Boliang, Zhou Shuigeng, Guan Jihong. Adapting skyline computation to the mapreduce framework: algorithms and experiments. *Database Syst Adv Appl* 2011:403–14.