مهاجرت سرویس در رایانش لبه‌ای سیار

دانشجو :سید محمدرضا طیرانیان حسینی

استاد راهنما :دکتر احمد خونساری

دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر، دانشگاه تهران

مقدمه

برای اجرای برنامه‌های موبایل که نیاز به توان بالای پردازشی دارند، استفاده از رایانش ابر مرسوم است .اما برای کاربردهایی که نسبت به زمان حساس هستند، همانند پردازش تصویر یا بازی‌های تعاملی، فاصله‌ی زمانی میان ابر و کاربر می‌تواند مشکل‌ساز باشد.

معماری رایانش لبه‌ای سیار برای رفع این چالش تعدادی سرور را در لبه‌ی شبکه قرار داده و سرویس کاربر را نیز در نزدیک‌ترین سرور به او قرار می‌دهد.

در صورت جابه‌جایی کاربر، نیاز است که برای حفظ فاصله‌ی میان کاربر و سرویس، سرویس را نیز جابه‌جا کنیم که این امر را مهاجرت سرویس می‌نامند.

باید توجه داشت که با وجود کاهش فاصله‌ی کاربر تا سرویس پس از مهاجرت، این امر برای لحظه‌ای در سرویس‌دهی اختلال ایجاد می‌کند .هم‌چنین هر بار انجام مهاجرت برای ارائه‌دهنده‌ی سرویس هزینه‌هایی را دارد که در نتیجه‌ی جابه‌جایی داده است .به این ترتیب باید تعداد دفعاتی را که مهاجرت سرویس انجام می‌گیرد بهینه کرد.

در این پروژه با شبیه‌سازی محیطِ رایانش لبه‌ای سیار به دنبال یافتن بهترین مقصد برای جایگذاری سرویس هستیم .در ابتدا با ارائه‌ی یک ابزار شبیه‌سازی اقدام به بررسی محیط می‌کنیم .سپس با الگوریتم‌های مختلف و از جمله مدل‌سازیِ محیط با کمک الگوریتم ماشین قمار با چند بازو، سعی در یافتن بهترین جایگذاری سرویس داریم.

شبیه‌سازی و مدل‌سازی مهاجرت سرویس

در این پروژه از چهارچوب Mininet-Wifiبرای شبیه‌سازی سیستم رایانش لبه‌ای استفاده می‌کنیم . محیطی که با استفاده از این چهارچوب طراحی شده است متشکل از تعدادی نقطه‌ی دسترسی است که در یک شبکه‌ی مربعی در کنار هم قرار گرفته‌اند .مثالی از این شبکه در شکل ۱آورده شده است.

در کنار هر نقطه‌ی دسترسی، یک سرور قرار دارد که محل قرارگیری سرویس کاربر خواهد بود .هم‌چنین، نقاط دسترسی با استفاده از خطوط ارتباطی‌ای)خطوط آبی در شکل ۱ (به هم متصل شده‌اند که وظیفه جابه‌جایی بسته‌ها میان سرورهای مختلف را دارند.

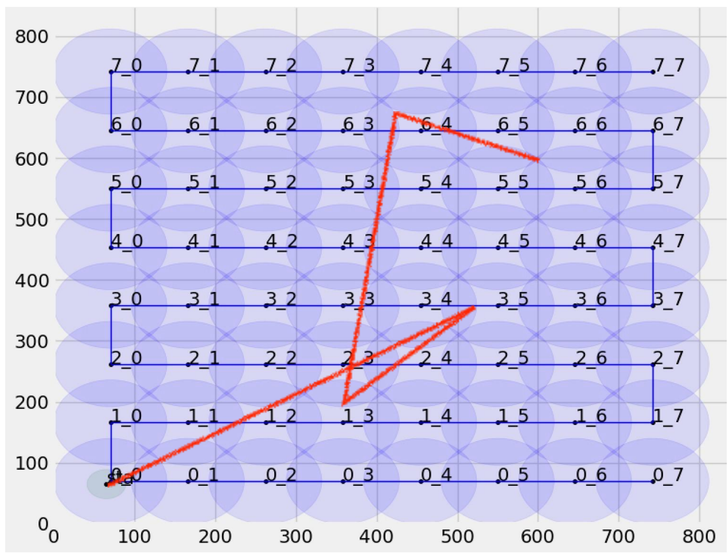
در شبیه‌سازی مهاجرت سرویس، زمان‌های مختلفی از جمله زمان جابه‌جایی سرویس و زمان اطلاع‌رسانی در مورد تغییر نقشه‌ی شبکه در نظر گرفته شده‌اند که باعث نزدیک‌تر شدن شبیه‌سازی به واقعیت می‌شود . هم‌چنین پهنای باند و بارِ کاری برای خطوط ارتباطی و خود سرورها را نیز مداوم تغییر می‌دهیم که اثر حضور دیگر کاربران را شبیه‌سازی کند.

اولین الگوریتمی که در تعیین مقصد و نیاز به مهاجرت سرویس از آن استفاده می‌کنیم الگوریتم »آستانه « است .در این الگوریتم در صورتی که RTTمیان سرویس و کاربر از یک آستانه‌ی معین بیشتر شود، سرویس را به نزدیک‌ترین سرور به کاربر منتقل می‌کنیم.

برای استفاده از دومین الگوریتم، به سیستم به عنوان یک ماشین قمارباز با چندبازو نگاه می‌کنیم .جابه‌جایی سرویس به هر سرور به معنای کشیدن یک بازو است که پاداش حاصل از آن، مقدار تاخیر تا سرویس است . هدف نیز پیدا کردن بازو با کمترین پاداش است.

برای حل این مسئله از روش کران بالایی اطمینان استفاده کرده‌ایم .در این مسئله به هر بازو یک مقدار UCBاختصاص داده می‌شود که تخمینی خوش‌بینانه از میزان پاداش هر بازو است .مقدار UCBبرای تمام بازوها در ابتدا بی‌نهایت است .در مراحل بعدی نیز تابعی از پارامتر δ، میانگین پاداش‌های فعلی و تعداد دفعاتی که این بازو کشیده شده است.

در ابتدای اجرای برنامه، سرویس را به تمام نقاط دسترسی منتقل می‌کنیم تا مقدار UCBاز بی‌نهایت تغییر کند .پس از آن در هر مرحله باید نقطه‌دسترسی‌ای که کمترین مقدار UCBرا دارد پیدا کرده و سرویس را به مجاورت آن انتقال دهیم .پس از هر بار انتقال نیز مقدار پاداش را ذخیره کرده و با استفاده از آن مقادیر UCBرا دوباره محاسبه می‌کنیم.

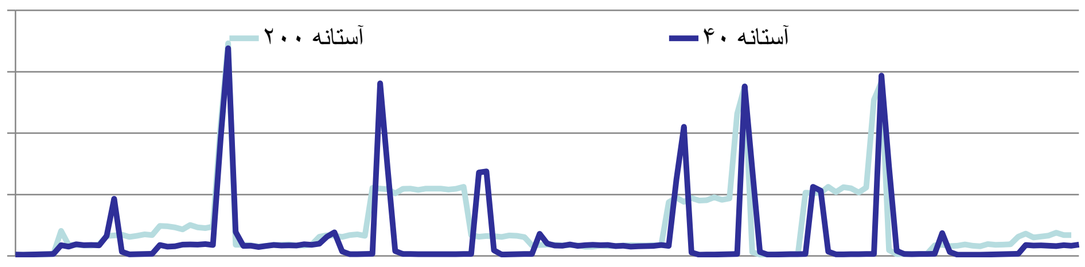


شکل ۱ :مثالی از مختصات دوبعدی قرارگیری نقاط دسترسی در محیط شبیه‌سازی. ناحیه‌ی آبی رنگ نشان‌گر محدوده‌ی سرویس‌دهی هر نقطه‌ی دسترسی است .در گوشه‌ی پایین چپ دستگاه کاربر با رنگ سبز مشخص شده است

نتایج

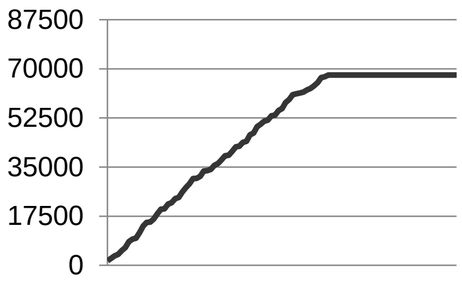
در این پروژه از دو سناریوی مختلف برای بررسی عملکرد دو الگوریتم استفاده می‌کنیم .محیط موجود در هر دو سناریو در شکل ۱نشان داده شده است .در سناریوی اول کاربر را در محیط جابه‌جا کرده و با استفاده از الگوریتم آستانه اقدام به مهاجرت سرویس می‌کنیم .مسیر حرکت کاربر نیز در شکل ۱با خط قرمز نشان داده شده است.

این آزمایش را با مقادیر مختلف آستانه تکرار می‌کنیم .نتایج نشان می‌دهد که با افزایش آستانه میزان تاخیر افزایش یافته و دفعات مهاجرت کاهش می‌یابد .در نمودار ۱نیز مقدار تاخیر پس از هر قدم حرکت کاربر به ازای دو مقدار آستانه‌ی ۴۰و ۲۰۰میلی‌ثانیه نشان داده شده است .مشاهده می‌شود که با افزایش میزان آستانه، تعداد قله‌های تاخیر به دلیل جابه‌جا نشدن سرویس کمتر است و در مقابل تاخیر کلی بیشتر شده است.

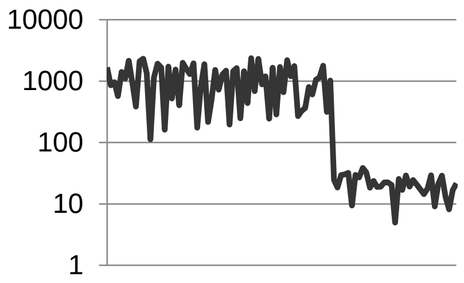


نمودار ۱ :تاخیر میان سرویس و کاربر به ازای دو مقدار آستانه نسبت به زمان

در سناریوی دوم، کاربر را ثابت نگه می‌داریم و با استفاده از الگوریتم یاد شده اقدام به پیدا کردن بهترین مقصد مهاجرت می‌کنیم .با توجه به نویزهای مختلف از جمله تغییر پهنای باند خطوط، انتظار داریم این الگوریتم بعد از مدتی آزمایش و خطا به نتیجه دست پیدا کند .نمودار ۲نشان دهنده میزان پشیمانی تجمیع‌شده‌ی کاربر از بازوی انتخاب شده نسبت به زمان است .همان‌طور که مشاهده می‌شود، مقدار پشیمانی بعد از مدتی ثابت مانده است که نشان‌دهنده‌ی پیدا کردن بهترین نقطه‌ی اتصال است .نمودار ۳نیز نشان‌دهنده‌ی مقدار تاخیر نسبت به زمان است .این نمودار نشان می‌دهد که مدل بعد از مدتی یادگیری، می‌تواند با وجود اعمال نویز در شبکه، محیط را یاد بگیرد و بهترین بازو را پیدا کند.



نمودار ۴ :پشیمانی تجمیع شده نسبت به زمان



نمودار ۳ :تاخیر لگاریتمی نسبت به زمان

جمع بندی

در این تحقیق با استفاده از الگوریتم‌های ماشین قمار با چند بازو و آستانه، نشان دادیم که استفاده از الگوریتم‌های مختلف می‌تواند به بهبود عملکرد مهاجرت سرویس در سناریوهای مختلف کمک کند.

اما مهم‌ترین دستاورد این پروژه، ارائه‌ی یک ابزار مبتنی بر مینی نت وایفای است که می‌تواند با شبیه‌سازیِ دقیق سیستم‌های رایانش لبه‌ای سیار، امکان تست الگوریتم‌های مختلف را برای محققان فراهم آورد .از ویژگی‌های این ابزار، بهبود مکانیزم‌های موجود در چهارچوب اصلی و هم‌چنین توجه به جزئیات مسئله از جمله تاخیرهای متغیر خطوط ارتباطی است .با توجه به نیاز روزافزون به ارائه‌ی سیستم‌های مبتنی بر رایانش لبه‌ای از سوی ارائه‌دهندگان سرویس، استفاده از ابزارهای شبیه‌ساز برای بررسی الگوریتم‌هایی که بعدا در واقعیت پیاده‌سازی خواهند کرد از اهمیت بالایی برخوردار است و توسط ارائه‌دهندگان این سرویس‌ها موردنیاز خواهد بود.

مراجع اصلی

1. **Ouyang,T,Li,R, Chen,X, Zhou,Z, and Tang,X. AdaptiveUser-managed Service Placement for Mobile Edge Computing: An Online Learning Approach. In IEEE INFOCOM 2019 - IEEE Conference on Computer Communications, pages 1468–1476, 2019.**
2. **Sun, Yuxuan, Zhou, Sheng, and Xu, Jie. EMM: Energy-Aware Mobility Management for Mobile Edge Computing in Ultra Dense Networks. IEEE Journal on Selected Areas in Com- munications, PP, 2017.**
3. **Wang, Shangguang, Xu, Jinliang, Zhang, Ning, and Yujiong, Liu. A Survey on Service Migration in Mobile Edge Computing. IEEE Access, PP:1, 2018.**

شماره پوستر XX :