

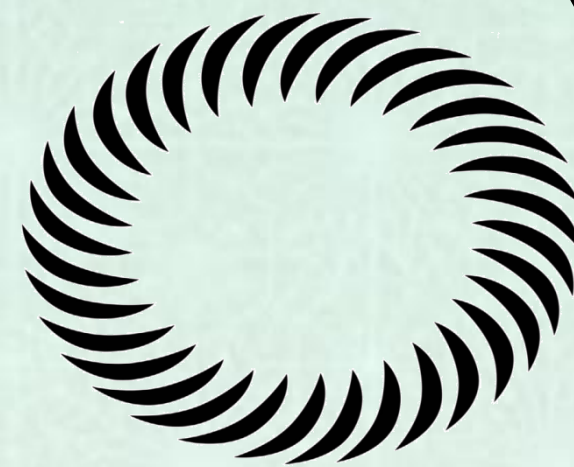


نمایشگاه هفته پژوهش و فناوری
دانشگاه صنعتی همدان
آذر 1404

زوج یابی فازی در محاسبات لبه تلفن همراه

نویسنده اول: مهدی جعفری، نویسنده دوم: سیاوش رجبی

گروه مهندسی برق، دانشگاه صنعتی همدان
siavash,.rajabi@hut.ac.ir



هفته ملی پژوهش و فناوری

چکیده

با گسترش روزافزون دستگاه‌های متصل به شبکه و ظهور برنامه‌های کاربردی جدید، تقاضای بی‌سابقه‌ای برای پهنای باند و منابع محاسباتی در شبکه‌های مخابرات سلولی ایجاد شده است. محاسبات لبه تلفن همراه (MEC) و ارتباطات دستگاه به دستگاه (D2D) به عنوان راه حل های کلیدی در شبکه‌های سلولسی نسل پنجم و فراتر از آن مطرح شده‌اند. این پژوهش به ارائه یک چارچوب محاسباتی برای تخصیص منابع و مدیریت انرژی در شبکه‌های هیبریدی سلولی مبتنی بر ارتباطات D2D در بستر محاسبات MEC می‌پردازد. هسته مرکزی این چارچوب، یک سیستم استنتاج فازی است که سه پارامتر کلیدی نرخ داده، سطح باتری و میزان بهره‌برداری از پردازنده (CPU) را به صورت همزمان در نظر گرفته و یک «شاخص زوج یابی» برای هر کاربر D2D تولید کرده که در انتخاب هدفمند سرویس دهنده MEC موثر است. نتایج شبیه‌سازی نشان می‌دهد که الگوریتم پیشنهادی نه تنها نرخ کل سیستم (Sum-Rate) را در سطح قابل قبولی حفظ می‌کند، بلکه شاخص عدالت را تا ۲۵ درصد و شاخص پایداری سیستم (System Stability) را تا ۳۰ درصد در سناریوهای با تراکم بالا بهبود می‌بخشد.

واژه های کلیدی: ارتباطات دستگاه به دستگاه (D2D)، محاسبات لبه تلفن همراه (MEC)، تخصیص منابع، منطق فازی، شاخص عدالت، پایداری سیستم.

مقدمه

رشد بی‌سابقه دستگاه‌های همراه و ظهور برنامه‌های کاربردی جدید مانند واقعیت افزوده و اینترنت اشیاء (IoT)، تقاضای فزاینده‌ای برای پهنای باند بیشتر و تأخیر کمتر ایجاد کرده است. شبکه‌های نسل پنجم (5G) و فراتر از آن، برای پاسخگویی به این تقاضا، پارادایم‌های جدیدی از جمله ارتباطات دستگاه به دستگاه (D2D) و محاسبات لبه (MEC) را معرفی کرده‌اند. با این حال، ادغام این دو فناوری در زیرساخت سلولی، به ویژه در حالت اشتراک هم‌کانال (Underlay)، چالش‌های جدیدی در زمینه مدیریت تداخل، تخصیص منابع و مصرف انرژی به وجود آورده است. این پژوهش با هدف حل این چالش‌ها، یک چارچوب جامع مبتنی بر منطق فازی ارائه می‌دهد.

راهبردهای پیشنهادی

- توسعه سیستم برای سناریوهای چندسلولی و مدیریت تداخل بین سلولی.
- استفاده از منطق فازی نوع-۲ برای مدیریت بهتر عدم قطعیت در محیط‌های پویا.
- ادغام چارچوب فازی با الگوریتم‌های یادگیری تقویتی (RL) برای سازگاری پویاتر.
- افزودن معیارهای کیفی دیگر مانند تأخیر (Latency) و (jitter) به عنوان ورودی سیستم فازی.

منابع

- [1] Cisco, "Cisco Annual Internet Report (2018-2023) White Paper," 2023.
- [2] M. Agiwal et al., "Next Generation 5G Wireless Networks: A Comprehensive Survey," IEEE Surveys & Tutorials, 2016.
- [3] Y. Liu et al., "Latency Minimization for mmWave D2D Mobile Edge Computing Systems," IEEE Transactions on Vehicular Technology, 2022.
- [4] L. A. Zadeh, "Fuzzy sets," Information and Control, 1965.
- [5] J. M. Mendel, "Uncertain Rule-Based Fuzzy Systems," Springer, 2017.

تایید استاد راهنما

نام و امضا استاد راهنما : دکتر سیاوش رجبی

تایید تحصیلات تکمیلی :

تایید امور پژوهشی:

اهداف و روش پژوهش

- ارائه یک مدل ریاضی برای مدیریت همزمان تداخلات درون‌لایه‌ای و بین‌لایه‌ای در شبکه‌های D2D مبتنی بر MEC.
 - طراحی یک سیستم استنتاج فازی برای تعیین شاخص زوج یابی کاربران بر اساس نرخ داده، سطح باتری و میزان استفاده از پردازنده مرکزی سیستم.
 - بهبود همزمان نرخ کل سیستم، عدالت در توزیع منابع و پایداری سیستم.
 - کاهش مصرف انرژی در سطح دستگاه‌های کاربران.
- این پژوهش از یک روش شبیه‌سازی مبتنی بر ریاضات فازی استفاده کرده است. مدل سیستم شامل یک سلول منفرد با یک ایستگاه پایه (BS)، یک کاربر سلولی (CUE) و چندین جفت کاربر D2D است. از مدل تلفات مسیر لگاریتمی-نرمال برای فیدینگ مقیاس بزرگ و مدل محو شدن رایلی برای مدلسازی فیدینگ مقیاس کوچک استفاده شده است. سیستم فازی طراحی‌شده با سه ورودی نرمال‌شده (نرخ داده، سطح باتری، میزان استفاده از پردازنده) و محاسبات فازی، شاخص زوج یابی هر کاربر را محاسبه می‌کند. عملکرد این سیستم با الگوریتم‌های پایه مانند Random Selection, Max Sum-Rate و Constant Selection مقایسه شده است.

یافته‌های پژوهش

- الگوریتم فازی پیشنهادی عدالت در توزیع منابع را تا ۲۵ درصد در شرایط پرتراکم بهبود می‌بخشد.
- پایداری سیستم تا ۳۰ درصد در سناریوهای با تراکم بالا افزایش یافته است.
- نرخ کل سیستم با اختلاف ناچیز ۵ تا ۷ درصدی نسبت به روش بیشینه‌سازی نرخ کل حفظ شده است.
- این الگوریتم توانسته است تعادل بهینه‌ای بین کارایی، مصرف انرژی و عدالت برقرار کند.