

بررسی سیستم‌های مکان محور در شبکه‌های 4G و 5G به کمک روش‌های یادگیری ماشین



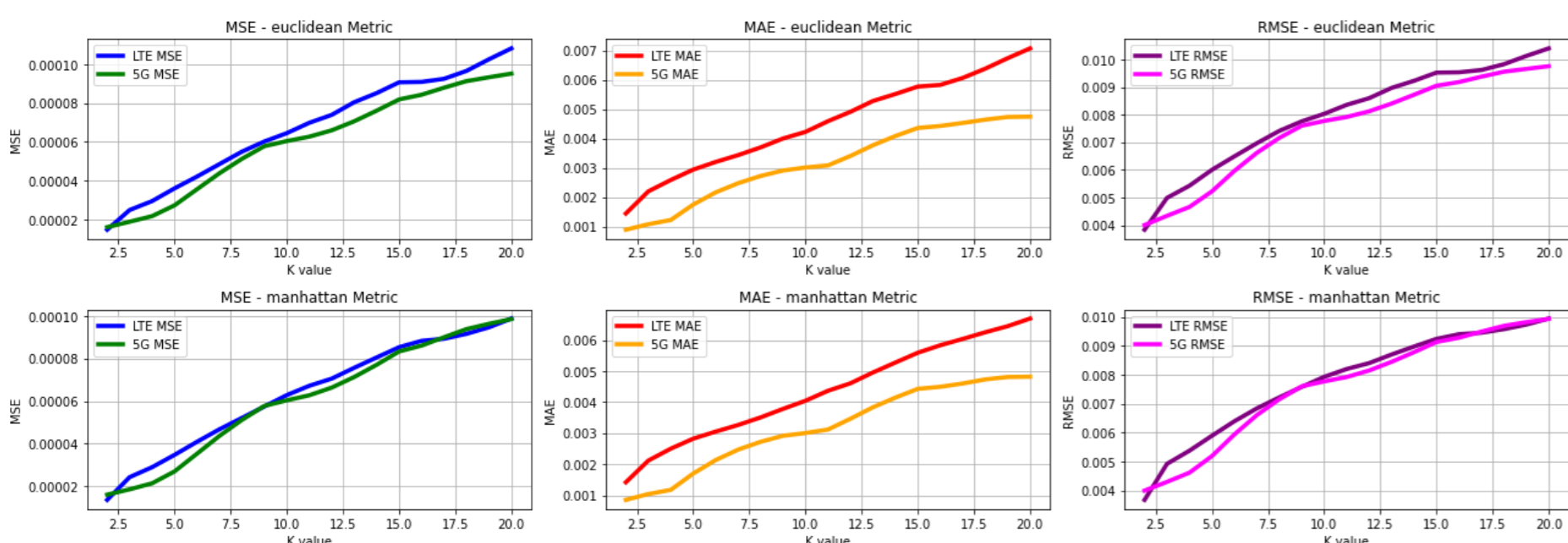
گلمهر خسروخاور

استاد راهنما: دکتر وحید شاه‌منصوری

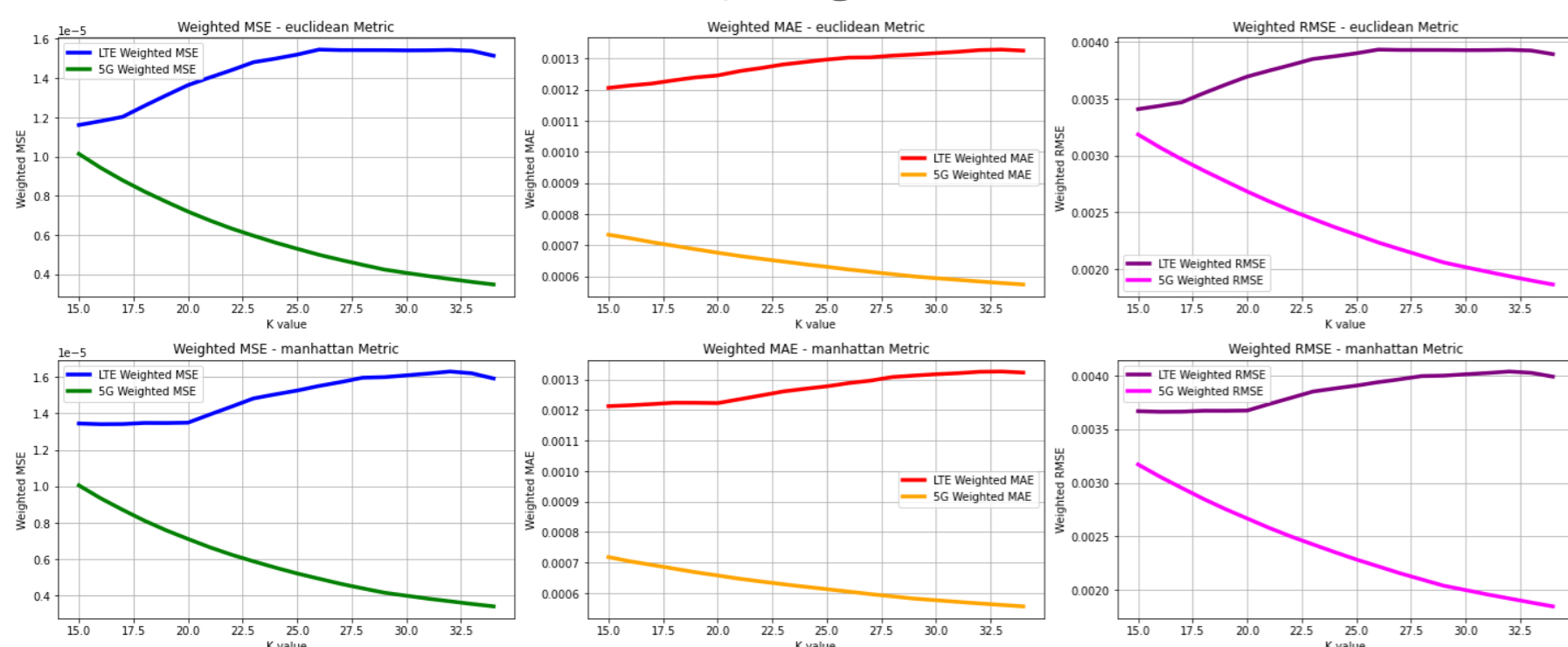
دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر، دانشگاه تهران

نتایج

نتیجه موقعیت‌یابی با روش KNN



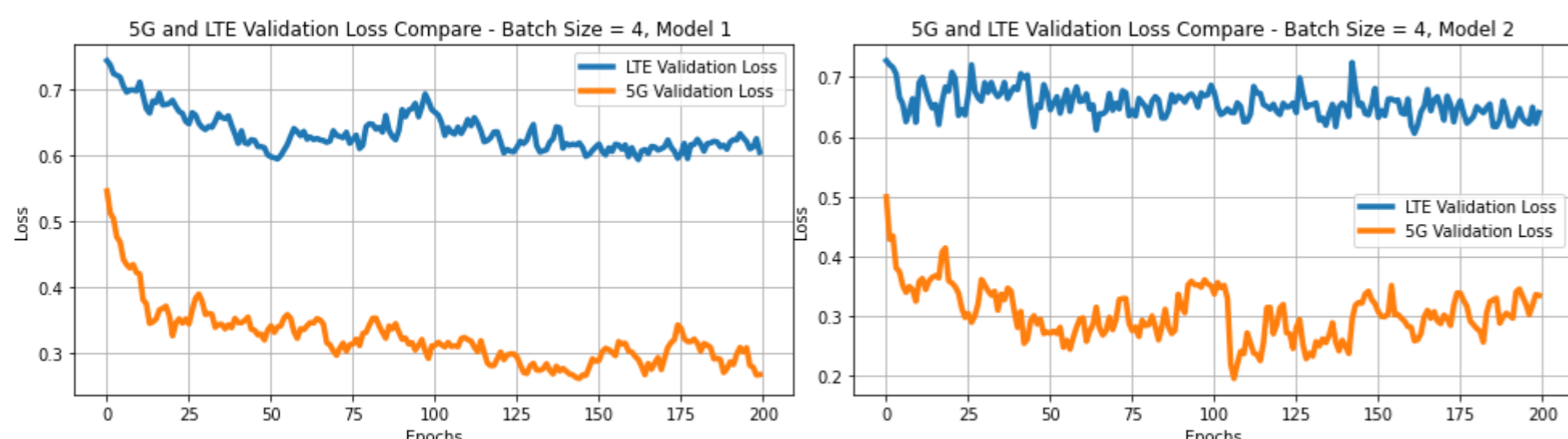
نتیجه موقعیت‌یابی با روش WKNN



در هر دو شکل فوق به ازای تمامی معیارهای خطا و معیارهای فاصله، خطای 4G بیشتر از خطای 5G می باشد.

همچنین در مقایسه دو روش KNN و WKNN، در تمامی نمودارهای KNN شاهد افزایش خطا به ازای افزایش K هستیم، اما در مورد WKNN چون وزنی که به نقاط اختصاص داده شده است با عکس فاصله آن‌ها از نقطه مد نظر ما رابطه مستقیم دارد، افزایش K منجر به افزایش خطا نمی‌شود.

نتیجه موقعیت‌یابی با روش شبکه‌های عصبی



در هر دو معماری و در هر دو تصاویر شاهد هستیم که خطای ارزیابی هنگام اتصال به شبکه 5G کمتر از حالت اتصال به شبکه 4G می باشد.

جمع بندی

با توجه به نتایج بدست آمده، پی می‌بریم که در هنگام اتصال به شبکه‌ی 5G و با استفاده از الگوریتم‌های مختلف یادگیری ماشین (KNN، WKNN و شبکه‌های عصبی) به صورت دقیق‌تر و با خطای کمتری در مقایسه با حالتی که به شبکه 4G متصل هستیم، می‌توان موقعیت مکانی کاربر را پیش بینی نمود.

در این مطالعه، هنگام استفاده از الگوریتم WKNN به میانگین خطای کمتر از 60 متر و در هنگام استفاده از الگوریتم KNN به خطای کمتر از 110 متر رسیدیم.

همچنین هنگام استفاده از شبکه عصبی MLP، به ازای هر دو معماری، دیده شد که خطای ارزیابی از حدود 60% (هنگام اتصال به 4G) به حدود 30% (هنگام اتصال به 5G) کاهش یافت.

مراجع اصلی

1. D. Li and Y. Lei, "Deep Learning for Fingerprint-Based Outdoor Positioning via LTE Networks," Sensors, vol. 19, no. 5180, November 2019, doi:10.3390/s19235180.
2. X. Ye, X. Yin, X. Cai, A. Pérez Yuste, and H. Xu, "Neural-Network-Assisted UE Localization Using Radio-Channel Fingerprints in LTE Networks," IEEE Access, vol. 5, pp. 12071-12080, 2017, doi: 10.1109/ACCESS.2017.2712131.
3. S. Flink and A. Tallund, "Simple RSRP Fingerprint Collection Setup and Indoor Positioning in 5G," Master's thesis, Dept. Electrical and Information Technology, LTH, Lund Univ., Lund, Sweden, May 2022.

مقدمه و خلاصه

امروزه، تلفن‌های همراه به بخشی جدایی‌ناپذیر از زندگی ما تبدیل شده‌اند. توانایی موقعیت‌یابی یک تلفن همراه منجر به آشکار شدن مکان صاحب آن می‌شود. در این مطالعه ما به بررسی دقیق سیستم‌های مکان محور در شبکه‌های سلولی 4G و 5G، با تمرکز اصلی بر روی روش‌های استفاده از توان سیگنال دریافتی از ایستگاه‌های پایه پرداخته‌ایم. برای انجام این تحقیق، از یک اپلیکیشن اندرویدی برای اندازه‌گیری و جمع‌آوری داده‌های مربوط به RSRP در هر دو شبکه، به همراه داده‌های مربوط به طول و عرض جغرافیایی استفاده شده است. داده‌های به دست آمده از این اپلیکیشن برای ارزیابی و آزمایش تکنیک‌های محل‌یابی به کمک روش‌های یادگیری ماشین مورد استفاده قرار گرفته است.

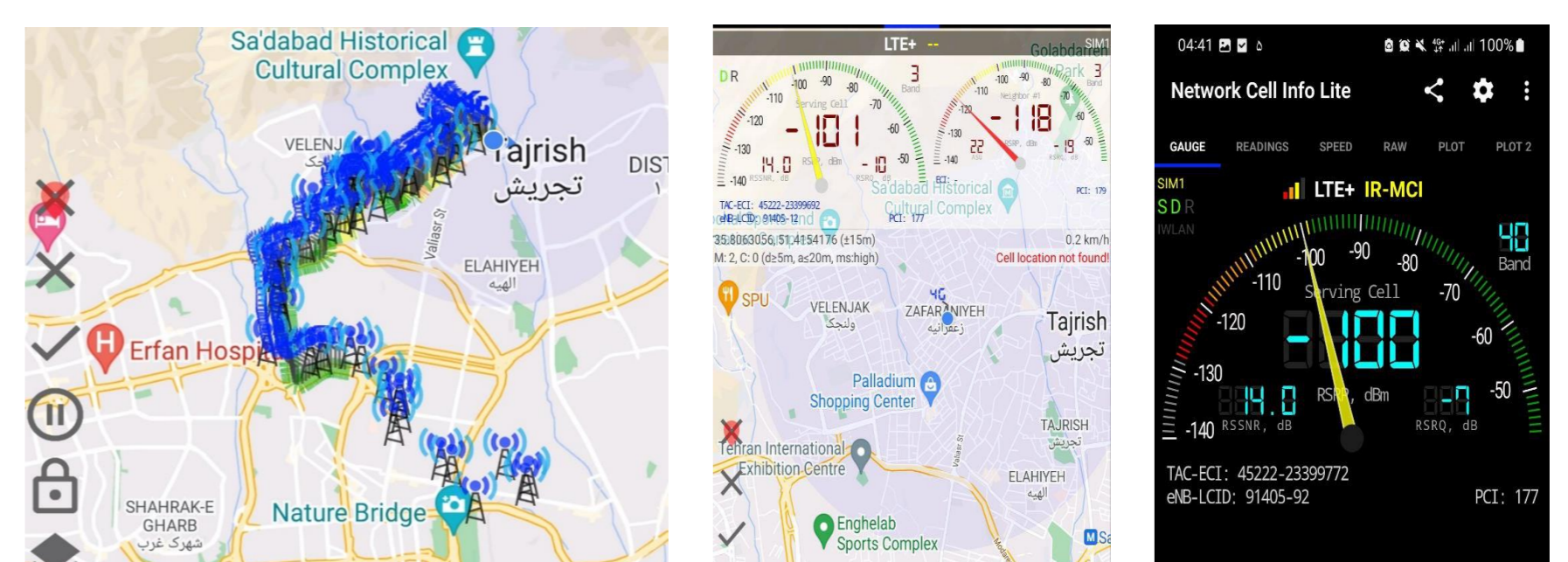
به این منظور از روش‌های KNN و WKNN و همچنین شبکه‌های عصبی، استفاده شده است. به ازای تمامی روش‌های فوق، مشاهده شد که خطای موقعیت‌یابی بدست آمده در هنگام اتصال به شبکه 5G کمتر از حالت اتصال به شبکه 4G می باشد. در هنگام شبیه‌سازی با کمک شبکه‌های عصبی، از شبکه عصبی MLP استفاده شده است و در این حالت نیز شاهد کاهش خطا هنگام اتصال به شبکه 5G بودیم. لذا نتیجه گرفتیم که، اتصال به شبکه 5G دقت موقعیت‌یابی را افزایش داده و خطای کمتری به همراه خواهد داشت.

جمع‌آوری داده‌گان و پیاده‌سازی سیستم موقعیت‌یابی

یکی از متداول‌ترین روش‌ها برای موقعیت‌یابی، روش موقعیت‌یابی بر اساس اثرانگشت است که در این مطالعه نیز از این روش استفاده شده است. این روش شامل دو فاز آفلاین (آموزش) و آنلاین (موقعیت‌یابی) است. در فاز آفلاین یا آموزش، یک پایگاه داده با اندازه‌گیری ویژگی‌های مشخص سیگنال یا آنتن در مکان‌های شناخته‌شده، ایجاد می‌شود. در این مطالعه از ویژگی‌های RSRP، جهت حرکت، شناسه سلول فعلی، و شناسه سلول قبلی استفاده شده است. نهایتاً داده‌گانی شامل مجموعه‌ای از طول و عرض‌های جغرافیایی و اثرانگشت‌های مرتبط به آنها، پایگاه داده اثرانگشت را تشکیل می‌دهد. در ادامه در فاز آنلاین، موقعیت‌یابی با استفاده از مدل‌های یادگیری ماشین برای تخمین موقعیت کاربر بر اساس ویژگی‌های اندازه‌گیری شده توسط تجهیزات کاربر (به طور مثال تلفن همراه) انجام می‌شود.

برای جمع‌آوری داده‌گان از اپلیکیشن Network Cell Info Lite استفاده شده است. نقاط محدودی در سطح تهران تحت پوشش سیگنال 5G می باشند؛ لذا برای جمع‌آوری داده‌گان می‌بایست به یکی از نقاط با قابلیت پوشش 5G رفت. داده‌گان در منطقه اتوبان‌های کردستان-نیایش-چمران و خیابان‌های ونک - ملاصدرا در تهران جمع‌آوری شده است.

نمای اپلیکیشن مورد استفاده و نقشه جغرافیایی محل جمع‌آوری داده‌گان



نمودار توزیع داده‌گان بر روی موقعیت جغرافیایی

