

وزارت علوم تحقیقات و فناوری



گروه کامپیوتر

# پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد رشته مهندسی کامپیوتر گرایش هوش مصنوعی

## مکان یابی دقیق کاربر در شبکه های GSM

استاد راهنما

دکتر محمدرضا فیضی درخشی

استاد مشاور

مهندس کریم صمد زمینی

پژوهشگر

امیر تبریزی

سال دفاع

۱۳۹۳

## چکیده

تعیین موقعیت موبایل با استفاده از قدرت سیگنال‌های دریافتی یکی از نیازهای اساسی در صنعت تلفن همراه به شمار می‌آید. با توجه به اینکه به‌کارگیری سیستم‌های موقعیت‌یاب GPS نیز دارای هزینه و عدم کارایی در مکان‌های سر بسته می‌باشد، اپراتورهای تلفن همراه ملزم به ارائه روش‌هایی برای مکان‌یابی گوشی تلفن همراه شده‌اند. با توجه به این مسئله روش‌های مکان‌یابی مختلفی از قبیل Cell-ID و TOA، TDOA و ... به‌صورت تئوریک مطرح شد. در این پایان‌نامه معادله تخمین فاصله کاربر موبایل از آنتن BTS، با استفاده از مدل انتشار امواج COST-231 و بعضی از پارامترهای شبکه GSM معرفی شده است. همچنین با استفاده از دستگاه TEMS نسبت به جمع‌آوری قدرت سیگنال دریافتی در چند نقطه از شهر تهران اقدام شده و در آزمایش‌های انجام گرفته با استفاده از معادله پیشنهادی، موفق به تخمین فاصله کاربر با خطای کمتر از ۱۰۰ متر شده‌ایم. این آزمایش‌ها به‌صورت کاملاً تصادفی در نقاط مختلف شهر تهران با فواصل مختلف، باهدف آزمون روش پیشنهادی انجام شده است. همچنین با مقایسه روش پیشنهادی با روش‌های دیگر، مشاهده شد که می‌توان به‌عنوان روشی کاملاً اجرائی و قابل پیاده‌سازی در نسل دوم موبایل بدون سربار گذاری بر روی سیگنالینگ شبکه انجام شود.

**کلمات کلیدی:** مکان‌یابی موبایل - سرویس‌های مبتنی بر مکان - تخمین مکان کاربر - مدل‌های انتشار امواج

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۵	فهرست مطالب
ح	فهرست اشکال
ط	فهرست جداول
۱	فصل ۱: کلیات تحقیق
۲	۱-۱ مقدمه
۲	۲-۱ تعریف مسئله
۳	۳-۱ انواع مکان‌یابی
۶	۴-۱ ضرورت مکان‌یابی موبایل در شبکه‌های GSM
۶	۵-۱ کاربردهای سرویس مکان‌یابی GSM
۹	۶-۱ ساختار پایان‌نامه
۱۱	فصل ۲: آشنایی با مفاهیم و ساختار شبکه GSM
۱۲	۱-۲ مقدمه
۱۲	۲-۲ مقدمه‌ای بر ساختار شبکه GSM
۱۳	۱-۲-۲ MS (واحد سیار)
۱۴	۲-۲-۲ BTS
۱۵	۳-۲-۲ BSC
۱۵	۴-۲-۲ سلول
۱۶	۵-۲-۲ ناحیه موقعیت
۱۶	۳-۲ جمع‌بندی
۱۸	فصل ۳: بررسی انواع روش‌های مکان‌یابی در شبکه‌های GSM
۱۹	۱-۳ مقدمه
۱۹	۲-۳ بررسی روش‌های مکان‌یابی
۱۹	۱-۲-۳ روش Cell-ID
۲۱	۲-۲-۳ روش Cell-ID و TA
۲۲	۳-۲-۳ زمان انتشار و قدرت سیگنال

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۲۵	۴-۲-۳ روش AOA و TOA.....
۲۶	۵-۲-۳ روش TOA و TDOA.....
۲۸	۶-۲-۳ روش اثرانگشت.....
۲۹	۳-۳ جمع‌بندی.....
۳۰	فصل ۴ : آنتن‌ها و مدل‌های افت سیگنال.....
۳۱	۱-۴ مقدمه.....
۳۱	۲-۴ آنتن‌ها و پارامترهای آن.....
۳۲	۱-۲-۴ دایورسیتی آنتن‌ها.....
۳۴	۲-۲-۴ شیب آنتن.....
۳۵	۳-۴ انتشار امواج را دیویی در موبایل و افت مسیر.....
۳۷	۱-۳-۴ محوشدگی.....
۳۸	۲-۳-۴ افت مسیر.....
۳۹	۳-۳-۴ افت مسیر در فضای آزاد.....
۴۰	۴-۳-۴ افت مسیر در محیط‌های رادیویی موبایل.....
۴۱	۵-۳-۴ افت چندمسیره.....
۴۲	۶-۳-۴ محاسبه افت مسیر.....
۴۲	۴-۴ مدل‌های انتشار.....
۴۳	۱-۴-۴ مدل Okumura & Hata.....
۴۴	۲-۴-۴ مدل Cost 231.....
۴۶	۵-۴ توان ارسال و دریافت گوشی.....
۴۶	۶-۴ جمع‌بندی.....
۴۷	فصل ۵ : روش پیشنهادی.....
۴۸	۱-۵ مقدمه.....
۴۸	۲-۵ استفاده از مدل‌های انتشار امواج.....
۵۰	۳-۵ پارامترهای مورد نیاز.....

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۵۰	۴-۵ جمع‌آوری اطلاعات اولیه.....
۵۱	۵-۵ جمع‌آوری اطلاعات تکمیلی.....
۵۵	۶-۵ استفاده از پارامترهای دیگر در روش پیشنهادی.....
۵۶	۷-۵ محاسبه فاصله کاربر با روش پیشنهادی.....
۵۸	۸-۵ محاسبه طول و عرض جغرافیایی.....
۶۰	۹-۵ جمع‌بندی.....
۶۱	فصل ۶: آزمایش‌های انجام‌شده و نتایج آن.....
۶۲	۱-۶ مقدمه.....
۶۲	۲-۶ تعیین موقعیت مکانی آزمایش‌ها.....
۶۳	۳-۶ آزمایش نمونه‌های تهیه‌شده.....
۶۶	۴-۶ نتایج آزمایش‌ها.....
۶۸	۵-۶ جمع‌بندی.....
۷۱	فصل ۷: نتیجه‌گیری و کارهای آینده.....
۷۲	۱-۷ نتیجه‌گیری.....
۷۴	۲-۷ کارهای آینده.....
۷۷	اختصارات.....
۷۸	مراجع.....

## مراجع

- [1] Christopher Drane, Malcolm Macnaughtan and Craig Scott, "Positioning GSM Telephones," *IEEE Communications Magazine*, vol. 36, no. 4, pp. 46-54, 1998.
- [2] A. AASSIE and A. OMAR, "Time of Arrival Estimation for WLAN Indoor Positioning Systems using Matrix Pencil Super Resolution Algorithm," in *PROCEEDINGS OF THE 2nd WORKSHOP ON POSITIONING, NAVIGATION AND COMMUNICATION*, Magdeburg, Germany, 2005.
- [3] "GSM NETWORK Architecture," Radio-Electronuc, [Online]. Available: [http://www.radio-electronics.com/info/cellulartelecomms/gsm\\_technical/gsm\\_architecture.php](http://www.radio-electronics.com/info/cellulartelecomms/gsm_technical/gsm_architecture.php). [Accessed 14 09 2013].
- [4] E. Trevisani and A. Vitaletti, "Cell-ID Location Technique, Limits and Benefits: An Experimental Study," in *Proceedings of the Sixth IEEE Workshop on Mobile Computing Systems and Applications*, IEEE Computer Society, 2004, pp. 51-60.
- [5] M. Pettersen, R. Eckhoff and P. H. Lehne, "An experimental evaluation of network-based methods for mobile station positioning," in *Personal, Indoor and Mobile Radio Communications, 2002. The 13th IEEE International Symposium on*, Norway, Telenor R&D, 2002, pp. 2287-2291.
- [6] S. S. Bhandare, A. A. Tatugade, M. R. Dixit and Y. M. Patil, "Positioning of mobile station using Received signal strength and Time of arrival," *International Journal of Advanced Research in Computer Engineering*, vol. 1, no. 10, p. 216, 2012.
- [7] L. Ding-Bing and J. Rong-Terng, "Mobile location estimation based on differences of signal attenuations for GSM systems," *Vehicular Technology, IEEE Transactions on*, vol. 54, no. 4, pp. 1447--1454, 2005.
- [8] R. B. Ertel and J. H. Reed, "Angle and Time of Arrival Statistics for Circular and Elliptical Scattering Models," *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, vol. 17, no. 11, pp. 1829-1840, 2006.
- [9] J. Davies, *Expanding the Spatial Data Infrastructure Model to Support Spatial Wireless Applications*, Melbourne, 2003.
- [10] S.-P. Kuo and Y.-C. Tseng, "A Scrambling Method for Fingerprint Positioning Based

- on Temporal Diversity and Spatial Dependency," *Knowledge and Data Engineering, IEEE Transactions on*, vol. 20, no. 5, pp. 678--684, 2008.
- [11] S. Joshi and R. Road, "Outdoor propagation models: A literature review," *International Journal on Computer Science and Engineering*, vol. 4, no. 2, p. 281, 2012.
- [12] T. K. Sarkar, Z. Ji and K. Kim, "A Survey of Various Propagation Models for Mobile Communication," *IEEE Antennas and Propagation Magazine*, vol. 45, no. 3, pp. 51-82, 2003.
- [13] J. C. Ogbulezie, M. U. Onuu and J. O. Ushie, "Propagation Models for GSM 900 and 1800 MHz," *Network & Communication Technologies*, vol. 2, no. 2, p. 1, 2013.
- [14] Maxim, Introduction to GSM and GSM Mobile RF Transceiver Derivation, DALLAS Semiconductor, 2003.
- [15] K. C. H. Y. T. Chan, "A Simple and Efficient Estimator for Hyperbolic Location," *IEEE Trans. Signal Processing*, vol. 42, no. 8, pp. 1905-1915, 1994.
- [16] M. ANISETTI, C. A. ARDAGNA and V. BELLANDI, "Advanced Localization of Mobile Terminal in Cellular Network," *Int'l J. of Communications, Network and System Sciences*, vol. 1, no. 1, p. 95, 2008.
- [17] N. R. G. K. a. R. J. Pradeep Bilurkar, "application of neural network techniques for prediction in mobile networking location," in *Neural Information Processing, 2002. ICONIP'02. Proceedings of the 9th International Conference on*, IEEE, 2002, pp. 2157--2161.
- [18] B.-I. Ahn, S.-B. Yang and H.-C. Jin, "Location Polling Algorithm for Alerting Service Based on Location," in *Springer-Verlag Berlin Heidelberg*, Seoul, Korea, 2005.
- [19] P. Wijesinghe and D. Dias, "Mobile Positioning With the Aid of Network Planning Tool," in *Department of Electronic & Telecommunications Engineering*, Sri Lanka, 2006.
- [20] S. Iqbal, "RADIO PROPAGATION," University of TAXILA, 2013.
- [21] J. T.-S. Quah and L.-R. Lim, Location Cluster with Nearest Neighbors in Signal Space, Singapore: School of Electrical & Electronic Engineering, Nanyang Technological University, 2012.
- [22] S.-J. Han, Learning and Predicting User's Movements for Intelligent Location-based Services, Yonsei University: Department of Computer Science and Industrial Systems Engineering, 2004.

- [23] J. J and C. Jr, "A New Approach to the Geometry of TOA Location," in *In proceeding of: Vehicular Technology Conference, 2000. IEEE VTS-Fall VTC 2000. 52nd*, Cincinnati, 2000.
- [24] L. Heikki, A. Suvi and K. Sofoklis, Cellular network optimisation based on mobile Location, CELLO-Acronym Finder, 2001.
- [25] Noname, Digital cellular telecommunications system Location Services, ETSI TS144\_031\_v04.03.00, 2002.
- [26] S. A. Mawjoud, "Evaluation of Power Budget and Cell Coverage Range in Cellular GSM System," *Al-Rafidain Engineering*, vol. 16, no. 1, pp. 37-47, 2008.
- [27] D. Nikos, S. Louvros and S. Kotsopoulos, "Mobile Positioning based on Existing Signalling Messages in GSM Networks," in *Telecommunications & Computer Networks*, Patras, 2007.
- [28] Z. SALCIC and E. CHAN, "Mobile Station Positioning Using GSM Cellular Phone and Artificial Neural Networks," *Wireless Personal Communications*, vol. 14, no. 3, pp. 235--254, 2000.
- [29] James, Caffery and G. Stuber, "Overview of radiolocation in CDMA cellular systems," *Communications Magazine, IEEE*, vol. 36, no. 4, pp. 38--45, 1998.
- [30] S. Ranvier, "Path loss models," Helsinki University of Technology, 2004.
- [31] M. Versaci, S. Calcagno, F. L. Foresta and B. Cammaroto, "PATH LOSS PREDICTION USING FUZZY INFERENCE SYSTEM AND ELLIPSOIDAL RULES," *American Journal of Applied Sciences*, vol. 9, no. 12, 2012.
- [32] B. P. VIJAY KUMAR and P. VENKATARAM, "Prediction-based location management using multilayer neural networks," *Journal of Indian institute of science*, vol. 82, no. 1, pp. 7-22, 2002.
- [33] J. Caffery, "Subscriber Location in CDMA Cellular Networks," *Vehicular Technology, IEEE Transactions on*, vol. 48, no. 2, pp. 406-416, 1998.