

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

CENTRO DE INFORMÁTICA

CURSO DE ENGENHARIA DA COMPUTAÇÃO

Investigando *grids* irregulares para
localização *outdoor* em ambientes urbanos

GUSTAVO PIMENTEL BITTENCOURT

Professor Orientador:
DANIEL CARVALHO DA CUNHA

Recife, 06 de Abril de 2017

Resumo

Esse documento propõe uma investigação a respeito da utilização de *grids* irregulares em métodos de localização *outdoor* para espaços urbanos densamente ocupados. O estudo compreende a construção de *grids* capazes de adaptar-se as características morfológicas da malha viária dentro de um dado perímetro urbano. Além de verificar se existem melhorias na acurácia da estimativa de localização, o estudo pretende extrair métricas comparativas com relação a outros modelos de *grid* tradicionalmente encontrados na literatura. Os experimentos serão conduzidos utilizando a técnica de *RSS fingerprinting* para a tecnologia GSM na faixa de 1.8 GHz em uma base de dados com 2.547 medições efetuadas na cidade de Recife/PE.

1 Introdução

Localizar estações móveis em um ambiente sem fio com precisão cada vez maior ainda constitui um dos principais desafios dos sistemas de posicionamento atuais. Ao longo das últimas décadas essa necessidade impulsionou o desenvolvimento de uma série de técnicas capazes de estimar a localização de pessoas e objetos nos mais diversos cenários [1, 2]. As aplicações envolvendo localização podem variar em contexto e finalidade, desde informar sobre as condições do tráfego ou do clima em uma dada região, até a prevenção de fraudes através do rastreamento dos usuários com o local das transações do seu cartão de crédito.

Entre as técnicas disponíveis, aquelas baseadas em *RF fingerprinting* se destacam devido a capacidade de estimar a localização de estações móveis mesmo com eventuais obstruções na linha de visada (LOS). Essa característica tornam tais técnicas bastante atrativas para o emprego em problemas que envolvem a localização em ambientes *indoor* e urbanos, onde nem sempre existe uma linha direta entre

o transmissor e o receptor [3].

Em linhas gerais um *RF fingerprint* consiste em um conjunto de características observáveis e/ou previstas a respeito do recebimento de sinais de rádio em um dado ponto do espaço. O conjunto de características é utilizado como uma espécie de assinatura capaz de mapear unicamente esse ponto. Essas assinaturas são combinadas juntamente com a informação de localização espacial para montar uma base de dados para futuras correlações conhecida como CDB (*Correlation Database*).

A informação de localização espacial presente nos registros do CDB corresponde a uma determinada região de interesse na qual deseja-se encontrar o posicionamento de estações móveis. Essa região é comumente modelada como um grande retângulo que é subdividido em um conjunto de células quadradas menores para formar um *grid* [4]. O comprimento de cada célula é fixado por um parâmetro chamado resolução que é tipicamente definido em unidades de metro. O centro de cada célula aferido em um dado sistema de coordenadas corresponde exatamente a informação localização espacial de cada registro.

Baseando-se nessa construção, o problema de localizar uma estação móvel torna-se equivalente ao problema de determinar o grau de similaridade entre a assinatura obtida em uma dada estação móvel (*target RF fingerprint*) com aquelas presentes no CDB (*referece RF fingerprints*). Assinaturas similares devem fornecer uma boa estimativa a respeito da localização espacial da estação móvel em questão.

2 Motivação e Objetivos

A literatura a respeito da utilização e do aprimoramento de técnicas de aprendizagem de máquina para construção de CDBs é bastante extensa [1, 5]. Apesar disso, pouca investigação existe a respeito do impacto da escolha da geometria do *grid* na acurácia dessas técnicas.

Sendo assim, o objetivo deste trabalho consiste

em investigar o impacto da utilização de *grids* irregulares na acurácia das técnicas de localização em ambientes urbanos densamente ocupados. Tais ambientes são caracterizados por possuírem edificações diversas, com variações arbitrárias quanto a sua morfologia e distribuição espacial.

3 Metodologia

Para condução deste estudo foi escolhida uma área urbana cujas medições de RF foram realizadas para o sistema de telefonia móvel GSM (*Global Mobile System Communication*) com portadora na faixa de frequência de 1.8 GHz. A base de dados conta com 2.547 medições coletadas na cidade de Recife/PE [5].

Os *grids* serão construídos para mapear a área onde as medições foram efetuadas. Quanto a sua morfologia os *grids* podem ser classificados como regular ou irregular.

O *grid* regular será construído observando as características normalmente encontradas na literatura, ou seja, a área em questão será modelada como um grande retângulo subdividido em células quadradas menores [1]. Para o *grid* irregular a intenção é explorar características a respeito da morfologia do espaço urbano. Esse *grid* tem como proposta levar em consideração a malha viária urbana compreendida na área das medições.

A hipótese a ser verificada está relacionada ao fato de que, em uma região urbana densamente ocupada por edificações, o problema de localização *outdoor* pode ser reduzido para um problema de identificar em qual região da malha viária urbana uma dada

estação móvel encontra-se. Além disso, serão tecidas algumas considerações a respeito do impacto na estimativa de localização em áreas dentro do perímetro urbano livres de edificações, tais como parques e praças.

Para minimizar a influência dos algoritmos de aprendizagem de máquina na etapa de treinamento do CDB será fixada a utilização do WKNN (*Weighted K Nearest Neighbors*), para ambos os *grids*, em todos os experimentos realizados. Esse algoritmo foi escolhido devido a sua simplicidade de implementação, suportado por estudos que apontam bons resultado a partir de sua utilização [6, 7, 8]. A medida numérica de similaridade entre o *target RF* e os *reference RF* que compõem o CDB será tomada utilizando a distância Euclidiana.

Por fim, pretende-se realizar um comparativo sobre a influência da resolução no tamanho do CDB e na acurácia da estimativa para ambos os *grids*: regular e irregular.

A resolução dos *grids* possui influência no tamanho do CDB, quanto menor a resolução maior a quantidade de pontos no CDB. Será realizado um comparativo a respeito do crescimento do número de pontos no CDB a partir da variação desse parâmetro.

Nos *grids* regulares a diminuição do parâmetro resolução leva a uma conseqüente melhora na precisão da estimativa de localização. Entretanto, a eficácia desse ganho tende diminuir à medida que a resolução se torna cada vez menor. [6, 8]. A existência dessa relação também será investigada para os *grids* irregulares.

4 Cronograma

Atividade	Mês				
	Março	Abril	Maió	Junho	Julho
Revisão bibliográfica					
Preparativo dos experimentos					
Realização dos experimentos					
Análise dos resultados					
Escrita da monografia					
Defesa					

5 Referências

- [1] Liu, Hui et al. "Survey Of Wireless Indoor Positioning Techniques And Systems". *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, Part C (Applications and Reviews)* 37.6 (2007): 1067-1080.
- [2] Guolin Sun, et al. "Signal Processing Techniques In Network-Aided Positioning: A Survey Of State-Of-The-Art Positioning Designs". *IEEE Signal Processing Magazine* 22.4 (2005): 12-23.
- [3] Wylie, M.P., and J. Holtzman. "The Non-Line Of Sight Problem In Mobile Location Estimation". *Proceedings of ICUPC - 5th International Conference on Universal Personal Communications*.
- [4] Laitinen, H., J. Lahteenmaki, and T. Nordstrom. "Database Correlation Method For GSM Location". *IEEE VTS 53rd Vehicular Technology Conference, Spring 2001. Proceedings (Cat. No.01CH37202)*.
- [5] Timoteo, Robson D.A. et al. "An Approach Using Support Vector Regression For Mobile Location In Cellular Networks". *Computer Networks* 95 (2016): 51-61.
- [6] Campos, Rafael Saraiva, and Lisandro Lovisolo. "Location Methods For Legacy GSM Handsets Using Coverage Prediction". *2008 IEEE 9th Workshop on Signal Processing Advances in Wireless Communications* (2008).
- [7] Campos, Rafael Saraiva, and Lisandro Lovisolo. "A Fast Database Correlation Algorithm For Localization Of Wireless Network Mobile Nodes Using Coverage Prediction And Round Trip Delay". *VTC Spring 2009 - IEEE 69th Vehicular Technology Conference* (2009).
- [8] Vuckovic, Marina et al. "Space Grid Resolution Impact On Accuracy Of The Indoor Localization Fingerprinting". *2011 19th Telecommunications Forum (TELFOR) Proceedings of Papers* (2011).

6 Possíveis Avaliadores

Prof. Dr. Renato Mariz de Moraes

Centro de Informática - CIn / UFPE

Prof. Dr. Paulo Salgado Gomes de Mattos Neto

Centro de Informática - CIn / UFPE

7 Assinaturas

Gustavo Pimentel Bittencourt

(Aluno)

Daniel Carvalho da Cunha

(Orientador)