



Universidade Federal de Pernambuco
Centro de Informática

Graduação em Engenharia da Computação

**Uma abordagem perturbativa aplicada a
modelos de regressão para localização em
redes celulares**

Proposta de Trabalho de Graduação

Autora: Tatiana Viana Padrão
(tvp@cin.ufpe.br)

Orientador: Prof. Daniel Carvalho de Cunha
(dcunha@cin.ufpe.br)

Área: Comunicações móveis / Aprendizagem de
máquina

Recife
Setembro de 2018

Resumo

Com a disseminação de redes e aparelhos móveis, além de aplicações baseadas em localização, há uma demanda por métodos cada vez melhores de localização de aparelhos dentro dessas redes. Além disso, o paradigma de internet das coisas trouxe mais uma demanda para essa área, exigindo métodos eficientes energeticamente, o que se alinha bem com o uso de sinais de radiofrequência. Nesse contexto, um método existente é a regressão usada de forma direta para encontrar a latitude e longitude dos móveis. Considerando que esses modelos de regressão são sub-ótimos, o erro desses modelos pode ser aprendido por um modelo a mais, e então os resultados dos dois modelos serem combinados para gerar resultados de maior acurácia. Essa é uma técnica já aplicada em áreas como predição de séries temporais, e esse projeto propõe, então, aplicar essa estratégia à regressão direta para encontrar melhores resultados na localização de aparelhos móveis em redes sem fio.

Palavras-chave: Comunicações móveis, sistema de posicionamento, teoria da perturbação, aprendizagem de máquina

Conteúdo

1	Introdução	1
2	Objetivo	2
3	Metodologia	3
4	Cronograma	4
5	Possíveis Avaliadores	5
6	Assinaturas	6

CAPÍTULO 1

Introdução

A quantidade de aparelhos móveis assim como o tráfego de dados móveis vem crescendo exponencialmente ao longo dos anos, tornando cada vez maior a importância de redes sem fio. Além disso, a internet das coisas vem se estabelecendo como um paradigma que reforça ainda mais a relevância das tecnologias sem fio. Nesse contexto, serviços baseados em localização demandam tecnologias que possam localizar aparelhos móveis de forma eficiente e com a maior acurácia possível.

Uma forma válida de localização em redes sem fio é baseada no sistema de posicionamento global. Apesar de ter uma boa acurácia em ambientes abertos, essa tecnologia não se alinha com as demandas da internet das coisas, que exige alta eficiência energética, por exemplo. Dessa forma, localização baseada em sinais de radiofrequência é uma alternativa mais apropriada, e a forma de realizar essa localização por esse meio é um tópico frequente de pesquisa.

Um dos métodos de localização baseado em sinais de radiofrequência é o que utiliza fingerprint [1]. Esse método consiste de duas fases chamadas offline e online. A primeira é responsável pela construção de um mapa de fingerprints de sinais, utilizando-se de medições reais, modelos teóricos e modelos de aprendizagem de máquina [2]. Já a segunda é a fase em que o fingerprint correspondente ao móvel é comparado com aqueles do mapa, buscando-se o que melhor se aproxima, através de métricas como distância euclidiana. Assim, a posição do fingerprint mais similar ao do móvel vai corresponder à sua posição predita. Uma das desvantagens dessa técnica é que a fase online de busca é altamente custosa em termos computacionais.

Uma outra técnica também utilizada é a aplicação de modelos de regressão para prever diretamente a latitude e longitude do aparelho móvel desejado. Essa abordagem já foi investigada [3], inclusive usando modelos de aprendizagem de máquina como k-nearest neighbors (k-NN) e support vector regression (SVR) [4].

Considerando que os modelos de predição desenvolvidos usando a técnica de regressão direta não são ótimos, pode-se aplicar uma técnica inspirada na teoria da perturbação [5]. A partir da predição original, pode ser criado um dataset residual com os erros dessa técnica, fazendo-se então uma nova previsão e somando-se o resultado dessa com os resultados do modelo original. O objetivo é que os resultados da predição possam ser melhorados iterativamente através da predição dos erros que eles geram.

Até onde sabemos, não há outros trabalhos utilizando essa abordagem de combinação iterativa com a predição do erro para melhorar os resultados de regressão direta nesse contexto. Assim, a proposta desse projeto é investigar a abordagem perturbativa aplicada à regressão direta para melhorar resultados de localização de aparelhos móveis em redes celulares.

CAPÍTULO 2

Objetivo

Conforme abordado anteriormente, o tema a ser estudado é um objeto de pesquisa frequente dada a sua importância, porém a proposta apresentada nesse projeto nunca foi abordada, até onde se sabe, então o objetivo é iniciar a partir de técnicas de regressão direta já desenvolvidas, em que as latitudes e longitudes dos equipamentos móveis são previstas a partir de modelos de aprendizagem de máquina de forma direta, e então tentar aprimorar essa técnica com a abordagem perturbativa, produzindo datasets residuais, desenvolvendo modelos de predição dos erros, e combinando estes com os modelos de predição originais.

O objetivo então é, dado que essa nova abordagem tenha sido implementada, comparar os seus resultados com os de regressão direta por meio de comparações quanto à acurácia e complexidade computacional.

CAPÍTULO 3

Metodologia

O trabalho será desenvolvido de acordo com as atividades descritas abaixo:

T1. Revisão bibliográfica

Esta fase consistirá num estudo do estado da arte, focando nas abordagens atuais existentes para tratar da localização em redes sem fio usando sinais de radiofrequência, mais especificamente focado em quaisquer técnicas que façam uso de regressão de forma direta para encontrar a latitude e longitude.

T2. Implementação da estratégia proposta

Como proposto, deverá ser feita a implementação de um modelo de predição de regressão direta, e a partir deste deve ser obtido um dataset residual com os erros dessa previsão. Com este novo dataset, um novo modelo deve ser treinado para predição do erro na regressão direta, e então os resultados serão a composição das saídas desses dois modelos.

T3. Ajuste dos modelos

Nessa próxima fase deverá ser feito o ajuste dos modelos implementados, variando-se os parâmetros dos modelos de aprendizagem de máquina para achar a combinação ótima deles. Além disso, deverá ser feito o teste das diferentes entradas que podem ser dadas aos modelos para achar o conjunto de entradas que melhor se adequa ao problema.

T4. Realização dos testes

Os testes devem ser realizados para comparar o método proposto em questão de acurácia e custo computacional. A princípio esses resultados devem ser comparados com os métodos mais recente de regressão direta encontrados na área, o que deve ser descrito durante a revisão bibliográfica.

T5. Escrita da monografia

Nesta etapa, deverá ser feita a escrita da monografia, além da revisão da mesma. O trabalho deve ser dividido em quatro capítulos: (1) Uma revisão bibliográfica do estado da arte direcionado para a área do projeto, (2) Uma descrição da implementação da estratégia proposta e do processo de ajuste dos modelos implementados, (3) Uma análise crítica dos resultados obtidos, fazendo-se comparações com métodos similares existentes, (4) por fim, uma conclusão dos resultados alcançados e possíveis esforços futuros na área.

T6. Preparação da defesa

Finalmente, deve ser feita a preparação da defesa do Trabalho de Graduação, apresentando-se os trabalhos desenvolvidos e resultados obtidos.

CAPÍTULO 4

Cronograma

Atividades	Set	Out	Nov	Dez
Revisão Bibliográfica				
Implementação da estratégia proposta				
Ajuste dos modelos				
Realização dos testes				
Escrita da monografia				
Preparação da defesa				

CAPÍTULO 5

Possíveis Avaliadores

Um possível avaliador do trabalho a ser produzido é o professor Paulo Salgado Gomes de Mattos Neto (CIn/UFPE).

CAPÍTULO 6

Assinaturas

Tatiana Viana Padrão
Aluna

Daniel Carvalho da Cunha
Orientador

Bibliografia

- [1] Vo, Q. D., De, and P., “A survey of fingerprint-based outdoor localization,” *IEEE Communications Surveys and Tutorials*, p. 491–506, 2016.
- [2] R. D. Timoteo, L. N. Silva, D. C. Cunha, and G. D. Cavalcanti, “An approach using support vector regression for mobile location in cellular networks,” *Elsevier Computer Networks*, vol. 95, pp. 51–61, 2016.
- [3] L. S. Ezema and C. I. Ani, “Multi linear regression model for mobile location estimation in gsm network,” *Indian Journal of Science and Technology*, pp. 1–6, 2016.
- [4] L. L. Oliveira, L. A. O. Jr., G. W. A. Silva, R. D. A. Timoteo, and D. C. Cunha, “An rss-based regression model for user equipment location in cellular networks using machine learning,” *Springer Wireless Networks*, vol. 24, pp. 1–10, 2018.
- [5] Sakurai, J. J., *Modern quantum mechanics*. Massachusetts: Addison-Wesley, 1994.