Geoposicionamento em Redes UMTS, usando Técnicas de Fingerprinting e Modelos de Canal Rádio

celfinet
Sharing Knowledge

instituto de telecomunicações

ISEL
INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA

Alexandra Mourato ✉
André Martins
Iola Pinto
Pedro Vieira
Tiago Cunha

✉ a39135@alunos.isel.pt

Sumário

Introdução	03
Modelo de Propagação	04
Métricas de distância	05
Dados e Análise	06
Algoritmo	08
Resultados e Análise	09
Conclusões	13

INTRODUÇÃO

As redes móveis actuais 3G e 4G têm sofrido, um aumento de complexidade significativo. Tal deve-se ao desenvolvimento e à coexistência de diferentes tecnologias, as quais são frequentemente provenientes de diferentes operadores.

A localização foi realizada com base em medidas de Rádio Frequência (RF), sendo estas utilizadas, juntamente com modelos de propagação e técnicas de fingerprinting.

MODELO DE PROPAGAÇÃO

OKUMURA HATA

Mediana da Atenuação de Propagação:

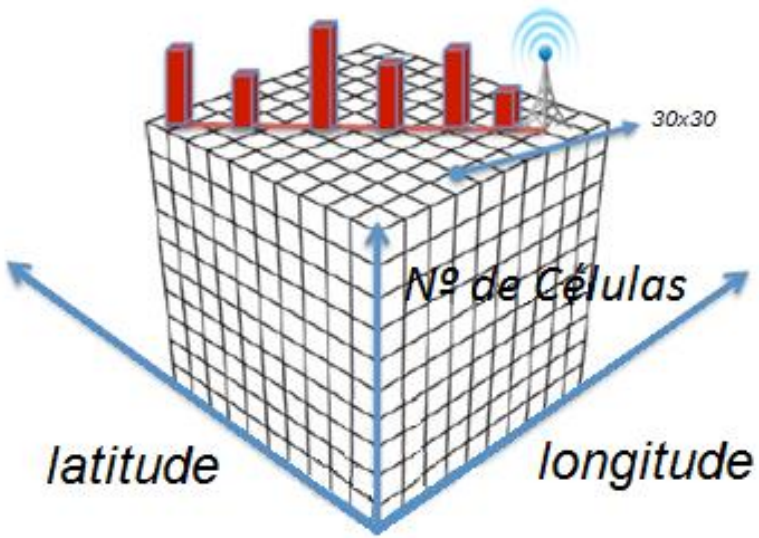
$$L_p = 69.55 + 26.16\log\left(f_{[MHz]}\right) - 13.82\log\left(h_{be\,[m]}\right) + \left[44.9 - 6.55\log\left(h_{be\,[m]}\right)\right]\log\left(d_{[km]}\right) - H_{mu\,[dB]}(h_m, f) - \sum factores\ de\ correcção$$

Potência Recebida:

$$P_R[dBm] = P_E[dBm] + G_R[dBi] + G_E[dBi] - L_p[dB]$$

MÉTRICAS DE DISTÂNCIA

Estrutura de Fingerprinting relativa às potências estimadas



Distância Euclideana

$$\boldsymbol{d_{\mathrm{Mr},PE}} = \sqrt{\sum_{\mathbf{v=1}}^{\boldsymbol{p}} (\boldsymbol{mr_v} - \boldsymbol{pe_v})^2}$$

Distância de Mahalanobis

$$d(\boldsymbol{M_R}, \boldsymbol{P_E}) = \sqrt{(\boldsymbol{M_R} - \boldsymbol{P_E})' \Sigma^{-1} (\boldsymbol{M_R} - \boldsymbol{P_E})}$$

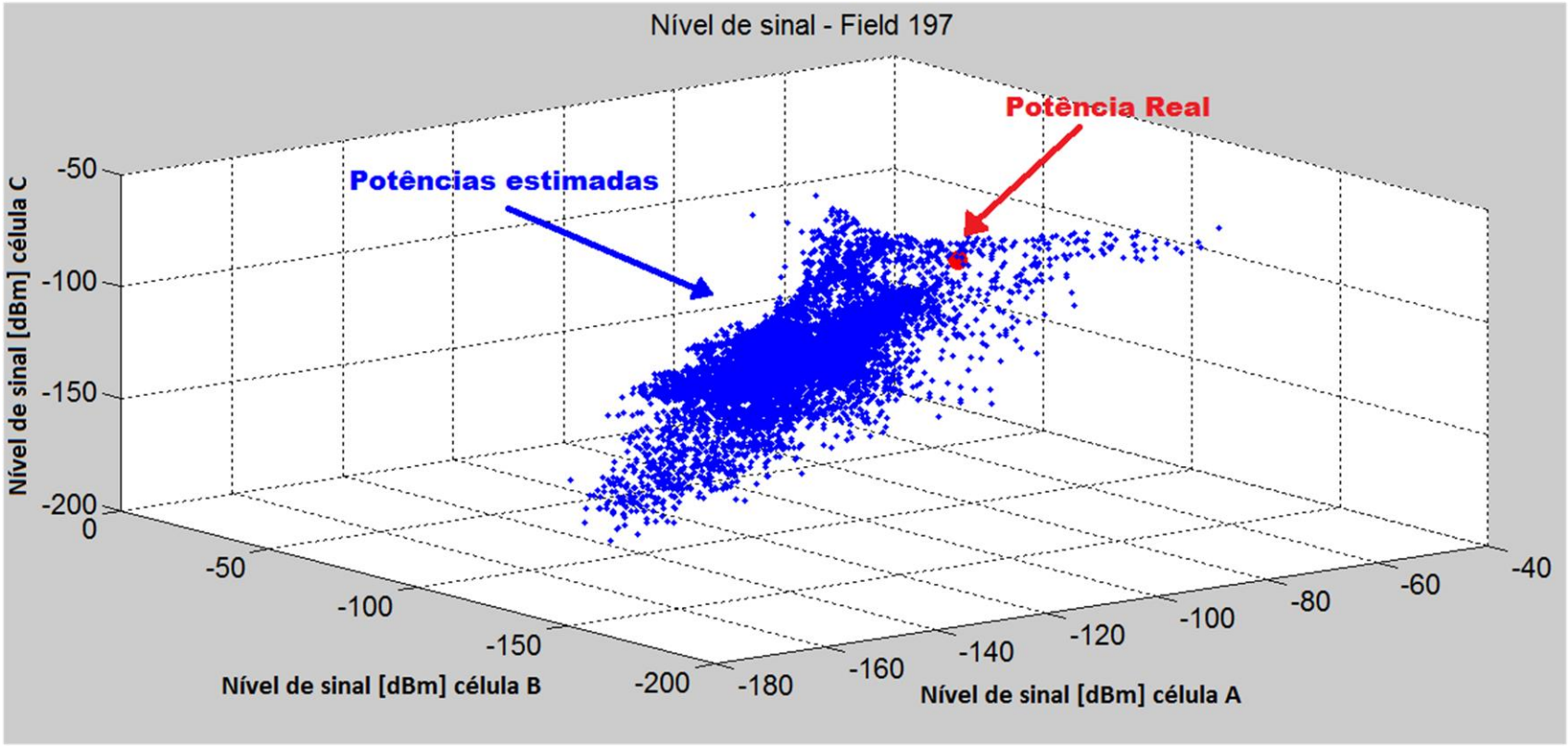
onde Σ^{-1} representa a inversa da matriz de variância/covariância das potências estimadas correspondentes às p células.

Dados e Análise (1/2)

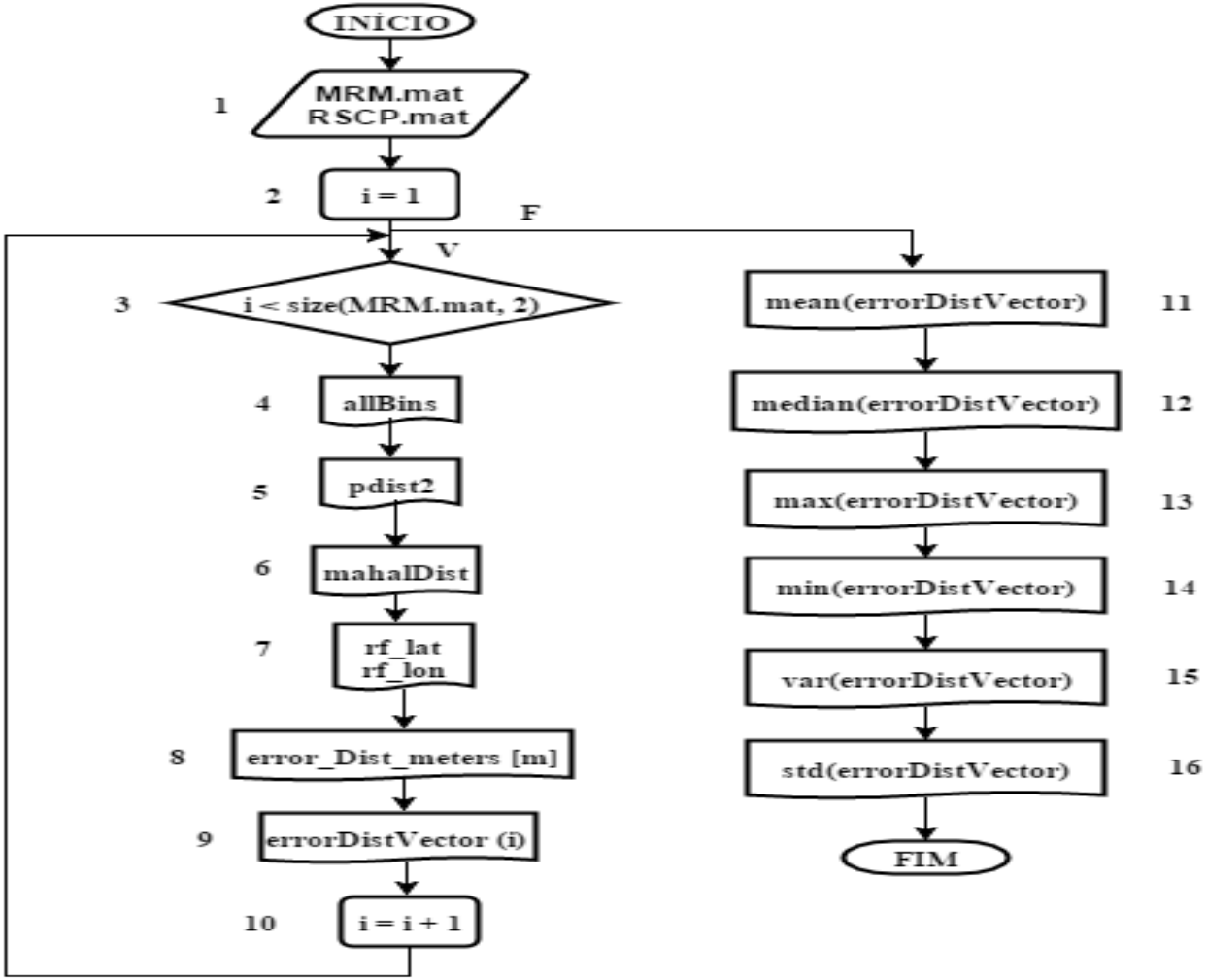
DADOS REAIS					DADOS ESTIMADOS
Estrutura 1x197					
Índice	Identificação da célula	Nível de sinal reportado	DTLAT	DTLON	Dimensão
1	[46837 14258]	[-87 -98]	38.7351	-9.1473	104x133x2
2	[46837 14258]	[-87 -99]	38.7351	-9.1473	104x133x2
3	[46837 14258]	[-89 -97]	38.7348	-9.1473	104x133x2
4	[46837 46838]	[-90 -96]	38.7347	-9.1472	68x86x2
5	[46837 46838]	[-90 -95]	38.7347	-9.1472	68x86x2
6	[46837 46838]	[-90 -94]	38.7347	-9.1472	68x86x2
7	[46837 46838]	[-90 -94]	38.7346	-9.1472	68x86x2
...	...	...	...	...	...

Dados e Análise (2/2)

Representação de vetores de potências estimadas para um Measurement Report com 3 células



ALGORITMO


INÍCIO
1
MRM.mat
RSCP.mat
2
i = 1
F
V
3
i < size(MRM.mat, 2)
4
allBins
5
pdist2
6
mahalDist
7
rf_lat
rf_lon
8
error_Dist_meters [m]
9
errorDistVector (i)
10
i = i + 1
mean(errorDistVector)
11
median(errorDistVector)
12
max(errorDistVector)
13
min(errorDistVector)
14
var(errorDistVector)
15
std(errorDistVector)
16
FIM

Resultados e Análise (1/4)

Cenário 1

Utilizaram-se para análise todas as observações disponíveis, portanto estão incluídos os bins onde existem valores omissos e a métrica utilizada foi a distância euclideana.

Cenário 2

Utilizaram-se apenas os bins onde o vetor de potências estimadas tinha a mesma dimensão que o vetor measurement report e a métrica utilizada foi a distância euclideana.

Cenário 3

É idêntico ao cenário 2 mas a métrica utilizada foi a distância de Mahalanobis.

Resultados e Análise (2/4)

Resultados dos erros de localização

		DISTÂNCIAS					
		Euclideana				Mahalanobis	
MR	BI	Cenário 1	Nº de células	Cenário 2	Nº de células	Cenário 3	Nº de células
...	...	...	...	...	...	...	...
7	[46837 46838]	169,7544813	2	169,754481345957	2	169,754481345957	2
8	[46837 46838]	169,7544813	2	169,754481345957	2	169,754481345957	2
9	[46837 46838 14258]	1297,240313	2	169,754481341675	3	169,754481341675	3
10	[46837 46838 14258]	1284,268971	2	158,284014726408	3	158,284014726408	3
11	[46837 46838]	158,2840147	2	158,284014730741	2	158,284014730741	2
12	[46837 46838 14258]	1284,268971	2	158,284014726408	3	158,284014726408	3
13	[46838 14258 46837]	113,7634541	3	113,763454060033	3	113,763454060033	3
14	[14258 46838 46837]	113,7634541	3	113,763454060033	3	113,763454060033	3
15	[14258 46838 46837]	113,7634541	3	113,763454060033	3	113,763454060033	3
16	[14258 46838 46837]	106,8690146	3	106,869014571685	3	106,869014571685	3
...	...	...	...	...	...	...	...

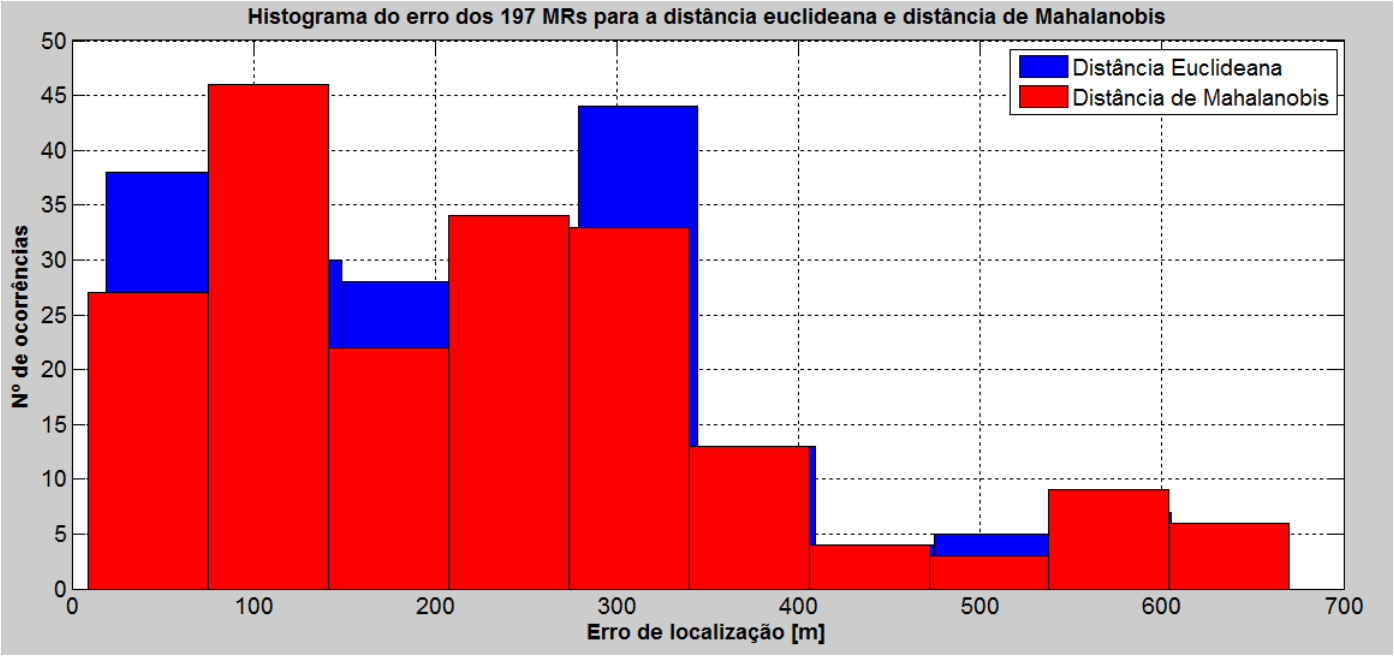
Resultados e Análise (3/4)

Medidas descritivas do erro de localização em função do número de células e para os 197 MRs com as métricas distância euclideana e distância de Mahalanobis

	Euclideana		Mahalanobis		Euclideana	Mahalanobis
	2 células	3 células	2 células	3 células		
Média do erro de posição	249.9461	191.7450	245.4009	183.6694	235.6772	230.3307
Mediana do erro de posição	227.2882	158.2840	233.3525	164.0192	224.5691	216.8376
Máximo do erro de posição	670.0397	391.6251	670.0397	388.9216	670.0397	670.0397
Mínimo do erro de posição	22.7385	18.5314	9.0462	24.1869	18.5314	9.0462
Variância do erro de posição	2.5463e+04	1.5499e+04	2.6679e+04	1.1618e+04	2.3597e+04	2.3700e+04
Desvio padrão do erro de posição	159.5723	124.4931	163.3376	107.7851	153.6140	153.9486

Resultados e Análise (4/4)

Histogramas do erro de localização da distância de Mahalanobis e da distância Euclideana



- A classe modal da distância euclideana apresenta valores mais elevados em relação à distância de Mahalanobis.

CONCLUSÕES

- Foi desenvolvido um algoritmo para georreferenciação de traces que utiliza técnicas de fingerprinting sobre níveis de sinal estimados usando um modelo de propagação de larga-escala.

- Verificou-se que:
  - ✓ Os vetores associados à potência real e estimada deverão ter a mesma dimensão.
  - ✓ As estatísticas do erro de localização são muito mais favoráveis quando se utiliza informação de 3 células, comparativamente ao caso em que temos apenas informação de 2 células.
  - ✓ A distância de Mahalanobis apresenta ligeiras melhorias nos resultados em relação à distância euclideana.

celfinet
Sharing Knowledge

instituto de telecomunicações

› geral@celfinet.com
› **www.celfinet.com**

CELFINET › Our Offices

_
PORTUGAL

Headquarters
Rua João Chagas, 53, 2º Esq
1495 - 764 Cruz Quebrada - Dafundo
LISBOA - Portugal
Phone: +351 214 152 330
Fax: +351 214 152 339

R&D Center
Praça D. Filipa de Lencastre, 22, 5º, sala 89
4050-259 **PORTO** - Portugal

_
BRASIL
Alameda Araguaia, 2044 - Torre II, Conj. 1213
06455-000 - Alphaville
Barueri
SÃO PAULO - Brasil

_
UK
90 Fetter Lane
LONDON
EC4A 1EQ
United Kingdom

_
MACAU
Av. da Amizade, 555, Edif. Landmark,
Room 1308
MACAU (China)

_
MOÇAMBIQUE
Edificio Millenium Park, Torre A
Av. Vladimir Lenine, n.179, 6º Dto
MAPUTO - Moçambique

› Sponsorship

POR LISBOA

QREN QUADRO DE REFERÊNCIA ESTRATÉGICO NACIONAL

UNIÃO EUROPEIA
Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional