

# 1

## Introdução

Computação sensível ao contexto é o paradigma de computação móvel onde aplicações podem obter vantagens de informações contextuais, como por exemplo, a localização, o tempo, a proximidade de pessoas (e seus dispositivos), o perfil da atividade de usuários, entre outros [1]. Um elemento particular de contexto, localização, ultimamente tem recebido grande interesse por parte da comunidade acadêmica e da indústria. O interesse pela localização de usuários ocorreu principalmente devido à chegada de uma nova geração de dispositivos portáteis (como por exemplo, *notebooks* e *handhelds*) com capacidade de comunicação sem fio e em alguns casos até de auto-localização.

Usuários portando dispositivos móveis são agora capazes de se locomover livremente mantendo a sua capacidade de comunicação. Isso cria uma nova linha de aplicações, “aplicações sensíveis à localização”. A característica chave desse tipo de aplicação é comportar-se em função da localização do usuário com o intuito de prover serviços mais adequados ao usuário. Como exemplo, um serviço de páginas amarelas pode mudar a informação apresentada ao usuário em função da sua localização. Uma nova gama de aplicações pode também ser criada, onde podemos citar, serviços de mensagens baseados em localização e recuperação de informações em tempo real em locais públicos como museus e teatros.

Para possibilitar o desenvolvimento de tais aplicações, diversas tecnologias para localização de dispositivos móveis têm sido pesquisadas e implementadas com o intuito de oferecer suporte ao provisionamento desse tipo de contexto. Entre essas tecnologias podemos citar o *Global Positioning System* (*GPS*), que já é largamente utilizado por aplicações em diversas áreas. Entretanto, a tecnologia *GPS* não funciona a contento em ambientes internos devido a problemas de propagação dos sinais *GPS* nesses ambientes.

Portanto, tecnologias de comunicação sem fio, que funcionam de forma

adequada em ambientes internos e externos, são uma boa escolha como forma de prover a localização. Entre as tecnologias de comunicação sem fio que estão sendo utilizadas para prover localização de dispositivos móveis, podemos citar, redes de sensores infravermelho e ultra-som, e sistemas baseados em rádio frequência, incluindo desde redes celulares a padrões para redes de comunicação sem fio.

O padrão para redes de comunicação local sem fio IEEE 802.11 é a solução mais simples e direta que tem sido utilizada para localizar dispositivos móveis. Sistemas que utilizam essa tecnologia usam informações sobre o sinal de pontos de acesso da rede sem fio para estimar a localização de dispositivos móveis. Tal tecnologia apresenta diversas vantagens em relação às demais, como por exemplo, o uso da própria infra-estrutura de comunicação para prover informações de localização, reduzindo consideravelmente a complexidade e o custo de implantação de tais sistemas.

O objetivo deste trabalho é desenvolver e avaliar um serviço para determinar a localização de dispositivo móveis utilizando apenas informações sobre o sinal de pontos de acesso de redes IEEE 802.11. Nomeamos o serviço de “Serviço para Inferência de Localização” (LIS - *Location Inference Service*) Não é objetivo deste trabalho criar novos algoritmos para determinar a localização, e sim experimentar com algoritmos já existentes, comparando-os principalmente em relação à precisão da inferência obtida. Outro objetivo é verificar a viabilidade da construção de um serviço para inferência de localização de dispositivos móveis utilizando apenas redes IEEE 802.11, sem nenhum hardware adicional. O trabalho pode também ser visto como um arcabouço para a construção e experimentação de novos algoritmos, já que será criada toda uma infra-estrutura de software necessária para tais algoritmos. Nosso foco neste trabalho está na determinação da localização em ambientes internos. Entretanto, em princípio, os algoritmos e o serviço desenvolvido podem também ser usados em ambientes externos com cobertura de redes IEEE 802.11.

Diversos fatores contribuíram para a escolha da inferência da localização de dispositivos móveis através da intensidade do sinal de redes IEEE 802.11. Entre esses fatores podemos citar a boa precisão obtida, com estratégias semelhantes, relatada em outros sistemas de localização [2, 3, 4, 5, 6]. Nestes sistemas obtem-se uma precisão de 3 a 5 metros, o que satisfaz os requisitos das aplicações sensíveis à localização sendo consideradas no projeto MoCA. Um segundo fator, determinante da nossa escolha, é a ausência de custos adicionais, como *hardware* especial para detecção da localização de dispositivos, como ocorre em sistemas baseados em ultra-som, infravermelho e *GPS*. Outro fator

que influenciou a escolha foi a recente cobertura parcial do campus da PUC por pontos de acesso IEEE 802.11, a rede *Wi-Fi PUC-Rio* [7]. Com essa rede temos um ambiente propício para testes e simulações. Além disso, cada vez mais lugares públicos e até cidades inteiras possuem cobertura de redes IEEE 802.11. Muitas dessas regiões possuem uma densa cobertura de modo que sinais de vários pontos de acesso se sobrepõem, permitindo uma inferência da localização mais precisa. Mesmo havendo apenas o sinal de um ponto de acesso, a intensidade do seu sinal favorece a inferência de uma localização aproximada. Com essa tendência, qualquer lugar onde um usuário ligue o seu dispositivo móvel terá acesso a uma rede sem fio deste tipo, sendo, portanto, passível de ser localizado.

O sistema foi projetado como um serviço no qual aplicações, executando em dispositivos móveis ou não, em redes sem fio ou não, possam realizar consultas ou serem notificadas sobre a localização de qualquer dispositivo móvel sendo monitorado.

É necessário, por parte dos dispositivos móveis, o envio de informações sobre o sinal dos pontos de acesso audíveis. A coleta e o envio dessas informações é realizada utilizando a infra-estrutura fornecida pela arquitetura MoCA. Essa infra-estrutura será apresentada na Seção 4.1.

A granularidade da informação de localização é uma variável que depende do tipo de aplicação utilizada. Por exemplo, localizar um livro nas estantes de uma biblioteca requer uma granularidade bastante fina (da ordem de centímetros). Ao contrário, identificar uma pessoa em uma sala ou andar de um edifício não necessita de uma granularidade tão pequena (poucos metros). Neste trabalho focamos no segundo tipo de localização, ou seja, em inferir a localização com uma granularidade de regiões com poucos  $m^2$ , como salas, de forma que possamos localizar pessoas ou dispositivos móveis em pequenas regiões. De uma forma geral, podemos dizer que quanto menor for a granularidade requerida para a localização, maior será o custo e a complexidade do sistema. Acreditamos que essa granularidade maior permite o desenvolvimento de inúmeras aplicações sensíveis à localização que tenham relevância científica e econômica.

O restante da dissertação é organizada como descrito a seguir. O Capítulo 2 apresenta alguns conceitos necessários ao entendimento da nossa proposta. Uma pesquisa sobre abordagens para localização de dispositivos móveis é apresentada no Capítulo 3. O serviço de inferência de localização é então apresentado no Capítulo 4. Testes e avaliações que foram realizadas com o

serviço são apresentados no Capítulo 5. Finalmente, no Capítulo 6, tecemos algumas conclusões e discutimos propostas para trabalhos futuros.