

1 Introdução

A utilização e a popularidade dos dispositivos móveis crescem a cada dia. Mobilidade, flexibilidade, facilidade de comunicação e entretenimento proporcionado por dispositivos, como laptops, PDAs e celulares, fazem da tecnologia de redes sem fio objeto de desejo de grande parte da população mundial.

Redes sem fios, também chamada redes wireless, refere-se de uma maneira geral a um agrupamento de computadores e outros dispositivos em rede, interligados através de ondas de rádio ou outras formas de ondas eletromagnéticas, sem o uso de cabos (Silva, 1998). Uma grande variedade de tecnologias de redes de acesso sem fio pode ser utilizada hoje em dia, incluindo, por exemplo, Bluetooth, WLAN, 2G(GSM), 2.5G(GPRS), 3G(UMTS).

As redes de acesso sem fio possuem naturezas distintas e variam, por exemplo, de taxa de dados, cobertura, volume de usuários, velocidade móvel suportada, anti-interferência e propriedades de transmissão e propagação. Os parâmetros de qualidade de serviço (QoS) de redes sem fio variam dinamicamente com o tempo, de acordo com a disponibilidade, banda de transmissão, atraso, jitter, tempo de resposta e taxa de perda de pacotes (Sun et al., 2004).

A nova geração de terminais móveis traz como uma de suas principais funcionalidades, a possibilidade de utilização destes diferentes tipos de rede de acesso sem fio. Esta flexibilidade, associada à mobilidade do usuário, que constantemente está mudando sua localização e ambiente, permite que este também escolha sua operadora de rede, sua provedora de serviços e rede de acesso.

Desejo de todos os usuários de redes sem fio, a mobilidade, é possibilitada pelo *handoff*. O *handoff* ocorre quando um usuário migra de um ponto de acesso de rede sem fio para outro ponto de acesso de rede sem fio, ou seja, sua posição, sua localidade, com interrupção ou não, do serviço que se está utilizando. Soluções utilizando a mesma tecnologia de rede e a mesma provedora de acesso

de rede são comumente utilizadas nos dias de hoje. Um dos grandes desafios para a tecnologia de redes sem fio no momento é o *handoff* vertical, onde ocorre a migração de um usuário com seu dispositivo móvel entre tecnologias de rede distintas durante a utilização de um serviço da rede.

No cenário atual, onde o usuário possui uma variedade de opções de rede, este deverá escolher a que melhor atenda suas necessidades no momento em que desejar utilizar um determinado serviço, como voz, mensagem e vídeo, por exemplo. Além disso, após definir a interface de rede que irá utilizar, devido a sua característica de mobilidade, o usuário poderá se mover novamente e ser influenciado por outras interfaces de rede, possibilitando uma nova análise e decisão sobre a melhor opção disponível. Onde a melhor opção disponível pode ser definida, por exemplo, com relação a preço, qualidade do serviço e disponibilidade do serviço prestado em cada rede.

O *handoff* vertical deve ser encarado pela provedora como um desafio e uma oportunidade. Estratégias para formulação do preço do serviço devem ser estudadas. O tipo de serviço que se esta oferecendo em uma determinada localidade, o publico alvo deste serviço e a qualidade do serviço que esta oferecendo, são características que podem ser avaliadas na precificação de serviços. Estratégias de precificação bem feitas poderão atrair mais usuários, ou caso contrário afasta-los, devido a sua liberdade de escolha e mobilidade.

Clientes totalmente dependentes dos provedores e dos serviços oferecidos por estes, tendem a desaparecer. A oferta e a diversidade de serviços em redes sem fio de nova geração exigirão um novo processo de negociação e uma nova política de preço mais adequada ao contexto que o usuário e a provedora se encontram.

Algumas propostas para solucionar este problema foram apresentadas e discutidas, com sistemas e algoritmos para tomada de decisão, e políticas para definição de prioridades pelo lado do usuário. Além de precificação baseada na demanda histórica de tráfego e em teorias de leilão, apresentadas pelo lado das provedoras.

Porém o problema normalmente é analisado de forma isolada, analisando-se somente o *handoff* do lado do usuário ou somente a precificação do lado da provedora. Diversidade de serviços, qualidade e preços mais atrativos, podem ser

alcançados num mercado onde os usuários buscam a melhor conexão e as provedoras tentam oferecer esta melhor conexão.

Tipo de conexão, intensidade do sinal, qualidade e preços dos serviços são exemplos de informações de contexto que podem ser utilizadas pelos usuários para definir a melhor conexão de rede dependendo da situação que se encontram. Localidade onde se oferece um serviço, número de usuários nesta localidade, qualidade e tipo de serviço oferecido são exemplos de informações de contexto que podem ser utilizadas pelas provedoras na tentativa de prover a melhor conexão de rede para os usuários.

O trabalho aqui proposto visa avaliar este cenário, possibilitando identificar quais são as variáveis e informações de Contexto importantes e fundamentais que irão influenciar para que a provedora ofereça o melhor serviço e o usuário adquira o melhor serviço.

A proposta apresenta um modelo, implementado no *framework* desenvolvido, para que se possa analisar tanto as informações contextuais de um *handoff* vertical, pelo lado do usuário, como as informações contextuais da precificação de um serviço pelo lado das provedoras de rede. Definir diretivas e prioridades no tratamento de informações de contexto. Proporcionar a análise dos diferentes algoritmos de tomadas de decisão, observando suas vantagens e desvantagens.

Para alcançar este objetivo à solução proposta utilizará o conceito de sistemas multi-agentes para simular o cenário descrito, com a utilização da abordagem do DynaCIP (Felicíssimo, 2007) para tratar as informações de contexto. O *framework* desenvolvido facilita a implementação de diferentes estudos para o cenário proposto.

1.1. Descrição do Problema

Um usuário com um dispositivo móvel atualmente possui diversas opções de conexão de rede. Cada uma com sua propriedade e finalidade, o usuário pode escolher sempre qual é a melhor opção, a que melhor atende suas necessidades.

A mobilidade proporciona ao usuário a identificação de diferentes cenários de redes e provedoras de acordo com a localidade que o usuário se encontra. A

melhor opção de conexão de rede vai depender sempre da situação em que o usuário se encontra, na hora de começar a utilizar um determinado serviço, ou mesmo durante a utilização de um serviço e alteração da localidade, e possivelmente das redes disponíveis.

A escolha da interface de rede, hoje é feita de forma manual e na maioria das vezes de forma intuitiva, avaliando-se basicamente as opções e disponibilidade de redes ativas, velocidade e preço. Com o aumento do número de provedoras, com variedade de rede e preço, o processo de definição se torna mais difícil e critérios de escolha precisam ser mais bem definidos, automatizados e se necessário transparentes ao usuário no momento da utilização de um serviço.

Existem algumas propostas para a realização do *handoff* vertical automatizado, como o trabalho apresentado em (Sun et al., 2004), que propõe gerenciamento de conexões adaptáveis, com representação de políticas baseadas em contexto e algoritmo de avaliação de conexão fim-a-fim. Esta proposta avalia constantemente as conexões de rede disponíveis para a escolha da melhor a ser utilizada. Porém, restringe-se a políticas definidas a apenas três níveis, usuário, aplicação e canal, e seu algoritmo de decisão restringe-se ao cálculo de matriz de custo.

Já o trabalho de (Chen et al., 2004) propõe um modelo de decisão inteligente para o *handoff* vertical entre as interfaces de rede disponíveis. Utiliza uma função de pontuação bem definida, onde o modelo proposto pode realizar o *handoff* para a melhor interface de rede no melhor momento de acordo com as propriedades das interfaces de rede disponíveis, configurações do sistema e preferências do usuário. O algoritmo utilizado no processo de decisão e a utilização de sua função de pontuação são restrições desta proposta.

O trabalho do grupo de pesquisa PING (Princing In Next Generation Networks) é desenvolver uma ferramenta para simulação de diferentes estratégias de preço em redes de nova geração baseada em sistemas multi-agentes. O objetivo da ferramenta é utilizar a teoria de leilão para a venda de recursos de rede das provedoras. Foco em negócio e utilização da teoria de leilão são restrições desta solução.

Todas as propostas analisadas acima se limitam ao estudo do processo de *handoff* vertical pelo usuário ou da precificação dos serviços pela provedora. Nenhum deles possibilita uma análise conjunta no processo de negociação de

serviços. Esta análise é importante porque permite identificar o perfil de usuários e provedoras, e quais características e critérios utilizados por estes no processo de negociação contribuem com ganhos e melhorias para a comercialização de serviços em redes sem fio.

1.2. Abordagem

O *handoff* vertical e a precificação são objetos de análise da ferramenta de simulação desenvolvida neste trabalho. Permitindo uma análise conjunta, caso seja necessário. A utilização de sistemas multi-agentes permite a representatividade de provedoras e usuários, com a utilização de agentes, durante o processo de negociação de um serviço.

As estratégias utilizadas por provedoras e usuários num processo de negociação de serviço são diretamente dependentes da interpretação de informações de contexto analisadas por cada um. Contexto é qualquer informação que pode ser utilizada para caracterizar a situação de uma entidade. Uma entidade pode ser uma pessoa, um lugar ou um objeto que é considerado relevante a interação entre um usuário e uma aplicação, incluindo o próprio usuário e a aplicação (Dey et al., 2000).

Um sistema é dito context-aware se ele utiliza contexto para prover informação e/ou serviço relevante para o usuário, onde relevância depende da tarefa que o usuário está executando em um determinado momento (Devlic, 2006). Em sistemas context-aware, as aplicações se adaptam a informação de contexto e passam a depender menos de entradas explícitas dos usuários. Eles têm que tomar decisões baseadas nas informações disponíveis a eles, para fazer com que os usuários tenham uma melhor percepção de resultado e produtividade (Devlic, 2006).

A dissertação propõe um *framework*, o ContextualFramework, para simulação de estratégias de negócio baseada em informações de Contexto, para as redes sem fio de nova geração.

O primeiro passo para isto é a instanciação da ontologia de classes proposta pelo *DynaCIP*, onde são definidas condições contextuais e valores contextuais, determinantes para que uma tarefa e sua respectiva ação seja realizada. Após a

definição da ontologia, o passo seguinte passa a ser a instanciação do ContextualFramework.

O ContextualFramework propõe a utilização de um algoritmo para tomada de decisão. A decisão é resultado da execução deste algoritmo sob os protocolos e diretivas da instância do *DynaCIP*, com a análise de informações de contexto específicos do cenário de uso.

1.3. Contribuições

O *framework* desenvolvido para simulação de estratégias de negócio baseada em informações de Contexto, contribui com os seguintes pontos:

- O *framework* em si;
- O uso de contextos;
- O uso e a possibilidade de análise de diferentes algoritmos de tomada de decisão para o problema proposto;

1.4. Estrutura da Dissertação

O capítulo 2 apresenta os conceitos básicos de uma rede sem fio de nova geração e o conceito de *handoff* vertical, além de uma pequena discussão sobre o uso de *Context-Awareness*, do *DynaCIP* e sistemas multi-agentes.

O capítulo 3 apresenta os trabalhos relacionados, segundo a visão implementação e arquitetura utilizada na simulação, com a utilização de informações de Contexto, outra sobre a visão da análise de como os serviços oferecidos pelas Redes Sem Fio de Nova Geração poderiam ser negociados, e como processo de *handoff* vertical poderia ser implementado.

O capítulo 4 apresenta a solução proposta, que resulta de um *framework* para analisar informações de Contexto e tomada de decisão, com utilização de um sistema multi-agente para simular estratégias de negócio de uma rede sem-fio de nova geração.

O capítulo 5 apresenta um cenário de uso, a ferramenta ContextualNGWN, sua modelagem, funcionamento e simulação. O capítulo 6 apresenta a conclusão e trabalhos futuros. O capítulo 7 traz as referências utilizadas na dissertação. O

anexo A descreve o design do *framework*. O anexo B uma possível utilização do *framework* em outros domínios de aplicação.