

Localização de Estações Rádio Base Aplicado à Implantação de uma Rede Local sem Fio¹

Ricardo C. Rodrigues Antônio A.F. Loureiro Geraldo R. Mateus
{rick,loureiro,mateus}@dcc.ufmg.br
Departamento de Ciência da Computação
Universidade Federal de Minas Gerais

1. Introdução. Durante esta década houve uma grande evolução da comunicação sem fio que deve continuar no futuro. Os sistemas de telefonia celular e de paging são bons exemplos de aplicações wireless e várias outras encontram-se em desenvolvimento. A tendência é que estas aplicações não sejam oferecidas isoladamente como hoje, mas sim integradas umas às outras. O objetivo é termos telefonia celular, paging, acesso à Web e correio eletrônico, dentre outros serviços, integrados num único dispositivo computacional. Por isso, o estudo da tecnologia sem fio não se aplica apenas às redes locais de computadores, mas sim a um grande número de aplicações que estarão disponíveis nos próximos anos.

Embora enlaces sem fio sejam utilizados em redes metropolitanas (MAN) já a alguns anos, sua aplicação em redes locais ainda é incipiente. Das poucas referências disponíveis na literatura, a grande maioria relata trabalhos desenvolvidos no exterior. Este trabalho apresenta os resultados obtidos durante a implantação de uma rede local sem fio (WLAN) em ambiente indoor utilizando equipamentos padrão IEEE 802.11 [3]. Este trabalho tem o objetivo de contribuir para o desenvolvimento científico e tecnológico da área de redes locais sem fio, divulgar nossa experiência e estimular o surgimento de novos grupos de pesquisa no Brasil.

2. Conceitos Básicos. Uma rede local sem fio possui dois elementos principais: uma unidade móvel, sem fio, e uma estação rádio base, conectada fisicamente à rede fixa. A unidade móvel (UM) é, em última instância, o computador portátil utilizado pelo usuário final da rede. Ela deve possuir uma interface para conexão de rede sem fio (normalmente um cartão PCMCIA).

A estação rádio base (ERB) é responsável por viabilizar a comunicação entre a unidade móvel e a rede fixa. Nas soluções oferecidas pelo mercado, a estação rádio base funciona como uma bridge. Ela possui duas interfaces de rede, sendo uma para conexão com a rede fixa (normalmente, 10base2 ou 10baseT) e outra para conexão com as unidades móveis (uma antena embutida ou um cartão PCMCIA com antena integrada).

3. O Modelo Computacional. O Problema de Localização de Estações Rádio Base consiste em distribuir ERB's pela área de demanda de forma a atender o objetivo de cobertura desejado utilizando-se o menor número possível de ERB's. O objetivo de cobertura pode variar conforme o caso. Objetivos típicos são a cobertura total da área de demanda, cobertura parcial com máximo retorno financeiro e cobertura com garantia de atendimento da demanda. A solução é encontrada utilizando-se modelos de programação linear inteira capazes de informar o número mínimo de ERB's necessárias para a cobertura desejada. Esta abordagem é tradicionalmente utilizada em sistemas de telefonia celular.

Em nossa abordagem, contudo, o número de ERB's disponível para implantação era fixo: três. Nosso problema era saber qual posicionamento das antenas era capaz de melhor atender nosso objetivo de cobertura. e qual percentagem da área de demanda conseguiríamos cobrir com estas antenas.

Desenvolvemos um modelo de programação linear inteira que, dado o número de ERB's disponíveis e o nível de sinal de cada ERB candidata em cada ponto de demanda, informa o melhor posicionamento das ERB's disponíveis e a percentagem da área de demanda que foi coberta. Esta abordagem oferece um grau de flexibilidade muito maior que a abordagem tradicional.

¹Este trabalho foi parcialmente financiado pelo Projeto SIAM/DCC/UFMG, MCT/FINEP/PRONEX, número 76.97.1016.00.

O modelo desenvolvido é descrito a seguir. Seja \mathbf{M} o conjunto de pontos de demanda, \mathbf{N} o conjunto de antenas (ERB's) candidatas e \mathbf{K} o número de antenas disponíveis. Seja a_j a antenna j , uma variável booleana que assume valor 1 se a antenna j for selecionada e 0 caso contrário. Seja ainda N_j o conjunto de pontos atendidos pela antenna j , s_{ij} o sinal da antenna j no ponto i , w_i a prioridade de atendimento do ponto i , e z_i a área do ponto i . Seja ainda x_{ij} uma variável booleana que assume valor 1 quando o ponto i é atendido pela antenna j e 0 quando contrário. O modelo é dado por:

$$\max \sum_{i \in M, j \in N} s_{ij} x_{ij} w_i z_i \quad (1) \quad \sum_{j \in N} a_j \leq K \quad (3)$$

sujeito a:

$$\sum_{j \in N} x_{ij} \leq 1, \forall i \in M \quad (2) \quad \sum_{i \in N_j} x_{ij} \leq |N_j| a_j, \forall j \in N \quad (4)$$

O modelo computacional foi implementado utilizando-se a linguagem AMPL [2] integrada ao CPLEX [1]. O AMPL carrega o modelo e o transforma em um conjunto de restrições que são passadas para o CPLEX. Após resolver as restrições e atingir o objetivo, o CPLEX retorna ao AMPL as antenas selecionadas e a área coberta pela solução proposta.

4. Resultados Obtidos. Usamos nosso modelo computacional variando o número de antenas disponíveis entre 1 e 6. Os resultados obtidos são apresentados na Figura 1.

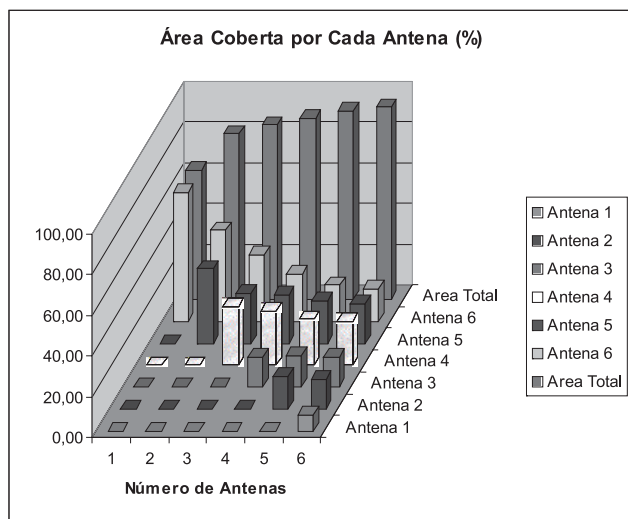


Figura 1: Área coberta por cada antenna (ERB).

Percebe-se uma diminuição da área atendida por cada antenna à medida em que aumentamos o número de antenas implantadas. Desta forma, diminui-se o número de usuários atendidos por cada antenna e a disputa pelo meio de comunicação entre as unidades móveis. Utilizando-se as três ERB's disponíveis em nosso trabalho, conseguimos uma cobertura de 86% de nossa área de demanda.

5. Conclusões. As redes sem fio possuem dois grandes inconvenientes a sua utilização em larga escala que são baixa bandwidth e preço elevado embora ofereçam vantagens como facilidade de instalação, flexibilidade e mobilidade. Os equipamentos disponíveis hoje trabalham com taxas de 2 Mbits/s, enquanto redes locais possuem custos bem mais baixos e trabalham a 10 ou 100 Mbits/s. A tendência é haver a integração entre as redes locais sem fio e as redes fixas. Tipicamente, redes locais sem fio devem ser utilizadas onde houver dificuldade de instalação de cabos (prédios antigos) ou em eventos temporários (congressos e seminários).

A comunicação móvel é uma área incipiente que desenvolve-se com extrema agilidade. A demanda por novos serviços cresce rapidamente e há uma verdadeira competição globalizada em busca do domínio desta tecnologia. No Brasil ainda são poucos os grupos de pesquisa atuando na área e as referências bibliográficas são escassas. A inexistência de literatura relatando experiências realizadas no Brasil acaba por privar a troca de experiências entre os grupos de pesquisa e, conseqüentemente, o desenvolvimento desta tecnologia no país.

Bibliografia

- [1] CPLEX Optimization. Using CPLEX callable library and CPLEX mixed integer library. Version 5.0. 1997.
- [2] R. Fourer, D.M. Gay, and B.W. Kernighan. AMPL - A Modeling Language for Mathematical Programming. Duxbury Press / Brooks / Cole Publishing Company, 1993.
- [3] IEEE 802.11 - IEEE Standard for Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications. 1997.