

DESENVOLVIMENTO DE UMA FERRAMENTA ITERATIVA PARA A VISUALIZAÇÃO DA COBERTURA DE SINAL DE ANTENAS BASEADA EM SIMULATED ANNEALING¹

Gabriel Freytag², Sandro Sawicki³, Rafael Z. Frantz⁴, Fabricia Roos-Frantz⁵.

¹ Pesquisa de Iniciação Científica desenvolvida no Grupo de Pesquisa em Computação Aplicada (GCA) da UNIJUI;

² Bolsista PIBIC/CNPq, Ciência da Computação da UNIJUI, gabriel.freytag@unijui.edu.br;

³ Professor, Orientador, sawicki@unijui.edu.br;

⁴ Professor Colaborador, rzfrantz@unijui.edu.br;

⁵ Professor Colaborador, frfrantz@unijui.edu.br;

Introdução

A cada ano, surgem novas tecnologias que se difundem rapidamente no cotidiano da população, seja em grandes metrópoles, em zonas rurais ou vilarejos. As que estão relacionadas a comunicação, seja entre humanos ou máquinas, em grande parte utilizam comunicação sem fio. Com uma gama enorme de tecnologias de comunicação sem fio disponíveis, há um aumento na criação e produção de novos dispositivos com esse propósito.

Todos os dispositivos móveis que fazem uso da comunicação sem fio necessitam de uma infraestrutura de sinal que ofereça qualidade. Independente da localização desses dispositivos, é necessário, para seu funcionamento, que haja cobertura de sinal. Porém, as redes sem fio precisam atravessar barreiras físicas, causando atenuação ou, até mesmo, perda de sinal.

Rodrigues et. al. (2011) apresentaram um modelo matemático e computacional para o problema de localização de antenas. Propõe um algoritmo baseado nas meta-heurísticas GRASP e Busca Tabu com o objetivo de encontrar o número mínimo de antenas para uma infraestrutura de rede sem fio.

Guiotoku (2006) realiza um levantamento do parâmetro de irregularidade do terreno e propõe uma otimização na alocação de antenas de transmissão em zona rural. Busca oferecer um parâmetro para a escolha do local apropriado para o posicionamento de modo que alcancem uma menor atenuação média e maior cobertura da área. Foi constatado que em pontos mais altos há uma melhor irradiação do sinal, porém, nem sempre tendo a melhor distribuição da atenuação.

Campanha et. al. (2011) propõe duas implementações para a localização de pontos de acesso sem fio em uma instituição federal de ensino, utilizando heurística GRASP. O objetivo é cobrir uma

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico

Evento: XXII Seminário de Iniciação Científica

maior área de atendimento da instituição para uma determinada quantidade de usuários da rede. A cobertura da área foi satisfatória e o número de antenas utilizados nos testes foram suficientes.

Alves (2011) refere os algoritmos existentes e apresenta dois novos algoritmos para a resolução do problema de determinação da região coberta pelo sinal de um dispositivo de rede sem fio. Desenvolveu uma aplicação com uma interface gráfica para a inserção de dados de entrada e visualização dos resultados, para testar e avaliar os algoritmos. Os dois algoritmos são mais eficazes, tendo um tempo de execução relativamente inferior ao algoritmo existente. Entretanto, o trabalho de De Vlieger (2013) apresenta um modelo matemático e computacional capaz de encontrar a área de cobertura de sinais de antenas por meio do cálculo de integrais.

Portanto, este trabalho busca desenvolver uma ferramenta iterativa que possibilite o posicionamento e a visualização da cobertura de sinal de antenas baseada na meta-heurística Simulated Annealing. Esta ferramenta determinará a melhor posição para cada antena considerando o trabalho apresentado por De Vlieger (2013). O resultado da alocação das antenas poderá ser visto em uma interface gráfica. Poderão ser inseridas barreiras geomorfológicas, nas quais não haverão antenas.

Metodologia

A ferramenta foi desenvolvida em linguagem de programação C++. Nela considerou-se barreiras, que podem alterar a qualidade do sinal. As barreiras são inseridas na área pretendida para a cobertura de sinal por meio da leitura de coordenadas geomorfológicas gravadas em arquivos.

No desenho das barreiras, utilizou-se OpenGL (2013), uma Interface de Programação de Aplicativos (API), assim como para a representação gráfica das antenas. Para encontrar a sua cobertura do sinal, utilizou-se o modelo matemático apresentado por De Vlieger (2013). No cálculo, a partir das coordenadas do centro das antenas juntamente com seus respectivos raios de alcance, obteve-se os 360 pontos das extremidades da cobertura dos seus sinais. Então, traçou-se linhas do centro até cada uma das extremidades, gerando círculos.

Para o posicionamento, foram utilizados três métodos, Livre, Simples e baseado em UDG (Unit Disk Graph). Cada método busca posicionar as antenas na área de uma forma diferente. No Livre, todas as antenas tem sua localização alterada simultaneamente a cada perturbação.

Diferentemente do método Livre, o Simples altera a posição de apenas uma antena aleatoriamente, a cada perturbação. Já no UDG, são escolhidos duas antenas distintos aleatoriamente. O primeiro permanece na sua posição e o segundo é posicionado aleatoriamente na extremidade deste.

A perturbação das antenas foi gerenciada pela meta-heurística Simulated Annealing que necessitou de uma solução inicial, a partir da qual iniciou-se o processo de perturbação, ou seja, a troca de

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XXII Seminário de Iniciação Científica

lugar dos pontos de acesso. Após cada troca, calculava-se o novo custo (soma da área coberta) e caso este tivesse diminuído, a perturbação era desfeita. Este processo foi repetido até atingir um limite de vezes sem que houvesse melhora na cobertura, definido pelo número de antenas.

O cálculo do custo, ou seja, da área coberta pelas antenas, foi realizada utilizando a biblioteca para C++ chamada Boost (2013). Criou-se um polígono para cada antena, utilizando os 360 pontos encontrados pelo modelo matemático. Em cima do conjunto destes polígonos foi realizado o cálculo do custo, sendo que a área sobreposta por vários polígonos é somada uma única vez.

Resultados e Discussões

No início do desenvolvimento da ferramenta, todos os vetores gravados no arquivo são unidos em um único vetor e este é representado graficamente como um polígono. Cada vetor contém as coordenadas de um fragmento do contorno da imagem. Os fragmentos são extraídos desordenadamente. Exibindo este polígono, são desenhadas linhas entre os contornos da barreira, representando a ligação entre os fragmentos. O mesmo ocorre com uma linha no lugar do polígono.

A solução é representar cada fragmento separadamente. Porém, cada polígono liga a primeira coordenada do vetor a última e se transforma em uma forma independente, com seu interior preenchido. Este problema é corrigido com a utilização de uma linha ao invés de polígono, com início no primeiro elemento do vetor e fim no último, com os intermediários sendo seus vértices.

Em Guiotoku (2006), é considerada a altura em que as antenas são posicionadas, sendo que no mais alto há um maior alcance, como em morros ou serras. Porém, neste trabalho as barreiras são elementos que não necessitam de sinal ou de algum ponto de acesso. Podem ser grandes, como rios, lagos e represas, ou pequenos, como hospitais, onde nas recepções e nas salas dos médicos é preciso que haja sinal, mas nas salas de raio x não, pois podem ocorrer interferências.

Para o cálculo da cobertura do sinal das antenas, a barreira é considerada como um polígono, assim como as próprias antenas. Todas as coordenadas que a compõe são adicionadas num polígono da biblioteca Boost (2013) e este é adicionado ao conjunto de polígonos que representam as antenas. Desta forma, a área ocupada pela barreira é considerada como área coberta pelo sinal das antenas.

No início do posicionamento, todas as antenas estão em uma mesma posição física, o que configura o pior caso de cobertura. Na perturbação destas antenas só é aceito a alteração que aumenta a cobertura de sinal. Tendo a barreira como mais uma antena, enquanto estas estiverem sobre ela, o custo não melhorará. Assim, as antenas tendem a convergir para as partes ainda descobertas.

Rodrigues et. al. (2011) buscam encontrar o menor número de antenas necessário para cobrir uma determinada área. Já Campanha et. al. (2011) considera o número de usuários a serem atendidos

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XXII Seminário de Iniciação Científica

pelos pontos de acesso, o qual procura atender o maior número possível. Nesta ferramenta, independente do número de antenas, estas precisam ser posicionadas de forma otimizada fora da área da barreira. Um número maior de antenas já atende um grande número de usuários.

Cabe ressaltar que cada um destes métodos tem resultados diferentes, devido às suas características. No método Livre, como todas as antenas tem sua posição alterada simultaneamente, há uma chance maior de ter sobreposições entre as antenas e a barreira. Porém, obtém um resultado satisfatório.

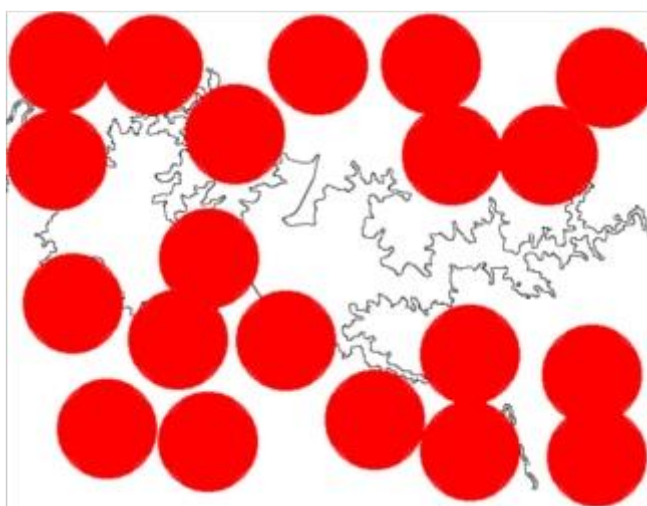


Figura 1. Posicionamento com o método Simples

O método Simples é o que obteve uma melhor cobertura devido à alteração da posição de apenas uma antena, conforme Figura 1. Assim, quando posicionada onde outra já existe, a área coberta diminui e uma nova posição é alocada à ela. Isso ocorre até que a cobertura melhore.

Já o método UDG obtém um resultado regular. Por possuir a característica de garantir uma certa sobreposição entre algumas antenas, em alguns casos não é possível posicionar a antena em um lugar melhor, pois a antena base está próximo de outras, ocorrendo sobreposições desnecessárias.

Os algoritmos de Alves (2011) determinam a região coberta pelo sinal de uma antena, sendo que por meio do cálculo apresentado do trabalho de De Vlieger (2013) foi possível definir a sua área de cobertura. Este modelo é implementado nesta ferramenta e através dele é possível encontrar, além da área de cobertura, as coordenadas de sua extremidade, permitindo que se utilize a biblioteca Boost (2013) para calcular a cobertura do conjunto de polígonos.

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XXII Seminário de Iniciação Científica

Conclusão

Portanto, a ferramenta desenvolvida é capaz de ler coordenadas geomorfológicas de barreiras e representá-las graficamente. Com essas informações, posiciona antenas de modo que estas cubram apenas a área não ocupada pela barreira, e ainda evitem sobreposições de área.

Os melhores resultados de cobertura de área são obtidos por meio da utilização do método Simples. Apenas uma antena é alterada de posição a cada perturbação, o que facilita a cobertura. O método Livre consegue alcançar resultados satisfatórios e o método UDG regulares. Este último pode ser melhorado escolhendo uma nova antena como base quando um resultado ruim é encontrado.

Palavras-chave: redes sem fio; otimização combinatória; modelagem; simulação; inteligência artificial.

Agradecimentos

Ao CNPq pela concessão da bolsa de Iniciação Científica.
Ao orientador professor Dr. Sandro Sawicki.

Referências bibliográficas

- ALVES, Alexandra. Algoritmos para a determinação da região coberta por um k-transmissor. 2011. 100 f. Dissertação (Mestrado em Matemática e Aplicações) – Universidade de Aveiro, Aveiro, 2011.
- Boost C++ Libraries. Disponível em <<http://www.boost.org>> Acesso em Setembro de 2013.
- CAMPANHA, Rebeca Marcilio Araújo Capdeville; VIANNA, Dalessandro Soares. Heurísticas GRASP para o problema de alocação de pontos de acesso em uma rede sem fio em ambiente indoor. In: Congresso Nacional de Excelência em Gestão, VII, 2011, Campos dos Goytacazes. pp 86-93.
- DE VLIÉGER, Maira. Desenvolvimento de um modelo matemático aplicado ao problema de cobertura de área em redes sem fio. 2013. 95 f. Dissertação (Mestrado em Modelagem Matemática) – UNIJUI, Ijuí, 2013.
- GUIOTOKU, Marcus Paulo Araújo. Proposta de otimização da alocação da antena de transmissão em região rural. 2006. 125 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2006.
- OpenGL 4 Reference Pages. Disponível em <<http://www.opengl.org/sdk/docs/man>> Acesso em Outubro de 2013.
- RODRIGUES, Maykel; GLAZAR, Jean Eduardo. Comparação de heurísticas de localização/cobertura para minimizar o uso de equipamentos em uma rede sem fio. In: Jornada de Iniciação Científica, Desenvolvimento Tecnológico e Inovação, VI, 2011, Vitória.