



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA

Autorizada pelo Decreto Federal nº 77.496 de 27/04/76

Recredenciamento pelo Decreto nº 17.228 de 25/11/2016



PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
COORDENAÇÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

XXVIII SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UEFS SEMANA NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA - 2024

POSICIONAMENTO DE SENsoRES DE DETECÇÃO DE EMERGÊNCIA EM REDES DE CONECTIVIDADE SEM FIO PARA CIDADES INTELIGENTES

Pedro Mendes Oliveira¹; Thiago Cerqueira de Jesus²;

1. Bolsista PIBIC/CNPq, Graduando em Engenharia de Computação, Universidade Estadual de Feira de Santana,
e-mail: mendes@ecomp.ufes.br

2. Orientador, Departamento de Tecnologia, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail:
tcjesus@ufes.br

PALAVRAS-CHAVE: emergências urbanas; planejamento urbano; sistema de gestão de emergências; detecção de emergências; recuperação de catástrofes; detectabilidade de emergências.

INTRODUÇÃO

A constante expansão das cidades e dos grandes centros urbanos, ao mesmo tempo que pode trazer uma melhor qualidade de vida para seus habitantes, possibilitando novas oportunidades de emprego, lazer e moradia, também acarreta diversos problemas típicos de lugares altamente urbanizados, entre esses problemas estão as emergências inesperadas na infraestrutura das cidades, como incêndios, vazamentos de gás, entre outros.

Grande parte dessas emergências podem ser detectadas de forma rápida utilizando os sensores certos para cada tipo (T. C. Jesus, et al), por exemplo, um sensor que detecta a presença de um determinado gás ao redor de uma fábrica que manipula gases tóxicos pode alertar imediatamente a comunidade ao redor e viabilizar um processo de evacuação mais eficiente.

Nesse sentido, o correto posicionamento desses sensores em uma cidade com diversos pontos de redes de conectividade sem fio é crucial para uma boa cobertura da área em evidência. A pesquisa descrita neste relatório teve como objetivo estudar e testar, a partir de uma representação de uma cidade com várias redes de conectividade, as melhores formas de posicionar esses sensores, bem como os *trade-offs* que cada tipo de posicionamento requer.

METODOLOGIA E DESENVOLVIMENTO

A maior parte da pesquisa se deu através do programa MATLAB, um *software* que permite a visualização de gráficos gerados a partir de diversos algoritmos, com muitas ferramentas matemáticas embutidas. A base da pesquisa foi uma representação prévia de uma cidade, através dessa ferramenta, onde uma área retangular representa a área em evidência e os círculos coloridos representam as áreas de conectividade sem fio (Figura 1). Como o foco da atual pesquisa é apenas o posicionamento dos sensores em cima de

uma área com redes de conectividade pré-existentes, o aprofundamento nos detalhes do funcionamento de cada rede não será tratado neste relatório.

O posicionamento dos sensores em uma matriz de conectividade com diversos tipos e tamanhos de redes acarreta alguns *trade-offs*, o principal deles é escolher entre uma maior área de cobertura desses sensores ou uma melhor qualidade de sinal média envolvendo todos eles.

Nesse sentido, partindo de uma representação de uma cidade em uma matriz, onde cada índice representa uma certa área em determinados metros quadrados dentro dessa cidade, um algoritmo foi desenvolvido pensando na melhor forma de posicionar sensores de detecção de emergências. Nessa matriz, cada índice já possui previamente uma informação do nível de conectividade presente naquele local.

O algoritmo é simples, existe primeiro uma iteração por todos os índices da cidade, para encontrar o bloco com o maior nível de conectividade, após isso, ocorre uma nova iteração em uma pequena área ao redor desse bloco. Em cada índice dessa pequena área, que não tenha a conectividade muito menor que a do bloco principal, é colocado um “sensor de teste”. Para cada sensor de teste, uma taxa de sobreposição é calculada seguindo a fórmula (Figura 1), essa taxa é manipulada de acordo com os interesses do projetista.

$$tS = \frac{bS + bF}{bS + bF + bNF}$$

Figura 1: Fórmula para cálculo da taxa de sobreposição

Onde:

- **tS**: taxa de sobreposição calculada
- **bS**: total de blocos onde já existe pelo menos um sensor cobrindo
- **bF**: total de blocos fora da área de interesse (cidade, mapa, etc)
- **bNF**: total de blocos livres, ou seja, que não possuem nenhum sensor cobrindo

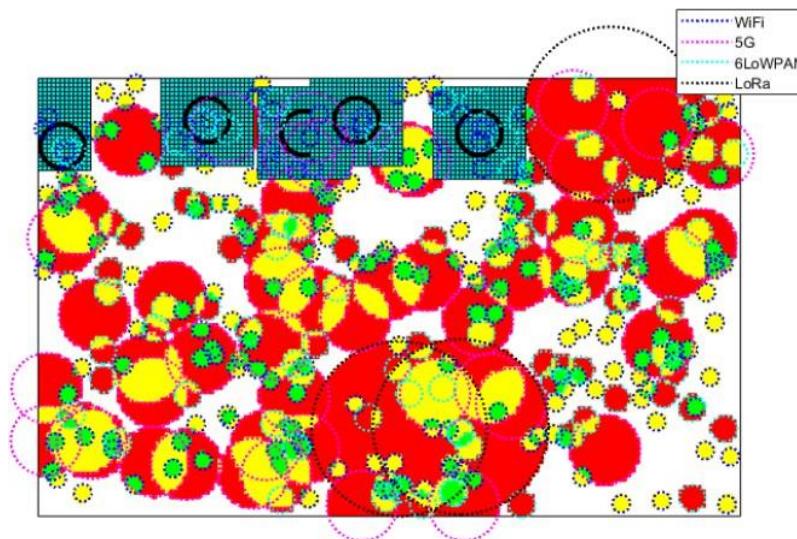


Figura 2: Exemplo das pequenas áreas de busca (em azul)

A Figura 2 representa uma cidade, com alguns sensores (círculos pretos) posicionados, os círculos coloridos representam as redes sem fio, onde quanto mais próximo do verde,

melhor a conexão. Os quadrados azuis mostram as pequenas áreas de busca ao redor das melhores conexões encontradas, é perceptível que, no canto superior esquerdo, o centro do quadrado não é onde efetivamente o sensor foi posicionado, isso deve ao fato que, ao realizar as iterações posicionando os “sensores de teste”, a maior cobertura que não possui uma taxa de sobreposição maior que o máximo definido pelo utilizador do programa não foi encontrada no centro do quadrado, e sim mais ao canto.

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

No contexto do algoritmo apresentado, é possível manipular a taxa máxima de sobreposição de um sensor sobre outros, e analisar as implicações dessa manipulação em relação à qualidade de rede média dos sensores, bem como a área total coberta para um mesmo número de sensores em um mesmo mapa.

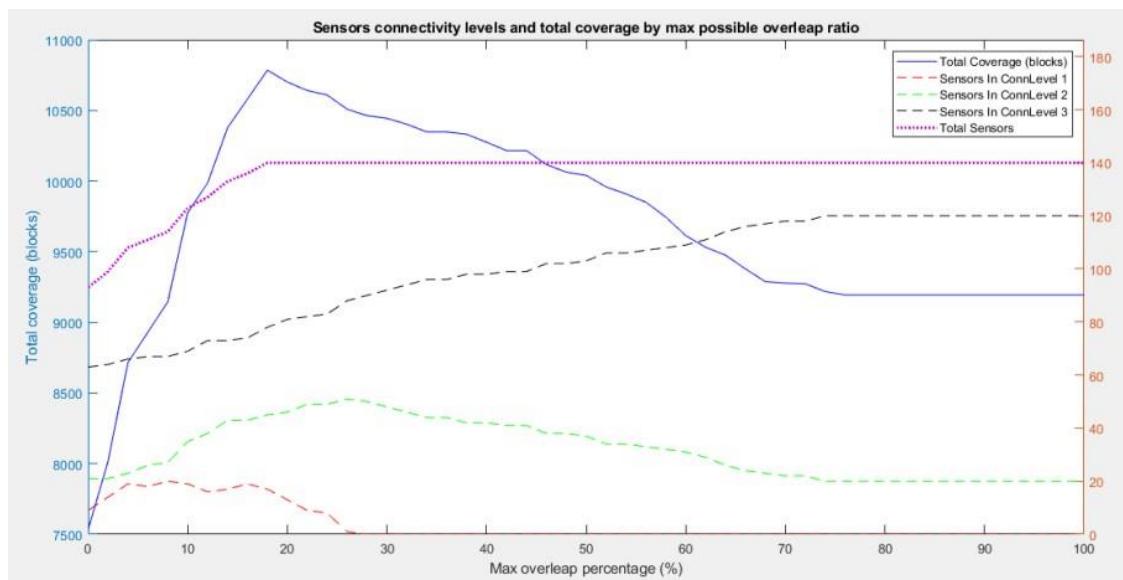


Figura 3: Implicações da taxa máxima de sobreposição (eixo x) sobre os demais fatores. Onde: **Linha azul** - cobertura total (em blocos, à esquerda), **linhas vermelha, verde, e preto** - total de sensores nos níveis de conectividade 1, 2 e 3, respectivamente (quanto maior, melhor, à direita)

A Figura 3 mostra um gráfico relacionando a quantidade e a qualidade dos sensores colocados em um mapa, com a taxa máxima de sobreposição, bem como a área total coberta por esses sensores.

Percebe-se que, para todos os níveis máximos de sobreposição, tenta-se colocar 140 sensores no mapa (linha rosa), porém apenas por volta dos 18% de taxa máxima é onde fica possível posicionar todos eles. Também nos 18%, é notada a maior área coberta por esses sensores, a partir desse valor, a qualidade média dos sensores aumenta, e a área coberta diminui, já que os sensores podem ficar mais sobrepostos em melhores lugares, cobrindo menos área total.

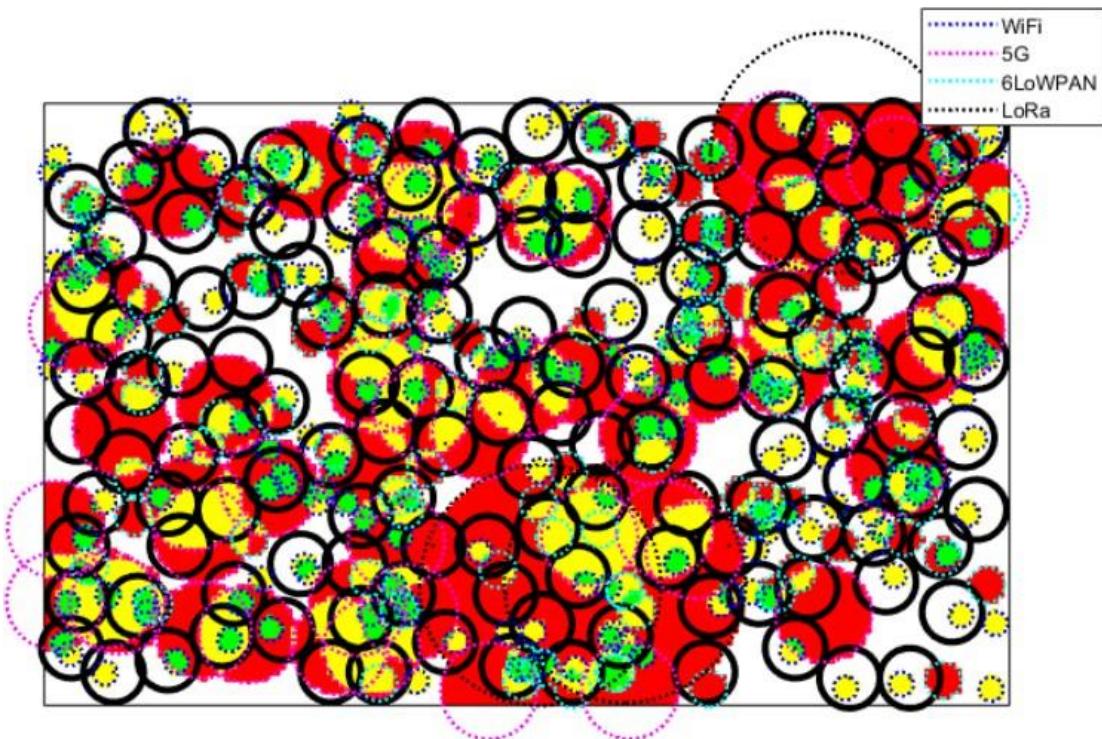


Figura 4: Posicionamento dos sensores nas condições apresentadas no gráfico anterior, e com a taxa máxima de sobreposição travada em 18%

Conclui-se então que, para este algoritmo de posicionamento proposto, o valor da taxa máxima de sobreposição onde existe uma maior área coberta por sensores é o valor mínimo onde todos os sensores disponíveis foram colocados. No exemplo acima, se um analista quiser posicionar 140 sensores na cidade analisada, com a configuração específica de redes sem fio dessa cidade, e ele quiser cobrir a maior área possível com esses 140 sensores, ele deve colocar uma taxa máxima de sobreposição por volta de 18%. Para cada mapa e para cada configuração de redes sem fio existe um valor específico, que deve ser analisado caso a caso.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi possível concluir que criar um algoritmo fixo e que serve para todos os tipos de cidades e configurações de redes sem fio não é a melhor estratégia. Para alguns sensores e alguns objetivos, pode ser necessário uma área total de cobertura elevada, já para outros, o foco pode ser a melhor conectividade. Nesse sentido, o principal algoritmo desenvolvido buscou equilibrar os parâmetros, permitindo que o utilizador configure algumas variáveis, dando mais importância para aquelas que são mais relevantes em cada contexto e propondo uma forma flexível de atacar problemas na detecção de emergências em cidades inteligentes.

REFERÊNCIAS

- T. C. Jesus, D. G. Costa, J. P. J. Peixoto, P. Portugal, F. Vasques, E. Rangel, and M. Peixoto, “A survey of emergencies management systems in smart cities,” IEEE Access, vol. 10, pp. 61 843–61 872, 2022..

