

Determinação de pontos de observação para alocação de meios de segurança.

Waldinez Araujo da Silva, Carlos Henrique Quartucci Forster.
CTA – Praça Mal. Eduardo Gomes, 50. Vila das Acácias – S. José dos Campos – SP. CEP 12228-900

Resumo – Na grande maioria dos sistemas de segurança existentes atualmente, a alocação inadvertida de meios de segurança, isto é, câmeras, sentinelas ou alarmes, influencia negativamente na qualidade do serviço e na quantidade de meios utilizados. Vários fatores devem ser levados em consideração na confecção de um projeto de um sistema de vigilância ideal. As propriedades desses meios, o grau de segurança e o intervalo de monitoramento requerido pela área a ser protegida e a geometria do ambiente em questão são alguns destes fatores de influência. Esse trabalho mostra o modelo adotado para o problema de alocação de meios de segurança e uma proposta de uso desses na determinação de pontos de observação no interior das Unidades da Força Aérea Brasileira – FAB, com objetivo de maximizar a cobertura de vigilância e minimizar os custos de implementação.

Palavras-chaves – câmeras, segurança, visibilidade, alocação, meios de segurança, pontos de gravidade.

I. INTRODUÇÃO

Com um quadro sócio-econômico nacional demonstrando uma conjuntura em que a violência vem aumentando de maneira assustadora na forma de invasões e furtos, é sabido que as instituições que requerem uma segurança apurada se vêem obrigadas a redobrar sua atenção, pois uma segurança alicerçada em uma ultrapassada concepção de utilização do ser humano como única forma de praticá-la é inadmissível.

Com isso, a aglutinação de um sistema de vigilância eletrônica à utilização do ser humano, como meios de segurança, vem se tornando cada vez mais utilizada, fato esse observado nas iniciativas de diversas empresas, incluindo as instituições militares, em buscar a automatização da vigilância com a aplicação de redes de sensores adequados.

Contudo, a maneira com que os meios de segurança são alocados e a maneira com que esses meios são escolhidos, por parte das empresas de segurança existentes no mercado, são baseadas na experiência dos profissionais da área e na observação local do ambiente. Fato confirmado em visitas em algumas empresas especializadas em segurança patrimonial e eletrônica e na participação no Congresso de Segurança do Nordeste, onde são abordadas todas as novidades referentes a segurança.

Para uma melhor definição das linhas de ação relativas à segurança orgânica e patrimonial das áreas de interesse da força, foi criado, em 2005, na Base Aérea de Salvador, um grupo de trabalho constituído de quatro oficiais do efetivo da BASV, um do efetivo do CGEGAR e um do efetivo do COTAR, para realizar um estudo detalhado sobre um conceito de segurança genérico para todas as unidades da FAB, que será detalhado na sessão seguinte.

A. Concepção de Emprego do Conceito de Segurança

Depois de realizados vários debates entre os componentes do grupo de trabalho citado acima e algumas pesquisas acerca desse novo conceito de segurança, chegou-se a conclusão que para desenvolver a atividade de segurança dever-se-ia ter uma concepção de emprego alicerçada em três ações operacionais (vigilância, controle de acesso e reação) e duas ações gerenciais (planejamento e gestão e Comando e controle das ações correntes).

Essas ações serão explicadas nas sessões seguintes.

1) Ações Operacionais

As ações operacionais são definidas como as ações de segurança que visam reunir as capacidades para a execução das tarefas específicas de vigilância, controle de acesso e reação.[1]

A ação de vigilância visa à observação, à detecção e à informação, com antecedência, de intrusões ou aproximações do agente oposto à segurança. Para que a vigilância seja eficaz deve ser utilizada uma quantidade mínima de meios de segurança localizados de forma a maximizar a cobertura da área a ser protegida, minimizando os custos de implantação. A ação de vigilância é influenciada por vários fatores críticos, dois deles serão diretamente tratados no nosso trabalho: os pontos de gravidades e o intervalo de monitoramento.

Os pontos de gravidades, destacados por um círculo azul na figura 1, para as instituições militares, são conhecidos como pontos críticos, por isso reconhecê-los como pontos de importância vital para o funcionamento operacional e/ou administrativo da unidade. Por exemplo: paióis, material bélico, rancho, etc.

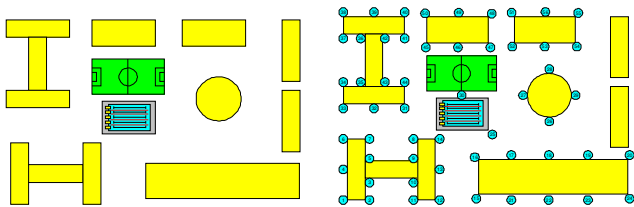


Fig. 1: Determinação dos centros de gravidade

O intervalo de monitoramento constitui o tempo de observação que um ponto de gravidade requer para executar a detecção e/ou acompanhamento das ações correntes. A Tabela 1, apresentada a seguir, mostra a taxonomia do intervalo de monitoramento.

TABELA 1: Taxonomia do intervalo de monitoramento

| | |
|---|--|
| 1 | Intervalo de Monitoramento igual à zero, vigilância contínua. |
| 2 | Monitoramento não contínuo, com intervalo menor que 3 minutos. |
| 3 | Monitoramento não contínuo com intervalo maior que 3 minutos e menor 24 horas. |
| 4 | Monitoramento não contínuo com intervalo maior que 24. |

Para entender essa taxonomia, cabe neste momento simular um cenário explicativo. Se tivermos um ponto em que seu intervalo de monitoramento requerido seja grau 1, isso quer dizer que esse ponto não pode, em nenhum momento, ficar sem observação logo, o meio de segurança ideal para esse ponto é um a câmera fixa que o cubra totalmente. Já, se tivermos um ponto em que seu intervalo de monitoramento requerido seja grau 2, podemos alocar uma câmera do tipo móvel, cujo tempo de varredura (tempo necessário para ela dar uma volta de 360° na horizontal) é menor que 3 min. ou alocar um posto de sentinela, onde esta terá que observar a sua área de cobertura sem deixá-la desprotegida pelo mesmo tempo.

A ação de controle de acesso é definida como a ação de segurança que objetiva restringir e orientar o acesso de pessoas, veículos e objetos a determinada área ou ponto a ser assegurado.

A ação de reação, por sua vez, é definida como sendo a ação de segurança que visa à dissuasão, à neutralização ou à eliminação dos agentes opostos à segurança ou dos efeitos causados por estes.

As tarefas de controle de acesso e de reação, apesar de fazerem parte do sistema de segurança, não serão abordadas neste trabalho.

2) Ações Gerenciais

As ações gerenciais são as tarefas de segurança, pertencentes a PCONOP, que visam reunir as capacidades de

planejamento e gestão, e comando e controle das ações correntes e têm como responsabilidade proporcionar condições de atuação e interoperabilidade entre as ações operacionais.[1]

O comando e controle é uma atividade de gerenciamento de pessoal, equipamentos, comunicações, instalações e procedimentos, executadas com o suporte de um fluxo contínuo de informações [Fig. 2], visando ao planejamento, à direção, à coordenação e ao controle eficazes das ações operacionais.

O comando e controle (C²) das ações correntes leva em consideração dois fatores: a necessidade de se obter todas as informações e o intervalo de monitoramento necessário para processá-las, pois a antecipação das medidas a serem adotadas permite interromper o ciclo de ações do agente hostil.

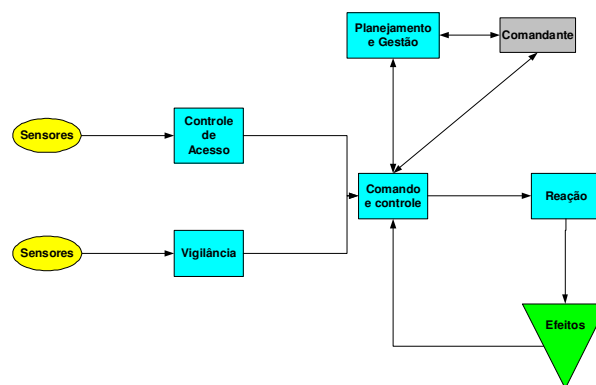


Fig. 2. Fluxo simplificado do sistema de segurança.

O planejamento e a gestão obedecem a um faseamento lógico que visa ao levantamento e a análise de todas as variáveis intervenientes na segurança e defesa das áreas sensíveis de interesse das Unidades. Esta ação de gerenciamento deve ser capaz de planejar as tarefas referentes à avaliação das ameaças, de classificar as áreas internas e de identificar as necessidades operacionais propondo aquisições de materiais e atualizações dos recursos disponíveis, com o objetivo de superar o poderio dos agentes opostos à segurança.

As duas ações gerenciais anteriormente citadas são tarefas que estão intimamente ligadas ao processo de implantação de uma rede de sensores, pois o planejamento é responsável pela aquisição e da alocação destes equipamentos e o C² é responsável por operá-los. Devido a isso, se tornam os principais clientes do modelo proposto por esse trabalho.

B. Tecnologia de segurança

A utilização de tecnologia de ponta na segurança é uma das soluções para a melhoria do sistema atual, porém a sua utilização, por iniciativa isolada das instituições – incluindo a militar – impede que os recursos sejam explorados em níveis adequados, dado que, embora os equipamentos para este fim venham apresentando preços cada vez mais acessíveis, a implantação de um sistema confiável e adequado ainda se mostra por demais onerosa, daí a importância de minimizar a quantidade de sensores, sem mencionar o fato de que sua alocação não é, na maioria das vezes, adequada.

Nos dias de hoje, notamos por todos os lados câmeras, cercas e outros diversos equipamentos de proteção patrimonial ou de vigilância. Isso se dá pela comparação, realizada pelas instituições, entre o custo e o benefício da aquisição desses materiais.

Nas Organizações Militares não é diferente. Cada vez mais as Unidades lançam mão desse artifício para melhorar sua proteção, no entanto estas estão tendo uma falsa e momentânea sensação de segurança, pois de nada vale equipamentos sem uma padronização de procedimentos e adequado aprestamento.

II. DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

Neste artigo será abordado um problema de alocação de pontos de observação em uma determinada área, onde o objetivo é gerar um produto que seja capaz de realizar um projeto de sistema de segurança visando uma maximização da cobertura e uma minimizando dos custos para sua implantação, por meio da utilização de um número mínimo de meios.

Estuda-se a aplicação da teoria de grafo para a determinação dos pontos de observação aliada às teorias de geometria computacional e ao problema de cobertura. Esse modelo tem o objetivo de escolher a melhor configuração de pontos de vigilância para a alocação de meios de segurança.

A. Definição do problema

O problema de alocação de câmeras será dividido em duas propostas:

Problema 1: Dado um conjunto de centros de gravidade de uma área a ser vigiada, encontrar um número mínimo de pontos, tal que, qualquer ponto pertencente a esse conjunto seja observado por, pelo menos, um outro ponto.

Problema 2: Dado um conjunto de centros de gravidade de uma área a ser vigiada, encontrar o número mínimo de pontos, de tal forma que tenha a máxima cobertura e que cada ponto pertencente a esse conjunto não permaneça sem observação por um período maior que um determinado intervalo de tempo.

B. Meios de segurança

Para maior esclarecimento, a seguir, apresentaremos a definição de meios de segurança e as suas propriedades e principais limitações. Meios de segurança são definidos como os mecanismos utilizados na tarefa de segurança, que proporcionam a execução das ações de vigilância, reação e controle de acesso. Nesta proposta de trabalho, aplicaremos como meios de segurança as câmeras de vigilância eletrônica, fixas ou móveis e a sentinela.

Para as câmeras de vigilância eletrônica levaremos em consideração as seguintes propriedades:

Field of view (FoV): É definido como o campo de visada de uma câmera, isto é, o volume visível do ambiente a ser

observado por uma câmera. É determinado pela região piramidal emanada do centro ótico da câmera para sua orientação, como uma projeção oblíqua dos ângulos do vértice (azimute e latitude).

Resolução espacial: A resolução espacial de uma câmera é definida como a relação entre o número total de pixels do elemento de imagem formada pela projeção de um objeto do mundo real e o tamanho do objeto. Quanto maior a resolução espacial mais detalhes são capturados e imagens mais nítidas são produzidas.

Depth of Field (DoF): É definido como a profundidade do campo de visada, isto é, a distância entre o objeto mais próximo e o mais distante que aparecem em uma imagem.

As câmeras são diferenciadas por diversas características, dentre elas:

Câmeras fixas: câmera que é instalada em uma posição fixa, que tem sua orientação fixa e não possui capacidade de ajuste de foco (Zoom).

Câmeras PTZ (Pan-Tilt-Zoom): são câmeras também instaladas em pontos fixos da área a ser observada, porém podem rotacionar sua orientação no eixo vertical (Pan), no eixo horizontal (Tilt), utilizando controle remoto e têm um ajuste de foco limitado por alguma escala preestabelecida.

C. Área de atuação

As bibliografias estudadas até o momento focam-se em ambientes internos de uma edificação (salas, cômodos, etc) [Fig. 3].

A proposta deste trabalho é de estender para um modelo em que a observação de ambientes externos é prioritária, isto é, perímetros urbanos, instituições militares e áreas patrimoniais, onde se concentra a necessidade de vigilância de forma macro [Fig. 4].

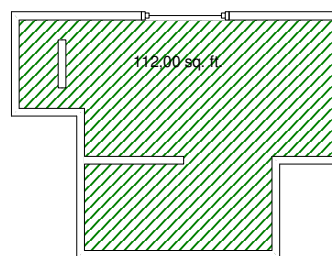


Fig. 3: Área interna

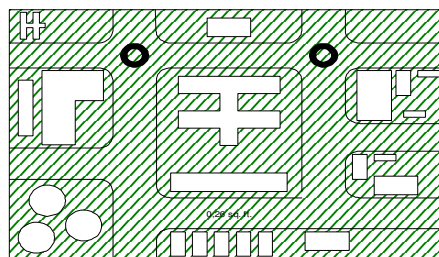


Fig. 4: Área externa

Dada uma planta baixa de uma área a ser vigiada, o algoritmo deverá buscar posicionar uma quantidade mínima de sensores com o objetivo de maximizar a cobertura. Vale ressaltar que o intervalo de monitoramento e as condições de observação requeridas pelo sistema de segurança são os principais fatores de influências desta rede de câmeras.

III. MODELAGEM

O modelo matemático utilizado para a localização dos pontos de vigilância é um modelo de grafo.

Um *grafo* é uma estrutura $G = (X, U)$ onde X é um conjunto discreto cujos elementos são denominados *vértices* e U é o conjunto de relações de adjacência cujos elementos são chamados de *arestas* (caso não-orientado) ou *arcos* (caso orientado).

Na nossa proposta, os pontos considerados centros de gravidade são os vértices e as arestas são formadas pela visibilidade de cada ponto, isto é, para que haja uma aresta entre dois vértices (centros de gravidade) esses pontos devem ser visíveis entre si. Para isto, devem ser levadas em consideração as seguintes restrições.

Distância entre dois pontos: Para que um ponto possa observar outro qualquer, a sua distância deverá estar dentro das capacidades dos meios à disposição, por exemplo: no caso de uma câmera de vigilância, a distância que torna dois pontos observáveis entre si deve está dentro do *DoF* desta.

Visibilidade: Cada ponto da área a ser monitorada tem uma área visível. Se um ponto P_1 pertencer ao polígono visibilidade de um ponto P_2 então estes são observáveis entre si.

Vale ressaltar que a presença de aresta entre dois pontos não depende somente de uma das restrições e sim da interseção das duas, ou seja, um ponto tem que pertencer ao polígono visibilidade do outro e tem que estar dentro da distância necessária para se tornar visível pelo mesmo ponto, caso contrário não terá aresta entre os pontos.

Um exemplo de grafo de visibilidade é mostrado a seguir na Figura 5. Esse grafo mostra, na forma de um círculo azul, os pontos de gravidade e as suas respectivas arestas.

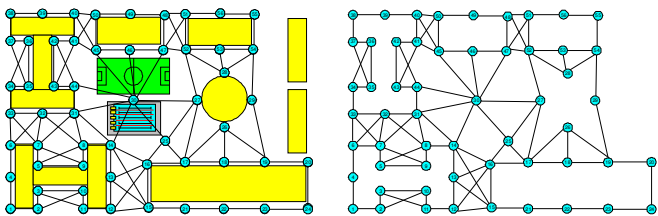


Fig. 5: Grafo da visibilidade de cada ponto

Tomando como base o grafo construído observando as duas restrições supracitadas, passamos para uma segunda etapa, que compreende encontrar o menor número de pontos de alocação de meios, que cobra todos os pontos do grafo.

A figura 6 mostra uma solução possível para o problema, porém existe uma restrição que torna esta solução não satisfatória. Essa restrição diz respeito à própria segurança de

um ponto que tem um meio de segurança alocado, isto é, se um ponto foi escolhido para alocar um meio de segurança este deverá ser coberto por pelo menos um outro ponto de alocação de meios de segurança. Os pontos apresentados no formato de um quadrado amarelo referem-se aos pontos de alocação escolhidos.

A figura 7 mostra (na forma de triângulos vermelhos) que na solução encontrada existem pontos de alocação de meios de segurança que não estão sendo cobertos por nenhum outro ponto. Necessita-se então de um algoritmo que busque uma combinação destes pontos, de maneira e sanar esta inconformidade.

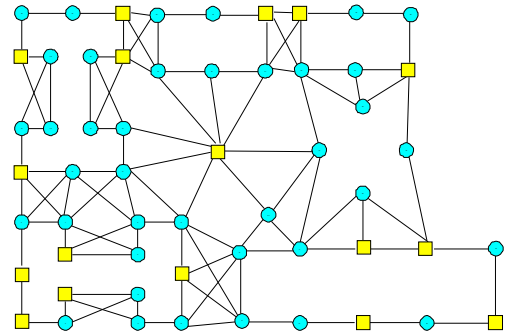


Fig. 6: Solução possível

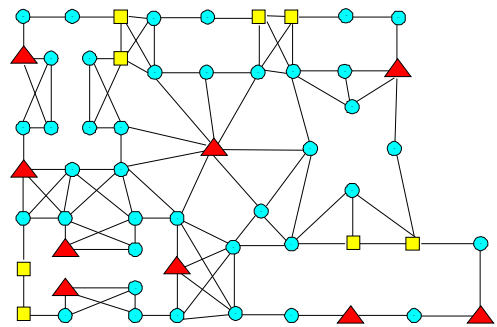


Fig. 7: Pontos de alocação de meios não cobertos

Uma solução satisfatória, porém sem a afirmação de otimalidade, está mostrada na figura 8, onde a adição de 6 pontos, marcados com uma estrela cinza, foram suficientes para cobrir todos os pontos considerados centros de gravidade, mantendo a segurança dos pontos de alocação de meios por, no mínimo, um outro ponto.

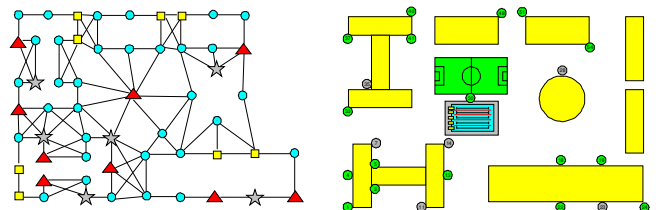


Fig. 8: Solução satisfatória de alocação de meios

Depois de todos esses passos executados, torna-se necessária a utilização de alguma técnica de busca ou heurística capaz de alcançar a otimalidade da solução uma vez que o objetivo é a máxima cobertura com o mínimo de pontos de alocação.

IV.OBSERVAÇÕES FINAIS

Neste trabalho foi mostrado que quando se fala de segurança, atualmente vemos um modelo antigo e obsoleto calcado somente na utilização do elemento humano. Com isso se faz necessária a atualização dos sistemas existentes para contrapor a hostilidade do inimigo.

Em seguida, apresentou-se a concepção de emprego do conceito de segurança proposto ao Comando da Aeronáutica, que se baseia em três ações operacionais (vigilância, controle de acesso e reação) e duas gerenciais (planejamento e gestão e comando e controle das ações correntes).

Vimos também que está sendo realizado um estudo aprofundado de algoritmos com a capacidade de fazer melhorias num circuito fechado de vigilância, no que diz respeito ao número de sensores implantados e as suas alocações, objetivando a minimização de custos e a maximização da cobertura.

Definimos que para o problema proposto haveria uma divisão em três instâncias: uma baseada na alocação de câmeras fixas, outra baseada na alocação de câmeras onde o fator preponderante é o detalhamento da imagem do ambiente e uma terceira onde a vigilância é alicerçada no tempo de observação de um ponto.

Algumas características das câmeras e alguns fatores de influência foram apontados com o objetivo de fazer as mudanças necessárias para a adequação do algoritmo estudado com o problema proposto pelo trabalho.

Por fim, apresentamos o modelo utilizado para alcançar a máxima cobertura com o mínimo número de pontos de alocação de meios de segurança, que é alicerçado na teoria de grafo, na geometria computacional e no problema de cobertura.

REFERÊNCIAS

- [1] PCONOP, "Proposta de Conceito Operacional do SISDE", BINFA-52 BASV, julho 2005.
- [2] U. Erdem and S. Sclaroff. Automated Camera Layout to Satisfy Task-Specific and Floorplan-Specific Coverage Requirements. 2004.
- [3] U. Erdem and S. Sclaroff. Optimal placement of cameras in floorplans to satisfy task requirements and cost constraints. In OMNIVIS Workshop, 2004.
- [4] Hörster, E., Lienhart, R., 2006, _On the Optimal Placement of Multiple Visual Sensor_.
- [5] Cormen, T. H., Leiserson, C. E., Ronald, L. Rivest, Clifford Stein, "Algoritmos, Teoria e Prática", 2a Edição, Editora Campus.