

Estudo de algoritmos para o problema de alocação de câmeras.

Waldinez Araujo da Silva, Adriana Cesário de Faria Alvim, Carlos Henrique Costa Ribeiro.
CTA – Praça Mal. Eduardo Gomes, 50. Vila das Acácias – S. José dos Campos – SP. CEP 12228-900

Resumo – Na grande maioria dos sistemas de vigilância eletrônica existentes atualmente, não é dada muita importância ao efeito proporcionado pela alocação inadvertidamente de câmeras de vigilância, isto é, a qualidade do serviço não é adequada à exigência do nível de segurança.

Vários fatores deverão ser levados em consideração na confecção de um projeto de um sistema de vigilância eletrônica. As capacidades e os tipos de câmeras, o grau de segurança requerido pela área a ser protegida e a geometria do ambiente em questão, são alguns destes fatores de influência.

Neste trabalho preliminar mostraremos o estudo em andamento sobre o problema de alocação de câmeras de vigilância para um determinado ambiente, baseado na geometria do mesmo e nas capacidades dos sensores utilizados, objetivando a maximização da cobertura e a minimização dos custos.

Palavras-chaves – Segurança, visibilidade, alocação de câmeras.

I. INTRODUÇÃO

No quadro sócio-econômico nacional a violência vem aumentando de maneira assustadora na forma de invasões. É sabido que as instituições que requerem uma segurança apurada se vêem obrigadas a redobrar sua atenção, pois uma segurança alicerçada em uma ultrapassada e medíocre concepção de utilização do ser humano como única forma de praticá-la é inadmissível atualmente.

Por esta razão, a implantação de um sistema de vigilância eletrônica vem se tornando cada vez mais utilizada. Iniciativas isoladas de diversas empresas, incluindo as instituições militares, têm buscado a automatização da vigilância com a aplicação de redes de sensores adequados.

Contudo, a maneira com que os sensores de vigilância são alocados e a maneira com que esses sensores são escolhidos, por parte das empresas de segurança existentes no mercado, geralmente, são baseadas apenas na experiência dos profissionais da área de segurança e na observação local do ambiente. Fato esse que foi comprovado em contato por e-mail com representantes da empresa Delta Force Treinamento e Consultoria em Segurança.

Waldinez Araujo da Silva – 1º Tenente Infantaria – Aluno PPGA0/2006 Comando e Controle, waldinez@ita.br, Tel +55-12-39476890, Adriana C. F. Alvim – UNIRIO/DIA, adriana@uniotec.br, Carlos Henrique Costa Ribeiro, carlos@comp.ita.br, Tel +55-12-39475895, Fax +55-12-39475989.

Erdem e Sclaroff [2] propõem um método de solução para o problema de alocação de câmeras capaz de realizar essa escolha e essa alocação de maneira eficiente, evitando o desperdício financeiro e maximizando a observação e a segurança.

A. Concepção de Emprego do Conceito de Segurança

No ano de 2005, na Base Aérea de Salvador, foi criado 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.

Depois de realizados vários debates entre os especialistas no assunto 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 baseada em três ações operacionais (vigilância, controle de acesso e reação) e duas ações gerenciais (planejamento e gestão e comando e controle das ações correntes).

Desse trabalho resultou um documento – PCONOP [1] – que descreve a linha de ação relativa à segurança orgânica e patrimonial das áreas de interesse da força.

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, por sua vez, visa à observação, a detecção e a 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 sensores de vigilância (câmeras) localizados de forma a maximizar a cobertura da área a ser protegida.

Um dos fatores que influenciam a vigilância é a intensidade com que a mesma é realizada, isto é, a duração do monitoramento a ser efetuado. Caso haja necessidade de uma observação contínua (intensidade de vigilância 1 [1]) a câmera a ser empregada deve ser do tipo fixa, voltada para a posição a ser assegurada, caso a observação necessária esteja

relaxada para intensidade 2 [1], a câmera a ser empregada na rede é do tipo móvel, porém com duração de uma varredura menor que 3 minutos, isto é, o tempo necessário para ela dar uma volta de 360° na horizontal deve ser menor que o tempo anteriormente citado.

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 a dissuasão, a neutralização ou 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 à 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 das 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. 1], visando ao planejamento, direção, coordenação e controle eficazes das ações operacionais [1].

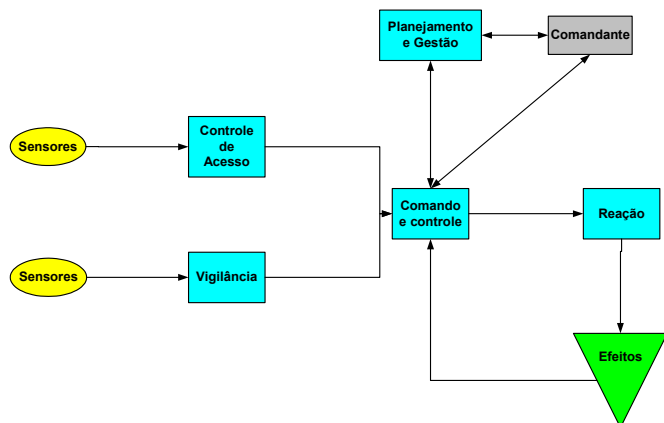


Fig. 1. Fluxo simplificado do sistema de segurança.

O comando e controle 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.

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 instalações, ponto ou área sensível de interesse das unidades. Esta ação de gerenciamento deve ser capaz de planejar as

tarefas referentes a avaliação das ameaças, de classificar as áreas internas e de identificar as necessidades operacionais propondo aquisições de materiais e “upgrade” dos recursos disponíveis, com o objetivo de superar o poderio dos agentes opostos a 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 comando e controle 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 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

O problema estudado neste trabalho consiste em determinar a quantidade mínima de câmeras a serem aplicadas numa rede de vigilância eletrônica e suas respectivas posições, considerando como parâmetros os fatores de influências e o conjunto de câmeras disponíveis, buscando a maximização da cobertura.

A. Definição do problema

Para adequar o objetivo deste artigo ao problema geral de alocação de câmeras, a seguir descreveremos três variantes deste:

Problema 1: Considerando uma área a ser vigiada (com obstáculos ou não), encontrar um número mínimo de câmeras, tal que, qualquer ponto pertencente a essa área deverá ser observado por, pelo menos, uma destas câmeras, objetivando a maximização da cobertura.

Problema 2: Considerando uma área a ser vigiada (com obstáculos ou não) e selecionados alguns pontos pertencentes a essa área, estes pontos deverão ser observados com uma resolução mínima requerida, capaz de obter detalhes sobre o ambiente.

Problema 3: Considerando uma área a ser vigiada, encontrar o número mínimo de câmeras, fixas e/ou móveis, de tal forma que tenha a máxima cobertura e que cada ponto pertencente à essa área não esteja sob observação por um determinado intervalo de tempo.

B. Câmeras

A seguir, apresentaremos definições de alguns parâmetros óticos da câmera e suas principais limitações e descreveremos três tipos de câmeras de vídeo empregadas em vigilância, segundo [2].

Campo de visão (Field of view – FoV): É definido como 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) [fig. 2].

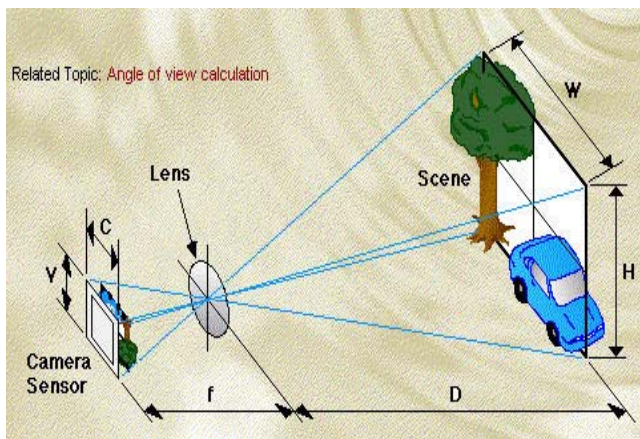


Fig. 2: Campo de visão (Field of view – FoV)

Resolução Espacial (Spacial Resolution): 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.

Profundidade do campo (Depth of Field – DoF): É definido como 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.

Câmeras Omnidirecional: são câmeras que têm um ângulo horizontal de FoV de 2π . Podem sofrer dos efeitos da aberração da lente devido ao comprimento focal pequeno e/ou aos espelhos convexos usados na instalação.

C. Área de atuação

A literatura revisada até então aborda ambientes internos de uma edificação, tais como: salas, cômodos, etc. [Fig. 3].

Neste trabalho estenderemos para uma formalística 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].

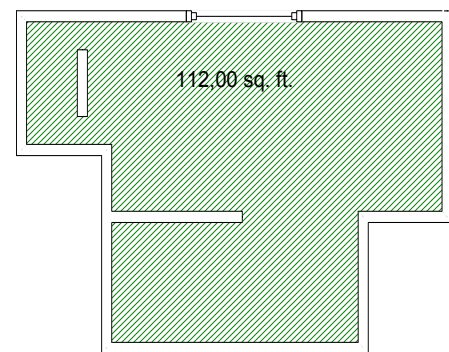


Fig. 3: Área interna

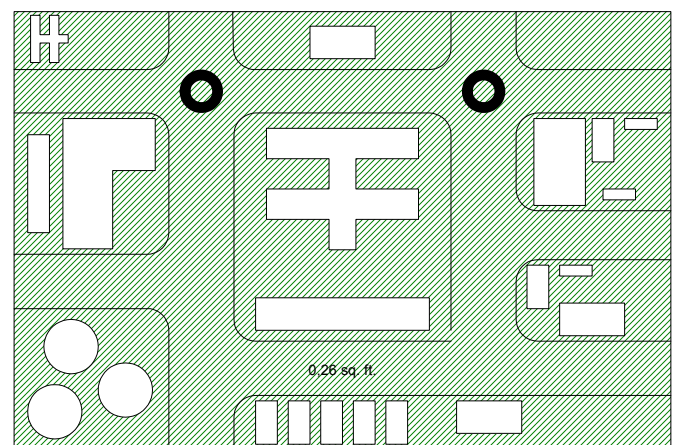
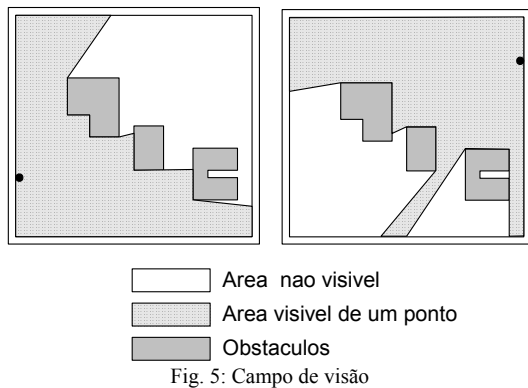


Fig. 4: Área externa

De forma simplificada, dado uma planta baixa de uma área a ser vigiada, o algoritmo proposto por Erdem e Sclaroff [2] busca primeiramente representar o polígono como uma lista de arestas (bordas) em um determinado sistema de coordenadas. Num momento seguinte, o algoritmo faz uma varredura no ambiente já representado, determinando a área visível de um determinado ponto. Este processo é repetido para cada ponto da área a ser monitorada [Fig. 5]. Após ter

varrido todos os pontos possíveis de alocação de um sensor, o algoritmo busca posicionar uma quantidade mínima de sensores com o objetivo de maximizar a cobertura e minimizar os custos de implantação do sistema.

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. OBSERVAÇÕES FINAIS

Neste trabalho foi observado que, atualmente, os modelos de segurança são antigos e obsoletos calcados somente na utilização do elemento humano. Por esta razão se faz necessária a utilização dos sistemas de vigilância disponíveis para contrapor a hostilidade inimiga.

Em seguida, apresentou-se a concepção de emprego do conceito de segurança proposto ao Comando da Aeronáutica, o qual se baseia em três ações operacionais e duas ações gerenciais.

Apresentou-se também um estudo inicial de um algoritmo que busca propor melhorias em um determinado sistema de vigilância, no que diz respeito ao número de câmeras implantadas e as suas localizações, objetivando a minimização de custos e maximização da cobertura.

Foram descritas três variantes do problema geral de alocação de câmeras, definindo-as de acordo com o objetivo da segurança e as características desses sensores. A primeira é alicerçada na alocação de câmeras fixas, a segunda baseada no detalhamento do ambiente vigiado e, por fim, a terceira que tem como fator preponderante o tempo de observação da área submetida a esse tipo de vigilância.

Como continuação deste trabalho preliminar pretende-se:

- (i) Aprofundar o estudo sobre o problema de alocação de câmeras;
- (ii) Entre os algoritmos estudados no item anterior, selecionar aquele que melhor atenda as necessidades do sistema de vigilância da FAB propondo adaptações e melhorias;
- (iii) Implementar um algoritmo para o problema de alocação de câmeras com base no item anterior;

(iv) Projetar um experimento computacional considerando instâncias reais;

(v) Analisar os resultados obtidos tendo como critério de qualidade soluções obtidas por especialistas de segurança com grande experiência em implantação de circuito fechado de televisão – CFTV; e

(vi) Se necessário, rever e trabalhar os itens anteriores.

Para finalizar, espera-se apresentar, como trabalho de dissertação de mestrado, a aplicação de um algoritmo eficiente capaz de gerar soluções de qualidade para o sistema de vigilância das instalações da FAB.

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] H. Gindy, D.Avis, A linear algorithm for computing the visibility polygon from a point, J. of Algorithms 2 (1981) 186–197.
- [5] E. Hørster and R. Lienhart. Approximating optimal visual sensor placement. In ICME2006, 2006.