

1

Introdução

Para melhor ambientar o leitor ao presente trabalho, é importante trazer a tona a definição de Comando e Controle, bem como dos agentes envolvidos neste conceito, marco inicial do caminho trilhado nas páginas que irão se seguir.

“Comando e Controle (do inglês: *Command and Control*), ou C2, pode ser definido como o processo de direção por pessoa ou autoridade legalmente ou legitimamente investida na utilização dos recursos colocados à disposição”.(1)

“C2 é alcançado através da implementação orquestrada de uma série de facilidades ligadas a área de comunicações, pessoal e equipamento e procedimentos para a monitoração, previsão, planejamento, direção, alocação de recursos e geração de opções para alcançar objetivos gerais e específicos. Em organizações empresariais este processo pode ser denominado gerenciamento operacional de negócios.”(2)

A presente dissertação parte da teoria do Comando e Controle, estabelecida nos conceitos propostos pelo Cel. John Boyd, conhecido estrategista militar do século XX, visando, de forma prática, aplicar algumas de suas idéias na construção de um *framework* flexível, de baixo custo, aplicável em diversos segmentos da atividade humana e capaz de apoiar, de forma embasada, o decisor em seu processo decisório.

O *framework* proposto teve como ponto inicial de abstração o conceito trazido por Boyd ao criar o ciclo OODA (Observar-Orientar-Decidir-Agir) estudado, detalhadamente 2.1 – Conceitos Básicos. O ponto focal implementado foi a aplicação de maior rapidez aos passos de observação e orientação através da introdução de alguns dispositivos eletrônicos, de baixo custo, e de aplicações específicas que utilizam *software*, abertos e livres, e alguns algoritmos da área de computação gráfica.

A tecnologia atual permite a elaboração de diversas arquiteturas para a implementação de um sistema de apoio ao C2, sendo que, por contemplar

diversos componentes de *hardware* e de *software*, há um razoável grau de complexidade para integrá-los satisfatoriamente.

Uma solução possível, no segmento de *hardware*, seria através do desenvolvimento de um equipamento que integrasse todos os componentes necessários à criação de funcionalidades de *software* requisitadas, no emprego dos conceitos de C2, em uma determinada atividade. Esta possibilidade não foi explorada no presente trabalho devido ao fato de que esta solução geraria uma grande demanda de tempo e de recursos.

Uma outra linha de ação levantada para abordar esta questão, e que veio a ser a adotada, seria implementar um *framework* baseado em componentes de *hardware* disponíveis no mercado, com uma arquitetura de *software* portátil para diversas plataformas, emprestando ao sistema a desejável característica da flexibilidade.

Em que pese a larga possibilidade de emprego da estrutura desenvolvida, a presente dissertação pautou-se em dois casos específicos de uso: 1–Monitoramento e controle de navegação; e 2–Militar.

No caso do monitoramento e controle de navegação, o caso levado a efeito foi o das Barcas que atravessam diariamente a Baía de Guanabara no trajeto Rio de Janeiro – Niterói / Niterói – Rio de Janeiro. Neste caso, o emprego de algoritmos de visualização proporcionaram a implementação de uma aproximação de Radar e, aplicando-se algumas técnicas de manipulação de imagens, foi possível ainda descobrir a profundidade de uma determinada posição demandada pelas Barcas.

Já no que tange ao caso militar, o problema tratado foi o monitoramento/controlado remoto da ação em curso de tropas desdobradas no terreno em uma operação militar. Para tanto foi disponibilizado a visualização de diversas camadas de informação e algumas funcionalidades de interesse. Ao me aprofundar na construção de cada uma das aplicações citadas anteriormente, diversas possibilidades de contribuições foram surgindo, em suas respectivas áreas, e muitas delas não puderam ser efetivamente implementadas em razão da exigüidade do tempo. Entretanto, o registro de cada uma delas foi consignado no Capítulo 5.

1.1 Motivação

Atualmente, as cadeias de comando das estruturas militares e/ou empresariais têm passado por contínuas reestruturações. A busca pela otimização dos processos decisórios para a formulação das ordens, disponibilização dos dados e informações, em tempo real, e a apresentação destes aos que têm a

responsabilidade pelas decisões abre uma grande possibilidade de trabalho.

Neste contexto e embasado pela teoria do Ciclo de Boyd, ponto de partida para o estudo da teoria do Comando e Controle, foi identificada a necessidade do desenvolvimento de uma ferramenta de apoio à decisão, destinada a permitir maior celeridade no tratamento dos conhecimentos relevantes ao processo decisório e ao controle da execução das decisões tomadas.

A principal motivação para a consecução do presente trabalho foi a ideia de aliar alguns conceitos inerentes ao ambiente militar (teoria do Comando e Controle e, essencialmente, ciclo de Boyd) às facilidades tecnológicas existentes.

Desta forma, ao empregar a capacidade computacional disponível ao ciclo da decisão, pode-se perceber a melhora considerável nos níveis de otimização dos processos decisórios bem como a qualidade das informações obtidas como subsídio para esta finalidade.

Por fim, também pode-se verificar a abrangência da ideia, mesmo tendo sua origem no âmbito militar (exemplificado no capítulo 3), é exequível em segmentos como logística de caminhões, balsas, aeronaves, máquinas agrícolas, transporte público (exemplificado no capítulo 3), containeres de carga, controle de frotas, monitoramento de redes elétricas e etc.

1.2

Objetivos

Os objetivos estabelecidos estão diretamente relacionados aos casos de estudo propostos, sendo, desta forma, distintos entre si. No escopo militar foram selecionados os seguintes:

- Esboçar graficamente, em tempo interativo (próximo do tempo real), os elementos monitorados de uma força desdobrados em um teatro de operações bem como informações sobre velocidade e direção de deslocamento desses elementos;
- Esboçar graficamente informações sobre o campo visual, alcance do armamento e espectro eletromagnético dos equipamentos rádio dos elementos monitorados;
- Esboçar as diversas medidas de comando e controle utilizadas em operações militares, tais como objetivos, limites, praias de desembarque e etc;
- Manter em banco de dados o registro das posições ocupadas por elementos monitorados possibilitando ao usuário a reconstrução do itinerário demandado; e

- Possibilitar a simulação de elementos monitorados em posições virtuais, visando, desta forma, permitir o estabelecimento de postos de observação ou postos de retransmissão em melhores condições.

Para o segundo caso abordado, Monitoramento e controle de navegação, foram elencadas as metas abaixo:

- Esboçar graficamente, em tempo interativo, o deslocamento das barcas no seu itinerário pela Baía de Guanabara;
- Disponibilizar, em tempo interativo, informações sobre velocidade e direção de deslocamento dessas embarcações;
- Construir uma aproximação de um ecobatímetro, permitindo assim conhecer a profundidade corrente, aproximada, das instâncias monitoradas;
- Construir uma aproximação de um radar, possibilitando o conhecimento da distância existente para um potencial perigo à navegação;
- Manter em banco de dados o registro das posições ocupadas pelas Barcas monitoradas, possibilitando ao usuário a reconstrução da exata derrota demandada;
- Possibilitar a simulação de posições aleatórias, visando, desta forma, permitir o estabelecimento de pontos de fundeio em melhores condições;
- Permitir a exibição do georeferenciamento das Barcas em diferenciados *backgrounds* tais como: carta de navegação, mapa de profundidades, imagem satélite e etc.

1.3

Trabalhos Correlatos

Dada a extensão do *framework* proposto, constatamos a existência de alguns trabalhos que parcialmente abrangiam o escopo apresentado. Dentre estes, os pesquisados que possuem maior similaridade foram os seguintes:

Em (3), G.M. Pierre integra as informações de um receptor GPS à um PDA (*Personal Digital Assistant*) visando sua utilização em operações militares, com o intuito de obter respostas rápidas para um emprego mais eficiente de tropas. O trabalho envolve a geração de arquivos legíveis aos PDA, a comunicação de receptores GPS com estes, bem como a visualização da informação fornecida por estes receptores de forma fácil e rápida. Ao possibilitar a visualização do posicionamento, georeferenciado em um mapa, de um determinado elemento, para a instância portadora dos dispositivos eletrônicos citados, verifica-se a execução de um dos objetivos propostos no

presente trabalho. Contudo, não houve a intensão de agregar, aos resultados obtidos, a ideia de monitoramento ou gerenciamento destas tropas, um dos pilares do Comando e Controle e foco da presente dissertação.

Em (4), W. D. Seegar Jr. criou um protótipo de sistema de navegação chamado de *Deployable Navigation System – DeNS* destinado a facilitar o Comando e Controle durante operações navais denominadas pela Marinha americana de *OTH (over the horizon – além do horizonte)*, com pequenas embarcações lançadas ao mar a partir de navios hospedeiros. O sistema foi concebido para permitir a navegação, em melhores condições, das embarcações lançadas ao mar, proporcionando, simultaneamente, a este último, ferramentas adequadas ao exercício do Comando e Controle.

O DeNS utiliza um receptor de GPS (*Global Positioning System*) *Bluetooth* e um PDA, com *software* específico, que disponibiliza, em tempo real, a posição da embarcação lançada, georeferenciada em uma carta náutica, além de uma direção predeterminada para navegação. Estes dados são replicados, concomitantemente, em um *laptop* localizado no navio hospedeiro, via rede *wireless* dedicada (*ad-hoc*), permitindo ao comandante da missão monitorar o progresso da navegação desta embarcação.

A arquitetura do DeNS, entretanto, difere da do trabalho proposto no que concerne, principalmente, à utilização de um servidor web/GIS e de um banco de dados conectado, remotamente, por seus clientes. A arquitetura do presente trabalho utiliza-se de cartas náuticas/terrestres pré-carregadas nos dispositivos de seus integrantes e do banco de dados principal situado, fisicamente, na estação principal monitoradora, o que confere maior independência em relação à possíveis discontinuidades no tráfego de dados da rede.

Outras diferenças importantes consignadas entre os dois trabalhos remetem à possibilidade da obtenção de variadas informações de interesse relativas ao terreno em que se encontram as instâncias monitoradas. Em (4), o escopo está restrito à garantia da correta vetoração de uma pequena embarcação por seu navio hospedeiro. Já o presente trabalho permite a extração de dados importantes do terreno em que se encontram os elementos gerenciados e, desta forma, que sejam levantados subsídios de interesse para a tomada de decisões.

O trabalho mais similar, em termos conceituais, com o *framework* desenvolvido nesta dissertação é o desenvolvido pelo TecGraf/PUC-Rio, para atender a BR Distribuidora e a Liquigás, onde o escopo proposto não se limita a mera atividade de rastrear instâncias móveis. O sistema InfoPAE Móvel tem como característica a possibilidade de se acompanhar informações de uma frota de caminhões em “tempo real”. Tais informações possibilitam algumas tomadas de decisão importantes para o cliente.

Por exemplo, para atender uma frota de caminhões que fazem entrega de combustível, conhecer a quantidade de combustível transportado em um caminhão que se acidentou permite saber o nível de periculosidade do acidente além de ajudar a determinar qual outra instância pode ser realocada a fim de realizar o serviço do elemento acidentado.

Uma outra situação tratada pelo sistema seria o caso de um veículo sair da base com mais combustível do que deveria entregar durante o dia. Desta forma existe a possibilidade de se atender um cliente, de última hora, que acabou de ligar solicitando combustível. Sendo assim, através do sistema, é possível localizar os veículos mais próximos geograficamente desse solicitante, que contenham combustível sobressalente, para atender a essa demanda.

Com essas breves possibilidades do InfoPAE Móvel postas, torna-se evidente a preocupação dos seus desenvolvedores em manter um gerenciamento proativo dos recursos adjudicados ao sistema, guardando assim uma relação de semelhança com o escopo do Sistema de Apoio ao Comando e Controle.

É importante salientar que a arquitetura bem como os *hardwares* e *software* adotados pelo InfoPAE Móvel diferem dos empregados na pesquisa empreendida.

Além desses, convém registrar que comercialmente há diversas empresas que oferecem o serviço de rastreamento de frotas de veículos. Tais serviços são baseados, na maior parte das vezes, em uma arquitetura que contempla um receptor de sinal GPS (obtenção da posição da instância rastreada) e na tecnologia GPRS—*General Packet Radio Service* (estabelecimento de conexão com um servidor). A partir de *software* específicos o posicionamento das instâncias monitoradas são exibidos, no mais das vezes, georeferenciados no terreno a partir de imagens satélites/mapas fornecidos pela *Google* ou outro provedor qualquer deste tipo de serviço.

Dentre as soluções comerciais, podemos destacar, ainda, o sistema desenvolvido pela empresa *Apple*. Através do acesso a um servidor da *Apple* é possível obter a localização de dispositivos como o *iPad*, *iPod touch* ou *iPhone*, cadastrados neste servidor, através da funcionalidade *Find My iPhone*, sendo ainda possível realizar, remotamente, ações como apagar a memória, enviar um texto, bloquear o aparelho ou tocar uma música. Pode-se também estabelecer tráfego de vídeo e voz entre os portadores destes aparelhos através da funcionalidade *facetime*.

Entretanto, a grande maioria dos serviços não disponibilizam informações para o elemento monitorado e ainda não dispõem de funcionalidades que permitam o gerenciamento proativo/tomada de decisões que envolvam estas instâncias, premissas básicas que nortearam a presente implementação.

Quando o escopo da pesquisa por trabalhos correlatos foi centrada no termo Comando e Controle, foram encontrados alguns trabalhos nas áreas de banco de dados e infraestrutura de redes, sem que houvesse maiores similaridades com esse trabalho.