

Metodologia Para Processamento de Imagens Digitalizadas Eficiência na Análise de Imagens

Cap Esp Fot - Marco Antonio Pizani Domiciano
Aluno do Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais da
Aeronáutica – Escola de Aperfeiçoamento da Aeronáutica;
Mestre em Ciência – ITA; Licenciado Pleno e Bacharel em
Matemática - FAHUPE

1 - Introdução

O conhecimento sobre o inimigo sempre se constituiu um fator determinante numa guerra. Com o passar do tempo e com o desenvolvimento das Ciências, a obtenção desse conhecimento evoluiu.

A invenção do balão propiciou ao homem a observação do seu inimigo, valendo-se de fotografias aéreas para poder analisar melhor os cenários. Com isso, surgiu a interpretação de fotografias.

O desenvolvimento da Eletrônica e da Computação proporcionou a utilização e o processamento de fotografias em meio digital. Com isso, passou-se a aplicar o conceito de imagem.

Algumas técnicas e metodologias para interpretação de imagens podem ser encontradas na bibliografia corrente.

No âmbito do COMAER, ainda não existe uma sistemática padronizada capaz de propiciar o armazenamento, a recuperação,

o reconhecimento de padrões em imagens digitalizadas e seu relacionamento com possíveis objetivos, [o que é realizado por sistemas computadorizados].

Para a interpretação de imagens, durante muito tempo, foram utilizados processos manuais. Ainda hoje, grande parte desse trabalho continua a realizar-se dessa maneira.

Alguns desses processos foram automatizados, como, por exemplo, o Projeto do Sistema AEROGRAF com o seu Módulo Inteligência, que permite a obtenção de medidas, mas não permite o reconhecimento de padrões numa imagem nem em uma forma eficiente de armazenamento e recuperação dessas imagens.

Há, no mercado, vários *softwares* que implementam processos de interpretação, cada qual se destacando em algum aspecto, porém o reconhecimento de padrões ainda se encontra numa fase incipiente; além disso,



a aquisição de todos é inviável economicamente devido ao alto custo da licença e manutenção anual.

Devido, também, à atual crise financeira que muitos países atravessam, economizar é palavra de ordem, e o Brasil não fica indiferente a essa tendência, portanto conseguir dominar tecnologias de armazenamento e recuperação de imagens e de reconhecimento de padrões em imagens pode-se transformar em um diferencial importante.

Com a entrada em operação do Projeto SIVAM, a capacidade de geração de imagens no âmbito do COMAER aumentará, mesmo sem a existência de processos essenciais que propiciem o reconhecimento de padrões numa imagem. a interpretação desse grande volume de imagens. Ela tornar-se-á uma tarefa hercúlea, consumindo muito tempo, um recurso muito valioso e escasso. Além disso, os sistemas existentes são ineficientes.

Considerado este contexto, faz-se mister apresentar, com clareza, os sistemas em uso com suas limitações, a fim de que o assunto abordado tenha um melhor entendimento.

2 - Levantamento dos Sistemas Existentes

2.1 - As Tecnologias Utilizadas

Para a execução de trabalhos de fotointerpretação no COMAER, utilizam-se, basicamente, duas tecnologias:

a primeira constitui-se da utilização de processos manuais durante todo o desenvolvimento do trabalho; já a segunda tecnologia constitui-se de processos manuais e processos automatizados para o desenvolvimento do trabalho.

2.2 - As Formas de Armazenamento e Recuperação de Imagens

Existem várias formas para armazenar e recuperar imagens que estarão descritas a seguir.

As imagens em papel, normalmente, são

armazenadas dentro de envelopes em arquivos de pastas suspensas.

As imagens em meio digital, como, por exemplo, discos rígidos, discos flexíveis, *compact disc* ou fitas podem ser armazenadas e recuperadas em sistemas de: banco de dados; diretórios – sistemas de arquivos lógicos; e arquivos físicos.

Dependendo da quantidade de imagens a armazenar, alguns sistemas de armazenamento podem tornar-se dispendiosos, exigir muito espaço físico, dificultar a localização da imagem desejada com rapidez.

Uma busca, por nome, da localidade num arquivo de pastas suspensas pode consumir muito tempo e correr o risco de não encontrar a fotografia desejada, porque não se pode garantir que as fotografias estejam na ordem alfabética correta.

No caso do armazenamento em sistemas de diretório, pode acontecer que alguém, ao armazenar a fotografia, não o faça no diretório apropriado e com o nome correto, o que dificulta sua localização.

Num sistema de aplicativo de banco de dados, que contenha apenas o endereço em sistema de diretório da fotografia, caso essa seja removida, não haverá atualização automática do BD, tornando trabalhosa a recuperação daquela.

2.3 - O Processamento das Informações Existentes nas Imagens

O processo de extração das informações existentes, nas imagens, segue as técnicas de fotointerpretação, tais como as mencionadas por Darcton Policarpo Damiano *et al*¹.

É um processo que exige concentração e esforço mental para que se possa extrair o máximo de informação existente e de interesse.

Parte desse processo seria mais produtivo se realizado automaticamente, porém uma outra parte, ainda, os intérpretes realizariam melhor, porque depende da situação e

1 - Sensoriamento Remoto - Inteligência de Imagens.

decisões estratégicas, o que é difícil de modelar.

A identificação automática de objetivos pode ser realizada pelo computador, através de uma função de reconhecimento de padrões, voltada para identificar apenas objetivos de interesse. Isso contribuiria para aumentar a produtividade do intérprete e o grau de confiabilidade das informações prestadas por ele. Agora, constatar se trata de uma possível ameaça, o intérprete realiza melhor, pois isso dependerá de fatores dinâmicos, por exemplo, relação diplomática dos países envolvidos, o que implica difícil modelagem para tratamento computacional.

2.4 - As Principais Limitações dos Sistemas Existentes

Os sistemas existentes apresentam os seguintes óbices, que deixaram claro a necessidade de melhoras imediatas.

O armazenamento de imagens em arquivos de pastas suspensas ou em sistemas de diretórios – sistema de arquivos eletrônicos – apresenta os inconvenientes, listados abaixo:

- Quanto maior o número de imagens armazenadas, maior a dificuldade na localização da imagem desejada com rapidez;
- dificuldade na realização de cópias de segurança, tanto para arquivos eletrônicos – copiar todos os diretórios – quanto para arquivos físicos – faltar espaço para esta duplicidade; e
- o intérprete não dispõe de uma ferramenta que auxilie na identificação de objetivos nas imagens.

2.5 - O AEROGRAF

O Sistema AEROGRAF tem por objetivo dotar o COMAER de uma tecnologia capaz de propiciar o planejamento, o processamento e o gerenciamento de informações, visando incrementar a eficiência dos usuários.

O Sistema AEROGRAF do IEAv é o

que existe de mais moderno no âmbito do COMAER.

O Sistema AEROGRAF, concebido como um conjunto de ferramentas de apoio à decisão, constitui-se de seis módulos:

- **IN**Teligência – **INT**;
- **GE**Oprocessamento – **GEO**;
- Planejamento de **Defesa Aérea** – **PDA**;
- Planejamento de **Missão Aérea** - **PMA**;
- Gerenciamento de **Banco de Dados** - **GBD**; e
- Informações **MET**eorológica – **MET**.

O Módulo INT permite ao intérprete trabalhar com imagens de satélites, ou fotográficas, entre outras; as facilidades oferecidas por essa ferramenta encontram-se no domínio do tratamento e na manipulação de imagens, como a composição colorida. Oferece, ainda, a possibilidade de confecção de relatórios e de croquis, através de ferramentas de edição de textos e gráficos. O sistema permite o controle de acesso, baseado em níveis de segurança, com restrições de disponibilidade de funções.

Esse módulo não oferece o armazenamento de imagens em Banco de Dados, as imagens ficam em sistema de arquivos lógicos. Também não é oferecido o reconhecimento de objetivos pelo computador, por uma ferramenta de reconhecimento de padrões. Quando se necessita de rapidez, esse é um fator limitante.

2.6 - Enunciado do Problema

A partir do exposto anteriormente, percebeu-se que ainda não existe uma sistemática adotada pelo COMAER capaz de propiciar a seleção e a identificação de padrões em imagens, bem como a padronização da interpretação, provendo melhores condições para que os fotointérpretes realizem seus trabalhos de forma eficaz.

Diante deste cenário, vislumbra-se uma solução a fim de melhorar a eficiência do



sistema de análise de imagens através de uma metodologia adequada.

3. A - Metodologia Proposta

3.1 - Enunciado da Solução Escolhida

Para resolver o problema enunciado no item anterior, escolheu-se a seguinte solução:

“Implementar uma Metodologia para o armazenamento, a recuperação e o reconhecimento de padrões em imagens digitalizadas, visando melhorar a eficiência do sistema de análise de imagens existente”.

3.2 - A Metodologia

Neste trabalho, é sugerida a implementação de uma metodologia desenvolvida pelo autor Marco Antonio Pizani Domiciano,² como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre, com o intuito de reduzir ou até mesmo remover algumas causas da ineficiência dos sistemas existentes, tais como: a falta de utilização de métodos eficazes para armazenamento e recuperação de imagens em Banco de Dados, a falta de utilização de reconhecimento de padrões em imagens digitalizadas.

Esta metodologia recebeu o nome **RAPID** – Metodologia para Recuperação, Armazenamento e Reconhecimento de Padrões em Imagens Digitalizadas.

A RAPID tem por objetivo reduzir ou remover algumas deficiências do sistema de análise de imagens existente, apresentadas na seção 2, visando melhorar a eficiência deste sistema. Assim, constitui-se de dez passos:

Primeiro passo – Especificação de Requisitos. Nesse passo procura-se identificar e documentar, de forma clara, os requisitos a serem implementados, identificar e construir o modelo de negócio. Aqui são descritos os clientes, os objetivos, as funções e os atributos do sistema, obtendo-se a visão geral do sistema.

Segundo passo – Modelagem Lógica.

É necessário construir um modelo que represente o Banco de Dados (BD), de acordo com a finalidade a que se deseja atingir. A atenção deve ser voltada para o tipo de campo necessário para o armazenamento e para a recuperação de imagens. Utiliza-se um campo que pode armazenar arquivos grandes. Isso pode variar de um Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD) para outro, mas o tipo mais comum é **Objeto Binário Longo** – OBL (**B**inary **L**arge **O**bject - BLOB).

Terceiro passo – Projeto Físico. Construção do BD. De posse do Modelo Entidade/Relacionamento gerado no segundo Passo, parte-se para a implementação do banco de dados no SGBD escolhido pelo desenvolvedor. Partindo-se do modelo gerado, durante o projeto lógico, implementa-se o BD com suas tabelas e com esses usuários.

Quarto passo - Digitalização de Imagens. Através de um scanner, as imagens em papel são transferidas para o computador. O operador pode escolher a resolução desejada, o nome para aquela imagem e o diretório no disco rígido, onde ela será armazenada temporariamente. Escolhe-se, ainda, a extensão do arquivo de imagem. Se a imagem já estiver em formato digital, passa-se para o quinto Passo.

Quinto passo – Seleção da Imagem para o BD. O fotointérprete pode abrir a imagem na tela e verificar se é a imagem desejada, podendo navegar entre os diretórios existentes no computador para encontrar a imagem.

Sexto passo - armazenamento da imagem selecionada e suas informações. O fotointérprete digita os dados sobre a imagem, escolhe a imagem que deseja armazenar no BD. Essa escolha significa indicar que a imagem será aberta e transferida para o BD.

2 - RAPID - Metodologia para Recuperação, Armazenamento e Reconhecimento de Padrões em Imagens Digitalizadas.



Sétimo passo - Recuperação da Imagem e/ou seus dados. O fotointérprete pode escolher um atributo da imagem e, por uma consulta sql recuperar os dados da imagem, a imagem, ou os dados e a imagem. Essas informações serão mostrados na tela do computador.

Oitavo passo – Armazenamento de Padrões. Há necessidade de armazenar no BD os tipos de padrões para a qual a rede neural foi treinada e o seu relacionamento com as imagens que se encontram no BD. Isso é feito para que a recuperação de imagens, baseada num atributo visual, seja feita com rapidez.

Com a rede neural treinada, existe a necessidade de armazenar, no BD, os grupos de padrões que a rede é capaz de reconhecer para futuramente fazer seu relacionamento com as imagens armazenadas.

Nono passo - Reconhecimento de Padrões na Imagem. O fotointérprete, primeiro, abre uma imagem na tela, e após, escolhe um quadrante que contenha o tipo de padrão que deseja encontrar. Em seguida, aperta o botão de execução da função de reconhecimento de padrões. A partir da identificação do padrão, as imagens que contenham aquele padrão serão recuperadas do BD e o padrão marcado na imagem de forma a destacá-lo.

As imagens armazenadas no BD passam por um processo de análise dos padrões, e isso fica armazenado em tabelas para futura utilização quando executar a consulta.

A aplicação da rede neural, como uma alternativa de consulta não baseada em texto, permite que o usuário recupere imagens, utilizando padrões visuais. Isso pode ser obtido utilizando a classificação da rede, a saída da rede, como uma condição para uma consulta sql, assim, todas as imagens que satisfazem esta condição podem ser recuperadas.

Os Passos 4-9 podem ser utilizados como guia para as normas e para os procedimentos diários.

Agora, é necessária uma verificação da Metodologia e o passo seguinte é um estudo de caso no qual ela foi empregada.

Décimo passo – Verificação da Metodologia Proposta. É necessário fazer uma verificação da utilidade da Metodologia. Para tal, pode-se aplicá-la a um estudo de caso.

Para melhor avaliar a implantação da proposta, torna-se conveniente analisar os aspectos positivos e negativos decorrentes dessa mudança.

4. - Análise Prospectiva

4.1 – Principais Vantagens e Desvantagens da Metodologia RAPID

A Metodologia RAPID apresenta como principais vantagens:

1- a utilização de um SGBD para o armazenamento e para a recuperação das imagens, permitindo a utilização dos aspectos de segurança que um SGBD oferece;

2 - a recuperação de uma imagem, por meio de uma consulta com a utilização de dados textuais, como o identificador da imagem, ou através de dados visuais, como um quadrante de busca contendo uma textura específica;

3 - economia do tempo gasto para a localização da imagem desejada com a utilização dos recursos de um SGBD; e

4 - facilidade de geração de cópias de segurança, com a utilização dos recursos do próprio SGBD, proporcionando maior tranquilidade para quem administra o sistema e também para os usuários finais.

As principais desvantagens apresentadas pela Metodologia RAPID são:

a – a imagem pode ser armazenada em partes que serão montadas, quando da sua recuperação, agilizando-a. Porém, se a imagem



for armazenada inteira, o tempo gasto para recuperá-la aumenta na proporção direta da quantidade de *Megabytes* que representa essa imagem;

b – a utilização da classificação da rede neural como uma condição para uma consulta ao BD pode trazer imagens que não contêm aquela textura, isto devido ao fato de que nenhuma rede consegue atingir cem por cento de acerto em sua classificação; e

c - pelo fato de ter todas as imagens armazenadas no BD, há o risco de comprometer a segurança se houver uma invasão por pessoas não autorizadas, porém isso pode ser resolvido com a utilização de Banco de Dados Distribuídos ou com a replicação de dados.

4.2 - Impactos das Contribuições no Desempenho da Força Aérea Brasileira

Espera-se que as contribuições dessa pesquisa influenciem, de forma positiva, o desempenho da Força Aérea Brasileira no que tange à interpretação de imagens e na maneira como estas imagens são armazenadas e recuperadas. Com isso é provável que as decisões, que forem baseadas nessas imagens, sejam tomadas com maior rapidez, visto que com a adoção da Metodologia RAPID, uma imagem pode ser recuperada de uma forma mais eficiente.

A utilização da tecnologia de Inteligência Artificial, como uma forma de proporcionar uma prévia interpretação de imagens, reduz o espaço de busca e, por conseqüência, o número de imagens a serem interpretadas. Isso pode proporcionar uma informação adequada num menor tempo, o que é importantíssimo na decisão de um conflito.

Com a entrada em operação do Projeto SIVAM, quando o número de imagens geradas tende a ser muito grande. Espera-se que esta pesquisa ajude a organizar melhor o acervo e proporcione um auxílio

ao fotointérprete e àqueles que venham a solicitar imagens de uma determinada região ou que contenham alguma característica de interesse.

4.3 - Tendências

A tendência é que haja uma mudança de atitude com relação ao tratamento dispensado ao acondicionamento de imagens. Essa mudança dependerá de uma divulgação deste trabalho e do convencimento das pessoas envolvidas, mostrando a elas que essa forma de tratamento é melhor do que a maneira como se vem trabalhando com imagens.

4.4 – Análise Prospectiva

A curto prazo, espera-se que haja uma conduta de reestruturação (da maneira como se trabalha com imagens), na Força Aérea Brasileira procurando-se desenvolver aplicativos de BD que atendam às necessidades de cada organização. Isso trará uma melhor organização do acervo existente e da agilidade no momento de uma pesquisa.

Além disso, acredita-se que inicia um desenvolvimento de trabalhos relacionados ao reconhecimento de padrões para a utilização na recuperação de imagens de sensoriamento remoto em BD.

A médio prazo, espera-se que a maneira tradicional de armazenar e recuperar imagens seja abandonada, passando-se a utilizar o que é preconizado por esta Metodologia, de sua extensão ou evolução.

A longo prazo, espera-se que haja um repositório central, em que todas as imagens, que o COMAER possui, estejam armazenadas, com acesso. Por via rede privada ou pela rede mundial de computadores, proporcionando maior flexibilidade aos usuários.

Após a análise prospectiva, é oportuno fazer um retrospecto ao tema em questão, realçando os principais aspectos abordados, de modo a fixá-los melhor.



Conclusão

É de conhecimento geral que a evolução tecnológica torna-se inevitável para qualquer organização.

No início deste trabalho, foram apresentadas as tecnologias utilizadas, as formas de armazenamento e recuperação de imagens, o processamento das informações existentes nas imagens, os principais óbices dos sistemas existentes, o sistema AEROGRAF e enunciado do problema.

Após, foram enunciadas a solução escolhida e a metodologia desenvolvida para atingir o objetivo.

Por último, foram mostradas as principais vantagens e desvantagens da Metodologia

RAPID, impactos das contribuições no desempenho da Força Aérea Brasileira, as tendências esperadas e análise prospectiva.

Isso exposto, torna-se claro que se alcançou o objetivo já que, como demonstrado, a implementação da metodologia para processamento de imagens digitalizadas melhorará a eficiência da sistemática existente.

Destaca-se a importância que essa metodologia representa ao COMAER, pois permitirá obter informações provenientes das imagens com maior eficiência, adquirindo, assim, uma evolução tecnológica, acelerando o processo de tomada de decisão baseada em imagens.

Referências

CUNHA, Adilson Marques da. **Definição de Problemas e Escolha da Solução**. São José dos Campos: ITA/IEC, 2001. Notas de Aula da Disciplina CT - 300 Seminário de Tese.

DAMIÃO, Darcton Policarpo et al. **Sensoriamento Remoto - Inteligência de Imagens**. S.l.: S.ed., 2001.

DOMICIANO, Marco Antonio Pizani. **RAPID – Metodologia para Recuperação, Armazenamento e Reconhecimento de Padrões em Imagens Digitalizadas**. São José

dos Campos: S.ed., 2003 (Dissertação de Mestrado).

(Footnotes)

¹ - Sensoriamento Remoto - Inteligência de Imagens.

² - RAPID

– Metodologia para

Recuperação, Armazenamento e Reconhecimento de Padrões em Imagens Digitalizadas.

