**Comparação Balística de Imagem Bidimensional de Culatra de Estojos Utilizando Técnicas Matriciais e Filtros de Inteligência Artificial.**

Para uma análise mais completa de crimes contra a vida, onde o criminoso utiliza arma de fogo, é de extrema importância o desenvolvimento de técnicas de comparação balística. Existem várias empresas que vendem essa tecnologia, ou até mesmo alugam, onde nesses convênios envolvem altos volumes de moeda corrente. Entretanto, as tecnologias envolvidas são fechadas, e o operador não tem acesso aos processos envolvidos. Hoje, com o avanço nas pesquisas de técnicas de comparação de imagens digitais, é de extrema importância criar uma metodologia própria para que se tenha toda a tecnologia e procedimentos nacionais.

Diversas são as áreas que contribuem para a geração de imagens digitais. Por isso, o armazenamento é uma fase importante, pois os recursos de armazenamento atuais são finitos. Portanto, uma compactação de imagens bem elaborada é de extrema importância no processo de reconhecimento de padrão.1

O reconhecimento de padrão é uma busca baseada em características retiradas das imagens digitais, através do emprego de técnicas computacionais avanças de aprendizagem de máquina, evitando a subjetividade humana nas análises. Haykin, em 2001, afirmou que o reconhecimento de padrões é definido como o processo que um padrão/sinal recebido é atribuído a uma classe dentre um número pré-determinado de classes2. Portanto, utilizar o reconhecimento de padrão em imagens digitais é factível, e é de importância vital para Perícia Criminal no âmbito da comparação balística. Desenvolver uma tecnologia própria pode significar uma econômica relevante para o poder público.

 As armas de fogo imprimem marcas, as quais são únicas e individualizam cada uma delas, nos componentes de munição, como o projetil, assim como no estojo, estas impressas pela culatra da arma bem com as marcas deixadas pelo o extrator e o ejetor. Estas últimas impressões são deixadas basicamente por arma de fogo do tipo pistolas e fuzis, armas utilizadas em crimes no Estado do Rio de Janeiro.

A comparação balística utiliza poderosos formadores de imagem valendo-se de tecnologia de última geração para obtê-las, a maioria dos sistemas atualmente captura as imagens em três dimensões (3D). Por esta razão, os sistemas computacionais são de alto custo para sua implementação, ora pelo alto poder de processamento de imagens, ora pela capacidade de memória de armazenamento. Além de ter custo elevado, esses sistemas não semi-automatizados, ou seja, eles fornecem possíveis correlações apoiados em alguns índices probabilísticos, e, a partir desse ponto, exigem que exista uma comparação via olhos humanos, os quais exigem certo grau de treinamento para realizar a tarefa.

Este trabalho se preocupa em determinar se é possível uma comparação balística entre estojos ejetados de pistolas através de tratamento de imagem via filtros matemáticos disponíveis em bibliotecas de computação científica. Este trabalho ainda propõe uma nova metodologia para a captura e tratamento da imagem a fim de obter uma comparação balística automatizada que não gere alto custo de implementação e processamento de imagem. Isto é possível através de técnicas computação científica que utilizam filtros de imagem de base matemática para reduzir a imagem para uma matriz numérica a qual pode ser reformulada a fim de ter uma comparação numérica e não mais através de imagens. Com isso, uma imagem pode ser armazenada com 20% do espaço em disco que uma imagem em 3D ocuparia.

O Sistema de reconhecimento de padrões considera um espaço amostral dentro do qual um vetor é mapeado. Com isso pode-se observar a qual classe esse vetor pertence. Para realizar as observações às feições como cor, forma, textura, etc, são utilizadas. Existem vários métodos para caracterizar a imagem, entretanto, a natureza desta influência na escolha.

 Uma imagem pode ser descrita por uma função *f(x,y)*, onde os valores assumidos em qualquer ponto coordenado *(x,y)* é proporcional ao brilho da imagem naquele ponto. Estes pontos representam os elementos de imagem, chamados de *pixels*.3

Segundo Liberman em 1997, as imagens em tons de cinza, as chamadas imagens monocromáticas, possuem *pixels* que assumem valores entre 0 (preto) e N (branco), onde todos os valores intermediários não caracterizados por tons de cinza. Por exemplo, no caso de imagens em 256 tons de cinza são necessários 8 bits para cada pixel para que o olho humano distinguir todos as tonalidades apresentadas. O método mais utilizado para representar uma imagem colorida é método, *Red, Green* e *Blue*, chamado RGB. Este método utiliza, para cada *pixel* 24 bits para representa as intensidades de vermelho, verde e azul, sendo assim, definir as mais variadas cores, pois estas são as cores primárias. Outros modelos para caracterizar as imagens coloridas são utilizadas, dentre eles estão, o HSI (*Hue, Saturation* e *Intensity*) e o CMY(*Cyan, Magenta* e *Yellow*).4

As etapas do reconhecimento de padrões compreendem a percepção do problema, aquisição da imagem, pré-processamento, segmentação, extração de feições, classificação e por fim o resultado. Vários métodos são utilizados na etapa de classificação, pois esta é a etapa mais delicada do processo, portanto utilizar técnicas robustas, as quais podem realizar a classificação de forma rápida e eficiente é tema central de pesquisas de muitos pesquisadores ao redor do mundo. Visto que a SVM (*Support Vector Machine)*, é uma metodologia de aprendizado de máquina que apresenta uma boa generalização a partir dos dados de treinamento, pode ser uma boa técnica para aplicação no reconhecimento de padrões na busca de comparação de imagens de estojos balísticos. Portanto, a técnica utilizada neste trabalho e a SVM.5

 Os resultados obtidos mostram que a técnica de reconhecimento de padrão utilizada neste trabalho, nas as comparações realizadas entre dois ou mais estojos, apontam com uma certeza de mais de 98% de resultado positivo ou negativo. A busca automática de padrões dentro de um banco de dados é uma realidade factível já que as imagens armazenadas ocupam cerca de 20% do tamanho de uma imagem 3D utilizada em sistemas comerciais de comparação balística. Uma das conclusões deste trabalho é que não precisa um alto custo de processamento e armazenamento para realizar a comparação balística utilizando como objeto de estudo o estojo ejetado.

Os resultados mostram também que não a necessidade da dependência de um verificador humano para atestar se as amostras são frutos de uma mesma arma de fogo. Como o algoritmo reduz a imagem para uma matriz numérica a comparação é a nível numérico existe intrinsecamente um baixo índice de erro, cujos valores estão abaixo de 1%.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ZHANG, D., LU, G. Shape-based image retrieval using generic Fourier Descriptors. Signal Processing: Image Communication, n. 17, p. 825-848, 2002.
2. HAYKIN, S. Redes Neurais: Princípios e Práticas. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.
3. GONZALEZ, R., WOODS, D. M. Processamento de Imagens Digitais. São Paulo: E. Blücher, 2000.
4. BIMBO, a. Visual Information Retrieval. San Francisco: Morgan Kaufmann, 1999.
5. VAPNIK, V. N. The Nature of Statistical Learning Theory. Ed. Springer-Verlag. Berlin, 1995.