

## Repositório eletrônico: compressão e seleção por conteúdo usando a transformada Wavelet de Haar

*Juliana Verga<sup>1</sup>, Messias Meneguette Jr<sup>2</sup>, Magnus Esgrinholi Artero*

1-Curso Matemática – Faculdade de Ciências e Tecnologia - FCT – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Rua João Gonçalves Foz, 1800 - Jardim das Rosas -19050-060 - Presidente Prudente – SP Brasil –juverga@zipmail.com.br

2- Departamento de Matemática – Faculdade de Ciências e Tecnologia - FCT – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” -Rua: Roberto Simonsen, 305 Centro Universitário – 19060-900 - Presidente Prudente – SP – Brasil – messias@prudente.unesp.br

**Palavras-chave:** Wavelets, recuperação de imagens, banco de dados

**Área do Conhecimento:** Ciências exatas e da terra

Atualmente, sistemas robustos que armazenam e fazem a busca em banco de imagens estão sendo cada vez mais requisitados e isso pode ser conseguido pela utilização da Transformada wavelet. Com a evolução da computação e dos scanners coloridos e mídias digitais, e com o advento da world wide web, as pessoas possuem fácil acesso a milhares de imagens digitais. Como o tamanho desses bancos de imagens crescem, métodos tradicionais de encontrar uma imagem em particular são deixados de lado. Buscas exaustivas são descartadas como estratégia eficiente quando o banco de imagens torna-se muito grande. Existe uma estratégia alternativa para buscar uma imagem em um banco de imagens, no qual a consulta é expressa como uma imagem de baixa resolução de um scanner ou câmera de vídeo, ou como um rascunho de uma imagem desenhada pelo usuário. Essa alternativa é chamada de consulta baseada em conteúdo. Um sistemas para consulta de imagem por conteúdo chamado QBC (*query by content*) foi desenvolvido pela IBM e está disponível comercialmente. A ênfase do QBC é permitir ao usuário compor uma consulta baseada em uma variedade de diferentes atributos visuais. Por exemplo, o usuário

pode especificar uma composição de cor em particular, uma textura, algumas características de forma e um rascunho de arestas dominantes da imagem alvo, junto com pesos relativos para todos esses atributos. O sistema QBC também permite aos usuários definirem atributos básicos para a seleção. Em contraste, a ênfase nos novos algoritmos de consulta de imagens por conteúdo é buscar diretamente a partir de uma imagem de consulta, sem especificações adicionais do usuário sobre as imagens do banco ou sobre as particularidades da busca em si. O uso de *wavelets* permite uma consulta já especificada em qualquer resolução, potencialmente diferente da imagem alvo. Neste trabalho, foi utilizado a transformada wavelet de Haar que foi aplicada para recuperação de imagens de borboletas em um banco de imagens. Antes de introduzirmos o conceito da Transformada wavelet de Haar salientemos a razão de sua utilização. A Transformada wavelet de Haar é uma ferramenta matemática para decompor funções de maneira eficiente; uma representação wavelet de uma função consiste em uma aproximação global com coeficientes de detalhe que influenciam a

função em várias escalas. As wavelets de Haar são aplicadas em várias áreas da computação gráfica, devido a propriedades como [Salomon]:complexidade em tempo linear, uma transformação e recuperação wavelet pode ser concluída em tempo linear, permitindo algoritmos rápidos e fáceis de serem implementados; esparsidade: para funções encontradas na prática, muitos dos coeficientes em uma representação wavelet são zero ou muito pequenos; adaptabilidade: wavelets são flexíveis na forma em que elas podem ser adaptadas para representar uma larga variedade de funções, incluindo funções com descontinuidade, funções definidas com domínios limitados, e funções definidas nos domínios de tipos topológicos arbitrários. Conseqüentemente, a transformada wavelet utilizada na prática é a discreta e não a contínua. A transformada wavelet discreta, que estamos utilizando é a transformada de Haar. O uso da transformada wavelet de Haar para compressão de imagens é descrito como ponto prático de visualização; desta forma foi feito estudo em imagens com tons de cinza e posteriormente como este método deve ser estendido para imagens coloridas. A transformada de Haar usa uma função escala  $\phi(t)$  e uma wavelet  $\Psi(t)$  para representar um grande número de funções. A representação é a soma infinita dada por:

$$f(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} c_k \phi(t-k) + \sum_{k=-\infty}^{\infty} \sum_{j=0}^{\infty} d_{j,k} \Psi(2^j t - k)$$

, onde  $c_k$  e  $d_{j,k}$  são coeficientes a serem calculados. A função escala básica  $\phi(t)$  é

dada por: 
$$\begin{cases} 1, 0 \leq t < 1 \\ 0, \text{demais vetores} \end{cases}$$
. A função  $\phi(t -$

$k)$  é uma cópia de  $\phi(t)$ , transladando  $k$  para a direita. A wavelet de Haar básica é a dada

pela função: 
$$\begin{cases} 1, 0 \leq t < 0.5 \\ -1, 0.5 \leq t < 1 \end{cases}$$

Assim subentende-se que a forma geral da wavelet de Haar  $\Psi(2^j t - k)$  é uma cópia de  $\Psi(t)$  transladando  $k$  para a direita e com escala tal que a largura total é  $1/2^j$ . Uma vez compreendido o conceito da transformada wavelet, torna-se fácil a generalização deste para uma imagem bidimensional. Na prática a aplicação da transformada gera uma decomposição da imagem e em geral há dois

tipos de decomposição; a decomposição padrão e a decomposição em pirâmide, no nosso caso foi utilizado a decomposição em pirâmide. Este processo de decomposição primeiramente realiza a transformada wavelet para cada linha de imagem. Isto resulta em uma imagem transformada onde a primeira coluna contém as médias 2 a 2 e todas as outras colunas contém as diferenças também 2 a 2. E como exemplo consideremos um arranjo de oito valores (1,2,3,4,5,6,7,8). Primeiramente calculamos as médias  $(1+2)/2 = 3/2$ ,  $(3+4)/2 = 7/2$ ,  $(5+6)/2 = 11/2$  e  $(7+8)/2 = 15/2$  e depois calculamos as diferenças  $(1-2)/2 = -1/2$ ,  $(3-4)/2 = -1/2$ ,  $(5-6)/2 = -1/2$  e  $(7-8)/2 = -1/2$ . O algoritmo padrão realiza a transformada wavelet em cada coluna; o resultado obtido é um valor médio do canto esquerdo superior, com o resto do topo contendo médias das diferenças e com todos os outros valores dos pixels transformados para as diferenças. Através da Figura 1 podemos observar como a transformada da Haar atua em uma imagem.

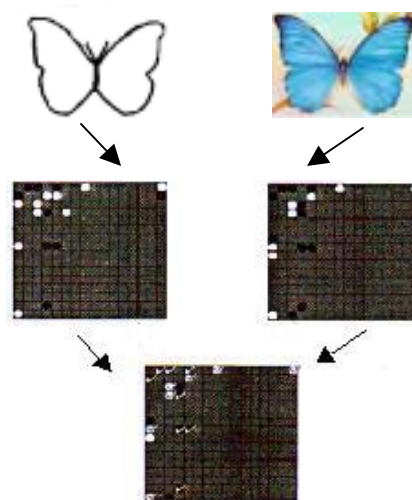


Figura 1

O método computacional atual da transformada wavelet da imagem é por alteração entre linhas e colunas. O primeiro passo é calcular as médias e diferenças para todas as linhas estas médias são criadas no canto esquerdo da imagem e as diferenças no canto direito. O segundo passo é calcular as médias e diferenças para todas as colunas, que resultam em média no topo esquerdo do quadrante da imagem e as diferenças em outra parte. Os passos três e



Tabela 1.c

As operações de compressão de imagens são utilizadas com o propósito de se reduzir o total de *bytes* necessários para armazenar ou transmitir imagens digitais. A compressão de imagens é dividida em dois grupos: compressão sem perda e compressão com perda. Da compressão sem perda se preserva o conteúdo exato da imagem original, ou seja, ao se descomprimir uma imagem, ela é exatamente igual a original. Por outro lado, a compressão com perda não preserva as informações originais, desprezando as informações redundantes e mantendo uma certa qualidade especificada. Atualmente há diversos algoritmos de compressão de imagens que são eficientes e rápidos. Com a utilização da internet se torna essencial uma boa compressão de imagens, para que os dados possam fluir de forma mais rápida pela rede. Os processos de compressão de imagens envolvem a operação de compressão e a operação inversa de descompressão. A cada imagem comprimida é constituída uma assinatura para fins de recuperação. Para uma dada consulta de imagem  $Q$ , é realizada a mesma Decomposição Wavelet e construída a assinatura correspondente. A assinatura de uma consulta de imagem é comparada com as assinaturas no banco de imagens. No caso de imagem colorida um resultado será obtido para cada canal de cor (R,G e B). Desta forma cada imagem no banco é reduzida a uma assinatura sendo que as

assinaturas contêm apenas a informação mais significativa sobre cada imagem. Portanto pode-se concluir que uma imagem onde foi aplicada a transformada wavelet fornece praticamente todas as características da imagem original pois: decomposições wavelet permitem uma aproximação muito boa da imagem com poucos coeficientes. Tipicamente, para compressão, apenas os coeficientes wavelets com maior magnitude são utilizados. Os coeficientes de uma decomposição wavelet fornecem informações que são independentes da resolução da imagem original; dessa forma um esquema baseado em wavelets permite que as resoluções das imagens de consulta e de alvo estejam harmonizadas. Decomposições wavelet podem ser computadas rápida e facilmente, requerendo tempo linear e um código pequeno.

#### REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

SALOMON, D.; **Data Compression: The complete reference**

STOLLNITZ, E.; DEROSE, T.; SALESIN, D.; **Wavelets for computer graphics**