

1

Introdução

Nesta Introdução será apresentada inicialmente, na Seção 1.1, uma revisão sumária de métodos de realce de imagens. Em seguida, na Seção 1.2, serão apresentados o objetivo da dissertação, a motivação e as abordagens empregadas nas novas propostas deste trabalho. Finalmente, a Seção 1.3 contém a organização da dissertação .

1.1

Métodos de realce de imagens

A área de processamento de imagens denominada Realce visa melhorar a qualidade de uma imagem para uma determinada aplicação, ou simplesmente evidenciar alguns atributos visualmente importantes da mesma, como as bordas por exemplo, para posterior processamento. Técnicas de realce vêm sendo aplicadas atualmente em diversas áreas, tais como: indústria, meio militar, medicina, entre outras. Em medicina por exemplo, quanto melhor for a nitidez da imagem final proveniente de um exame, maior será a probabilidade de acerto no diagnóstico da enfermidade. Em aplicações forenses e na análise de regiões por satélite, o realce auxilia na descoberta de detalhes que freqüentemente não podem ser observados sem o uso destas técnicas de melhoria de imagens. É importante também ressaltar que a crescente necessidade de armazenamento e transmissão de imagens em meios digitais contribui para o aumento do uso de ferramentas de compressão que tendem a piorar ainda mais a qualidade das imagens, representando um fator adicional para o emprego de métodos de realce. Portanto, tem sido de grande valor a pesquisa de novas técnicas de realce que apresentem um melhor desempenho.

Diversos métodos de realce para imagens em tons de cinza, foram desenvolvidos no domínio espacial [1]-[3]. O princípio geral das técnicas de realce que operam neste domínio é alterar diretamente os valores dos *pixels* da imagem, de acordo com critérios pré-estabelecidos, de modo que detalhes da

mesma fiquem mais visíveis. A técnica de Transformação de Contraste [1] por exemplo, consiste em modificar os níveis de cinza de cada *pixel* da imagem através de uma função. As funções devem ser específicas para cada imagem. Um exemplo simples desse processo pode ser uma modificação linear na distribuição dos níveis de cinza da imagem. Para tanto usa-se a expressão $y = kx + m$, onde x são os *pixels* da imagem original, y são os *pixels* da imagem após o realce; k e m são constantes. Dependendo dos valores de k e m o contraste será reduzido ou aumentado.

Na técnica Equalização de Histogramas [1], muda-se o histograma, a distribuição probabilística dos níveis de cinza da imagem (o histograma), de forma que o histograma resultante dessa mudança seja o mais uniforme possível. Com isso, estarão sendo evidenciados mais atributos da imagem. No método Especificação de Histograma [1], realiza-se uma mudança específica no histograma da imagem. Esta estratégia de alteração do histograma é particular para cada imagem de acordo com o tipo de realce que se deseja aplicar.

No Método Adaptativo de Realce de Contraste [2], calcula-se o contraste localmente na imagem. O contraste local é definido como o valor do *pixel* menos a média dos seus *pixels* mais próximos. O valor do *pixel* realçado é obtido multiplicando-se o contraste local por um ganho. Este resultado é somado à média local do nível de cinza obtendo-se assim o novo valor do *pixel*. O valor do ganho pode ser escolhido como $1/\text{LSD}$, onde LSD (Local Standard Deviation) é o desvio padrão dos níveis de cinza locais. Na técnica de Realce de Contraste Baseado na Transformação da Distribuição do LSD [2], é modelada uma distribuição para o LSD e aplicada uma transformação, de forma semelhante ao método de equalização de histogramas. A imagem com a nova distribuição de LSD é então processada pelo Método Adaptativo de Realce de Contraste.

Em um outro método no domínio espacial, o Realce Estatístico [1], medidas estatísticas são calculadas em uma área centrada em cada *pixel* da imagem. Estas medidas são usadas localmente em uma função que é aplicada ao *pixel* central de cada área. Um exemplo de função de transformação é $y = k \frac{M}{\sigma} (x - \mu) + \mu$ onde x é o valor do *pixel* original e y o valor do *pixel* após o realce, μ é a média local dos *pixels*, σ é o desvio padrão dos *pixels*, M é a média global, ou

seja, a média de todos os *pixels* da imagem, e k é a variável livre de ajuste do realce.

A técnica de Remoção de Fundo [1] tem por objetivo reduzir as componentes de baixas frequências da imagem. Primeiramente a imagem é passada por um filtro passa-baixas. Em seguida, a imagem original é subtraída da imagem resultante do filtro. O resultado final desta operação é a imagem realçada.

No método Máscara Convolutiva [1], a imagem é passada por um filtro passa-altas. A imagem resultante do filtro é multiplicada por um fator de escala e adicionada à imagem original obtendo-se assim a imagem realçada.

Na técnica de Mascaramento Adaptativo [3], a imagem é passada por dois filtros direcionais em paralelo. A imagem resultante de cada filtro é multiplicada por uma constante que é recalculada pelo algoritmo adaptativo de Gauss-Newton, tomando por referência o erro quadrático entre as mudanças desejadas e as mudanças atuais, em determinadas áreas da imagem. As constantes são recalculadas de forma que pouco ou nenhum realce seja aplicado a regiões de nuances da imagem, máximo realce seja aplicado a áreas da imagem que possuem baixos valores de contraste, e áreas com elevados valores de contraste sejam moderadamente realçadas. A imagem realçada é obtida pela adição das duas imagens à original, cada uma das duas multiplicada por uma constante.

É importante ressaltar que as técnicas de realce no domínio espacial para alcançarem um desempenho eficiente empregam algoritmos complexos devido à necessidade de determinarem regiões adequadas para aplicação de realce. Já os métodos que operam no domínio das transformadas, fazem uso das propriedades das distribuições em frequência, facilitando a determinação das componentes responsáveis por detalhes. Por esse motivo, várias pesquisas em transformadas foram desenvolvidas com o objetivo de elaborar formas mais simples e práticas de construir esquemas de realce, e que também proporcionem um melhor desempenho em termos de qualidade visual.

O estudo das transformadas bidimensionais motivaram o desenvolvimento de várias aplicações em processamento de imagens devido às suas atraentes propriedades. As transformadas possibilitam a decomposição das imagens em componentes distribuídas por frequências espaciais, ao contrário das técnicas no domínio espacial. O uso desta propriedade em métodos de realce de imagens é de grande utilidade visto que a sensibilidade humana ao contraste depende das

freqüências espaciais [4]. O princípio geral dos algoritmos de realce que operam nesse domínio é modificar os valores dos coeficientes da transformada, que são distribuídos por freqüências espaciais, de tal forma que a imagem no final do processo tenha sua qualidade visual melhorada.

Quando aplicado na área de codificação, com aplicações em transmissão e armazenamento, o realce pode ser realizado na imagem antes da mesma ser comprimida, durante o processo de compressão, quando efetuado no domínio da transformada, por exemplo, ou após o mesmo. Ao ser aplicado antes da compressão, o processo de realce poderá afetar o esforço envolvido na compressão, podendo provocar uma acentuada redução de qualidade da imagem final. Realçar uma imagem após a compressão, tem por consequência indesejável um elevado custo computacional e requer uma grande capacidade de armazenamento, características inerentes de métodos de realce no domínio espacial. Por outro lado, quando o realce é realizado durante o processo de compressão ele é capaz de eliminar estes inconvenientes, sendo ainda diretamente aplicável a diversos padrões de compressão, como o JPEG e o MPEG-2, por exemplo. Estas são vantagens adicionais que os métodos de realce no domínio da transformada oferecem. Várias pesquisas têm sido motivadas pelas vantagens apresentadas por estratégias de realce que usam transformadas.

Um exemplo de método de realce no domínio da DCT (Discrete Cosine Transform) é o tradicional Alpha-rooting [5]. Nesta técnica, os coeficientes realçados são obtidos multiplicando-se cada coeficiente pela sua magnitude elevada a $(\alpha - 1)$. Outros exemplos de métodos de realce que se baseiam em medidas de contraste no domínio da compressão usando DCT foram apresentados em [4],[6] e [7] no final de 2003 e no final de 2004. Estes métodos usam medidas de contraste, a partir das quais resultam as expressões para os coeficientes DCT realçados. A intensidade do realce é determinada através de parâmetros contidos nestas expressões. Um esquema recente [6] requer um menor esforço computacional que os propostos em [4] e [7]. As técnicas baseadas em medidas de contraste apresentam um bom desempenho e com melhores resultados que as tradicionais equalização de histogramas global e local e o Alpha-rooting.

Os algoritmos de realce que usam transformadas quando aplicados no domínio da compressão baseada em DCT, não devem amplificar muito as componentes de baixas freqüências, visto que elas são mais responsáveis por

artefatos de blocagem. Estes artefatos são distorções originadas durante o processo de compressão usando DCT.

A Transformada Wavelet Discreta Bidimensional (2D-DWT) [8] pode ser entendida como uma filtragem da imagem em sub-bandas de frequências. Esta filtragem ou decomposição em frequências pode ser aplicada n vezes na imagem. O realce no domínio da DWT pode ser realizado utilizando funções lineares [8] ou não-lineares [9],[10] para modificar os coeficientes da transformada. O uso da função linear tende a realçar os detalhes mais proeminentes da imagem, mas pequenos detalhes pouco visíveis são também pouco realçados [11]. Já a função não-linear é capaz de eliminar este inconveniente. A estratégia de utilizar funções apresenta baixa complexidade, uma vez que as funções podem enfatizar diretamente as componentes da imagem que guardam informações de detalhes, as quais estão distribuídas em frequências espaciais. Por outro lado, técnicas desse tipo têm a desvantagem de usar muitos parâmetros para controlar a intensidade do realce a ser aplicado. Isto dificulta o ajuste, pelo usuário, da intensidade de realce que se deseja aplicar na imagem.

Os resultados obtidos pelos sistemas de processamento de imagens costumam ser avaliados segundo critérios de desempenho objetivos e subjetivos. Nos critérios objetivos, são feitas análises quantitativas na imagem visando avaliar a qualidade da mesma após o processamento. Nos critérios subjetivos, é feita uma análise visual da imagem processada. Na área de realce de imagens o último tipo é o mais adequado e o que mais tem sido utilizado.

1.2

Objetivo

O principal objetivo desta dissertação consiste em desenvolver novas propostas de realce no domínio da transformada, visando melhorar a qualidade do realce aplicado às imagens em tons de cinza, e ao mesmo tempo evitando que eventuais ruídos que estejam contaminando a imagem perturbem o desempenho final.

Nesse sentido, será inicialmente proposta e analisada uma nova técnica de realce no domínio da DCT, usando uma estratégia semelhante à que foi utilizada

em [6]. O novo método consiste em substituir o parâmetro λ , que determina a intensidade do realce, na expressão que define em [6] os coeficientes realçados, por uma função que depende das frequências espaciais. A motivação é realçar um maior número de coeficientes responsáveis pelos detalhes da imagem sem alterar severamente as componentes responsáveis por ruído. Adicionalmente será mostrada uma estratégia aplicada ao Alpha-rooting que visa melhorar a qualidade da imagem processada por esta técnica, não permitindo que esta imagem pareça mais escurecida que a não realçada após a aplicação do método e sem piorar o realce de detalhes.

Também será apresentada uma nova proposta de realce no domínio da transformada wavelet (DWT). A proposta usa uma função que depende das frequências espaciais, e que é capaz de realçar um maior número de componentes responsáveis por detalhes da imagem usando um parâmetro de ajuste simples. Esta função tem também o objetivo de não modificar de forma acentuada os coeficientes responsáveis por ruído.

O estudo aqui desenvolvido representa uma contribuição original importante e útil às aplicações que necessitam de realce para melhorar a qualidade visual, sem realçar ruídos que estejam eventualmente contaminando as imagens.

1.3

Organização da Dissertação

Esta dissertação está organizada em quatro capítulos. A Introdução mostra a importância do uso de técnicas de realce em diversas aplicações e a motivação para o desenvolvimento de novas propostas. Além disso, fornece uma revisão resumida sobre métodos de realce, apresenta o principal objetivo desta dissertação e a sua organização.

O Capítulo 2 inicialmente propõe uma estratégia para o Alpha-rooting que tem por finalidade eliminar o efeito de escurecimento da imagem após o realce usando esta técnica. A etapa seguinte descreve o método de realce proposto em [6], que utiliza uma medida de contraste no domínio da DCT. Em seguida é apresentada a nova proposta de realce baseada em DCT, que procura amplificar

um grande número de componentes responsáveis por detalhes, sem permitir que ruídos presentes piorem a qualidade visual da imagem.

O Capítulo 3 apresenta técnicas de realce no domínio da DWT baseadas em funções para modificarem os coeficientes da transformada e um novo método de realce nesse domínio. A nova proposta utiliza uma função que depende das frequências espaciais para alterar os coeficientes da DWT. Essa função tem o objetivo de amplificar um grande número de coeficientes responsáveis por detalhes da imagem usando um parâmetro de ajuste simples, e sem realçar significativamente eventuais ruídos.

Finalizando, no Capítulo 4 são destacadas as principais contribuições desta dissertação. São também mostradas as lacunas e as possibilidades para trabalhos futuros visando a continuidade da pesquisa.