

## 2 Trabalhos Relacionados

Neste capítulo vamos relacionar alguns trabalhos que obtiveram destaque considerável ao tratar do problema de estéreo e do problema de minimização de energia. A grande maioria dos métodos relacionados na seção 2.1 são discutidos e comparados no artigo de Scharstein e Szeliski (13), onde são realizadas uma taxonomia e uma comparação dos algoritmos de estéreo mais populares. Na seção 2.2 apresentamos alguns contextos onde a técnica de Cortes de Grafo e Multi-Resolução foram exploradas e que inspiraram o desenvolvimento deste trabalho.

### 2.1 Estéreo

Uma das maiores dificuldades de um algoritmo de estéreo é definir uma metodologia que equilibre a precisão do método e o desempenho. Yoon e Kweon (21) desenvolveram um método para o cálculo de correspondências que faz uso do conceito de vizinhanças de pixel de tamanho fixo e de pesos adaptativos para os pixels dessa vizinhança. Nessa abordagem a vizinhança de atuação do algoritmo é fixa e uma média ponderada com os pixels dessa vizinhança é feita utilizando pesos que são variáveis dependendo da distância de um pixel a outro e da diferença de suas intensidades. Os resultados obtidos têm boa precisão mas o custo do processamento é muito alto dada a natureza das operações realizadas e tendem a perder detalhes finos.

Posteriormente Wang et al. (16) adaptaram o método de Yoon e Kweon para que as vizinhanças fossem consideradas apenas horizontalmente e introduziram uma etapa final de programação dinâmica para seleção das melhores disparidades, com o propósito de reduzir as perdas de acurácia introduzidas pela redução de vizinhança. Implementaram o método em GPU e a etapa de programação dinâmica em CPU, obtendo um algoritmo que é executado em tempo real mas com resultados ainda inferiores aos de Yoon e Kweon.

Em (17) Wang e Zheng apresentam um algoritmo de estéreo baseado em otimização cooperativa inter-regional, que utiliza correspondências de regiões e implementa um procedimento de otimização cooperativa para minimizar os

custos de correspondência de todas as regiões. Nesse caso, primeiramente é realizada uma segmentação por cor para separar a imagem em regiões, de maneira que, ao invés de pixels, regiões sejam consideradas primitivas de correspondências. A função de energia é definida utilizando as estatísticas de cor das regiões e as restrições de suavidade e oclusão entre regiões adjacentes. Para se obter um mapa de disparidades mais acurado um procedimento de otimização cooperativa entre regiões adjacentes é utilizado, que consiste basicamente em otimizar as disparidades (minimizar a função de energia) de cada região de maneira que as disparidades de regiões adjacentes permaneçam consistentes. Dessa forma a função de energia é minimizada numa determinada região e nas regiões adjacentes simultaneamente, e os resultados são propagados iterativamente, até o algoritmo convergir. Os resultados obtidos apresentam acurácia elevada mas o custo de processamento para um único par de imagens também é muito elevado.

Yang et al. exploraram bastante o conceito de “Belief-Propagation” em (20), que segundo eles, tratava-se do primeiro trabalho a abordar o problema de estéreo utilizando tal conceito. Nesse trabalho, um método para cálculo de correspondências em tempo real utilizando GPU é apresentado. O algoritmo proposto por eles é baseado em um framework de minimização de energia global que contém os termos de dados e suavidade. O algoritmo consiste em construir o termo de dados e otimizar de maneira iterativa o termo de suavidade, que é o passo essencial do algoritmo. Os resultados são semelhantes aos obtidos por Wang et al. (16).

Forstmann et al. (07) propuseram um método de cálculo de correspondências em tempo real utilizando exclusivamente programação dinâmica e que apresenta resultados bastante acurados. Em (08) Gong et al. apresentam os resultados de um estudo realizado a respeito da implementação de vários algoritmos de estéreo em GPU.

## 2.2

### **Cortes de Grafo e Multi-Resolução**

Um dos primeiros trabalhos onde o método de Cortes de Grafo foi explorado nesse contexto foi o desenvolvido por Boykov et al. em (04), onde o método de cortes de grafo é explorado densamente e é aplicado em problemas de estéreo, restauração de imagens e “motion” (fluxo óptico), no qual geralmente o espaço de busca é muito grande já que esta pode acontecer em todas as direções. Logo depois Kolmogorov e Zabih (09) aprimoraram o método em (04) para que tratasse também do problema de oclusão e obtiveram resultados promissores tanto em termos de qualidade quanto em termos de

desempenho. Ainda neste contexto Kolmogorov e Zabih realizaram um estudo e apresentaram em (10) uma generalização dos tipos de funções de energia que podem ser minimizadas utilizando cortes de grafo. Proporcionaram também um método genérico e analisaram os diversos aspectos da técnica de cortes de grafo de maneira generalizada.

A grande maioria dos trabalhos desenvolvidos utilizando cortes de grafo fazem uso dos resultados obtidos por Boykov e Kolmogorov em (03) onde um estudo e uma comparação experimental de vários algoritmos de cálculo de Corte Mínimo/Fluxo Máximo em grafos é realizado. Worby e MacLean apresentam em (19) um novo método de cálculo de correspondências e fluxo óptico baseado em cortes de grafo utilizando Multi-Resolução, que foi exaustivamente explorado por Worby em (18). Em (14) Veksler propõe uma alternativa de otimização do método de cortes de grafo através da redução do espaço de busca para o algoritmo. Entretanto Veksler afirma não ter obtido ganhos consideráveis com a técnica de multi-resolução neste caso. Por fim em (11) Kosov et al. apresentam uma técnica adaptativa de multi-níveis combinada com uma abordagem em multigrid que, segundo o autor, permite ao método atingir desempenho em tempo real em CPU.