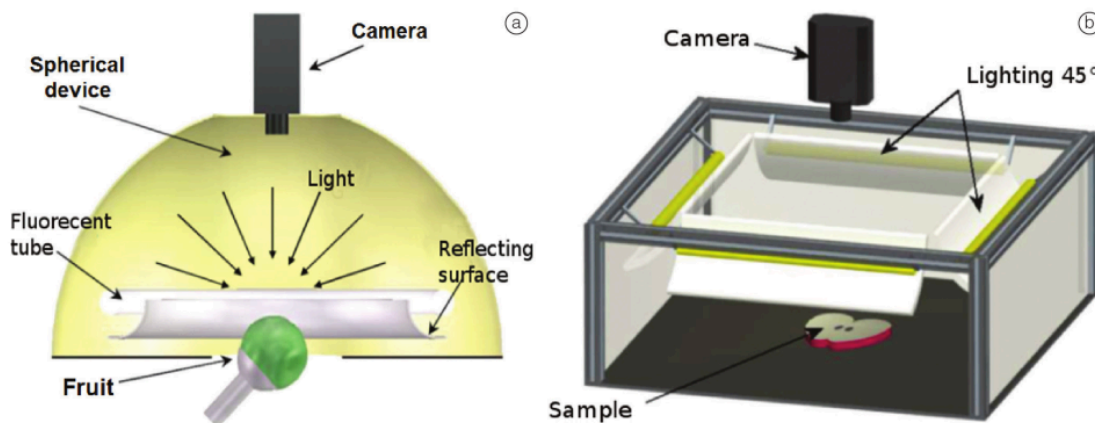


Relatório 23 - Leitura: Computer Vision Applied To The Inspection And Quality Control Of Fruits And Vegetables (III)

Lucas Scheffer Hundsdorfer

Descrição da atividade

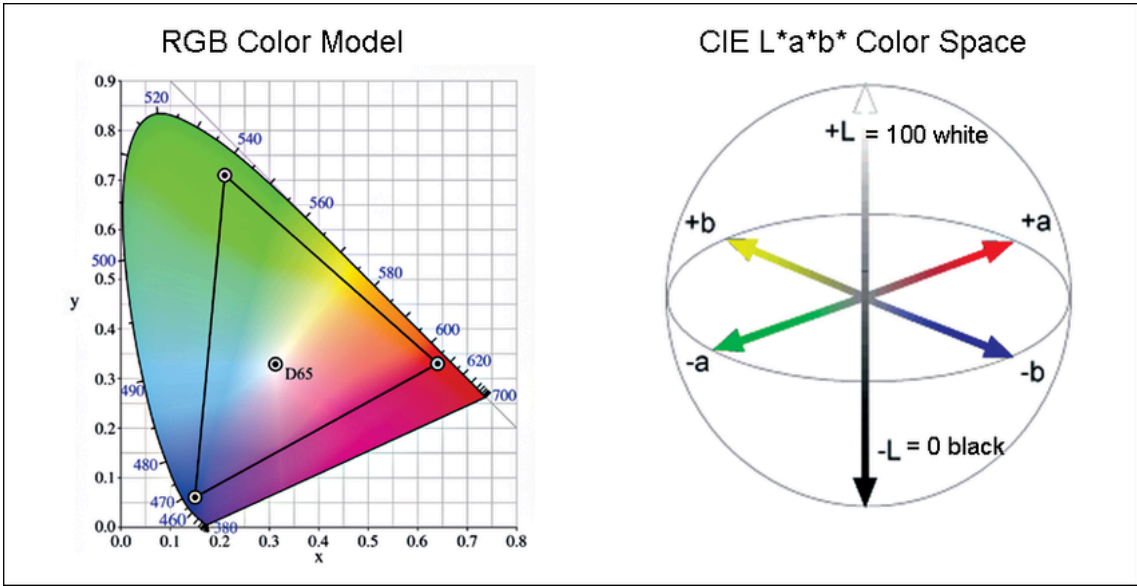
Durante a introdução do artigo é falado que a visão computacional tem sido utilizada em várias áreas da indústria, mas uma das áreas que mais foi impactada foi a de inspeção de frutas e verduras, e esse artigo vai se aprofundar nisso. Para que não ocorra erros da inspeção da fruta ou verdura é necessário que o objeto a ser analisado esteja sendo bem iluminado, sem sombras e sem reflexo e para isso é necessário uma iluminação específica, para cada fruta ou pedaço dela:



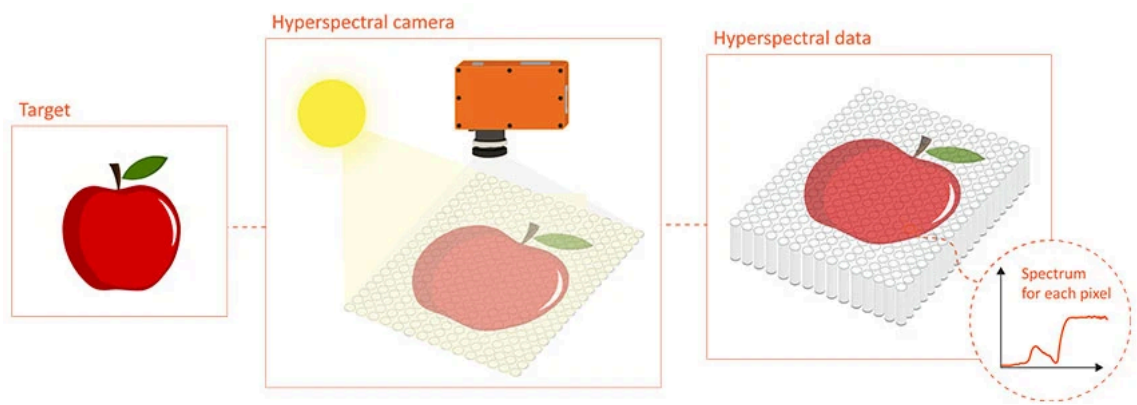
No exemplo acima mostra como deve ser a iluminação de uma fruta esférica ou se for só uma fatia da fruta, ou seja a geometria do objeto a ser analisado altera no tipo de iluminação ideal. Após garantir a iluminação ideal, o próximo passo é capturar a imagem com o dispositivo correto. A câmera funciona como o "olho" do sistema, convertendo a luz em um sinal digital usando tecnologias como CCD ou as mais modernas CMOS. O grande avanço para a inspeção de alimentos, no entanto, vem de câmeras especializadas. Sistemas multiespectrais e hiperespectrais conseguem enxergar em espectros de luz invisíveis ao olho humano.. Isso permite identificar problemas como danos por geada, contaminações ou defeitos internos que ainda não são visíveis na casca da fruta, tornando a inspeção muito mais precisa. Um sistema de visão computacional captura a cor de cada pixel, o modelo de cor mais utilizado é o RGB (red, green, blue) porém ele possui dois problemas principais, os mesmos valores de rgb podem parecer diferentes em dispositivos diferentes e a distância matemática entre duas cores dentro do espectro não corresponde à diferença do olho humano. Também é preciso trazer uma constância a cor, deixar ela invariante a iluminação, para isso dentro do procedimento computacional é necessário estimar a iluminação e determinar os parâmetros

da fonte de luz e corrigir a cor. A cor da fruta é o atributo dos mais importantes se não o mais para validar a decisão do consumidor. Para superar as limitações do modelo RGB, a visão computacional emprega espaços de cor alternativos. O espaço HSI (Matiz, Saturação e Intensidade), por exemplo, se mostrou eficaz para identificar defeitos em frutas cítricas. Já os espaços uniformes, como o CIE $L^*a^*b^*$, são tecnicamente mais robustos porque a distância matemática entre as cores corresponde melhor à percepção visual humana. Isso permite criar modelos de classificação eficientes, como o que utiliza apenas a coordenada ' a^* ' para categorizar morangos. Além da cor, o sistema avalia características geométricas como tamanho e volume. Como a orientação de frutas com formato irregular afeta a medição, a abordagem técnica é combinar imagens de múltiplos ângulos ou capturar uma rotação completa do objeto. Para o cálculo de volume, um método computacional comum é dividir a projeção 2D do objeto em fatias, calcular o volume de cada uma e então somá-las, uma técnica com precisão estatística comprovada para produtos como melancias. A análise da forma é computacionalmente complexa, pois, ao contrário de objetos manufaturados, a forma de produtos biológicos é irregular e difícil de descrever com termos matemáticos precisos. As abordagens técnicas para quantificá-la incluem o uso de descritores como a relação de aspecto (comprimento por largura), circularidade e a análise de harmônicas de Fourier extraídas do contorno do objeto. Para facilitar essa análise, técnicas como a iluminação de fundo (*back lighting*) são empregadas para criar um alto contraste e isolar a silhueta do produto. Esses descritores não servem apenas para classificação, mas também funcionam como um índice de maturação em certos produtos, como no caso de bananas, cujo ângulo diminui à medida que amadurecem. A textura, por sua vez, é frequentemente integrada à análise de cor para a detecção de defeitos externos. A segmentação de imagem baseada em textura analisa as relações espaciais entre pixels vizinhos, sendo mais robusta a ruídos do que técnicas que processam pixels individualmente. Um dos métodos mais utilizados para descrever a textura é a matriz de coocorrência, da qual características matemáticas como contraste, homogeneidade e correlação são extraídas. Essas características de textura, por exemplo, foram usadas para avaliar o teor de amido em maçãs, um indicador direto de sua maturação. Métodos mais avançados incluem a análise de textura fractal derivada do espectro de Fourier, utilizada para monitorar o amadurecimento de bananas através da detecção de manchas senescentes na casca.

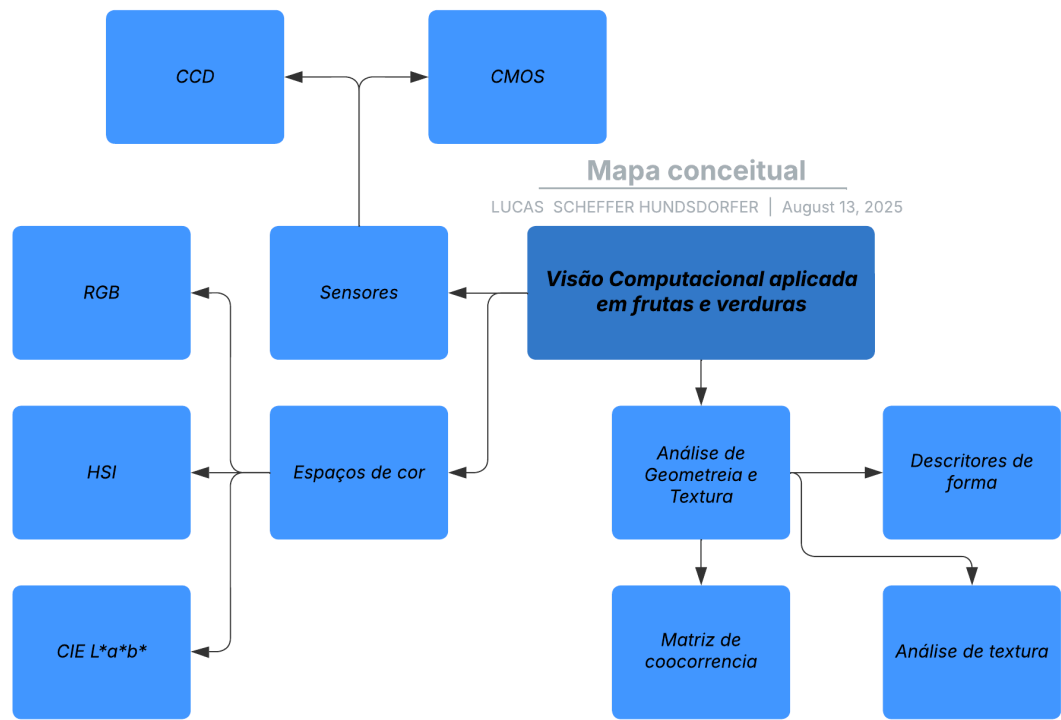
Espaços de cor:



Processo de uma câmera hiperespectral:



Insight visual original:



Conclusões

Fica evidente que a visão computacional não é apenas uma automação da visão, mas uma ferramenta analítica avançada que transforma dados visuais e espectrais em métricas de qualidade precisas e consistentes, sendo fundamental para a modernização e eficiência da indústria alimentícia.

Referências