

7 Conclusões

Neste trabalho foi proposto um sistema em tempo real para a detecção e o rastreamento de gestos da mão em ambientes de trabalho convencionais. Esse sistema foi construído sobre a base de algoritmos de subtração de fundo e detecção de silhueta. Três aplicações de demonstração foram implementadas para provar a aplicabilidade da interação baseada em gestos da mão em aplicações reais e em ambientes de trabalho convencionais.

Outro propósito do trabalho foi mostrar que sistemas de interação baseados em Visão Computacional podem ser implementados em computadores convencionais utilizando como dispositivos de captura e interação câmeras de prateleira facilmente acessíveis². Além disso, foi demonstrado que é possível construir o sistema de interação baseado em gestos da mão sem precisar de equipamentos e marcadores colados na mão.

O modelo de segmentação via subtração de fundo utilizado neste trabalho mostrou que é possível lidar com os problemas de mudanças e latências da iluminação nos ambientes de interação. Alguns erros de segmentação ocasionados pelo brilho e reflexão de alguns objetos foram atenuados nas etapas posteriores à segmentação. Ainda que alguns erros tenham persistido, os modelos de segmentação e detecção da silhueta utilizados neste trabalho tiveram resultados satisfatórios.

Outra contribuição deste trabalho foi o estudo e a avaliação dos diferentes algoritmos propostos para a subtração de fundo. Foram discutidos alguns dos problemas mais comuns que fazem deste processo uma tarefa difícil de se realizar. Este estudo contribui com o conhecimento sobre os principais problemas e abordagens de solução da subtração de fundo baseada unicamente em informações de cor. Foram descritos alguns métodos de solução que indicam tendências a serem seguidas nos algoritmos de subtração.

² Ao longo do desenvolvimento deste trabalho foram utilizadas duas câmeras Web, uma Creative Nx Pro e uma Logitech QuickCam Pro, que têm um custo aproximado de U\$ 50 e U\$ 70, respectivamente.

A partir do conjunto básico de gestos reconhecidos foi possível construir e reconhecer gestos mais complexos nas aplicações. Eventos como CLICK, ARASTAR, AVANÇAR e RECUAR implicaram a análise da mudança dos gestos ao longo do tempo.

A interação não está restrita a aplicações bidimensionais. Também podem ser construídas aplicações tridimensionais utilizando os gestos reconhecidos.

No que se refere aos ambientes de trabalho convencionais, as condições de iluminação e a presença e intensidade das sombras nas imagens definem os parâmetros da segmentação. Uma dificuldade foi estabelecer mecanismos de ajuste automáticos ou ao menos semi-automáticos que considerem essas características. O mecanismo manual utilizado neste trabalho está sujeito a erros, mas mostrou nas aplicações que, apesar disso, pode funcionar de forma aceitável.

Muitas aplicações interessantes podem ser construídas utilizando gestos da mão. A inclusão de câmeras em muitos dos aparelhos eletrônicos incrementa o potencial de aplicação e justifica as pesquisas em interfaces digitais que não requerem dispositivos intermediários de interação.

Apesar das dificuldades encontradas ao longo das fases deste trabalho, os objetivos desejados, isto é, construir um sistema base de reconhecimento de gestos e aplicações que provem sua aplicabilidade em ambientes de trabalho convencionais, foram alcançados. As taxas de erro estiveram dentro de intervalos que não comprometeram a usabilidade do sistema.

7.1. Trabalhos Futuros

Acreditamos que na pesquisa de algoritmos de Visão Computacional é importante emular algumas características de nosso cérebro, principalmente no que diz respeito à integração de diferentes fontes de informação para resolver ambigüidades. No caso do processo de segmentação de fundo, seria interessante criar uma abordagem que utilizasse uma combinação da informação de cor com outros tipos de informações tais como forma, movimento, feições locais, coerência espacial e temporal, para construir modelos mais robustos, os quais possam se aplicar a qualquer tipo de ambiente e condições de iluminação.

Nas etapas de detecção de silhueta e reconhecimento é importante poder considerar modelos de reconhecimento mais sofisticados, que permitam

reconhecer gestos mais complexos e principalmente abordagens que propiciem uma interação envolvendo vários usuários e várias mãos.

Explorar os gestos em outro tipo de aplicações, por exemplo, análise de movimento, permitiria reconhecer gestos dinâmicos na interação. É importante também considerar os gestos em aplicações tridimensionais.

Finalmente, a interação natural entre os humanos tende a ser uma comunicação multimídia. Os gestos são apenas uma parte dentro do conjunto de meios utilizados. Meios como gestos faciais, posturas do corpo, fala, etc. também são importantes na interação. Os computadores também deveriam ser capazes de entender expressões, gestos e movimentos. Certamente essa capacidade implicaria um grande potencial na interação entre humano e computador.