

1 Introdução

Atualmente, a demanda por sistemas de supervisão vem crescendo dia após dia em todo o mundo. A preocupação com a segurança é um tema que vem sendo abordado constantemente e, conseqüentemente, soluções para tal problema vêm sendo estudadas. Vários trabalhos visando o desenvolvimento de métodos automáticos que controlem o número de pessoas em um determinado ambiente, ou seja, que contabilizem o número de pessoas, já foram realizados.

Através desta habilidade de contar pessoas presentes em um local, várias aplicações podem ser consideradas. Pode ser feito, por exemplo, o controle do número de pessoas em áreas com restrições de segurança, em elevadores e em transportes público. Desta maneira é possível saber quantas pessoas transitam por estes locais num determinado intervalo e saber, ainda, se as pessoas que entram nestes ambientes saem. Esta primeira aplicação, diz respeito à segurança, entretanto outras aplicações para outros fins também podem ser realizadas. A determinação do tamanho de filas e de mapas de densidade, com vista à otimização de lay-outs em lojas, bancos e outros estabelecimentos com grande afluxo de pessoas, seria um exemplo. Na medida em que se tem a informação de quantas pessoas em média circulam nestes locais é possível projetar mudanças de lay-out de forma que a livre circulação não seja prejudicada.

O controle automático de iluminação e temperatura também é possível quando se sabe a quantidade de pessoas presentes em um determinado local. Imagine que uma sala está vazia, as luzes ambientes podem estar apagadas e o ar-condicionado pode estar na refrigeração mínima. Na medida em que alguém entra nesta sala, todas ou apenas parte das luzes deverão ser acesas de acordo com o tamanho da sala e com a localização da pessoa que entrou. Conforme outras pessoas vão entrando e a sala vai enchendo, se ainda houver alguma luz apagada ela pode ser acesa e o ar-condicionado pode ser gradativamente aumentado. O processo inverso pode ocorrer de forma análoga quando a sala se esvaziar.

Outra possibilidade de aplicação do sistema seria na avaliação do impacto de propagandas (anúncios, vídeos, outdoors) sobre o público. Uma vez que se controla o número de pessoas num ambiente, é possível restringir a área de análise a uma região onde pessoas param para observar uma propaganda e observar se o número de pessoas nesta região é grande ou pequeno. Caso seja grande, conclui-se que a propaganda está atraindo a atenção do público, caso contrário, a propaganda não estará atingindo seu objetivo.

Um sistema de contagem de pessoas deve ser capaz de acompanhar o movimento em cena a fim de determinar a quantidade e a posição delas. Além disto, almeja-se que o sistema esteja apto a operar com diversos tipos de padrões de fundo, permitindo, inclusive, variações de iluminação e sombras. Portanto, o próprio fundo onde as imagens são capturadas precisa ser modelado e constantemente atualizado, de forma que o que representa o fundo da imagem não seja confundido com o que não representa. Através deste recurso, deve-se tratar também o problema de variação de iluminação que, por sua vez, pode interferir no correto funcionamento do sistema.

Deve-se considerar ainda que pessoas entram e saem de cena todo o tempo, podendo entrar em grupo e, em seguida, se separar, ou mesmo entrar separadas e depois formar um grupo. Sombras também representam um problema para o desenvolvimento do método, uma vez que, devem ser identificadas como tal, e não como partes da imagem passíveis de representar pessoas.

Outro tópico a ser estudado, diz respeito ao problema de oclusão. Uma vez que as imagens são obtidas através de uma câmera que se encontra em um canto superior do ambiente, posicionada como a de um circuito interno de tv, são geradas imagens onde as pessoas são vistas de cima. Este posicionamento faz com que oclusões ocorram na medida em que uma pessoa passa por trás de outra pessoa ou por trás de um objeto, como um balcão, por exemplo. Se o posicionamento da câmera fosse no teto, visualizando as pessoas de cima para baixo, este problema seria evitado. Entretanto, tal posição não é prática e geraria outros problemas como a redução significativa do campo de visão da câmera.

Todos estes aspectos devem ser estudados e analisados de forma a serem tratados na implementação do método, não implicando, assim, em problemas.

Uma vez que o sistema de contagem de pessoas esteja apto a atender estes aspectos ou parte deles, será possível construir também um sistema que detecte atitudes suspeitas. Desta maneira, métodos de contagem de pessoas

que visem à segurança serão aprimorados. Uma aplicação típica seria um sistema utilizado para reforçar a segurança em galpões durante a noite, em fins de semana ou em qualquer outro momento onde o acesso de pessoas é permitido, mas o movimento de cargas não. Neste caso, além de contar o número de pessoas presentes no local, o sistema focaria em detectar quando uma pessoa passando pelo ambiente pega qualquer objeto pertencente ao local e leva consigo, ou deixa um objeto no local, quando apenas o movimento de pessoas é permitido na área.

Com isto, este trabalho propõe um método automático que seja capaz de contar pessoas e detectar atitudes duvidosas. O sistema desenvolvido determina o número de pessoas circulando em uma área monitorada por uma câmera de vídeo e com acesso de pessoas moderado, assim como detecta mudanças na imagem que evidenciem potenciais situações de roubo ou de objetos suspeitos deixados no ambiente. Pode-se dizer, então, que o objetivo deste trabalho é desenvolver uma metodologia e construir um sistema para a contagem de pessoas e detecção de atitudes suspeitas a partir de seqüências de imagens 2D, utilizando técnicas de Visão Computacional. Este sistema deve ser o mais robusto possível, podendo ser implantado em diferentes locais com diferentes condições e deverá atender todos os aspectos acima citados.

Tendo em vista os aspectos que foram levantados para o desenvolvimento de um sistema de contagem de pessoas, ao longo do desenvolvimento dos procedimentos apresentados neste trabalho, os seguintes tópicos serão abordados.

- a) Atualização dinâmica do fundo.
- b) Mudanças permanentes no fundo.
- c) Variações de iluminação.
- d) Ruídos.
- e) Sombras.
- f) Grupos.
- g) Oclusões parciais.

O sistema irá tolerar também algumas deformações na forma das pessoas presentes nas imagens capturadas, pois elas podem se curvar, se abaixar e se levantar. Este aspecto é bastante relevante, pois desta maneira as pessoas não precisam estar numa posição determinada, como, por exemplo, estar sempre em pé. Elas podem estar em qualquer posição e fazer quaisquer movimentos. Por outro lado, é importante enfatizar que o número de pessoas circulando deve ser

moderado, em um ambiente com circulação muito grande de pessoas o sistema cometerá muitos erros.

Quanto ao ambiente onde o sistema poderá operar, não há maiores restrições, a não ser pela iluminação adequada, isto é, ele poderá estar funcionando em um ambiente aberto ou fechado, desde que haja iluminação suficiente para uma captura de imagens com qualidade. Além disto, a princípio, o sistema poderá admitir inclusive objetos móveis.

Em termos de funcionalidade, será utilizada uma câmera colorida de baixo custo, sem restrições quanto à posição em que deve ser instalada. Em relação à capacidade de aquisição (quadros / segundo), não é necessário que seja grande, o sistema funciona razoavelmente bem com uma aquisição de quatro a cinco quadros por segundo, porém quanto maior a capacidade da câmera, melhor a performance do sistema.

Por praticidade, sugere-se que a câmera seja como a de um circuito interno de tv. Entretanto, se as pessoas forem filmadas de frente, de lado ou em qualquer outro ângulo, não há problema algum. Este ponto é uma vantagem, uma vez que muitos dos sistemas pesquisados, possuem restrição quanto à posição da câmera.

O método em si envolve quatro passos básicos.

- Separação do fundo / primeiro plano.
- Atualização dinâmica da estimativa do fundo.
- Localização / contagem de pessoas.
- Detecção de atitudes suspeitas.

Os procedimentos implementados para a separação do fundo / primeiro plano e para a atualização da estimativa do fundo toleram variações de iluminação e efeitos causados por sombras. Já os de localização / contagem de pessoas exploram informações de cor e a coerência do movimento das pessoas presentes na cena.

Várias soluções para o problema de contagem de pessoas já foram propostas, mas nenhuma que atenda todo o conjunto de requisitos sugerido. O sistema descrito por Shio [SHIO 91] não aborda os itens d) e e) citados anteriormente. Rossi [ROSSI 94] considera apenas os tópicos a) e b) e Wren [WREN 97], e) e g), mas assim como Atsushi [ATSUSHI 02], consideram apenas pessoas isoladas. Já Piau e Ranganath [PIAU 02] não abordam os itens b) e g) e Lu e Tan [LU 01] não atendem os itens a), b), c) e g). Cai et all. [CAI 95] tratam apenas o item a). Roh [ROH 00] trata grupos (f), mas não os outros tópicos. Kettner e Zabih [KETTNER 99] diferem de Roh [ROH 00] apenas por tratarem

também o item e). Ramanan [RAMANAN 03] trata apenas oclusões (g). Por fim, os trabalhos relatados por Haritaoglu [HARITA 00] e Wojtaszek [WOJTASZ 02] consideram todos os itens, com exceção do item e).

Outros autores também foram pesquisados. Lipton [LIPTON 02] modela o fundo através de um sistema de propagação de valores relativos ao fundo para cada pixel. Nesi [NESI 98] e Cutler [CUTLER 00] tratam a análise de movimento, sendo que este se baseia em frequência temporal, enquanto aquele utiliza um chip com este fim específico. Itzikowitz [ITZIKOW 02] e Lai [LAI 04] trabalham a segmentação de imagens baseada em técnicas de agrupamento, sendo que Lai faz uso de algoritmos genéticos. Liu [LIU 04] e Kaufhold [KAUFHOL 04] também abordam a segmentação de imagens, seja ela baseada em textura ou em treinamentos. Por fim, Gavrilina [GAVRILA 99] apresenta um resumo sobre artigos desenvolvidos com o propósito de auxiliar em sistemas de supervisão.

É necessária, então, uma análise do que já foi realizado, para que os aspectos positivos de cada trabalho sejam considerados. Desta forma, o sistema descrito pode ser arquitetado com uma mistura destas qualidades e com características próprias adicionadas ao longo do trabalho que caracterizam mais um diferencial. Cabe destacar que, idealmente, um sistema desta natureza deveria ser elaborado para operar em tempo real. Porém, o foco deste trabalho é desenvolver, inicialmente, procedimentos que permitam que o sistema opere corretamente, para futuramente operar em tempo real.

Ao final do trabalho, são apresentados os resultados observados a partir de um protótipo, que implementa o método proposto com a intenção de avaliar o sistema. Experimentos com seqüências de vídeo, simuladas e reais, capturadas em ambientes distintos serão descritos. Os resultados obtidos e relatados mostram que o sistema é capaz de atingir os objetivos estipulados.

O texto está organizado em 4 capítulos adicionais. O capítulo 2 apresenta as abordagens anteriores que foram pesquisadas para dar embasamento ao trabalho realizado. Neste capítulo, os trabalhos analisados estão agrupados de acordo com suas similaridades e com cada um dos passos do sistema.

Em seguida, o capítulo 3 descreve o desenvolvimento do processo para cada etapa, ou seja, as idéias propostas e os procedimentos implementados. O capítulo 4 relata como foi feita a avaliação experimental do sistema, mostrando o desempenho dos algoritmos das fases do sistema e os resultados do processo como um todo. Por fim, o capítulo 5 apresenta os comentários finais, o que inclui as vantagens, as contribuições e os diferenciais do sistema, assim como suas fraquezas e sugestões de melhoria.