

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
SETOR DE CIÊNCIAS AGRARIAS E DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA

EDSON APARECIDO MARTINS FILHO

VISÃO COMPUTACIONAL APLICADA NA INSPEÇÃO DE QUALIDADE
INDUSTRIAL

PONTA GROSSA
2013

EDSON APARECIDO MARTINS FILHO

VISÃO COMPUTACIONAL APLICADA NA INSPEÇÃO DE QUALIDADE
INDUSTRIAL

Projeto de pesquisa apresentado para a disciplina de
Introdução a Investigação Científica como parte da
avaliação do primeiro semestre.

Orientador: Prof.^a Dr.^a Diolete Marcante Lati Cerutti

PONTA GROSSA
2013

Lista de Figuras

Figura 1 - Sistema de inspeção automatizada	7
Figura 2 - Câmera, lente e dispositivo de iluminação	8
Figura 3 - Representação de uma imagem digital	10
Figura 4 - Estrutura hexagonal de um líquido magnético semitransparente	11
Figura 5 - Representação da figura 3 segmentada.....	12

Sumário

Problema	5
Justificativa	5
Objetivos	6
Objetivos Gerais	6
Objetivos Específicos	6
Metodologia	6
Revisão Bibliográfica	7
Sistemas de Inspeção Automatizada.....	7
Sistema de Aquisição de Imagens	8
Sistema de Processamento	8
Sistema de Descarte.....	9
Processamento de Imagens.....	9
Pixel	9
Conectividade Entre Pixels.....	10
Pré-processamento	10
Segmentação de imagens	11
Descritores de Imagens	12
Interpretação de Imagens.....	13
Referências.....	14

Problema

A visão computacional é a responsável pela visão de uma máquina, ou seja, é a forma como um computador enxerga o sistema a sua volta extraindo informações através da captura de imagens feitas por câmeras, scanners, radares, sensores especializados, entre outros. A partir destas imagens é possível reconhecer e pensar sobre os objetos que compõe uma imagem.

Um sistema de visão computacional pode ser comparado ao sentido visual humano aliado a capacidade de julgamento humana. A tecnologia de visão computacional pode ser utilizada em diferentes áreas como, por exemplo, robôs industriais, veículos autônomos, detecção de eventos, reconhecimento de objetos, restauração de imagens e também é uma poderosa ferramenta para auxiliar na tomada de decisões.

Nas indústrias é possível utilizar a visão computacional para realizar o controle de qualidade dos produtos, detectando imperfeições no produto e em sua embalagem. Usualmente nas indústrias de pequeno e médio porte, esse processo é feito manualmente por um funcionário especializado que deve ficar em um determinado ponto em uma linha de produção e avaliar em todas as peças vários itens, por exemplo, sua integridade, dimensão, impressão entre outras coisas. Caso alguma das peças esteja em um padrão de qualidade inaceitável, a peça deve ser retirada da linha de produção, para que o produto defeituoso não chegue ao cliente.

Como esse processo é apenas uma comparação entre padrões do produto, esse processo de inspeção pode ser feito por um sistema de visão computacional utilizando uma câmera, que registra algumas imagens do produto em um determinado ponto da linha de produção e comparar através de um algoritmo todos os itens que o funcionário compararia no método padrão e caso a peça apresente algum defeito, descartá-la.

Justificativa

O mercado consumido está se tornando cada vez mais exigente no que se diz respeito à qualidade dos produtos industrializados. Qualquer defeito, por menor que seja, pode fazer com que o consumidor deixe de utilizar algum produto. Por esse motivo, cada vez mais as indústrias estão investindo em inspeção de qualidade.

A importância da qualidade em qualquer ramo de atividade não pode ser apenas vista como um diferencial, mas sim como uma das únicas formas de manter-se competitivo buscando a cada dia novas maneiras de melhorias na cadeia produtiva buscando a satisfação do cliente, consequentemente um aumento nas vendas e receitas da organização. (ROMUALDO DA SILVA; JOSÉ BARBOSA; MICHEL, 2006, p. 1).

Na maioria das vezes nas indústrias brasileiras, a inspeção e seleção de produtos são feitas por um inspetor humano. Por se tratar de uma tarefa manual feita repetitivamente esse processo é suscetível a falha, por exemplo, a falta de precisão nas inspeções e até mesmo passar produtos sem serem inspecionados. Além disso, esse processo se torna cada vez menos efetivo conforme passa as horas de trabalho.

A melhor solução para a inspeção de qualidade é ser realizada por um sistema automatizado. Esses sistemas possuem diversas configurações e podem ser aplicados em diversas situações. Quanto mais rápida a linha de montagem, melhor se torna a vantagem da inspeção automatizada em relação à inspeção humana, visto que, os sentidos humanos têm uma menor e mais lenta percepção do que o processamento de um computador.

Apesar de oferecer mais benefícios, como a melhoria da qualidade do produto, aumento de produção, a tecnologia de inspeção automatizada ainda não é muito utilizada, isso se deve ao fato da baixa demanda deste tipo de produto e o seu alto preço.

Objetivos

Objetivos Gerais

Desenvolver um sistema de visão computacional com um baixo custo de mercado e demonstrar sua melhor eficácia em relação ao método manual em uma indústria de cerâmica.

Objetivos Específicos

- Monitorar a linha de produção de uma indústria de cerâmica;
- Analisar características das peças de cerâmica como a forma, desenho do produto e integridade da peça;
- Descartar as peças defeituosas.

Metodologia

- Realizar pesquisa em indústrias de cerâmica, para analisar como é feito as inspeções de qualidade e as características analisadas em cada tipo de produto;

- Realizar pesquisas para entender a situação das indústrias em relação a esse tipo de sistema automatizado. Ver se as indústrias utilizam esse tipo de produto, se o produto atende as expectativas e o que o operador do sistema mudaria nele;
- Estudar os conceitos necessários para o desenvolvimento do sistema.

Revisão Bibliográfica

Sistemas de Inspeção Automatizada

Os sistemas de visão computacional resultam da integração de diversas tecnologias e podem ser utilizados em diversas ocasiões. Dentre as áreas de aplicação, além da indústria, pode ser destacada a área de segurança, onde atuam como solução para a identificação e reconhecimento de seres humanos e no reconhecimento veicular no trânsito.

Nas indústrias, o processo de inspeção automatizada ocorre de maneira integrada com a linha de produção, evitando assim, que uma peça identificada como defeituosa seja retirada da linha de produção, assim, não estará presente nas próximas etapas de produção, fazendo com que seja evitado o trabalho e gasto com matéria prima desnecessário.

Neste processo, para cada peça que passa pela esteira é capturada pelo sistema de câmeras um quadro contendo a imagem da peça. Este quadro é transmitido ao sistema de processamento, que através de um programa de computador desenvolvido para a função de inspeção nesse tipo de produto analise a imagem a fim de detectar algum defeito. Caso seja detectado alguma anormalidade na peça, o sistema de processamento ativa o sistema de descarte para a retirada da peça defeituosa.

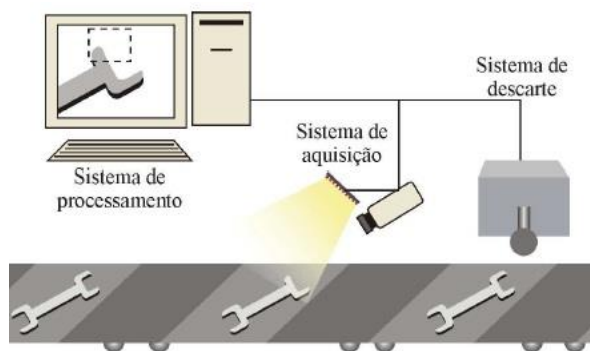


Figura 1 - Sistema de inspeção automatizada

Sistema de Aquisição de Imagens

O sistema de aquisição de imagens tem como função realizar a captura de imagens necessárias dos produtos para que ocorra a sua inspeção através do sistema computadorizado. Esse sistema é composto basicamente por câmeras, lentes, sensores, filtros e dispositivos de iluminação.



Figura 2 - Câmera, lente e dispositivo de iluminação

A câmera captura a imagem real de uma cena e envia a informação sob a forma de um sinal analógico de vídeo, à um conversor analógico digital, dessa maneira, a imagem é então representada na forma digital. A imagem na forma digital é representada espacialmente (em x e y) e em luminância (níveis de cinza). As câmeras de vídeo são as mais utilizadas para esse tipo de aquisição de imagem, visto que apresenta características de sensibilidade, resolução e função de transferência entre a imagem captada da cena e a intensidade do sinal de vídeo fornecido.

A iluminação exerce um papel fundamental no sistema de captura, uma vez que a câmera captura a luz refletida sobre a cena observada. Existem diversas técnicas de iluminação, que variam entre si na fonte de luz, intensidade, direção, etc. Cada uma delas oferece algum tipo de benefício e resalta determinadas características dos objetos. Por isso, a escolha do tipo de iluminação é muito importante.

Também são empregados outros acessórios a câmera ou ao ambiente a fim de destacar características específicas do produto. Por exemplo, pode-se acoplar um filtro vermelho a câmera para conseguir um maior contraste na imagem.

Sistema de Processamento

O sistema de processamento é o responsável por realizar o controle de todo o sistema de inspeção automatizada. Além do hardware básico dos computadores normais, é necessário que este sistema possua placas de aquisição de imagens capazes de converter o sinal de vídeo proveniente das câmeras em imagens digitais. Também é necessário, que o sistema possua portas de comunicação utilizadas no acionamento de sistemas externos ou recebimento de sinais

provenientes de sensores. Essas portas de comunicação servem para que o sistema controle o momento em que será necessário utilizar a câmera, e também para liberar sinais lógicos para que o sistema de descarte seja ativado.

Além do hardware, é necessário um software para realizar o controle de todo o sistema, pelo processamento e análise das imagens e também pela interface do usuário. Através do software é realizada a análise das imagens, e através dos resultados da análise, o software toma a decisão necessária em relação ao produto analisado. O sistema de processamento também pode realizar levantamentos estatísticos importantes em relação a produção.

Sistema de Descarte

O sistema de descarte é o responsável por retirar as peças defeituosas detectadas pelo sistema de processamento. Esse sistema é controlado através de sinais disparados pelas portas de comunicação pelo software de inspeção.

Processamento de Imagens

Processar uma imagem consiste em transformá-la sucessivamente, com o objetivo de extrair mais facilmente a informação nela presente. O processamento de imagens tem uma extrema dependência ao sistema ao qual está associado o seu uso, deste modo, não existindo no entanto uma solução única deste tipo de sistema que resolva todos os problemas.

O processamento de imagens assume um importante papel nos sistemas de visão computacional, visto que, através do processamento é possível obter informações sobre a imagem para uma posterior análise e tomada de decisão. Nesta seção serão descritas algumas técnicas utilizadas nestes sistemas.

Pixel

Existem várias maneiras de representar imagens digitais. A mais utilizada é a que apresenta a imagem na forma de uma matriz, em que cada posição da matriz representa um ponto da imagem, e nessa posição é armazenado o nível de cinza daquele ponto. O menor elemento de uma imagem digital, ou seja, cada posição da matriz é dado o nome de pixel. Cada pixel é representado por um byte, podendo assim, receber 256 valores diferentes.



Figura 3 - Representação de uma imagem digital

A figura 3 ilustra a comparação entre toda a imagem e um pixel presente na imagem.

Conectividade Entre Pixels

Representar uma imagem como uma matriz de pixels, faz com que surjam dois problemas importantes nas técnicas de processamento. O primeiro é que um pixel não apresenta a mesma propriedade em todas as direções, isso faz com que um pixel tenha quatro vizinhos de borda e também quatro vizinhos de diagonal. Isso faz com que existam dois tipos de conectividade entre pixels, D4 (onde é levado em consideração apenas os vizinhos de borda) e D8 (onde é considerado os vizinhos de borda e de diagonal). O segundo problema é uma consequência do primeiro, ou seja, a distância entre um ponto e seus vizinhos D4 não é a mesma do que a dos vizinhos D8 (a distância é 1 para os vizinhos de borda e $\sqrt{2}$ para os vizinhos de diagonal).

Os pixels vizinhos de conectividade D4 a um pixel na coordenada (x,y) é dado pela relação $(x+1,y),(x-1,y),(x,y+1),(x,y-1)$. E para a conectividade D8, além dos de conectividade D4, são vizinhos os seguintes pixels $(x+1,y+1),(x+1,y-1),(x-1,y+1),(x-1,y-1)$. Alguns dos pixels não estarão presentes caso o pixel esteja localizado na borda da imagem.

A conectividade entre pixels é um conceito importante para o processamento de imagens, em especial para o estabelecimento das bordas de objetos presentes em uma imagem. Para estabelecer se dois pixels são conexos é preciso determinar se os pixels são vizinhos e se seus níveis de cinza são similares. Conforme a necessidade, pode ser utilizado para a determinação de conexidade, pode ser considerada uma conectividade D4 ou D8.

Pré-processamento

O pré-processamento tem como objetivo melhorar a qualidade de uma imagem digital a fim de facilitar o processamento dos seguintes processos de análise de imagem. Dentro do

sistema de visão computacional, o pré-processamento exerce principalmente as funções de realce e restauração das imagens a serem processadas.

O realce tem como objetivo destacar as principais características importantes da imagem, para isso são utilizadas técnicas de contraste, destaque de contornos e suavização. A operação de restauração visa deixar a imagem digital o mais próximo possível da cena capturada. Durante o processo de digitalização de imagens através de dispositivos eletrônicos é comum a perda de detalhes ou a obtenção de ruídos indesejados, que irão atrapalhar a obtenção da informação das imagens.

Segmentação de imagens

A segmentação é a primeira etapa do processamento da imagem. Segmentar uma imagem consiste em dividir a imagem em diferentes regiões significativas, que posteriormente serão analisadas por algoritmos em busca de informações.

Por exemplo, na figura 4, que representa a estrutura hexagonal de um líquido magnético semitransparente observada em detalhes, já em escala de cinza, podemos dividir cada pixel da imagem em duas regiões, uma região branca, que representa o fundo, e uma outra preta, que representa as células. Este tipo de imagem, com dois níveis de cinza é conhecida como imagem binária. Devido as grandes facilidades na manipulação desse tipo de imagem, elas são frequentemente utilizadas no processo de tratamento da informação.

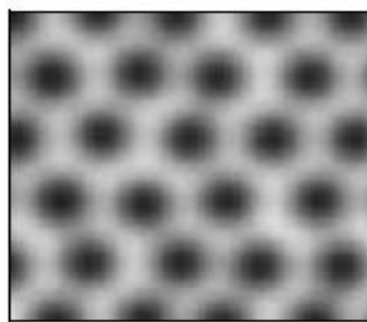


Figura 4 - Estrutura hexagonal de um líquido magnético semitransparente

Existem diversas técnicas utilizadas para a segmentação de imagens. Uma imagem em níveis de cinza pode ser segmentada de duas maneiras: ou através da semelhança entre os níveis de cinza ou através de suas diferenças.

O método da similaridade entre os níveis de cinza, conhecido como limiarização é uma das segmentações mais utilizadas. Este tipo de abordagem, engloba várias técnicas diferentes,

uma delas é a limiarização global. Nesta técnica, é definido um limiar que representa um nível de cinza qualquer. Para cada pixel da imagem, é realizado um teste para verificar se o nível de cinza deste pixel é maior que o limiar definido, caso seja, o mesmo é rotulado com um valor, caso contrário é rotulado com outro valor. O resultado dessa limiarização, resulta uma imagem binária, em que a cor de cada pixel é representada por apenas um bit, ou seja, cada pixel da imagem acima do limiar é representado com a cor preta (valor 0) ou abaixo do limiar (valor 1).



Figura 5 - Representação da figura 3 segmentada

Outra forma de segmentação é a detecção de bordas. Essa técnica é baseada na descontinuidade de valores de níveis de cinza.

Descritores de Imagens

Após obter-se os agrupamentos de pixels que representam os componentes da imagem na imagem de segmentação é necessário descrever os componentes de uma maneira mais apropriada, já que uma análise direta sobre os pixels não é muito eficiente. Os descritores são conjuntos de números gerados para descrever uma forma, eles podem não reconstruir completamente a forma descrita, mas devem ser suficientes para discriminar diferentes formas.

A descrição de componentes da imagem pode ser dada através de descritores simples, como a área, que é obtida simplesmente através da contagem dos pixels que compõe a região. Porém, na maioria das aplicações, informações tão simples como a área não são muito significativa para a resolução dos problemas.

Um dos descritores mais completo é o código de cadeia que consiste em seguir a fronteira de um agrupamento de pixels em determinado sentido e atribuindo-se uma direção ao segmentos que conectam cada par de pixel.

A forma de descrição de imagens mais popular são os descritores de Fourier, estes descritores não constituem um método simples, mas uma classe de métodos já que existem diferentes maneiras de defini-los. A vantagem deste método de descrição encontra-se na possibilidade de representar uma forma com uma pequena quantidade de descritores.

Interpretação de Imagens

Esta etapa consiste em identificar padrões através da análise das descrições da imagem realizada na etapa anterior e assim, realizar a classificação dos objetos tendo como base alguns padrões ou regras previamente definidas.

Referências

InviSys Sistemas de Visão Computacional Ltda. **O que é visão computacional?** Colombo. Disponível na internet: <<http://www.invisys.com.br>>. Acessado em: 09 de abril de 2013.

MILANO, D.; HONORATO, L. B. **Visão computacional**. Limeira: FT, 2010. Disponível na internet: <<http://www.ft.unicamp.br>>. Acessado em: 09 de abril de 2013.

PORTES DE ALBUQUERQUE, M.; PORTES DE ALBUQUERQUE, M. **Processamento de Imagens: Métodos e Análises**. Rio de Janeiro: CBPF/MCT. Disponível na internet: <>. Acessado em: 22 de jun. de 2013

ROMUALDO DA SILVA, P.; JOSÉ BARBOSA, R.; MICHEL, M. **A importância da qualidade dos produtos para manter a competitividade das organizações**. Revista científica eletrônica de administração. Edição 10. Garça: FAEF, 2006. Disponível na internet: <<http://www.revista.inf.br>>. Acessado em: 09 de abril de 2013.

STIVANELLO, M. E. **Inspeção industrial através de visão computacional**. Blumenau, 2004. Disponível na internet: <>. Acessado em: 22 de jun. de 2013.