

RECONHECIMENTO DE TEXTO IMPRESSO EM CHAPAS DE AÇO ATRAVÉS DE OCR¹

Henrique Nunes Machado²

Eduardo Diego Silva³

Marcus Vinícius Gomes Tamietti⁴

Luiz Fernando Etrusco Moreira⁵

Maxwell Oliveira⁶

Igor Quintão⁷

Resumo

Sistemas de rastreabilidade são importantes ferramentas nos processos produtivos atuais, pois permitem que um lote, produto ou componente seja identificado tanto durante o processo produtivo quanto após a comercialização. Em uma linha de corte de chapas de aço implementou-se um sistema de visão computacional com o objetivo de identificar o texto impresso na superfície das mesmas. O sistema composto por três pontos de identificação foi implantado sobre as mesas de rolos que operam a uma velocidade aproximada de 2 m/s. Cada um dos três pontos é composto por três câmeras e sistema de iluminação que cobrem toda a largura da mesa de rolos. Com essa cobertura o sistema garante que em qualquer posicionamento da chapa o texto é identificado. Cada ponto é capaz de detectar, em tempo real, a presença do texto nas chapas, identificar os caracteres e enviar os dados reconhecidos para o sistema de rastreamento de materiais na linha (Nível 2). Algoritmos de pré-processamento, utilizando filtros que realçam o texto e corrigem variações angulares e de escala, auxiliam o algoritmo de reconhecimento de padrões, permitindo assim, elevados índices de acertos. O sistema implementado é ainda utilizado para auxiliar no controle de qualidade da marcação do texto sobre as chapas. O sistema foi testado e validado em uma linha de produção real.

Palavras-chave: Visão computacional; OCR.

RECOGNITION OF PRINTED TEXT INTO STEEL PLATES THROUGH OCR

Abstract

Tracking systems are important tools in modern industrial process, because it allows a product or a component to be identified both in the productive process or after commercialization. In a steel plate cut line it was implemented a computer vision method to identify the text in the surface of the plates. This system is composed by three identification spots and it was implanted on roller tables that work at velocity of 2m/s. Each identification spot is composed by three cameras and a illumination system that covers all the extension of the roller tables. This coverage guarantees that the text in the plates will be captured in any position. Each spot is capable to detected in real time the presence of text in the plates, identify the character and to send the recognized data to the tracking of materials (Level 2). Digital processing algorithms are employed to enhance the text and correct angular and scale variations helping the stage of pattern recognition, permitting high level of matching. The system implemented is capable to inspect the quality of the text. The system was tested and validated in a real production line.

Key words: Computer vision, OCR.

¹ Contribuição técnica ao 15º Seminário de Automação e TI Industrial, 20 a 22 de setembro de 2011, São Paulo, SP.

² Engenheiro de Aplicação, Invent Vision - henrique.nunes@ivision.ind.br.

³ Analista de Sistemas, Invent Vision - eduardo@ivision.ind.br.

⁴ Engenheiro de Sistemas, Invent Vision - marcus@ivision.ind.br.

⁵ Diretor de Tecnologia, Invent Vision - luizf@ivision.ind.br.

⁶ Engenheiro Eletrônico, Converteam - maxwell.oliveira@converteam.com.

⁷ Gerente de Automação, Converteam - igor.quintao@converteam.com.

1 INTRODUÇÃO

Os sistemas de visão são um complemento da visão humana na indústria. Esses sistemas são responsáveis pela aplicação de métodos de visão computacional aos problemas industriais. Esse é o termo usado para expressar o processo de inspeção óptico automatizado de uma peça ou produto, onde é realizada a geração de imagens por meio de uma câmera, seguido de um teste de medição ou verificação e finalmente por decisões em função desse teste.⁽¹⁾

Neste trabalho será apresentado um sistema de visão computacional para realizar a identificação e leitura de textos em chapas metálicas, para possível *tracking* e controle de produção. O princípio adotado é o de Reconhecimento Ótico de Caracteres (OCR), técnica amplamente difundida em *scanners* de uso pessoal e em aplicações que demandam de alguma interferência pessoal para realizar a identificação de determinado texto. Alguns exemplos destas aplicações podem ser encontrados nos sistemas de leitura de placas de automóveis, utilizadas em radares de fiscalização, e leitura e teste da tela de instrumentos em geral.⁽²⁾

A seguir serão descritos os métodos e técnicas utilizados, assim como os principais ganhos com a implantação do *tracking*. Na Seção 2.1 será descrita a dinâmica de funcionamento do Sistema. A seguir será descrito o processo de tratamento do evento que indica a presença de regiões com texto (Seção 2.2) e o processo de reconhecimento e processamento desse texto (Seção 2.3). Na Seção 3 serão apresentadas conclusões e direções futuras.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Dinâmica de Funcionamento do Sistema

Os materiais processados na linha de corte de chapas de aço são marcados por meio de uma impressora de jato de tinta com cabeçote capaz de mover-se longitudinalmente. A marcação é utilizada para identificar o material na linha de produção e após, nos processos que ocorrem *offline*, retorno para a linha e expedição.

Finalizada a marcação do material, o mesmo avança na linha e a marcação realizada é lida pelo sistema de visão computacional, para a validação dos dados marcados. Caso a marcação identificada do material contenha os dados previstos, o avanço do material para o processo de corte longitudinal e transversal é autorizado. Caso contrário, a marcação deve ser refeita.

Em outro ponto da linha de produção, as chapas de aço processadas *offline* podem ser reinseridas no processo. Neste caso, a identificação automática do material é realizada através da leitura dos dados marcados, reduzindo as chances de erro de identificação e conseqüentemente, a transformação e destinações incorretas do material. O mesmo processo de identificação é utilizado para validar e corrigir o rastreamento automático das chapas que estiverem seguindo o fluxo normal de produção na linha.

O último sistema de visão é utilizado para identificar as chapas recebidas para o processo de desempenho *offline*. A informação identificada pelo sistema de visão é utilizada pelo sistema de rastreamento para definir os parâmetros de desempenho do material.

2.2 Tratamento de Evento de Reconhecimento de Texto

O sistema de captura fica constantemente capturando imagens para que o algoritmo de visão avalie se a imagem possui a presença integral do texto. Esse procedimento foi denominado como um evento de *trigger*. Em sequência é executado o algoritmo de reconhecimento de texto.

O algoritmo de *trigger* funciona analisando se existe uma região na imagem em que apresenta características coerentes com o texto. Após se determinar a presença do texto é avaliado se o bloco do texto possui uma margem para se garantir que o texto está completamente exposto na imagem.

As dificuldades desse método são garantir o funcionamento para a grande gama de variações na qualidade da impressão e no tamanho do texto impresso na chapa. Alguns fatores de qualidade de impressão são:

- baixo contraste;
- desgaste da impressão; e
- sujeira e manchas.

Esses fatores são ocasionados principalmente em algumas etapas do processo como:

- desempenho das chapas;
- esmerilhamento;
- estocagem das chapas (oxidação); e
- transporte.

Portanto para o funcionamento adequado do sistema foi necessário desenvolver técnicas robustas de visão computacional.

A etapa de reconhecimento dos caracteres é realizada a partir da imagem contendo o texto. Esta etapa é descrita na próxima seção.

2.3 Reconhecimento Automático de Texto em Chapas

O termo OCR é a sigla para *Optical Character Recognition*, ou seja, Reconhecimento Óptico de Characters. Tradicionalmente softwares de OCR são utilizados em conjunto com *scanners* de mesa para digitalização de acervos bibliográficos ou de documentação.

No OCR tradicional, as condições de iluminação e blindagem à interferência externa são ótimas: os caracteres estão impressos em preto ou outra cor escura sobre uma superfície lisa de papel branco ou outro tom claro, ou vice versa (texto claro sobre fundo escuro) em um ambiente com iluminação controlada.

Os caracteres são então segmentados do fundo a partir de técnicas que determinam seu tamanho e forma aproximada, podendo ou não ser convertidos em um formato vetorial antes de serem comparados a um banco de caracteres previamente registrados, gerando assim identificação do texto.

O maior desafio do projeto de detecção e reconhecimento de texto em chapas de aço em uma linha de cortes é a recuperação de informação textual de imagens em condições sub-ótimas, ou seja, muito inferiores à qualidade da maioria dos textos impressos reconhecidos pelos softwares convencionais.

A recuperação de informação ocorre em duas etapas:

- determinação da área preenchida pelo texto – incluindo compensação de iluminação local e correção de orientação angular; e
- identificação de caracteres – incluindo suporte a caracteres de tamanhos diferentes e padrões irregulares dadas à natureza do processo de impressão das chapas.

2.3.1. Determinação de área do texto

Depois de receber o sinal do *trigger* automático, é preciso ainda determinar em que região da imagem o texto está localizado, reduzindo a área de análise e conseqüentemente o tempo de identificação do texto.

Para tal, são utilizadas operações morfológicas na imagem de modo a ressaltar regiões onde há maior variação de luminosidade – por exemplo, texto claro e fundo escuro – e descartar regiões onde não há variação ou onde a variação é baixa ou esporádica. Uma região onde há grande variação contínua na imagem indica a presença de texto naquela região.

Esse processamento cria uma máscara branca na região onde há presença de texto, sobre um fundo preto onde não há impressão. Os limites dessa máscara são então utilizados para limitar a região da imagem que será pós-processada, passará por ajuste de distorção angular e finalmente por identificação de caracteres.

Diferente do ambiente de um *scanner* de mesa, onde o nível de iluminação e contraste pode ser compensado uniformemente pela extensão da imagem, em um ambiente industrial e de maior escala, situações de iluminação são muito irregulares. Dado um texto impresso na chapa metálica com tinta branca, ou seja, texto claro e fundo escuro e em função da variação de distribuição de luminosidade encontrada no ambiente industrial é comum ocorrerem situações onde, do lado mais escuro da imagem o texto branco se mostra mais escuro do que o fundo metálico do outro lado da imagem (Figura 1).



Figura 1. Exemplo de variação de iluminação na cena.

Dentre os fatores que influenciam a variação da luminosidade dos caracteres impressos, podemos destacar:

- variação da luminosidade natural devido à variação de horário (noite, dia) e clima (dia ensolarado, dia nublado);
- variação da posição do texto em relação às fontes de iluminação artificial;
- variação da qualidade da impressão;
- variação da quantidade de resíduos industriais (pó, líquido) acumulado sobre a impressão; e
- variação na planicidade das chapas.

A abordagem tomada para compensar essa variabilidade de iluminação foi a criação de uma nova técnica de equalização de luminância baseada em referenciamento local.

O princípio dessa técnica é similar ao das técnicas padrão de espalhamento de histograma, mas com o cálculo do espalhamento feito ponto a ponto da imagem dada uma pequena vizinhança.

Ao calcular o espalhamento do histograma localmente, observou-se a questão de variação de luminosidade no decorrer da imagem, de modo a destacar o texto mesmo em condições ruins de visualização.

O processamento também inclui uma correção angular para deixar o texto o mais horizontal possível sem deformar a imagem.

A correção angular consiste em uma sequência de processamento de imagem que produz a formação de linhas paralelas no sentido do texto. Através dessas linhas é possível determinar qual é o ângulo predominante de rotação da imagem e com isso aplicar uma rotação análoga no sentido oposto para obter uma imagem que se aproxima o máximo possível da inclinação de 0 grau com relação aos eixos cartesianos.

A imagem pós-processada e rotacionada está na posição ideal para a formação de palavras através do reconhecimento de caracteres.



Figura 2. Imagem Original.

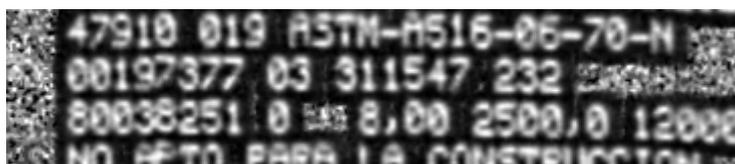


Figura 3. Imagem Pós-processada.

O método apresenta ótimos resultados para a maioria das imagens, mas a qualidade do resultado final depende do contraste original do texto. Embora possa absorver grande parte do ruído gerado pela iluminação irregular, tornando legíveis textos que a olho nu não poderiam ser identificados, o método estará sujeito a ruídos se a imagem original não possuir um nível mínimo de contraste.



Figura 4. Chapa em más condições para leitura.



Figura 5. Recuperação do texto por processamento.

2.3.2. Identificação de caracteres

O problema principal enfrentado para a identificação dos caracteres impressos nas chapas de aço, após o processamento e recuperação de contraste, é lidar com o alto nível de variabilidade de impressão.

Uma vez que o mecanismo de impressão em aço não é tão preciso quanto o de impressão em papel, é muito comum haver falhas longitudinais ao longo da impressão, além de uma grande variação de configuração do mesmo caractere, ainda que estes estejam impressos com a mesma fonte.

A solução encontrada para este problema foi a criação de vários modelos paralelos para o mesmo símbolo, ou seja, várias opções de reconhecimento para o mesmo caractere.

Após definida a região da imagem onde a busca pelo texto foi definida e processada, todos estes modelos são testados. Para cada modelo é gerada uma lista com as coordenadas da detecção e um número que indica a porcentagem de precisão da detecção.

Uma vez que existe mais de um modelo para cada símbolo, pode haver sobreposição entre as coordenadas encontradas para cada caractere detectado. As ocorrências de detecção são então ordenadas pelos seus respectivos percentuais de detecção e aquelas que possuem menor percentual são eliminadas do conjunto geral de detecções.

O processo de criação de modelos é incremental, de modo que a taxa de erros por caractere vai sendo reduzida gradualmente à medida que novos modelos são criados para o caractere. A taxa de erros também varia com a variabilidade de formas para o mesmo caractere em dada fonte.

O próximo passo no processo é organizar essas listas de coordenadas-percentuais que estão ordenadas por percentual de detecção na ordem de leitura natural do texto.

Para isso usamos algoritmos padrão de ordenação por posição, ordenando as ocorrências de detecção horizontalmente e depois as dividindo em linhas separadas para formar as palavras e frases identificadas.

Um algoritmo é usado paralelamente, baseando-se no tamanho médio dos caracteres detectados para automaticamente inserir espaços no texto onde não houver detecção de caracteres.

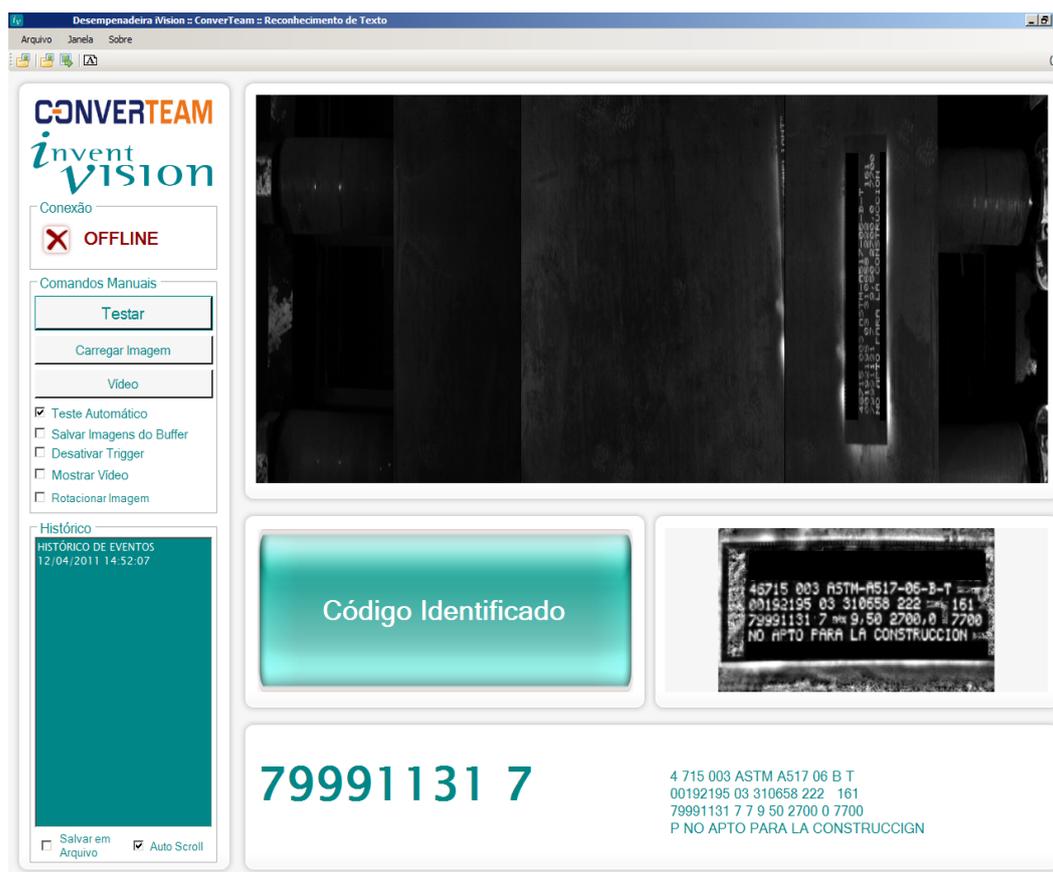


Figura 6. Janela do software com o resultado de um teste.

3 CONCLUSÃO

Tem sido cada vez mais importante a utilização de métodos que consigam extrair informação de imagens de maneira eficiente em ambientes industriais para rastreamento, identificação ou inspeção de produtos. Nesse artigo foi mostrada a implementação de um sistema para rastreamento e identificação de texto em placas metálicas em variadas condições como desgaste como impressão, sujeira, manchas, condições de iluminação diversas.

Os benefícios desse sistema são:

- alimentar a rastreabilidade;
- verificar a qualidade da impressão; e
- informar ao Nível 2 a identificação da chapa. Com os resultados obtidos em linha o sistema implementado mostrou-se eficiente para as condições propostas, atendendo os requisitos propostos.

REFERÊNCIAS

- 1 MOREIRA, L.F.E.; OLIVEIRA, C.A.A.; SOARES, M.B; SILVA, E. Sistema de tratamento e processamento de imagens: sistemas de visão no processo produtivo. Revista InTech América do Sul, n. 120, p. 32-39. ISSN: 1518-6024.
- 2 LIMA, D. A. ; PEREIRA, G. A. S. ; VASCONCELOS, F. H. . A Computer Vision System to Read Meter Displays. In: 16th IMEKO International Symposium, 2008, Florence. Proceedings of the 16th IMEKO International Symposium, 2008. p. 437-441.