

Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics

Reconhecimento de Moedas Brasileiras Usando Rede LVQ

Leandro Resende Mattioli¹

Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, CEFET-MG, Araxá, MG
Universidade Federal de Uberlândia, UFU, Uberlândia, MG

Aline Fernanda Bianco²

Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, CEFET-MG, Araxá, MG

1 Introdução

Os problemas de detecção e reconhecimento de moedas foram consideravelmente aperfeiçoados nos últimos anos. A abordagem descrita em [1], aplicada para moedas da Romênia, utiliza características do som gerado pela colisão de uma moeda com uma superfície para o reconhecimento. Em [2] e [3] são apresentadas soluções baseadas em processamento de imagens para o reconhecimento bahtes e euros, respectivamente. O presente trabalho trata de uma abordagem diferente para o reconhecimento de moedas brasileiras, com a aplicação de uma rede neural do tipo LVQ [4] para características extraídas das imagens das moedas, especificamente (i) a cor média, (ii) o diâmetro e (iii) a variação da cor média entre um círculo e uma coroa circular, sendo esta última adequada para uma melhor separação das moedas de R\$ 1,00. Este método é invariante à rotação e à escolha da face da moeda exposta à câmera.

O uso do diâmetro requer uniformidade nas dimensões das imagens alimentadas ao sistema. Para não precisar fixar a câmera a uma altura fixa da superfície, um quadro com bordas espessas foi utilizado, normalizando a distância. As medidas de cores foram feitas no espaço YCbCr [5], uma vez que as componentes Cr e Cb apresentaram baixa variação entre imagens de uma mesma moeda e razoável independência das condições de iluminação. Finalmente, a variação da cor média é medida do círculo de raio $r \leq 0.4 \cdot r_M$ à coroa circular com raio $r \mid 0.85 \cdot r_M \leq r \leq 0.75 \cdot r_M$, onde r_M é o raio mais externo da moeda. As faixas adotadas não coincidem com a divisa, havendo assim uma margem de tolerância que compensa eventuais erros da detecção de círculos.

2 Processamento

Para propiciar maior robustez ao sistema, no que diz respeito a variações nas condições de iluminação do ambiente, as imagens adquiridas pela câmera são submetidas a algumas operações. Inicialmente, efetua-se uma equalização de histograma. Para tanto, a imagem é inicialmente convertida para o espaço de cores YCbCr e dividida nos seus 3 canais. A

¹leandromattioli@araxa.cefetmg.br

²afbiancocefet@gmail.com

equalização é aplicada ao canal Y, que contém a forma da imagem em escala de cinzas. Finalmente, os canais são reunidos e a imagem é convertida para o espaço de cores original. Após o processo, o contraste da imagem é aumentado e as diferenças devido à luminosidade são reduzidas. Uma vez equalizada, a imagem passa por um filtro Gaussiano, com o objetivo de suavizá-la e facilitar a detecção de círculos, baseada na transformada Hough [6]. As características são então extraídas e repassadas para a rede neural.

Os pesos da rede foram inicializados com uma amostra de cada moeda. O treinamento usado é o tradicional para redes LVQ, aproximando os vetores dos clusters dos padrões de entrada quando a rede acerta e afastando esses vetores, na mesma taxa α , quando a rede erra. O conjunto de treinamento é constituído de 100 imagens capturadas de várias moedas. Essas imagens foram feitas com ambas faces da moeda e com rotações aleatórias. Os melhores parâmetros encontrados foram $\alpha_{INICIAL} = 0,1$, $\alpha_{FINAL} = 0,001$ durante 10 épocas. O conjunto de testes é dado por outras 100 imagens.

3 Conclusões

O método apresentou resultados satisfatórios, com 96% de acertos no conjunto de teste. Trabalhos futuros podem testar outros tipos de redes e moedas, possivelmente com uma arquitetura hierárquica de redes. Nesse caso, redes LVQ poderiam ser usadas para separar grandes grupos (moedas vermelhas e pequenas, moedas douradas e grandes etc), passando para redes subsequentes a diferenciação das moedas pertencentes a um mesmo grupo.

Referências

- [1] G.V. Iana and C. Monea. Coin recognition system based on a neural network. In *Electronics, Computers and Artificial Intelligence (ECAI), 2014 6th International Conference on*, pages 13–18, Oct 2014.
- [2] P. Thumwarin, S. Malila, P. Jantawong, W. Pibulwej, and T. Matsuura. A robust coin recognition method with rotation invariance. In *Communications, Circuits and Systems Proceedings, 2006 International Conference on*, volume 1, pages 520–523, June 2006.
- [3] A. Gavrijaseva, O. Martens, R. Land, and M. Reidla. Coin recognition using line scan camera. In *Electronic Conference (BEC), 2014 14th Biennial Baltic*, pages 161–164, Oct 2014.
- [4] L.V. Fausett. *Fundamentals of Neural Networks: Architectures, Algorithms, and Applications*. Prentice-Hall international editions. Prentice-Hall, 1994.
- [5] *Digital Video and Audio Broadcasting Technology: A Practical Engineering Guide*, chapter Digital Video Signal According to ITU-BT.R.601 (CCIR 601), pages 81–85. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, 2008.
- [6] D. Forsyth and J. Ponce. *Computer Vision: A Modern Approach*. Alan R. Apt book. Prentice Hall, 2003.