

# Validação de usuário através da região periocular

Yuri O. Franco<sup>1</sup>, Alceu Souza Britto Jr.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR)  
Curitiba – PR – Brazil

yuri.o.franco@gmail.com, alceubritto@gmail.com

**Abstract.** *Smartphones have gained popularity as devices for biometric authentication in applications such as banks and e-commerces. The use of the periocular region as a means of biometrics has been studied in recent years, as well as the use of extractors of characteristics to classify it. In this work it is proposed the use of the LBP texture extractor in conjunction with the Euclidean distance calculation for the validation of users using the periocular region. From the tests performed it was possible to verify that the use of these techniques demonstrated a desirable accuracy. The results also indicate that there are many aspects still to be explored in this area, which opens up many research opportunities.*

**Resumo.** *Smartphones tem ganhado popularidade como aparelhos para autenticação biométrica em aplicativos como bancos e e-commerces. A utilização da região periocular como meio de biometria vem sendo bastante estudado nos últimos anos, assim como o uso de extratores de características para a classificação do mesmo. Neste trabalho é proposto o uso do extrator de textura LBP em conjunto com o cálculo de distância euclidiana para a validação de usuários utilizando a região periocular. A partir dos testes feitos foi possível verificar que o uso dessas técnicas demonstrou uma acurácia desejável. Os resultados também indicam que existem muitos aspectos ainda a serem explorados nesta área, o que abre muitas oportunidades de pesquisa.*

## 1. Introdução

Com o constante avanço tecnológico em aparelhos smartphones tanto em seu software quanto em seu hardware este aparelho fica cada dia mais presente nas vida das pessoas. Devido a esse avanço diversos serviços como bancos e e-commerces vem criando aplicativos para esses aparelhos, possuindo diversos tipos de senhas e outros sistemas de segurança. Com um grande crescimento nos últimos anos, a autenticação por meio de biometria vem crescendo e se expandindo para este mercado mobile. Este tipo de autenticação utiliza partes do corpo que possuem identidades únicas em cada pessoa como a impressão digital, a face, íris e região periocular para realizar a autenticação do usuário.

Diversas pesquisas vêm sendo feitas na área da biometria na última década podendo-se destacar alguns tipos. A utilização de face [Raghavendra et al. 2013] vem sendo utilizada amplamente tanto no setor de pesquisa quanto na indústria para validação onde, utilizando as principais características do rosto é possível validar o usuário. A impressão digital [Stein et al. 2012], onde as características de um ou mais dedos do usuário são utilizados para a validação. O olho e seus entornos possuem diversos tipos de biometria, podendo-se destacar a íris [Tan and Kumar 2014], a região no centro do olho com

textura e forma única para cada pessoa e a região periocular [B. Raja et al. 2015], sendo a região do olho e seus arredores.

Mesmo com diversas pesquisas baseadas em outros tipos de biometria como face, digital e voz em smartphones estudos recentes apontam uma preferência pela face, íris e impressão digital para autenticação em celulares. Contudo devido às limitações de câmera existente atualmente em smartphones, fotos não possuem tanta precisão para uma autenticação pela íris, sendo recomendável a utilização da região periocular para o mesmo. A utilização desta região para a validação diminui outro problema muito comum em relação a íris, a dificuldade e desconforto de conseguir uma imagem da mesma. Por ser preciso de muitas características da íris para um bom reconhecimento as fotos da mesma devem ser retiradas de distâncias muito pequenas, o que acaba causando desconforto para o usuário, contudo a região periocular não necessita de tanta precisão, o que aumenta a distância da foto consideravelmente.

Baseado nessas premissas este trabalho tem como objetivo desenvolver um aplicativo de segurança para o sistema Android, onde um usuário pré-cadastrado pode utilizar a região periocular do rosto como autenticação. Especificamente observando a utilização do extrator de características linear binary pattern (LBP) em combinação com o cálculo de distância euclidiana para a validação de usuário em sistemas android. A partir dos resultados pretende-se concluir sobre quão acurados a combinação dos mesmo é e quão eficiente na questão de tempo eles podem ser.

O resto deste artigo é organizado da seguinte maneira: a seção 2 possui o sistema proposto para cumprir o objetivo proposto, passando pelos tópicos de captura da imagem, extração das características da mesma e o processo de autenticação do usuário. A seção 3 possui a análise dos resultados obtidos pelo software descrito anteriormente, seguido pelas conclusões e possíveis trabalhos futuros na seção 4.

## **2. Sistema Proposto**

O sistema proposto foi dividido em três partes: a captura das imagens onde são retiradas as fotos e, a partir delas, retirada a região periocular das mesmas, a extração das características utilizando o extrator de textura Local binary patterns (LBP) e a autenticação utilizando o cálculo de distância euclidiana. Para que seja possível verificar a acurácia e tempo de processamento desses processos fora criado um aplicativo para dispositivos Android onde um usuário se registra retirando 3 fotos de seu rosto. Essas fotos passam pelo processo de recorte da região periocular e tem suas características extraídas pelo LBP armazenadas em um banco de dados. Após o registro o usuário pode se validar retirando uma nova foto que passará pelo recorte e, a partir de suas características extraídas, é calculado a distância euclidiana entre esta foto e as fotos no registro. Finalmente o menor dos três números resultantes é comparado a um threshold estabelecido na pesquisa, validando o usuário caso seja menor que o threshold ou negando seu acesso caso seja maior.

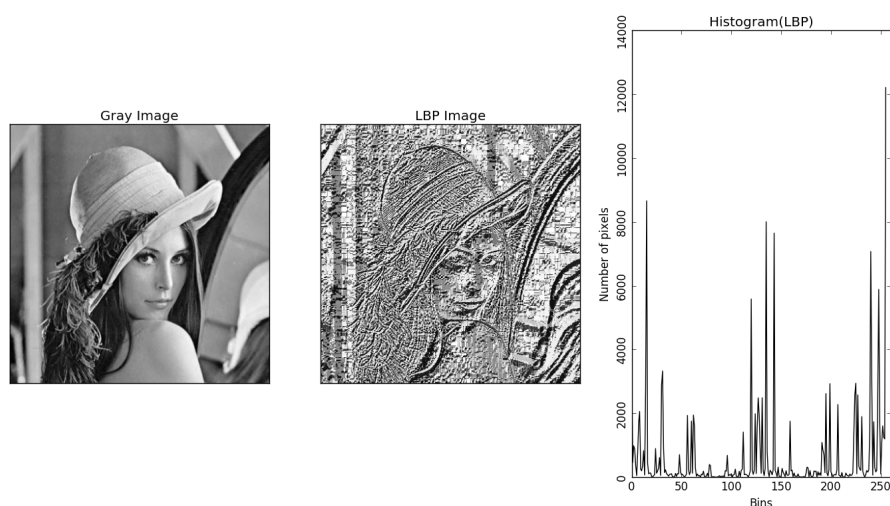
### **2.1. Captura da imagem**

O primeiro passo do processo é a captura da imagem onde, utilizando a foto do rosto do usuário, é possível retirar apenas a região periocular da mesma. Mas para que esse processo ocorra é preciso reconhecer onde está a região periocular na imagem, para isto fora utilizado a biblioteca livre OpenCV. Esta biblioteca possui diversas funções para se trabalhar com imagens, uma delas é o classificador haar cascade, um classificador já treinado

que reconhece os olhos em uma foto e cria um retângulo ao redor deles. Utilizando este retângulo e os cálculos de proporção áurea aplicados ao rosto como base foi possível determinar um novo retângulo que abrange a região periocular do rosto. Esta área calculada então é transferida para outra imagem e utilizada na extração das características.

## 2.2. Extração das características

Após o processo de captura da imagem o LBP é utilizado para extrair as características das imagens. O processo de extração dessas características pode ser dividido nas seguintes partes: a transformação da imagem colorida para tons de cinza, A criação de uma nova imagem que possui informações sobre a textura da imagem original e, por fim, a criação do histograma da imagem criada.

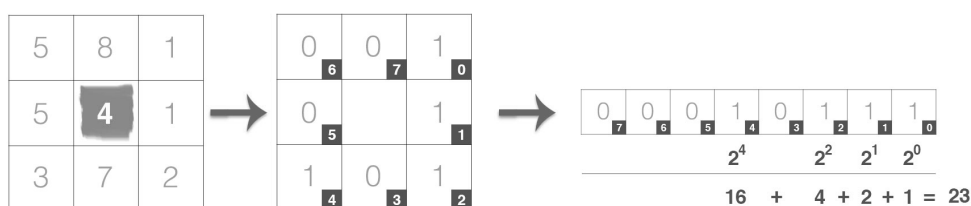


**Figura 1. Processo do LBP**

Primeiramente a imagem colorida é transformada para uma imagem em tons de cinza, este processo é feito para diminuir os canais de cor de 3 para apenas 1 sem modificar o conteúdo da imagem. Este é um processo importante para o próximo passo do processo pois é preciso mudar os valores dos pixel para a geração de uma nova imagem.

Após este processo o LBP gera uma nova imagem que contém as características de textura da imagem original. Para a geração dessa nova imagem é preciso determinar um valor para cada pixel da mesma. Para calcular o valor que o pixel assumirá o LBP faz os seguintes cálculos demonstrados na figura 3: Primeiramente é gerado uma máscara e tamanho 3x3 que contém o pixel e seus vizinhos da imagem original. O valor do pixel é comparado com o valor de cada vizinho, caso o vizinho possua um valor menor que o pixel ele é substituído pelo valor 1, caso seja maior ele é substituído pelo valor 0. Após todos os vizinhos serem trocados por 1 ou 0 eles são organizados em ordem horária a partir do vizinho superior direito formando um número binário. Este número é transformado para decimal e então colocado no pixel da nova imagem. após todos os pixels passarem por esse método a nova imagem é completamente gerada.

A partir desta nova imagem será retirado o histograma da mesma. Este histograma possui informações sobre a quantidade de cada um dos 256 tons de cinza presentes na



**Figura 2. Geração de um novo número para o pixel**

nova imagem. Estes tons de cinza por sua parte contém informações sobre a textura da imagem original, sendo cada tom de cinza uma característica extraída pelo LBP. Então este histograma é transformado em um vetor de tamanho 256 que contém as características obtidas pelo extrator de textura. Finalmente este vetor será utilizado para o processo de autenticação.

### 2.3. Autenticação

Utilizando os vetores criados a partir da extração das características no registro como base é possível calcular quão diferente a foto retirada na tentativa de validação é das fotos de registro. Para que isso seja feito este trabalho utilizou o cálculo da distância euclidiana para comparar quão parecido é a pessoa tentando ser validada em comparação com o usuário. Este cálculo compara o vetor da foto tirada com as três fotos do registro, retornando o menor número. Finalmente esse número é comparado a um threshold pré-definido onde, neste trabalho possui valor 0,07, caso o número seja menor que o threshold a pessoa é considerada o usuário, caso o número seja maior a pessoa não é validada.

Para a realização do cálculo da distância euclidiana, como visto na fórmula 1, são utilizados dois vetores, um da foto que está sendo testada, denominada P, e outro de uma das fotos pré-registradas, denominada Q. Para a posição i do vetor é feito a subtração dos valores de  $P_i$  e  $Q_i$ , o resultado desta subtração é elevado ao quadrado, deixando o resultado sempre positivo. Após esse cálculo ser feito para todas as posições dos vetores os resultados são somados, finalmente é feita a raiz quadrada do valor encontrado para que os efeitos da multiplicação ao quadrado sejam desfeitos. Este resultado final obtido é a diferença entre as fotos onde, quanto menor o número, mais parecidas as fotos são.

$$\sqrt{\sum_{i=0}^{255} (P_i - Q_i)^2} \quad (1)$$

### 3. Análise dos Resultados

Este trabalho apresenta uma técnica de extração de características em conjunto com um método de validação de usuários e um dos principais focos é o da verificação de acurácia do mesmo assim como seu tempo de execução em dispositivos móveis, podendo assim, demonstrar que este é um método viável para a validação de usuários através da região periocular. Foram feitos dois tipos de teste para esta validação: O primeiro foi o teste de acurácia onde, utilizando uma tabela de verdadeiros positivos, verdadeiros negativos, falsos positivos e falsos negativos é possível calcular a acurácia do sistema, assim como analisar em quais quesitos o sistema possui aspectos positivos e negativos. O segundo experimento consiste em verificar o tempo médio de execução dos cálculos do LBP, o

que pode apresentar uma inviabilidade do uso de tal técnica caso sua execução seja muito demorada em aparelhos smartphones.

Para a verificação de acurácia foram utilizados as seguintes premissas: os verdadeiros positivos(VP) referem-se ao usuário conseguir ser validado com sucesso, os verdadeiros negativos(VN) se referem a outras pessoas não conseguirem entrar na conta do usuário, os falsos positivos(FP) são atribuídos a quando outra pessoa é validada como o usuário e os falsos negativos(FN), quando o usuário não é validado pelo sistema. O ambiente de testes foi controlado, o que significa que as fotos foram retiradas sob a mesma iluminação em todos os casos. A tabela 1 demonstra o resultado final dos testes. É possível observar que o sistema tem uma precisão estimada de 1 erro a cada 10 acertos no caso de validação do usuário e uma taxa de falsos positivos de 1 em cada 30. Esses dados demonstram que embora o sistema tenha potencial para se tornar uma real ferramenta de segurança ainda é preciso melhorias, podendo se trabalhar tanto na melhoria de acerto do usuário quanto na rejeição de outras pessoas.

**Tabela 1. Testes de acurácia**

	VP	VN	FP	FN
Total	27	29	1	3

Juntamente com os testes de acurácia foram feitos testes de tempo de execução do algoritmo LBP para verificação de sua velocidade em dispositivos Android. Para este teste foi utilizado um smartphone modelo Zenfone 3 laser, com versão Android 6.0.0 . A tabela 2 apresenta os resultados obtidos utilizando 1, 2 e 4 threads para a realização dos cálculos do LBP. Os resultados demonstram que a utilização de threads para a melhoria do tempo é válida e que, nos melhores casos, o tempo de processamento varia entre 4,5 e 5 segundos. Este tempo ainda é muito longo para um sistema de segurança, mas pode ser melhorado caso seja feita uma implementação de mais baixo nível do código.

**Tabela 2. My caption**

	1 Thread	2 Threads	4 threads
média	18,35	9,76	4,73

#### 4. Conclusão

Após a criação do aplicativo e da análise dos resultados é possível perceber as diversas dificuldades em se trabalhar com dispositivos móveis, assim como suas diversas oportunidades. Os métodos utilizados neste projeto foram escolhidos por serem rápidos e não consumirem tanta capacidade computacional quanto outros disponíveis na literatura mas ainda assim houveram diversos problemas com tempo de execução como visto nos resultados acima. Esta dificuldade se deve ao baixo poder computacional existente nos aparelhos utilizados para os testes e pela falta de otimização nas classes existentes para modificação de imagens. Essa falta de poder computacional acarreta numa diminuição da qualidade da imagem, o que acaba diminuindo a acurácia final do autenticador. Mas mesmo com problemas na otimização os resultados obtidos foram satisfatórios, podendo reconhecer o usuário e tendo poucos falsos positivos, o que demonstra a grande oportunidade de pesquisas na área.

Os resultados obtidos acabaram demonstrando que o método proposto possui uma alta acurácia para fotos retiradas em locais com a mesma iluminação podendo ter uma acurácia muito maior que a do threshold proposto mas, assim como outros trabalhos da literatura, possui uma grande perda de acurácia em casos onde há uma drástica mudança de iluminação. Existem diversas soluções propostas para este problema, a mais comum é a retirada de fotos em locais com iluminação diferente para maior variedade entre as fotos do registro, o que aumenta a acurácia mas é anti-intuitivo para o usuário. Outros métodos de melhoria de imagem não foram abordados neste projeto.

Tendo em vista os pontos citados acima é possível concluir que o objetivo deste projeto foi alcançado e que o mesmo abre diversas oportunidades de pesquisa na área. Pesquisas na área de otimização nos aparelhos móveis, podendo otimizar o tempo de execução do mesmo para que seja algo mais agradável para um usuário final e a qualidade das imagens, podendo melhorar a imagem final para que o extrator consiga reconhecer mais características únicas de cada pessoa. A criação de métodos de melhoria das imagens para que a luz não seja um fator crítico no reconhecimento e que não afetem o tempo de execução dos processos. A própria pesquisa sobre a utilização da região periocular como biometria em geral. Todas essas áreas precisam de melhoria e de maior pesquisa, podendo tornar a região periocular em um ótimo meio de segurança.

## Referências

- B. Raja, K., Raghavendra, R., and Busch, C. (2015). Improving cross-smartphone periocular verification in visible spectrum using time-frequency features of laplacian decomposition. pages 576–582.
- Raghavendra, R., B. Raja, K., Pflug, A., Yang, B., and Busch, C. (2013). *3D face reconstruction and multimodal person identification from video captured using smartphone camera*.
- Stein, C., Nickel, C., and Busch, C. (2012). Fingerphoto recognition with smartphone cameras. pages 1–12.
- Tan, C. W. and Kumar, A. (2014). Accurate iris recognition at a distance using stabilized iris encoding and zernike moments phase features. *IEEE Transactions on Image Processing*, 23(9):3962–3974.