

# PAD PRINTER

**André Luiz Amaral Teixeira Costa<sup>1</sup>; Giovanni Malisano<sup>1</sup>; Gessé Justiniano<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Bolsista; SENAI-CIMATEC; {andre.costa@fbter.org.br; giovanni.malisano@fbest.org}

<sup>2</sup> Eng. de Controle e Automação; SENAI-CIMATEC; Salvador-BA; gesse.oliveira@fieb.org.br}

## RESUMO

No âmbito industrial e empresarial, um dos principais aspectos que devem ser levados em conta no controle de qualidade de um produto é a cadeia de processos. Cada organização funciona com uma cadeia de processos que estão interligados entre si e que percorrem toda a empresa, ou seja, o fracasso em qualquer um dos processos tem um impacto no produto ou serviço final. Com base neste cenário, a uma determinada empresa deve seguir o padrão de qualidade SAMSUNG para a inspeção da impressão das etiquetas e das dimensões dos terminais das baterias após o processo de estampagem. Entretanto, atualmente essa inspeção é feita de forma visual, estando propícia a erros. Dessa forma, o objetivo deste projeto foi desenvolver um protótipo de sistema de validação capaz de identificar células de baterias para celular com estampa e terminais fora do padrão de qualidade emitindo uma sinalização visual para o operador. Para a solução desse desafio, foi elaborado a técnica de visão computacional integrado com uma inteligência artificial, capaz de aprender e solucionar o problema em questão.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Pick By Light. Visão Computacional. Controle de qualidade.*

## 1. INTRODUÇÃO

O projeto se propõe a desenvolver um sistema capaz de inspecionar e avaliar a qualidade da estampagem das etiquetas e a verificação do dimensional dos terminais (TAB CUT) das baterias de acordo com o padrão de qualidade exigidos pelo principal cliente, a SAMSUNG. Tal processo já ocorre atualmente, porém de forma manualmente sem qualquer processo de rastreabilidade com o sistema de controle de chão de fábrica. Logo, com a implementação dos algoritmos de visão computacional, será possível automatizar esta verificação, ao mesmo tempo que se evitarão falhas humanas.

Após uma série de pesquisas, foram definidas algumas especificações técnicas das baterias como variáveis de qualidade as quais são usadas em análise comparativas com os seus respectivos valores de referência. Propõe-se então um sistema de redes neurais que adote novas variáveis de qualidade a cada mudança do padrão de bateria. Assim, a implementação de uma DashBoard sinalizará tanto a bateria fora do padrão como a sua respectiva posição.

Sendo assim, foi implementado uma rede neural, técnica também conhecida como *Deep Learning*. Tal técnica surgiu como ferramenta para solucionar demandas de aplicações como motores de busca *Web*, classificação/filtros de conteúdo, recomendações de produtos para *e-commerce*, etc. Assim, ela se enquadra na categoria de métodos de aprendizagem representacional em que dados em sua forma bruta podem ser alimentados em uma rede a qual, em seguida, poderá descobrir representações internas (*features*) automaticamente. Para construir uma aplicação bem-sucedida, é necessário que as *features* sejam identificadas cuidadosamente com a ajuda de um especialista de domínio, os dados brutos sejam filtrados e transformados em um vetor de *features* – que o sistema fará uso para poder classificar/predizer dados.

Quanto à implementação física do protótipo, foi desenvolvido uma bancada de inspeção que contará com uma câmera de alta resolução integrada a um software de processamento de imagens. Tal conjunto é capaz de identificar as baterias que estão fora dos padrões de qualidade e, por meio da Deep Learning, o software desenvolvido irá processar as imagens captadas pela câmera e identificando os erros ocorridos.

## 2. METODOLOGIA

### 2.1 Eletrônica Embarcada

#### DLL Tower Light

Qualquer atraso durante o processo de produção em uma indústria impacta significativamente na sua linha de produção, gerando um transtorno enorme para a empresa. Em um ambiente altamente movimentado, como em um chão de fábrica, os processos de um sistema ou uma máquina podem acabar sendo negligenciados. Incorporar luzes indicadoras externas aos equipamentos de automação é uma maneira fácil e intuitiva de gerar alertas de status da máquina para o operador, para que a tarefa possa ser concluída rapidamente. Dessa forma, eles sabem em que ponto do processo a máquina está e quando a máquina precisa de atenção imediata.

Sendo assim, foi desenvolvida uma solução que indique claramente o status de operação da máquina Pad Printer, portanto foi definido que o sistema de sinalização da máquina deve estar vinculado diretamente com o sistema inteligente que a

gerencia. Funcionando de forma conectada com o servidor de detecção de erros das baterias, contando com um micro controlador STM32F407, que controla a Tower Light através dos dados recebidos pelo servidor, via modbus RTU. O servidor provê de uma DLL, desenvolvida pela equipe da eletrônica embarcada, que contém uma classe com quatro métodos, respectivamente quatro saídas e uma entrada. A entrada é o parâmetro *led\_color*, esse parâmetro contém especificamente o LED que deseja controlar, podendo ser *green*, *yellow* ou *red*.

## 2.2 Software

O software de gerenciamento e operação da inspeção das baterias foi desenvolvido em *WPF (Windows Presentation Foundation)* que é uma estrutura de interface de usuário que cria aplicativos Desktop para plataforma Windows. De acordo com a Microsoft, o WPF suporta um amplo conjunto de recursos de desenvolvimento de aplicativos, incluindo um modelo de aplicativos, recursos, controles, gráficos, layout, ligação de dados, documentos e segurança. Sendo assim, o WPF é um subconjunto do .NET Framework, que usa o *XAML (Extensible Application Markup Language)* para fornecer um modelo declarativo para a programação de aplicativos. A partir da definição da estrutura de desenvolvimento, foi criado um protótipo de telas usando os componentes nativos do WPF, conforme definições do levantamento de requisitos e regras de negócios. Juntamente com a aplicação desktop, outros recursos se fazem necessários para a inspeção, algumas bibliotecas de software e redes neurais estão sendo usadas de forma integrada com intuito de realizar a identificação individual de cada bateria no pack, segmentação da imagem, medição do tab cut e avaliação da qualidade de impressão. Os módulos utilizados foram: OpenCV, Mask R-CNN, TensorFlow, Pytorch, DeepLabV3+, Retina Net.

## 2.3 Mecânica

### 2.3.1 Bancada de inspeção por imagem

A bancada de inspeção por imagem tem sua parte estrutural fabricada com perfil estrutural em alumínio, elementos de fixação em aço inox, acabamento polimérico na cor cinza com proteção ante (ESD), puxadores em metal, dobradiça em alumínio, fechadura em aço inoxidável, prateleiras em MDF, revestida em manta com proteção (ESD < 10e7 Ohms), na cor verde fosco, revestimento em policarbonato dissipativo e vibra- stop tradicional. Tendo um comprimento de 900mm, uma largura de 950mm e uma altura de 2721mm considerando a maior regulagem, tem na sua parte inferior um sistema de regulagem de altura através de barra roscada e porcas. A mesma tem a função de agrega sistema de imagem, posicionamento e regulagem da câmera, posicionamento da bandeja, armazenamento da bandeja, espaço para workstation, monitor, teclado e componentes elétrico eletrônicos.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram realizados testes iniciais com as bibliotecas e redes neurais citadas anteriormente, obtendo alguns resultados que demonstraram pontos satisfatórios. O primeiro passo foi a criação do *dataset* inicial onde as imagens foram capturadas com uma câmera de alta resolução. Após a criação do *dataset* inicial, foi realizado o processo de anotação das imagens, que basicamente consiste em marcar nas imagens capturadas o contorno preciso da bateria e *tab cuts* para treinar as redes neurais. A imagem a seguir mostra o resultado da anotação das baterias no pack.

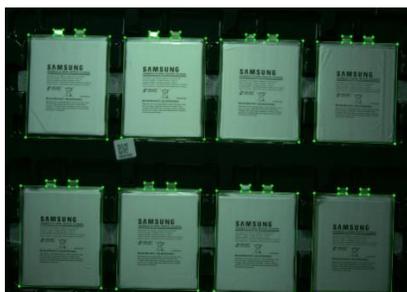


Figura 1: Processo de anotação de imagens

Após a anotação das baterias e *tab cuts* das imagens do dataset, foi realizado o treinamento com a rede neural Mask R-CNN, onde foi possível observar que a rede conseguiu criar máscaras muito similares ao formato original da bateria e *tab cuts*, o que serviu de validação para a forma de anotação adotada nas imagens. As mesmas anotações foram usadas para

treinamento da rede *RetinaNet* para que conseguíssemos distinguir o que é bateria e o que é *tab cut*, pois a análise difere em cada rede, na bateria foi analisado a qualidade de impressão e no *tab cut* foi realizado a medição de tamanho. O resultado da *RetinaNet* mostrou que é possível distinguir a bateria dos *tab cuts* conforme pode ser visto na imagem a seguir:



Figura 2: Output da rede RetinaNet

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi concluído que este projeto apresenta uma série de impactos no processo produtivo e que também resultará em um novo produto, dentro do contexto do desenvolvimento de um novo método de identificação de estampa fora do padrão e dimensões de terminais dentro das especificações em baterias de celular. Assim, o desenvolvimento de um sistema protótipo, composto por hardware e software de visão, é capaz de verificar se todas as baterias estão dentro dos padrões exigidos pela empresa SAMSUNG (em relação à qualidade da impressão da estampa e às dimensões do TAB CUT). Com o desenvolvimento deste sistema, será possível obter excelentes resultados de performance que poderão ocasionar os seguintes benefícios: Aumento da produtividade ao reduzir a necessidade de retrabalho; Rastreabilidade do produto no chão de fábrica; Diminuição da margem de erros causados pela capacidade de operação humana e por último a possibilidade da geração de um relatório analítico de peças fora e dentro do padrão de qualidade.

#### 5. REFERÊNCIAS

- <sup>1</sup> BARONE, Dante; BOESING, Ivan. **Inteligência Artificial: Diálogos entre Mentres e Máquinas**. 1ª. ed. [S. l.]: Age, 2015. 309p.
- <sup>2</sup> LUGER, George F. **Inteligência Artificial**. 6º. ed. [S. l.]: Pearson, 2015. 632 p.
- <sup>3</sup> JOHNSON, Jack. **Modbus TCP/RTU (C#): Modbus Programming in C#**. 1º. ed. [S. l.]: Amazon, 2016. 50 p.
- <sup>4</sup> LAMB, Frank. **Automação Industrial na Prática**. McGraw-Hill Companies, Inc.. ed. [S. l.]: AMGH, 2015. 376 p. v. 1.