

Aplicações de Machine Learning I

Título

Classificação de embalagens danificadas em linha de produção utilizando Machine Learning

Contextualização

No mundo da manufatura, a automação desempenha um papel crucial na otimização da produção, garantindo que os produtos sejam fabricados e embalados com eficiência. No entanto, nem todos os processos são perfeitos. Em particular, as máquinas de embalagem, embora altamente automatizadas, podem, ocasionalmente, produzir pacotes defeituosos devido a pequenos desvios durante o processo de manufatura. Os pacotes defeituosos, quando não detectados, podem resultar em perdas financeiras, reputação prejudicada da empresa e insatisfação do cliente.

Para minimizar este problema, pontos de inspeção e controle de qualidade são frequentemente incorporados ao longo da linha de produção para detectar e eliminar pacotes defeituosos antes que eles cheguem ao cliente. Com o avanço da tecnologia, a aprendizagem de máquina surge como uma solução promissora para aprimorar ainda mais o processo de detecção e classificação de pacotes defeituosos na linha de produção.

Descrição do conjunto de dados

Para melhorar o processo de controle de qualidade nesta linha, foram instaladas câmeras nas esteiras da linha de produção. Estas permitem capturar imagens RGB que representam os pacotes na esteira de produção, os quais podem estar danificados ou intactos. As características mais representativas da base de dados disponibilizada incluem:

- Origem: As imagens são derivadas de um ambiente virtual, ou seja, são geradas artificialmente.
- Quantidade de imagens: 400 imagens.
- Variabilidade: Cada pacote é capturado por duas câmeras distintas - uma posicionada acima da esteira de produção (top) e outra posicionada ao lado da esteira de produção (side).
- Identificação: Cada pacote pode ser identificado por um número serial, que é refletido no nome do arquivo (por exemplo, {sn}_side.png e {sn}_top.png).
- Estrutura do Dataset:

```
archive/  
├── damage/  
│   ├── side/  
│   └── top/  
├── intact/  
│   ├── side/  
│   └── top/  
└── interpretabilidade/  
    ├── side/  
    └── top/
```

Em cada pasta (side e top) estão localizadas as respectivas imagens da esteira de produção. O diretório “interpretabilidade” deve ser usado como conjunto de teste.

Exemplos de pacotes danificados:



Exemplos de pacotes intactos:



Tarefa

A sua missão, caso decida aceitá-la, é desenvolver e treinar modelos de aprendizado profundo para identificar e classificar estes pacotes, garantindo a qualidade e satisfação dos clientes.

Existem quatro fases críticas nesta operação:

1. Treinamento de Modelos de Deep Learning:

- Desenvolver e treinar três arquiteturas de aprendizado profundo distintas para classificar as imagens dos pacotes como danificadas ou intactas.
 - O que considerar: Aprendizado por transferência? Augmentation? Regularização? Quais arquiteturas?

2. Avaliação das Arquiteturas:

- Avaliar o desempenho de cada uma das três arquiteturas em termos de precisão, recall, F1-score, etc., levando em consideração as diferentes posições das imagens (lado e topo).
 - O que considerar: Quais dimensões de análise devem ser consideradas? Quais as limitações dos modelos? Algo interessante nos erros? Viés e Variância?

3. Interpretabilidade:

- Utilizar o método de Integrated Gradients para calcular a matriz de atribuição (ou mapa de interpretação) dos modelos em relação às imagens. Isso ajudará a identificar as regiões das imagens (por exemplo, bounding boxes) que mais influenciaram a decisão do modelo.
 - O que considerar: Existe consistência entre os resultados? Definir um limiar para determinar o que é considerado "importante"?

4. Comparação dos Mapas de Interpretação:

- Comparar os mapas de interpretação gerados por cada arquitetura a partir da tarefa anterior. O objetivo é verificar o quanto de importância cada modelo atribui aos pixels que efetivamente representam a região danificada nos pacotes.
 - O que considerar: Quais métricas de similaridade? Algo interessante nos erros? Existe consistência nos resultados? Como os insights dos mapas podem ser aplicados?

Bônus - Seria possível extrair e ler o extrair o código serial que identifica o pacote?