

使用 MobileNetV3 於砂輪片缺陷偵測

研究生：資訊工程系 莊旻諤

指導教授：資訊工程系 張傳育特聘教授

摘要

砂輪片依照不同的需求細分切割片與研磨片，製造過程可能產生造成形狀、樹脂溢出等缺陷。這些缺陷的檢查需依靠經驗的品管人員。然而品管人員也會因為經驗、疲勞等原因做出錯誤的判斷。因此，本論文設計一套砂輪片缺陷檢出系統，架設檢驗設備擷取砂輪片影像，透過物件切割(object segmentation)定位砂輪片主體，減少背景污漬的干擾。缺陷檢測包含兩個部份：一、透過橢圓擬合擷取砂輪片輪廓，進而判斷是否存在形狀缺陷。二、採用 MobileNetV3 檢測砂輪片表面的樹脂溢出瑕疵。實驗結果顯示我們對切割片形狀缺陷瑕疵檢出率 100%，而樹脂溢出瑕疵檢出率 99.51%。研磨片分為兩種型號 A 與 B。A 正面形狀缺陷瑕疵檢出率 79.55%，樹脂溢出瑕疵檢出率 100%，反面形狀缺陷瑕疵檢出率 88.89%，樹脂溢出瑕疵檢出率 100%。B 正面形狀缺陷瑕疵檢出率 79.46%，樹脂溢出瑕疵檢出率 99.69%，反面形狀缺陷瑕疵檢出率 79.63%，樹脂溢出瑕疵檢出率 99.42%。每片單面檢測時間 1 秒內。

研究方法

首先檢驗設備拍攝砂輪片的影像，透過物件切割定位砂輪片主體，以減少背景與污漬的干擾。裁切後利用橢圓擬合，擷取砂輪片輪廓，進而檢測是否存在形狀缺陷。若檢測出形狀缺陷，則將樣品標記為不良，且不做後續檢測。反之沒有形狀缺陷，則去除影像中砂輪片本體外的區域，使用 MobileNetV3 檢測砂輪片表面的樹脂溢出瑕疵。

實驗結果

表 1、形狀缺陷檢測結果

檢測項目	Accuracy	Precision	Sensitivity	Specificity	Time
切割片	91.93%	79.21%	100%	88.36%	0.11 s
A -正面	98.19%	97.22%	79.55%	99.8%	0.24 s
A -反面	95.32%	59.26%	88.89%	95.77%	0.23 s
B -正面	84.83%	82.79%	79.46%	88.54%	0.12 s
B -反面	83.77%	80%	79.63%	86.56%	0.11 s

表 2、切割片樹脂溢出檢測結果

檢測方法	Params	Accuracy	Precision	Sensitivity	Specificity	Time
MobileNetV1	3.2M	97.91%	99.7%	95.9%	99.73%	0.004 s
MobileNetV2	2.2M	99.63%	99.9%	99.32%	99.91%	0.007 s
MobileNetV3	1.5M	99.77%	100%	99.51%	100%	0.007 s
GhostNet	3.9M	99.72%	100%	99.41%	100%	0.011 s
Ours	1.1M	99.77%	100%	99.51%	100%	0.007 s

表 3、研磨片 A 正面樹脂溢出檢測結果

檢測方法	Params	Accuracy	Precision	Sensitivity	Specificity	Time
MobileNetV1	3.2M	99.9%	100%	99.81%	100%	0.006s
MobileNetV2	2.2M	99.81%	99.81%	99.81%	99.8%	0.008s
MobileNetV3	1.5M	100%	100%	100%	100%	0.007s
GhostNet	3.9M	100%	100%	100%	100%	0.012s
Ours	1.1M	100%	100%	100%	100%	0.007s

表 4、研磨片 A 反面樹脂溢出檢測結果

檢測方法	Params	Accuracy	Precision	Sensitivity	Specificity	Time
MobileNetV1	3.2M	100%	100%	100%	100%	0.006s
MobileNetV2	2.2M	100%	100%	100%	100%	0.007s
MobileNetV3	1.5M	100%	100%	100%	100%	0.007s
GhostNet	3.9M	100%	100%	100%	100%	0.013s
Ours	1.1M	100%	100%	100%	100%	0.007s

表 5、研磨片 B 正反面樹脂溢出檢測結果

檢測項目	預訓練權重	Accuracy	Precision	Sensitivity	Specificity
B-正面		99.69%	99.69%	99.69%	99.69%
	✓	99.85%	100%	99.69%	100%
B-反面		99.4%	100%	98.84%	100%
	✓	99.7%	100%	99.42%	100%

結論

傳統的砂輪工廠是以人力檢測缺陷，然而會因為經驗、疲勞等原因做出錯誤的判斷。為了協助人員檢測，本文提出砂輪片缺陷檢測系統。將拍攝後的影像，使用物件切割減少背景污漬的干擾，透過橢圓擬合繪製 mask 與原始輪廓比對，檢測是否存在形狀缺陷。為了能快速有效的檢測出砂輪片表面的樹脂溢出，因此選擇使用本文提出的 MobileNetV3 ECA。

切割片的形狀缺陷檢測率達到 100%，證實效果不錯。而樹脂溢出檢測，切割片的缺陷檢測率達到 99.51%，雖然與 MobileNetV3 相同，但本文的參數量為最低。

研磨片依照不同樣式，分為 A 與 B 兩種型號。在檢測研磨片的形狀缺陷時，受於厚度的影響，因此發生漏檢，未來將加入側面的攝影機進行多角度拍攝。而檢測樹脂溢出時，研磨片 A 正面與反面檢測率達 100%。研磨片 B 在實驗的過程中將亮度進行調整，因此將 B 資料集分為 Set 1 與 Set 2。而研磨片 B Set 2 的資料量較少，因此使用 Set 1 作為預訓練的資料集。將資料集 Set 2 藉由預訓練的權重，重新訓練模型，可提高其檢測結果。未來將嘗試使用本論文的方法用於砂輪片其他型號的缺陷檢測。