

中原大學
工業與系統工程學系

110-1 學期

工業工程總結實踐產業實習報告

友達光電股份有限公司

玻璃切割機結合文字辨識

任課老師：饒 忻 教授

實習指導：林媽堯

班 級： 工四甲

學 號： 10724143

姓 名： 吳沛臻

中華民國 一 一 零 年 九 月 二 十 二 日

中原大學工業與系統工程學系產業實習資料表

一、學生資料

班 級	工業四甲	學 號	10724143
姓 名	吳沛臻	聯 絡 電 話	09-86412676
電 子 信 箱	zsp95061@gmail.com		
實習題目(內容)	玻璃切割機結合文字辨識		
相關課程(複)	線性代數、計算機概論、半導體晶圓製造管理		

二、實習機構

機構名稱	友達光電股份有限公司		機構網址	https://www.auo.com/zh-TW	
機構地址	桃園市龍潭區新和路 1 號(渴望園區龍潭廠)				
實習部門	ML4AE1(智慧製造課)				
指導人姓名	林媽堯	職稱	乾蝕刻工程師	TEL	09-52798070
聯絡人姓名	林媽堯	職稱	乾蝕刻工程師	TEL	09-52798070
實習起訖時間	自 110 年 7 月 1 日 至 110 年 8 月 31 日 ， 共 62 日				

三、自我評估

評分等級 項目	※評分等級(請勾選)				
	優	佳	可	差	劣
出勤狀況	V				
實習態度		V			
實習成效		V			
綜合考核	整體而言，本次實習是否合格？ V 合格 ☐ 勉強合格 ☐ 不合格				

※評分等級說明	
優	出勤情形：全勤。 實習態度：工作積極且能舉一反三。 實習成效：完成主管要求且主動發覺並解決問題。
佳	出勤情形：缺席或遲到達 2%。 實習態度：工作積極且如期完成主管交付工作。 實習成效：完成主管要求的工作。
可	出勤情形：缺席或遲到達 5%。 實習態度：工作態度被動。 實習成效：部分完成主管要求的工作。
差	出勤情形：缺席或遲到達 10%。 實習態度：工作消極且態度不佳。 實習成效：常延遲繳交主管要求的工作。
劣	出勤情形：缺席或遲到超過 10%。 實習態度：工作懶散且態度惡劣。 實習成效：無法完成主管要求的工作。

目錄

圖目錄.....	IV
表目錄.....	V
摘要.....	1
壹、前言.....	2
1.1 實習背景.....	2
1.2 實習動機與目的.....	2
貳、公司介紹.....	3
2.1 公司簡介.....	3
2.2 公司目標.....	3
2.3 公司沿革.....	3
2.4 公司規模.....	5
2.4.1 公司員工數.....	5
2.4.2 公司據點.....	5
2.4.3 公司財務.....	5
2.5 公司組織架構.....	6
2.6 公司成長與發展.....	7
2.7 SWOT 分析.....	9
2.7.1 優勢(Strengths).....	9
2.7.2 劣勢(Weakness).....	9
2.7.3 機會(Opportunity).....	10
2.7.4 威脅(Threats).....	10
2.8 實習廠區.....	10
參、產品 / 服務介紹.....	12
3.1 TFT-LCD.....	12
3.2 LTPS.....	12
3.3 AMOLED.....	13
3.4 一站式服務.....	14
肆、公司空間介紹.....	15
4.1 L 棟.....	15
4.2 B 棟.....	15
4.3 宿舍.....	16
伍、實習成員合照.....	18
5.1 實習單位介紹.....	18
陸、實習內容與進度.....	19
6.1 實習計畫表.....	19
6.2 實習內容.....	19
6.3 實習進度.....	19

柒、改善專案介紹	20
7.1 何謂 SEM?	20
7.2 SEM 影像智慧辨識流程	20
7.3 專案痛點盤查	21
7.3.1 純人工執行	21
7.3.2 存在工安風險	21
捌、改善方法	23
8.1 專案改善流程	24
8.2 影像資料擷取	24
8.2.1 影像擷取變異性大	24
8.2.2 白底強化影像特徵	25
8.3 字元辨識	26
8.3.1 光學字元辨識	26
8.3.2 ABBYY FineReader	26
8.3.3 Tesseract OCR	26
8.3.4 EasyOCR	26
8.4 模型建立所面臨的問題	27
8.4.1 字元誤判	27
8.4.2 影像模糊導致辨識錯誤	27
8.4.2.1 高斯模糊	27
8.4.2.2 二值化反轉	28
8.4.2.3 膨脹與侵蝕	29
8.4.3 多餘的 2D Code	30
玖、評估方式或數據分析	31
9.1 準確度探討	31
9.2 成效探討	32
拾、結論	34
10.1 結論	34
10.2 未來展望	34
10.3 心得與建議	35
參考資料	36
附錄一、產業實習回函	37
附錄二、產業實習計畫	38

圖目錄

圖 1、友達光電 LOGO	3
圖 2、友達營收季增率	6
圖 3、友達光電組織架構	6
圖 4、2021 年筆電面板出貨排名	8
圖 5、2021 年車載面板市佔排名	8
圖 6、2021 年監視器面板市佔排名	8
圖 7、友達光電年營業額	9
圖 8、中原大學到友達龍潭廠路線圖	11
圖 9、友達光電龍潭廠	11
圖 10、TFT-LCD 原理及結構	12
圖 11、友達太陽能一站式服務	14
圖 12、友達龍潭廠配置圖	15
圖 13、龍潭宿舍 A 棟(右)、B 棟(左)	16
圖 14、龍潭宿舍衛浴	17
圖 15、龍潭宿舍內部	17
圖 16、龍潭宿舍書桌	17
圖 17、友達龍潭 A+ 實習生大合照(1)	18
圖 18、友達龍潭 A+ 實習生大合照(2)	18
圖 19、實習實際進度	20
圖 20、SEM 影像智慧辨識流程	21
圖 21、人員切割示意圖	22
圖 22、切割後的基板	23
圖 23、編號與切割模式示意圖	23
圖 24、固定式顯微鏡	25
圖 25、黑底白底比較示意圖	25
圖 26、辨識工具	27
圖 27、字型差別示意圖	27
圖 28、高斯模糊示意圖	28
圖 29、二值化示意圖	28
圖 30、侵蝕與膨脹示意圖	29
圖 31、影像前處理實際操作圖	29
圖 32、原始影像	30
圖 33、最終影像	30
圖 34、改善前後對照圖	33
圖 35、使用者介面示意圖	35

表目錄

表 1、公司沿革	4
表 2、友達廠房分布	5
表 3、各主要部門所營業務	7
表 4、友達 SWOT 分析	10
表 5、LTPS 四大特點	13
表 6、AMOLED 產品應用	13
表 7、公司宿舍分配	16
表 8、實習計畫表	19
表 9、專案改善流程	24
表 10、變異性過大	25
表 11、字元辨識工具比較表	26
表 12、使用內建語言包	31
表 13、使用自建語言包	31
表 14、使用影像前處理搭配自建語言包	32
表 15、使用影像前處理搭配自建語言包、清除 2D Code 辨	32

摘要

此份實習報告主要講述暑假兩個月於友達光電股份有限公司之實習內容，透過在校所學知識，例如計算機概論、線性代數、半導體晶圓製造管理、電腦整合製造等課程，實際應用在工作內容上，並針對專案痛點進行完整的分析與改善，最終提出結論與未來展望。

此報告開頭會先介紹公司目標、規模、位置及國際地位以及 SWOT 分析等與友達相關的資訊，再介紹其生產產品與技術應用，包含友達最頂尖的技術，例如 TFT-LCD、LTPS、AMOLED 與一站式服務，並舉例其技術可應用於那些產品，接著說明此次實習的動機與目標，漸漸帶入這兩個月的實習生活，包含活動區域、實習狀況、實習進度、實習內容等，在報告的中段講解專案改善內容以及改善手法，同時依序說明面臨到的問題，例如如何解決資料變異性過大、字元辨識工具的如何選擇、影像前處理有哪些方法，並提出數據證明實習成效，最後下結論與未來展望，作為本份報告的結尾。

壹、前言

1.1 實習背景

大學就讀工業與系统工程學系，透過系上的必修與選修 (如:計算機概論、品質管制、生產計劃與管制、作業研究、半導體晶圓製造管理、電腦整合製造)等課程瞭解到工業工程領域之廣闊以及其內涵與知識，並從中發掘自己喜歡的領域及發展方向，故在系上官網看到友達の實習公告及實習內容後，發現是自己喜歡的領域，就馬上投出履歷表應徵。

1.2 實習動機與目的

本次實習內容題目為『玻璃切割機結合影像之應用』。根據現況可以發現在回收基板檢驗的過程中，全程是以人力進行手動切割，除了費時耗工之外，切割時也容易造成員工受傷，導致工安意外的發生，故想導入玻璃切割機，並透過學校所學之知識(如:計算機概論、線性代數)使機台可以針對不同的基板進行自動切割，不只可以省去人力還可以降低工安意外的發生，進而解決本次專案所面臨的兩大問題。

貳、公司介紹

2.1 公司簡介

友達光電股份有限公司原名為達基科技（英語：AU Optronics Corporation），成立於 1996 年 8 月，為一間 TFT-LCD 設計、製造及研發公司，是全球光電解決方案領導廠商，提供 1.5 吋至 75 吋涵蓋各種應用的顯示器面板產品，並以深厚的面板研發、製造經驗為基礎，持續開發新世代的先進產品技術。



圖 1、友達光電 LOGO

2.2 公司目標

友達光電股份有限公司以「成為世界頂尖的綠色方案企業」為公司使命。並且以「亮麗創新&曼妙生活」為其公司願景。透過四項核心價值觀，分別為：「誠信自律、熱情務本、追求卓越、關懷貢獻」及四項精神：「創新、紀律、效率、執行力」的工作态度與價值觀，以及做事的方式和原則，使公司和客戶都能快速及成功地滲透全球市場。

2.3 公司沿革

友達光電股份有限公司自成立以來，一直堅持成為世界頂尖的綠色方案企業的目標，期間亦開創眾多重要的里程碑，例如 2001 年與聯電集團旗下聯友光電合併成立友達光電，成為台灣第一家 TFT-LCD 面板廠；2006 年併購廣達集團旗下的廣輝電子，成為與韓國三星電子、LG Display 與奇美電立足於薄膜電晶體液晶平面顯示器(TFT-LCD)世界大廠。

表 1、公司沿革

奠定 基石	1996 年	達基科技股份有限公司設立
	1999 年	全台首座 3.5 代 TFT-LCD 廠量產
	2001 年	達基科技與聯友光電合併，更名為友達光電 全台首座 4 代 TFT-LCD 廠量產
	2002 年	成立全台最大之光電研發基地「友達科技中心」 友達蘇州模組廠量產，領先同業進駐大陸 全球第一家 TFT-LCD 製造公司於美國紐約證券交易所掛牌上市
	2003 年	中科 6 代廠動土，友達成為首家進駐中科之旗艦廠商 全台首座 5 代 TFT-LCD 廠量產
全球 擴展	2004 年	全台首座六代廠彩色濾光片機台(ITO Sputter)抵台
	2005 年	全台首座 6 代 TFT-LCD 廠量產
	2006 年	併購廣輝電子 全台首座 7.5 代 TFT-LCD 廠量產
	2007 年	友達廈門模組廠量產
	2008 年	竭盡友達綠色承諾，進軍綠色能源產業
	2009 年	首度榮獲 2009/2010 Ocean Tomo 300®專利指數肯定 全台首座 8.5 代 TFT-LCD 廠量產
	2010 年	收購日本東芝移動顯示新加坡子公司 AFPD
	2011 年	斯洛伐克廠模組廠量產 全球第一家獲得 ISO 50001 驗證製造廠房 后里 8.5 代廠榮獲全球首座 LEED 白金級廠房認證
創新 加值	2012 年	榮獲全球第一張 ISO 14045 產品生態效益認證 獲頒 2012 年 SID 最佳顯示產品金質獎
	2013 年	后里 8.5 代廠榮獲全台首座綠建築廠房類鑽石級認證 發表全台首創廢水全回收技術 連續四年名列中國綠色公司百強榜
	2014 年	永續報告書榮獲台灣首家製造業 GRI G4 認證殊榮 設立星河能源股份有限公司，開創太陽能電廠營運新模式
	2015 年	龍潭廠區全台首座自主設計整合之製程用水全回收系統正式啟用
	2016 年	友達昆山 6 代 LTPS 廠量產 合併子公司台灣國際彩光 昆山 6 代 LTPS 廠成功點亮首片 5.5 吋 Full HD 面板
	2017 年	成立全球研發中心 (GRC, Global Research Center) 龍科廠太陽能電廠落成，為全台最大屋頂型太陽能電廠專案
	2018 年	Micro LED 及多項先進顯示技術獲「2018 SID 展會最佳獎」
	2020 年	全方位永續表現榮獲台灣永續企業獎 13 項大獎

2.4 公司規模

2.4.1 公司員工數

友達截至 2020 年共有 38,000 位員工，目前持續新增中。

2.4.2 公司據點

友達光電股份有限公司營運據點遍布台灣、中國大陸、日本、新加坡等全球各地。總部與分公司分別位於新竹及台北，而生產基地有華亞、龍科、龍潭、新竹、台中、后里、台南及高雄等地，共約十二個廠區。

表 2、友達廠房分布

臺灣	桃園	華亞	3.5 代廠、5 代廠
		龍潭	6 代廠
		龍科	4 代廠、5 代廠
	新竹	新竹	3.5 代廠
	台中	台中	5 代廠、6 代廠、7.5 代廠、8.5 代廠
		后里	8.5 代廠
	台南	台南	4.5 代廠、5 代廠、6 代廠
	高雄	高雄	5 代廠
中國	蘇州	蘇州	S01 代廠、S02 代廠、S06 代廠
	廈門	廈門	S11 代廠、S16 代廠
	崑山	崑山	6 代廠
新加坡	新加坡	新加坡	4.5 代廠

2.4.3 公司財務

友達光電股份有限公司資本額約 962 億元，2020 年合併營業額為新台幣 2709.6 億元，2021 年 1 月至 6 月合併營收為 1785.96 億元，較去年同期大幅增加 45.6%，主要係受惠於市場價格上漲以及出貨量增加所致。

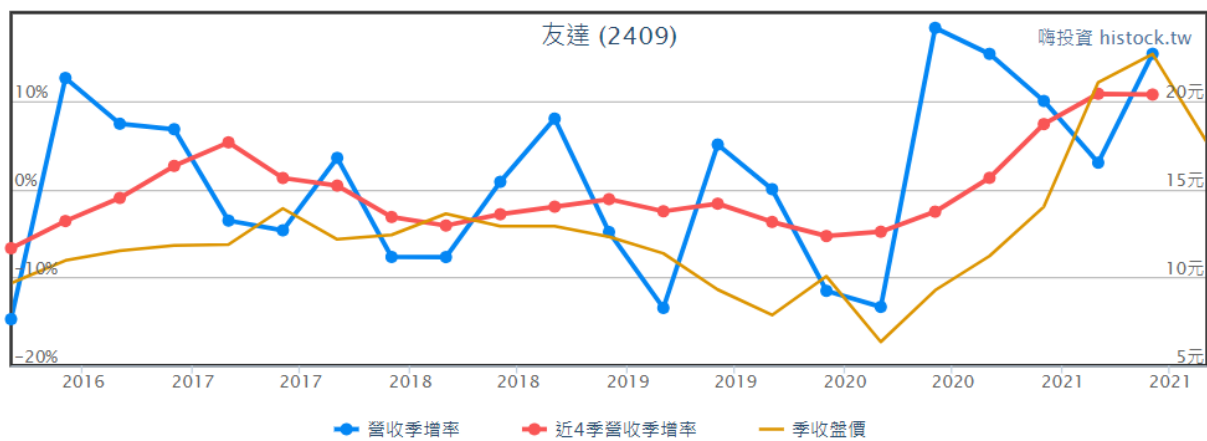


圖 2、友達營收季增率

2.5 公司組織架構

友達光電股份有限公司的組織架構分為股東大會、董事會、營運長、技術研發群、智慧製造群、顯示策略事業群、系統暨解決方案事業總部、供應鏈總部等各單位。如圖 16。

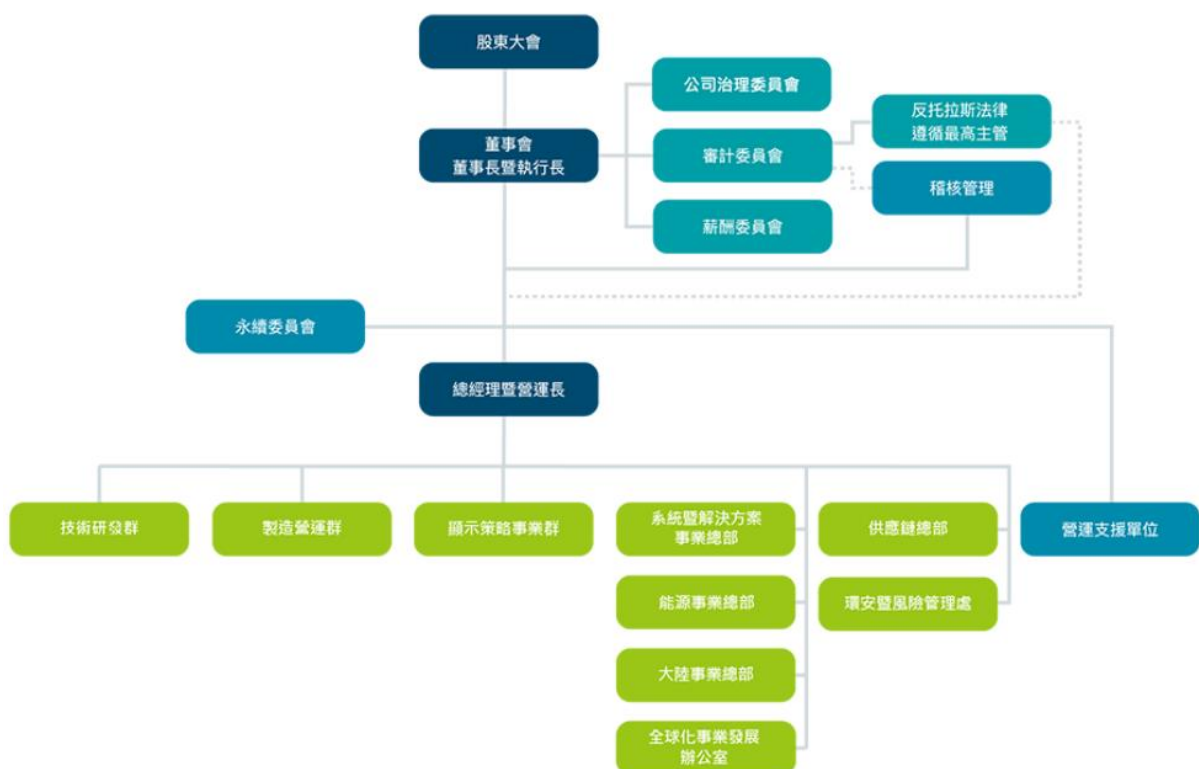


圖 3、友達光電組織架構

表 3、各主要部門所營業務

部門名稱	執掌
反托拉斯法律遵循總顧問	確保公司確實遵循國內外之反托拉斯相關法規，評估、降低反托拉斯有關風險並針對各類風險提出策略性的建議，為公司建立一套穩健與永續的反托拉斯遵循機制，以期能達到強化反托拉斯遵循與增進公司商業利益之長遠發展，兩者同時並進的目標。
稽核管理	內部稽核與作業流程管理。
技術研發群	顯示器先進技術研究發展及新產品之開發設計。
製造營運群	顯示器產品製程與製造規劃及管理，原物料與成品之計畫及管理。
顯示策略事業群	綜理電視、資訊、行動裝置及車用等顯示器事業單位，包括產品規劃、行銷、業務及客戶服務，並提供全方位智慧解決方案。
系統暨解決方案事業總部	提供零售、運輸及工業商業等場域的全方位智慧系統、解決方案服務及行銷。
能源事業總部	提供高效率太陽能模組、全方位電廠建置服務以及高度整合的能源管理服務平台。
大陸事業總部	綜理大陸地區顯示器事業區域市場發展、客戶開發及技術服務。
全球化事業發展辦公室	綜理日本、美國、韓國、歐洲等海外分公司顯示器事業區域市場發展、客戶開發及技術服務。
供應鏈總部	綜理採購、進出口等相關管理。
環安暨風險管理處	環安衛生及營運風險管理之研究與規劃。
營運支援單位	財務、法務、永續發展、人力資源、數位技術、營運資源管理、商業發展策略及新事業投資等。

2.6 公司成長與發展

隨著疫情推升遠距商機及宅經濟發酵，使面板業需求有所上升。根據 Omdia 初步調查，2021 年第二季 TFT-LCD 大尺寸面板出貨量排名，友達位居第三名，市占率約為 14%。而全球筆記型電腦面板、桌上型顯示器、車用面板出貨量廠商排名，友達皆維持在前三名內，數量分別為 23%、17%、13%。由上述可知友達光電產能穩定，公司仍然持續成長中。

經過 2001 年與 2006 年兩次合併，友達得以擁有製造完備大中小尺寸面板的各世代生產線。自 2008 年起進軍綠能產業，建構垂直整合的高效率太陽能價值鏈，致力提供客戶高效率太陽能解決方案，並從事矽晶錠、矽晶圓及太陽能電池模組的製造與銷售、參與電廠投資，提供全方位電廠開發、建置與維護管理服務。近年來，公司也陸續成立子公司跨足健康照護、水資源處理、虛實整合服務，多方位拓展事業體。

主要面板廠2021年筆電面板出貨預估			
面板廠	筆電面板出貨預估	面板廠	筆電面板出貨預估
京東方	7,550	惠科	1,050
友達	5,500	龍騰	950
群創	5,500	三星	500
LGD	4,200	華星光電	350
夏普	1,330	彩晶	340
資料來源：Omdia		單位：萬片 製表：袁顯庭	

圖 4、2021 年筆電面板出貨排名

車載面板供應商市占排名					
排名	面板廠	市占率	排名	面板廠	市占率
1	天馬	16.2%	8	龍騰	4.5%
2	J D I	15.0%	9	深超	3.1%
3	友達	13.4%	10	京瓷	2.6%
4	L G D	11.7%	11	彩晶	2.2%
5	京東方	10.5%	12	凌巨	2.2%
6	群創	9.8%		其他	2.9%
7	夏普	5.8%	資料來源：Omdia		
			製表：袁顯庭		

圖 5、2021 年車載面板市佔排名

監視器面板廠市占預估					
面板廠	市占(%)		面板廠	市占(%)	
	2021年	2020年		2021年	2020年
京東方	31	26	華星光電	9	4
LGD	22	21	惠科	7	1
友達	18	16	中電熊貓	2	7
群創	10	13	三星	1	12
資料來源：TrendForce			製表：袁顯庭		

圖 6、2021 年監視器面板市佔排名



圖 7、友達光電年營業額

2.7 SWOT 分析

2.7.1 優勢(Strengths)

- 擁有良好的生產能力與經驗

友達是世界上少數幾家能提供大、中、小完整尺寸產品線之 TFT-LCD 設計、研發及製造公司，友達工廠可生產出應用廣泛的 TFT-LCD 面板。

- 產品功能創新

友達在產品功能创新的部分積極投入，並結合了綠色環保的發展，使其產業在企業社會責任上更具有代表性。

2.7.2 劣勢(Weakness)

- 上游部分原料國內自給率仍不高

我國在 TFT-LCD 面板之上游原料，如玻璃基板之自給率仍低，且大部分原料之關鍵技術仍掌握在日商手中，因此部分關鍵原材料之掌握並不容易。

- 面板產品生命週期短

因應面板下游的如桌上型液晶顯示器、筆記型電腦螢幕、液晶電視類、數位相機、行動電話等產品汰換速度快速，而下游產業之需求狀況，直接影響本產業產品之需求。

2.7.3 機會(Opportunity)

- 產業趨於成熟，成本穩定降低

隨著 TFT-LCD 產業日趨於成熟階段，成本相對穩定下降。

- 景氣復甦，商機出現

2020 上半年雖受到新冠肺炎疫情衝擊，但隨著疫情推升遠距商機及宅經濟發酵，使面板業「因禍得福」。

2.7.4 威脅(Threats)

- 專業技術專業人才短缺

面板(TFT-LCD)產業科技人才短缺，然而據經濟部統計，國內每年大專院校畢業的光電業相關人員僅 1,000~2,000 人左右，但 TFT-LCD 產業對人才的需求卻遠遠高於每年的畢業人數。

- 受到紅色供應鏈競爭

台灣面板產業因為受到紅色供應鏈競爭，近年來面板產值大抵呈下滑趨勢，又因 2020 上半年更受到新冠肺炎疫情衝擊，面板產值大幅呈衰退。

表 4、友達 SWOT 分析

優勢(Strengths)	劣勢(Weakness)
● 擁有良好的生產能力與經驗 ● 產品功能創新	● 上游部分原料國內自給率仍不高 ● 面板產品生命週期短
機會(Opportunity)	威脅(Threats)
● 產業趨於成熟，成本穩定降低 ● 景氣復甦，商機出現	● 專業技術專業人才短缺 ● 受到紅色供應鏈競爭

2.8 實習廠區

此次實習位於桃園市龍潭區新和路 1 號(渴望園區龍潭廠)，從中原大學開車到龍潭廠約 30~40 分鐘，其中有一段山坡，路途較遙遠，雖有員工專車，但主要提供夜班使用。除了專車，友達還有提供員工宿舍及廠車，由於只有幾個特定廠區有宿舍，所以有需要的員工可以搭乘廠車至其他廠區。

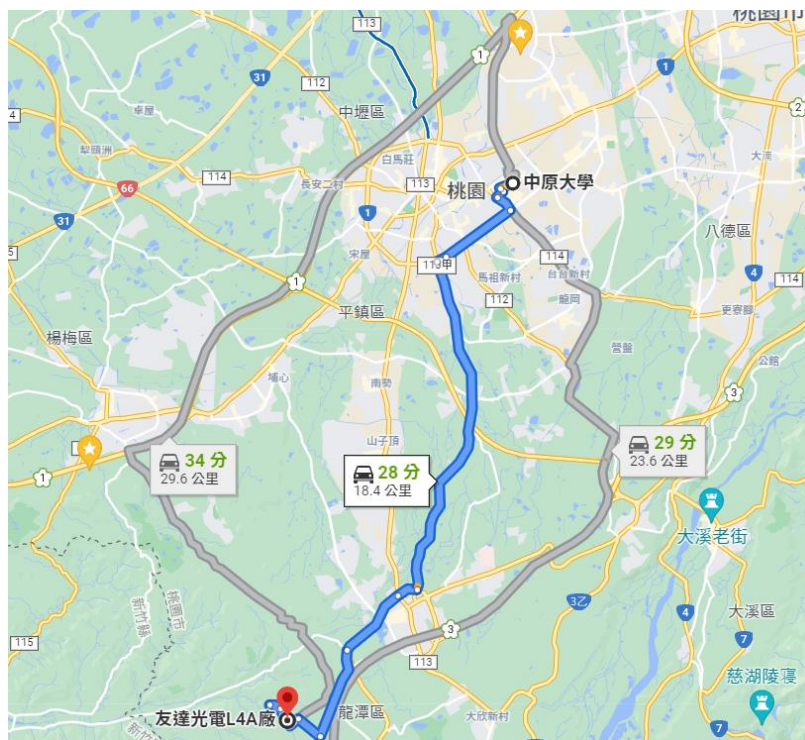


圖 8、中原大學到友達龍潭廠路線圖



圖 9、友達光電龍潭廠

參、產品 / 服務介紹

公司主要產品包括薄膜電晶體液晶顯示器(TFT-LCD)、低溫多晶矽(LTPS)、主動式矩陣有機發光顯示器(AMOLED)及一站式服務等解決方案。

3.1 TFT-LCD

薄膜電晶體液晶顯示器(TFT-LCD)全名為 Thin Film Transistor Liquid Crystal Display，是多數液晶顯示器的一種，採用薄膜電晶體技術來改善影像品質，產品應用於液晶電視、桌上型顯示器、筆記型電腦、手機、平板電腦、車載面板、投影機、消費性電子產品等。

TFT-LCD 面板主要由彩色濾光片(Color Filter, CF)、TFT 陣列(TFT Array)基板和背光模組(Backlight)三大部分所組成，如圖 10 所示。顯像方式為於 CF 上板與 TFT 下板間注入液晶層，再用紅、藍、綠(R/B/G)三種顏色的色阻成膜在 CF 玻璃上，以產生全彩效果，進而構成面板上的影像畫面

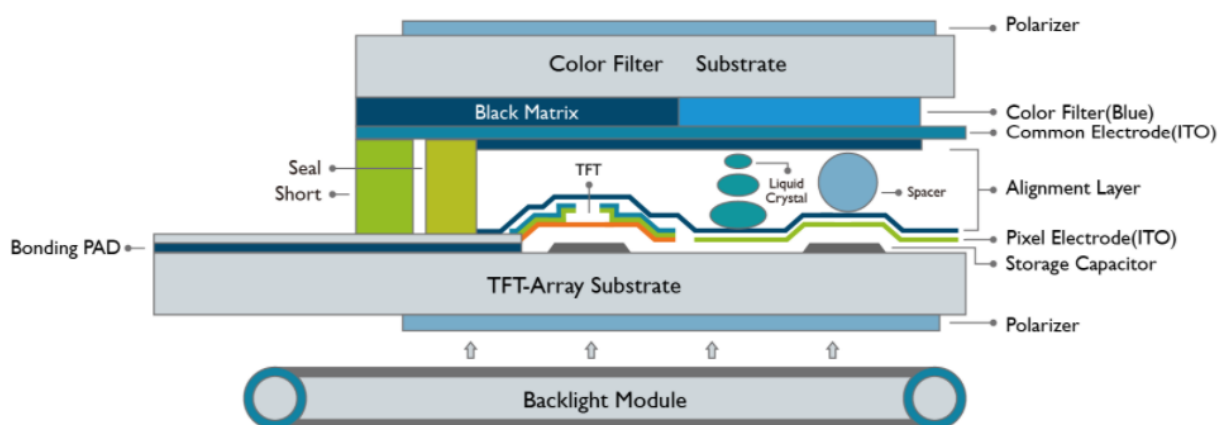


圖 10、TFT-LCD 原理及結構

3.2 LTPS

低溫多晶矽(LTPS)全名為 Low Temperature Poly-Silicon，是新一代薄膜電晶體液晶顯示器(TFT-LCD)的製造流程，與傳統非晶矽顯示器最大差異在於 LTPS 反應速度較快，且有高亮度、高解析度與低耗電量、輕薄、高遷移率等優點，主要應用在筆記型電腦、液晶顯示器、液晶電視、手機、汽車導航、手機遊戲等。

表 5、LTPS 四大特點

LTPS 四大特點	
低耗電及超高解析度	續航力長、畫質呈現佳
超窄邊框	螢幕比例大
超輕薄	攜帶方便、重量輕盈
高密度佈局	螢幕刷新率高

3.3 AMOLED

主動式矩陣有機發光顯示器(AMOLED)全名為 Active Matrix Organic Light Emitting Diodes，為顯示技術的發展趨勢之一。AMOLED 的特性為自發光，具備輕薄、省電、高對比、高色彩飽和度、廣視角及快速反應時間等優勢。主要用於智慧型手機，並繼續朝低功耗、低成本、大尺寸方向發展。

友達持續開發 AMOLED 技術及創新應用產品，除了智慧型手機應用外，友達充分發揮 AMOLED 超輕薄及低功耗等特性，推出一系列超高解析度的智慧手錶、頭戴式裝置等應用產品。

表 6、AMOLED 產品應用

智慧型手錶	頭戴式裝置
	
車用型面板	智慧型手機
	

3.4 一站式服務

友達光電透過資源垂直整合，採用友達晶材製造之高效單晶晶圓，並運用製造技術優勢，開發一系列具備高強化特性之高效能太陽能模組，為了提供客戶更完善的能源服務，友達整合建置太陽能系統所需之模組、零組件及智慧雲端監控平台，提供客戶高品質及高可靠度解決方案，以一站式服務突圍太陽光電市場。



圖 11、友達太陽能一站式服務

肆、公司空間介紹

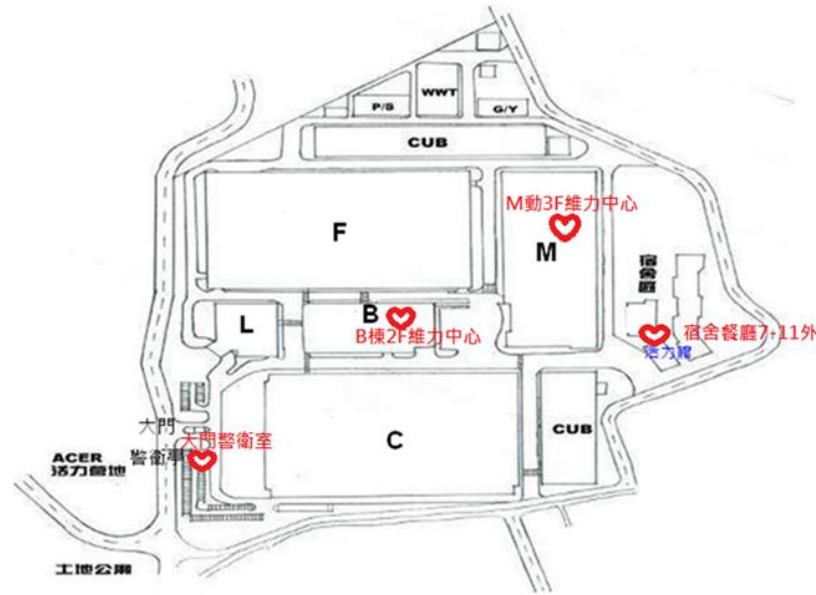


圖 12、友達龍潭廠配置圖

此次實習之活動範圍最主要在 L 棟 4F、B 棟 7F、宿舍這三個區域，偶爾因為實習專案需求，會到 F 棟的無塵室去觀摩。

4.1 L 棟

L 棟為主要工作的場所，每天刷卡進公司後手機相機機會自動鎖住，接著在一樓換室內拖鞋才能搭電梯，因為疫情關係，所以電梯、路線、樓層都有管制與分流，門口也都有酒精可以消毒，所以不用太擔心人群接觸。正常上班時間除了上廁所或裝水外，幾乎會在自己位置上坐一整天，並完成自己的工作內容。到了午餐時段可以走二樓的連接走廊，通往 B 棟的員工餐廳。

4.2 B 棟

B 棟 7F 主要為提供員工解決吃飯的場所，裡面有兩間便當店、一間麵店、一間 7-11 以及一間麵包店，員工可以透過現場排隊刷餐的方式選擇自己想要的美食，也可以透過友達的手機 APP 提前訂購想吃的午餐。實習生午晚餐各補助 50 元，不足費用會直接從薪資扣除，但在 7-11，除非是素食餐，不然只收現金不能刷餐，也沒有公司補助，不過員工有員工價，打折後還算划算。

到了晚餐時段，兩間便當店都會休息，剩下麵店、7-11 以及麵包店，如果太晚去刷晚餐的話剩下的食物選擇會比較少，所以建議可以早點去刷晚餐，過了晚上七點，麵包店就關了，麵店的食物也不多了。

4.3 宿舍

以龍潭宿舍舉例，房間備有基本設施（床墊、被子、枕頭、書桌、椅子、檯燈、鞋櫃、衣櫃、吹風機），公共設施含交誼廳(因疫情暫不開放)、健身房(因疫情目前僅供外籍員工使用)、洗衣房、販賣機等，無提供網路，需攜帶個人生活物品。宿舍分為 A、B 棟，B 棟供本地員工使用，A 棟供外籍員工使用。若是實習期間決定要住宿，只需申請登記，無需繳納任何費用。

宿舍內有 7-11、麵包店還有兩間偏異國口味的餐廳，晚上十點半餐廳還有提供免費消夜，有雞排、熱狗、豬肉煎餅等美味的食物，只需要帶員工正去刷餐即可。

因宿舍無提供網路，山上訊號也不是很好，所以經過兩個月的實習後，真心建議使用台灣大哥大>中華電信>台灣之星。

表 7、公司宿舍分配

工作廠區	華亞	龍潭	龍科	新竹	后里	台中	台南	高雄
宿舍	華亞	龍潭			后里	台中	台南	高雄



圖 13、龍潭宿舍 A 棟(右)、B 棟(左)



圖 14、龍潭宿舍衛浴



圖 15、龍潭宿舍內部



圖 16、龍潭宿舍書桌

伍、實習成員合照

5.1 實習單位介紹

友達光電龍潭廠實習生共八位，圖 17 與圖 18 為專題發表結束後的大合照。



圖 17、友達龍潭 A+ 實習生大合照(1)



圖 18、友達龍潭 A+ 實習生大合照(2)

陸、實習內容與進度

6.1 實習計畫表

表 8 為本次實習之預定與實際計畫表。

表 8、實習計畫表

週數	日期	實習內容
第一週	7/1~7/11	相關硬體及軟體套件之準備
第二週	7/12~7/18	專題資料之收集及分類
第三週	7/19~7/25	專題資料進行探勘及萃取
第四週	7/26~8/1	影像訓練及模擬建模
第五週	8/2~8/8	優化專題辨識之模型.
第六週	8/9~8/15	使用者介面之建立
第七週	8/16~8/23	落地測試及修正專題發表.
第八週	8/24~8/31	專題發表.

6.2 實習內容

本次實習內容題目為『玻璃切割機結合影像之應用』。根據現況可以發現在回收基板檢驗的過程中，全程是以人力進行手動切割，除了費時耗工之外，切割時也容易造成員工受傷，導致工安意外的發生，故想導入玻璃切割機，並透過學校所學之知識(如: 程式語言、半導體)使機台可以針對不同的基板進行自動切割，如此一來可以就省去人力以及降低工安意外的發生。

6.3 實習進度

由於在校所學與實習內容程度有落差，所以前期在收集資料及整理、吸收並萃取花了較長的時間，而後在影像訓練及建模花最多時間以及心力在撰寫程式碼，同時要邊找資料邊繼續測試，最後再進行逐步優化及整理，並從中抽取一些時間查詢使用者介面的撰寫方式，建立後座測試及修改。整個模型建立差不多後就開始進行落地測試，但因為版本及系統不同，所以在做落地測試時也花了一點時間，幸好趕在交稿前完成。

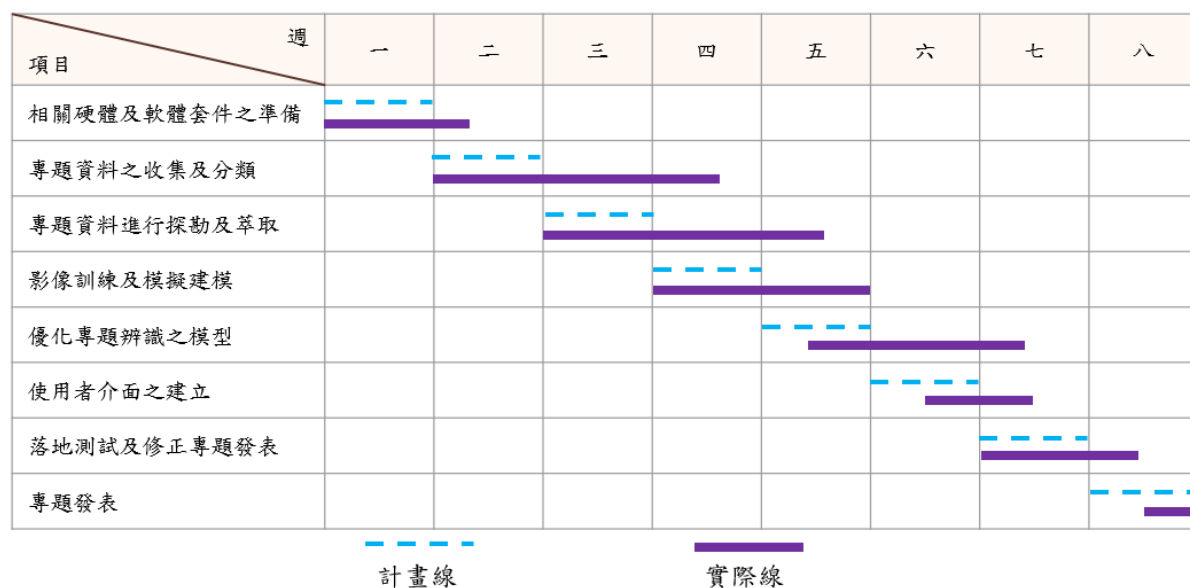


圖 19、實習實際進度

柒、改善專案介紹

7.1 何謂 SEM？

SEM (Scanning Electron Microscope) 掃描電子顯微鏡，通過用聚焦電子束掃描樣品的表面來產生樣品表面的圖像。SEM 影像對於 AUO 產品玻璃而言就如同 X 光片對於人體一樣，是作為定期性檢視健康度的一項指標，用於檢驗基板之瑕疵原因。

7.2 SEM 影像智慧辨識流程

整個 SEM 影像智慧辨識流程大概分為十個步驟，分別是線上 Q Lot、人工切片、填寫需求單、實驗室送樣、實驗室 SEM 量測照片存檔、SEM 影像網端資料夾、分類 SEM 影像、人員判讀、Key In Excel、繪製圖表分析。在 2020 年，填寫需求單、分類 SEM 影像、人員判讀、Key In Excel、繪製圖表分析皆從人工的方式改為自動化運作，於是此次專案報告主要從人工切片這個流程去做優化。



圖 20、SEM 影像智慧辨識流程

7.3 專案痛點盤查

7.3.1 純人工執行

人工切片又分成四個步驟，分別為將基板放置切割桌面、標記切割位置、利用鑽石刀進行切割、手動進行撥片，最後才能將撥好的片子送至實驗室分析，這整個過程中都依賴人工執行，當基板數量龐大時，就更為耗時費工，時間成本與人力成本也會上升。

7.3.2 存在工安風險

雖然人員在執行人工切片的流程時都有配戴護目鏡及手套，但在進行切割甚至是撥片的時候，還是會有玻璃噴濺的情形發生，尤其較厚且不易切割的基板，此時就有很大的機率導致人員受傷，造成工安意外。



圖 21、人員切割示意圖

捌、改善方法

本次專案是希望可以透過玻璃切割機自動切割玻璃，但玻璃型號不同，切割方式也就不同，如果想要讓機器分辨型號並自動切割就必須找出基板的共同點，經過討論後發現，讓機器透過辨識基板上的編號就可以推算出切割的方式，最後請同仁幫忙收集裁切後的編號玻璃片，解決基板型號不同的問題。

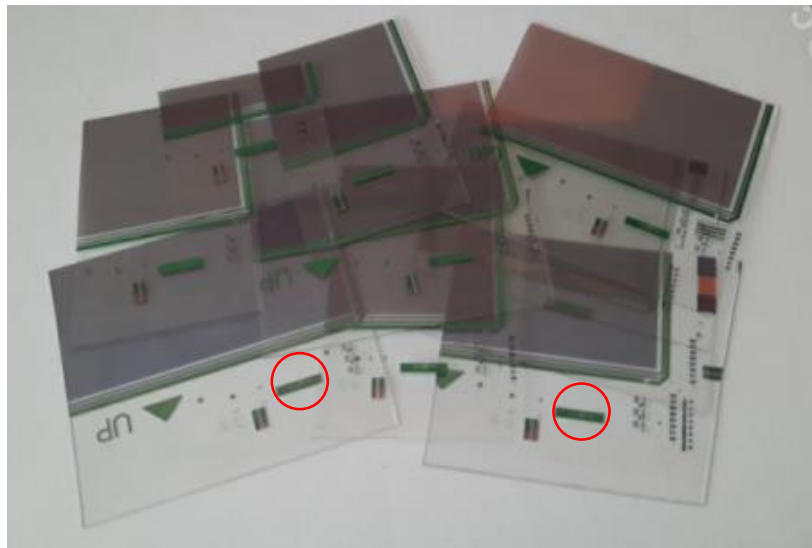


圖 22、切割後的基板

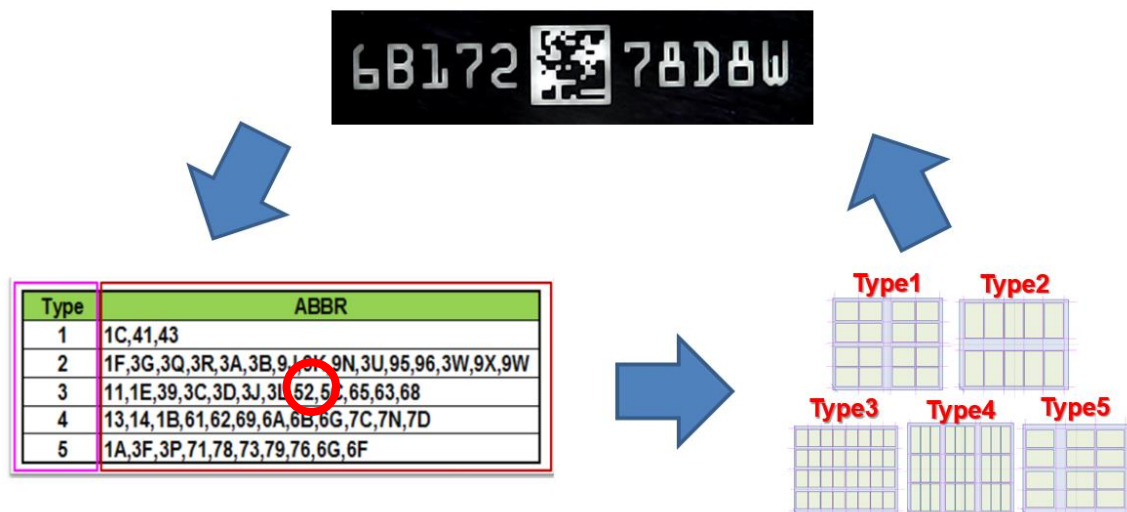


圖 23、編號與切割模式示意圖

8.1 專案改善流程

專案改善流程分為三大步驟，分別是影像資料擷取、字元辨識、模型建立。

表 9、專案改善流程

改善流程	面臨問題	解決方法
影像資料擷取	資料變異性大	1. 使用固定式顯微鏡 2. 白底強化影像特徵
字元辨識	字元辨識工具選擇	1. ABBYY FineReader 2. Tesseract OCR 3. EasyOCR
模型建立	1. 字元誤判 2. 多餘 2D code	1. 採用影像前處理技術 2. 剪裁與合併刪除多餘字元

8.2 影像資料擷取

8.2.1 影像擷取變異性大

一開始拍攝裁切下來的玻璃片時，因為是使用手持式顯微鏡，所以拍攝出來的影像會有過暗、過亮、模糊甚至是被裁掉的情況發生，除此之外有玻璃屑屑殘留或背景模糊也都會導致辨識失敗，於是經過幾番討論後決定採用固定式顯微鏡來做影像擷取。

固定式顯微鏡可以解決手持式顯微鏡拍攝所發生的問題，例如手持式顯微鏡會因為拍攝的角度不同或焦距不同而導致影像模糊或過暗、過亮的問題，而固定式顯微鏡本身帶有白色光源，且焦距可以固定、保持不變，同時又可避免手抖等人為因素，所以最後統一使用固定式顯微鏡。

表 10、變異性過大

過暗	過亮	影像模糊
		
背景模糊	殘留玻璃屑	被裁掉
		



圖 24、固定式顯微鏡

8.2.2 白底強化影像特徵

接續上述所說，雖然最後統一使用固定式顯微鏡收集影像，但是影像依舊不清楚，經過一再地嘗試後發現白底可以使影像更清晰，於是在固定式顯微鏡的平面處貼上一張白紙，並將編號玻璃片放置白紙上完成影像擷取。



圖 25、黑底白底比較示意圖

8.3 字元辨識

8.3.1 光學字元辨識

光學字元辨識（Optical Character Recognition，OCR）是指對文字資料的圖像檔案進行分析辨識處理，取得文字及版面資訊的過程。

由於玻璃片上的編號型號並不是一般常見的字型，所以在選擇辨識工具時需要特別注意是否有提供自有模型訓練的功能，因為特殊字型必須透過深度學習來使機器學會辨識內建語言包以外的字型。而此次專案選擇三個字元辨識工具分別為 ABBYY FineReader、Tesseract OCR、EasyOCR 進行探討與比較，如表 6。

8.3.2 ABBYY FineReader

ABBYY FineReader 支援自有模型訓練功能且適用於所有系統，內建語言包的數量也是三者中最多的，但因需要付費，又此次專案是辨識特殊字型，所以內建語言包的數量多寡並不會有太大的影響。

8.3.3 Tesseract OCR

Tesseract OCR 支援自有模型訓練功能且適用於所有系統，也不需任何費用，最重要的是有支援自有模型訓練，可以針對特殊字型建立模型。

8.3.4 EasyOCR

EasyOCR 較適用於辨識廣告刊版、海報上的印刷體，雖然免費，但在系統及硬體上的需求也較嚴格，最重要的是不支援自有訓練功能，所以不考慮。

表 11、字元辨識工具比較表

	ABBYY FineReader	Tesseract OCR	EasyOCR
費用	須付費	免費	免費
適用 OS 系統	Windows/MacOSX/Linux	Windows/MacOSX/Linux	Linux
硬體需求	CPU	CPU	GPU
內建語言包	186	120	80
自有模型訓練功能	支援	支援	不支援
使用難易度	中等	易	中等
選擇工具		V	



圖 26、辨識工具

8.4 模型建立所面臨的問題

8.4.1 字元誤判

由於基板上的編號為特殊字元，所以用內建語言包辨識字元就會發生誤判的情況，此時就需要使用自有模型訓練功能使機器學習辨識特殊字元，經由表 10 的比較後，決定採用 Tesseract OCR，而其自有模型訓練功能是搭配 jTessBoxEditor 修正工具去做字元錯誤修正，最後將所做的修正建成一個新的語言包，再丟進原本內建語言包的資料夾裡即可。

除了指定使用新建語言包做辨識之外，還可以透過指定白名單(指定特殊字元)來提高辨識率，這是因為基板上的編號含數字的 0~9 以及 24 個大寫英文字母，不會有大寫 I 與 O，所以建立白名單可以提高辨識率，如此一來就可以解決字元誤判的問題了。



圖 27、字型差別示意圖

8.4.2 影像模糊導致辨識錯誤

在進行影像辨識時很有可能因為之前手觸摸到編號的位置而殘留紋路，或者在切割時留下玻璃屑屑，這些都會導致影像模糊及辨識失敗，這時可以透過以下幾種影像前處理降低模糊的程度，進而提高辨識率，解決辨識錯誤的問題。

8.4.2.1 高斯模糊

高斯模糊 (Gaussian Blur)，也叫高斯平滑，是在 Adobe Photoshop、GIMP 以及 Paint.NET 等圖像處理軟體中廣泛使用的處理效果，通常用它來減少圖像雜訊以及降低細節層次。這種模糊技術生成的圖像，其視覺效果就像是經過一個半透明螢幕在觀察圖像。

高斯平滑可用於電腦視覺演算法中的預先處理階段，以增強圖像在不同比例大小下的圖像效果。從數學的角度來看，圖像的高斯模糊過程就是圖像與常態分布做卷積，圖像與圓形方框模糊做卷積將會生成更加精確的焦外成像效果。由於常態分布又叫作「高斯分布」，所以這項技術就叫作高斯模糊，對於圖像來說就是一個低通濾波器。



圖 28、高斯模糊示意圖

8.4.2.2 二值化反轉

二值化（Binarization）是圖像分割的一種最簡單的方法。二值化可以把灰度圖像轉換成二值圖像。把大於某個臨界灰度值的像素灰度設為灰度極大值，把小於這個值的像素灰度設為灰度極小值，從而實現二值化。

本次專案使用的是二值化反轉，也就是將二值化完的圖像進行黑白色反轉，因為根據測試結果發現白底黑字的辨識成功率比黑底白字還要高，且影像也更為清晰，如此一來就可以提高辨識率。



圖 29、二值化示意圖

8.4.2.3 膨脹與侵蝕

膨脹與侵蝕為一種形態學處理，可利用運算去除雜訊以及達到連接破碎前景物的功能，其主要是用二值化影像的膨脹(dilation)與侵蝕(erosion)的組合達到消除雜訊的目的。

侵蝕(erosion)為利用適當的結構元素將不必要的元素去除掉。運算結果會使影像看起來收縮，所以此運算稱為侵蝕。

膨脹(dilation)是用來做隙縫的填滿，利用適當的結構元素即可將間隙填補起來。運算結果會使影像看起來擴大，所以此運算稱為膨脹運算，

以本次專案做舉例，如圖 24，白色圓點為要辨識的字元，線條為玻璃屑屑或殘留紋路，此時先透過侵蝕，使噪點(紋路、屑屑)消失，再利用膨脹將縮小的字元放大，這樣便可以提高辨識成功率。

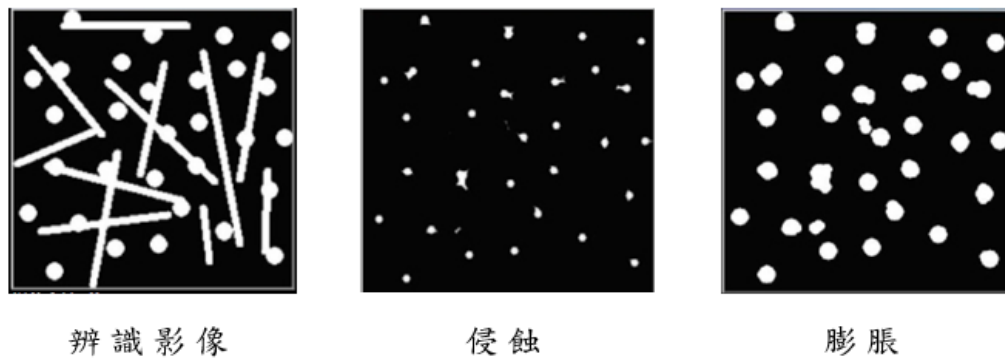


圖 30、侵蝕與膨脹示意圖



圖 31、影像前處理實際操作圖

8.4.3 多餘的 2D Code

如圖 32，因為機器在辨識字元時會將中間的 2D Code 視為一個字元並與其他字元一起辨識，這會導致原本十碼的編號變成十一碼，所以在影像處理後必須利用裁切與合併的方式去除中間的 2D Code，才不會造成辨識錯誤。



圖 32、原始影像

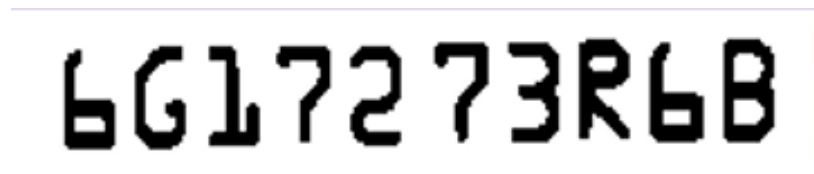


圖 33、最終影像

玖、評估方式或數據分析

9.1 準確度探討

評估方法為十個字元須皆辨識正確才算對，否則錯一個字元就算錯；測試方法為每收集固定數量的編號玻璃片後就會進行一次測試，總共五次。每次測試的順序皆不同，從樣本中隨機抽取並辨識，直到全部抽取完畢即完成。

表 12 為在無任何影像前處理下使用內建語言包進行字元辨識

表 12、使用內建語言包

辨識次數	辨識個數	原有模型答對率	準確度
第一次	91	21/91	23.07%
第二次	93	19/93	20.43%
第三次	97	24/97	24.74%
第四次	101	20/101	19.8%
第五次	102	22/102	21.57%
平均準確率	21.92%		

表 13 為在無任何影像前處理下使用自建語言包進行字元辨識

表 13、使用自建語言包

辨識次數	辨識個數	原有模型答對率	準確度
第一次	91	69/91	75.82%
第二次	93	70/93	75.27%
第三次	97	82/97	84.54%
第四次	101	84/101	83.17%
第五次	102	83/102	81.37%
平均準確率	80.03%		

表 14 為使用 8.3.2 三種影像前處理法搭配自建語言包進行字元辨識

表 14、使用影像前處理搭配自建語言包

辨識次數	辨識個數	原有模型答對率	準確度
第一次	91	86/91	94.51%
第二次	93	86/93	92.47%
第三次	97	89/97	91.75%
第四次	101	92/101	91.09%
第五次	102	93/102	91.18%
平均準確率	92.20%		

表 15 為影像前處理搭配自建語言包並清除 2D Code 再進行字元辨識

表 15、使用影像前處理搭配自建語言包、清除 2D Code 辨

辨識次數	辨識個數	原有模型答對率	準確度
第一次	91	90/91	98.90%
第二次	93	92/93	98.93%
第三次	97	97/97	100%
第四次	101	100/101	99.01%
第五次	102	101/102	99.02%
平均準確率	99.17%		

9.2 成效探討

每課一週大約花費 4 小時，預估改善後時間砍半，一個月可以節省 8 小時，L4A 全廠區共八個課，每月共節省 64 小時。以人力計算，一年可省下 36.5 萬元的人員費用。

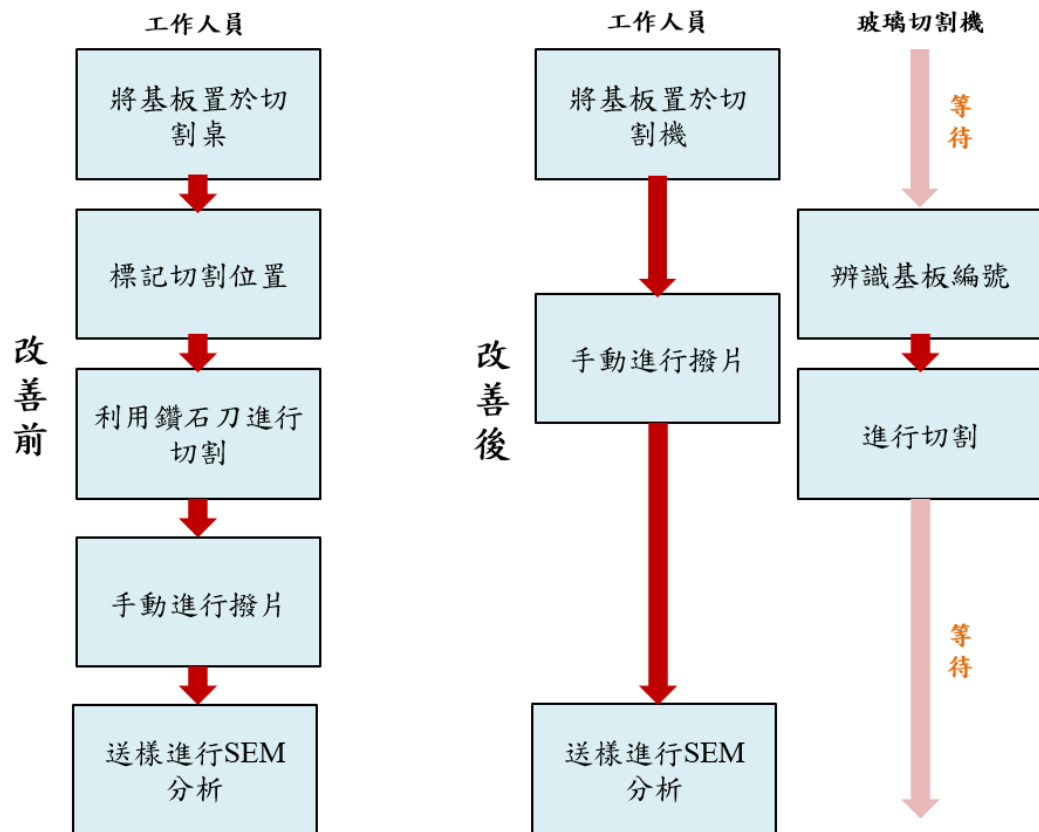


圖 34、改善前後對照圖

拾、結論

10.1 結論

本次實習內容題目為『玻璃切割機結合影像之應用』。根據現況可以發現在回收基板檢驗的過程中，全程是以人力進行手動切割，除了費時耗工之外，切割時也容易造成員工受傷，導致工安意外的發生，故想導入玻璃切割機，並透過學校所學之知識(如: 程式語言、半導體)使機台可以針對不同的基板進行自動切割，如此一來可以就省去人力以及降低工安意外的發生。

在人工切片要導入自動切割機須找出基板共通點，也就是基板編號，為了因應基板編號為特殊字元，本次專案利用深度學習使機器能夠自動辨識，其中須先收集資料才能進行分析，除了統一擷取方式避免影像變異性過大之外，還採用三種影像前處理的技術，分別是高斯模糊、二值化反轉以及侵蝕與膨脹，以利於降低影像噪點，再清除影像中的 2D Code，並進行一次又一次的優化及參數調整，最終完成此份專案報告。

10.2 未來展望

本次專案是採用大型自動切割機切割玻璃，因應不同的基板其型號不同，切割模式也不同，公司在未來可能會增加新的型號，此時就需要一個方法來解決新型號的問題，故在本次專案的最後新增一個使用者介面，此介面除了可以供人員做二次確認，避免機台失誤，還可以直接從介面新增新的型號及切割型態，無須對程式做任何的撰寫或修改，使人員工作起來更方便。

操作流程如圖 27，當顯微靜已到基板編號正上方，按下 Capture Frame 按鈕即可擷取影像，再按下 Start OCR 按鈕，機器就可以自動辨識編號並顯示在畫面上，Glass ID 即為基板編號，Type 即為切割型態，機器會根據 Glass ID 的前兩碼(即為 ABBR) 來找出相對應的 Type，若機器辨識出的 ABBR 未被列入在名單內，則會顯示錯誤視窗，此工作人員就可以直接透過右下方的 Add 新增新的 ABBR 與其對應的 Type。

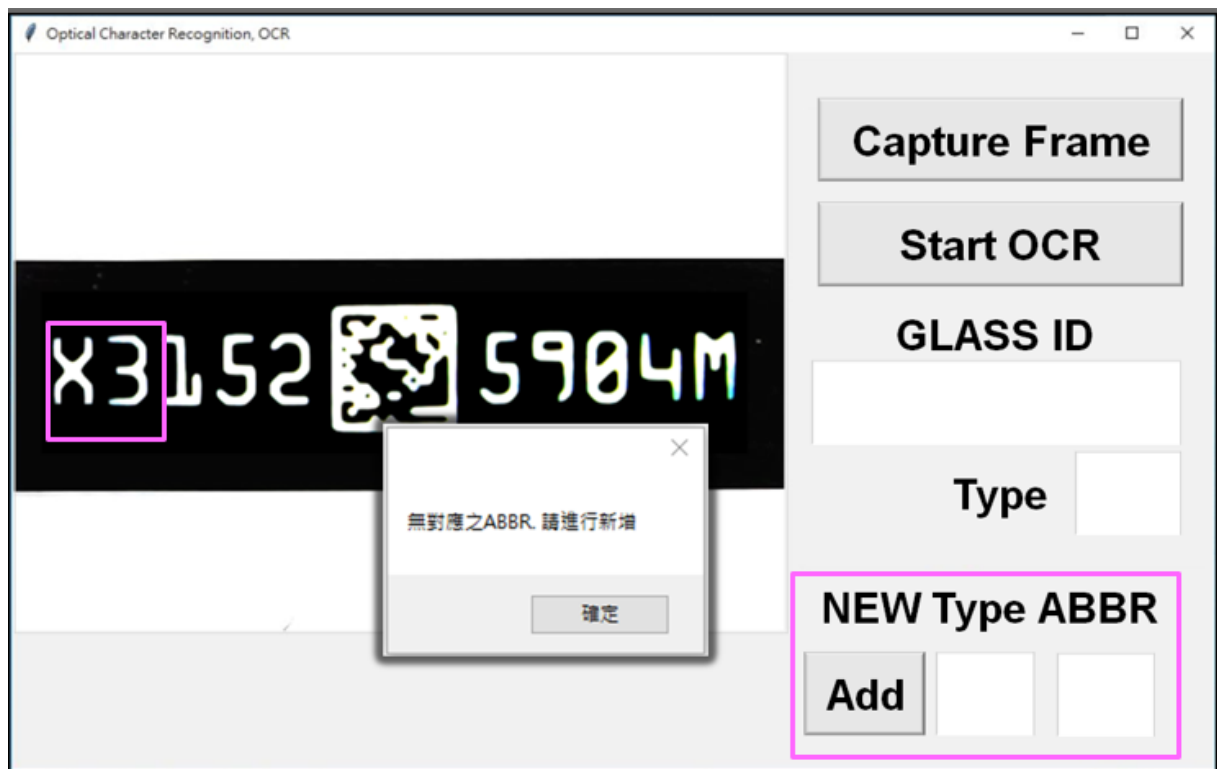


圖 35、使用者介面示意圖

10.3 心得與建議

這兩個月的實習內容實在是太太太難了，這期間花最多心力的就是找資料以及撰寫程式，雖然壓力超級無敵大，因為很怕丟中原工工的臉，但是我還是撐過來了。當然這兩個月也有很多開心的時候，也認識很多人才，也一起出去打羽球跟吃消夜，最重要的是住宿舍真的很方便，而且不收水電費。總而言之，這兩個月有很多難過也有很多開心的事，我也成長了很多，也更知道自己要往哪個方向走。收穫滿滿！

參考資料

- 范原銘，2001 年，液晶顯示器專題-LTPS 現況及未來展望，科儀新知，
<https://www.tiri.narl.org.tw/Files/Doc/Publication/InstTdy/126/01260250.pdf>

附錄一、產業實習回函

產業實習回函

班級： 工業三甲 姓名： 吳沛臻 學號： 10724143

導師簽名： _____

致： 中原大學 工業與系統工程學系

☐ 本公司樂於提供下列實習工作機會(請於大項或次項方格內打勾)

☐ 工業工程與管理

- | | |
|--|---|
| ☐ 工作合理化與簡化 | ☒ 工作方法與工具改善成果 |
| ☐ 經營目標及組織之研討 | ☐ 人力資源管理 |
| ☐ 組織活動或管理〔如：目標管理、無缺點計劃、或特殊管理方法〕 | ☐ 管理情報設立及運用 |

☐ 產品及製造技術

- | | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|
| ☐ 產品種類、規格及標誌 | ☐ 工作機械之種類及廠牌 | ☐ 一般製造方法 |
| ☐ 產品原理 | ☐ 工作機械 | ☐ 特殊製造方法 |
| ☐ 產品市場 | ☐ 製造流程 | ☐ 原料之來源 |

☐ 品質管制與現場管理

- | | | |
|--|-----------------------------------|--------------------------------|
| ☒ 品質管制 | ☐ 品質工程 | ☐ 品質管制度 |
| ☒ 品質管理資訊 | ☐ 品質改善活動 | ☐ 檢測技術 |
| ☒ 可靠度工程 | ☐ 維護度工程 | ☐ 統計分析 |
| ☐ 流程管理 | ☐ 其他 _____ | |

☐ 設施規劃

- | | | |
|---------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| ☐ 設施策略規劃 | ☐ 物料搬運系統 | ☐ 醫療與急救設施 |
| ☐ 廠址選擇 | ☐ 通風照明 | ☐ 環境評估與污染防治 |
| ☐ 物料搬運機具 | ☐ 機械防護與安全措施 | ☐ 設施之細部佈置 |

☐ 生產管理與物料管理

- | | | |
|-------------------------------------|---|-----------------------------------|
| ☐ 工作研究 | ☐ MRP 制度建立 | ☐ 產銷配合 |
| ☐ 生產線平衡 | ☐ 倉儲驗收與發料程序 | ☐ 半成品及成品儲放 |
| ☐ 計劃管理 | ☐ 機具工具之維護 | ☐ 廢料及呆料之處理 |
| ☐ 進度管理 | ☐ 倉儲之佈置 | ☐ 生產排程之建立 |
| ☐ 現場管理：物管之配合 | ☐ 物料採購與安全庫存制度之建立 | ☐ 工業安全 |

☒ 電腦化/自動化/資訊系統

- | | | |
|---|--|---|
| ☒ 系統分析規劃 | ☐ 網路規劃 | ☒ 電腦化應用 |
| ☒ 製造資訊系統 | ☐ 供應鏈軟體系統 | ☒ 資料庫應用 |
| ☒ 電腦化生產排程 | ☒ 電腦模擬 | ☐ CAD/CAM |
| ☒ 現場監控系統 | ☒ CIM | ☒ 控制系統 |

☐ 醫務管理

- | | | |
|---------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| ☐ 工作設計 | ☐ 流程分析 | ☐ 作業工時研究 |
| ☐ 醫療資訊系統 | ☐ 醫療品質促進 | ☐ 醫療資訊統計分析 |
| ☐ 績效管理 | ☐ ISO 系統 | ☐ 其他 _____ |

☐ 其他與工業工程有關之作業

☐ 說明之：

名 額： 1 勞保、住宿或交通：勞保、健保、團保
津 貼： 26,500 特殊訓練及要求：GOLF 學用接軌線上課程

公司名稱： 友達光電股份有限公司

聯絡人： Carolyn Kung

地址：新竹市力行二路 1 號

聯絡人： Carolyn Kung

回覆與諮詢專線：03-2654403(徐妮璧 小姐)

44P003-011

傳真：03-2654499 地址：32023 桃園市中壢區中北路 200 號

附錄二、產業實習計畫

工業與系統工程學系產業實習計畫表

姓名：吳沛臻		學號：10724143	
公 司 資 料	公司名稱：友達光電股份有限公司		
	公司地址：桃園市龍潭區渴望園區新和路1號		
	聯絡人電話：(03)5008800*7599		FAX：
	聯絡人 e-mail：carolyn.kung@auo.com		
	與實習有關之產品：暫未確定。		
實 習 主 題	項目：玻璃切割機結合影像之應用		
	選定理由(動機)： 針對痛點出發及思考。 現況描述：以人力進行手動切割，除費時耗工，切割時也有造成人員受傷之風險。 思考改善：導入玻璃切割機，並期望針對不同切割數由影像辨識自動判定 回控機台自動切割行程，完成相對應之切割數量。		
	預期達到之目標： 以 Python 程式語言進行影像辨識 (使用 tesseract-ocr 進行文字辨識或 YOLO 進行影像分類)。 回控玻璃切割機進行不同產品對應之切割數。		
	預期之困難：(1) 辨識資料不足，訓練辨識率不夠高，可能造成誤判。 (2) 涉及回控硬體之技術，時間不夠充裕而無法完成。		
	準備事項(書籍、工具等)：Python、及網路相關爬文		
實習時間：預計 7/1-8/31			
預定進度表 (以週為單位/至少 6 週=240 小時)			
一	相關硬體及軟體套件之準備	六	使用者介面之建立
二	專題資料之收集及分類	七	現場使用回饋及修正專題發表。
三	專題資料進行探勘及萃取	八	專題發表。
四	影像訓練及模擬建模	九	
五	優化專題辨識之模型。	十	
實習公司指導人簽名：林媽堯		導師簽名：	

請務必詳細填寫，並於 6/4 (五) 17:00 前繳交至系辦公室。