

# 米粒外觀特徵檢測機研製<sup>1</sup>

何榮祥<sup>2</sup>、萬一怒<sup>3</sup>、林建銘<sup>4</sup>、洪梅珠<sup>5</sup>

## 摘 要

本項研究工作與國立中興大學生物產業機電工程學系萬一怒教授合作，以萬教授所發展之稻米品質自動檢測分級系統為基礎，進行機械結構改良，將機構小型化，開發實驗室使用小型稻米外觀品質檢測設備，除了可以量測稻米外型特徵外，並加強原有之分析能力與解析度，使可進一步檢測分析白米透明度及米粒心白、腹白、背白等白堊質面積比等量化參數，提升其運用範圍。檢測機機械結構運作以可程式邏輯控制器(PLC)控制，影像分析軟體以微軟公司Visual Basic程式語言配合Matrox公司所提供之Matrox Imaging Library 影像開發工具進行開發，目前已完成半自動與全自動機型各一種，作業效率每分鐘分別為60~80顆與100~120顆，檢測機整體功能已經達預設目標。

**關鍵字：**稻米品質、影像處理、自動量測。

## 前 言

米粒外觀所呈現的許多特性，例如米粒長、寬、形狀、心白、腹白、背白、色澤等，會因品種與栽種管理的不同而呈現顯著的差異，這些特性可以作為稻米品質檢測與品種分類的重要依據<sup>(1,2,3)</sup>。傳統以人工逐一測量法相當費時且誤差極大，而且人工判讀主要侷限外型大小，對有關心白、腹白、背白等色澤因子則難以進行有效量化；電腦影像辨識是一種非破壞性的檢測，不但能提供客觀快速之檢測結果，對色彩的辨識更具有極高之鑑識能力，可以取代傳統以人眼睛與大腦的主觀檢測，在國內外已經有運用於穀物外觀檢測之實例<sup>(4,5,6,9)</sup>。本項研究工作與中興大學生物產業機電工程學系萬一怒教授合作，以萬教授所發展之稻米品質自動檢測分級系統為基礎，進行機械結構之改良，將檢測機構小型化，期應用於實驗室小樣本之檢驗分析工作，以降低檢測誤差與節省人力，並提高作業效率。

---

<sup>1</sup> 行政院農委會台中區農業改良場研究報告第 0646 號。

<sup>2</sup> 行政院農委會台中區農業改良場副研究員。

<sup>3</sup> 國立中興大學生物產業機電工程學系教授。

<sup>4</sup> 世源自動化科技有限公司專案經理。

<sup>5</sup> 行政院農委會台中區農業改良場研究員兼秘書。

## 材料與方法

本研究主要使用設備有(1).彩色CCD攝影機：SONY XC-711，可輸出NTSC複合彩色視訊與R、G、B視訊。(2).Matrox Corona彩色影像擷取卡：本影像擷取卡可擷取NTSC/PAL、RGB及一些非標準訊號影像。(3).白光LED光源：Kyoto Denkiki Co., Ltd. Japan出品KDAM-30/30W白光平面型光源。(4).個人電腦：Pentium III/1G Hz。(5).軟體發展工具：影像分析程式採用微軟公司之Visual Basic程式語言，配合Matrox公司所提供之Matrox Imaging Library影像開發工具進行開發。(6).自行設計檢測機半自動及全自動型各一種。

## 機械構造與原理

半自動型(外觀如圖一)，機體大小不含電腦設備為500x470x640 mm，影像分析用電腦另於外部串接，操作時需配合人工以手動方式進料，系統不具分級功能，整個檢測機分為(1).米粒進料與定位機構(圖二)：採用手動方式將待檢測之米粒樣本先行填佈於一小型盛盤，盛盤上有4排，每排5個，計20個小孔置放米粒，填佈完成後之米粒盛盤再推入檢測平台中之定位點，進入定位點後之米粒盛盤再交由導螺桿推動及定位於CCD下方等待取像。(2).光學影像讀取機構(圖三)：以彩色之CCD攝影機讀取米粒之影像，打光系統以PHILIPS 13W PL燈為光源，光源分上、下兩組，分置於取像區上下側面45度位置，光源外設有遮光罩，利用遮光罩之旋轉，以控制光源之開啓與關閉並依序動作。操作時光源系統需先預熱，以取得穩定之色溫；上光源以反射光讀取米粒之外型參數，下光源則提供透射光供讀取米粒心、腹、背白之分佈及所佔米粒大小之百分比。彩色CCD攝影機一次可同時取得一個盛盤上20粒之米粒影像，並將影像資料交由電腦運算處理。(3).影像數值化與判讀系統程式：本系統程式乃由中興大學生物產業機電工程學系萬一怒教授就其發展完成之糙米外觀檢測系統再進一步發展而成，加強原有之分析能力與解析度，以及利用透射光分析白米透明度及米粒心白、腹白、背白等白堊質面積比等量化參數。(4).系統操作程序自動化控制機構：以可程式邏輯控制器(PLC)對每一動作及流程進行編碼，使依序進行進料、定位、上方打光、CCD讀取反射光、下方打光、CCD讀取透射光及出料等動作。



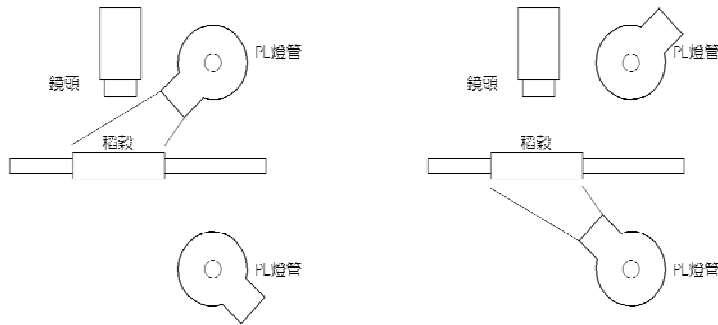
圖一、半自動型檢測機外觀。

Fig. 1. Semi-automatic inspection machine.



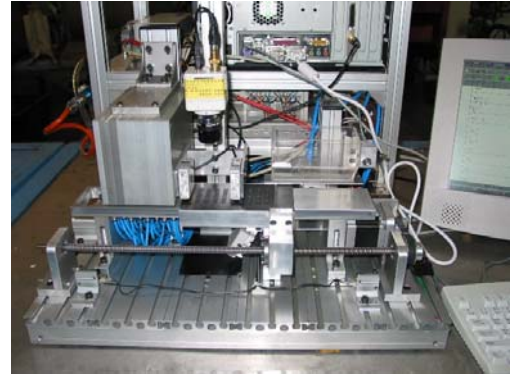
圖二、半自動型米粒進料與定位機構。

Fig. 2. Inlet and position unit, semi-automatic inspection machine.



圖三、半自動型光學影像讀取機構。

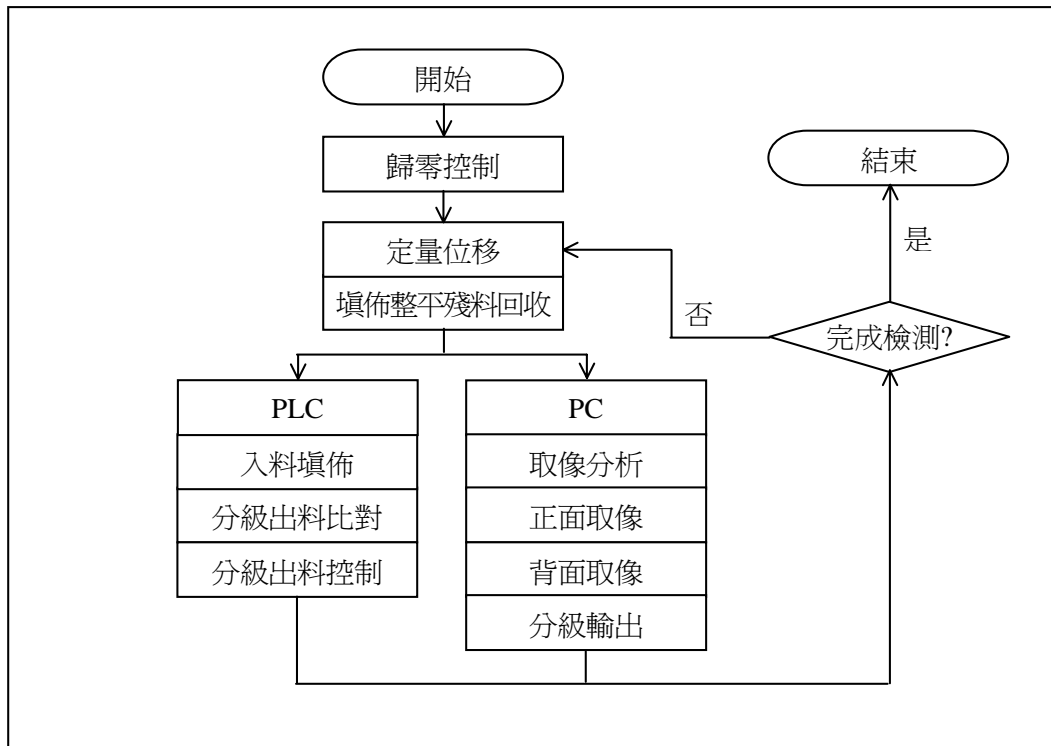
Fig. 3. CCD vision unit, semi-automatic inspection machine.



圖四、全自動型檢測機外觀。

Fig. 4. Full-automatic inspection machine.

全自動型(外觀如圖四)，具有自動進料與將檢測判讀後之米粒自動分級之功能，其操作流程如圖五。整個系統分為(1).米粒送料與定位機構：自動進料系統與米粒檢測盛盤運動方向垂直，採批次進料，每一盛盤設置9排每排8個共72小孔裝載米粒，米粒裝載完成後，盛盤以步進馬達進行驅動輸送與定位。(2)光學影像讀取機構：彩色CCD取像系統以平面型白光LED為光源進行打光，光源分上下兩組，當待區域進入檢測區並完成定位後，上方LED光源先開啓，待CCD取得反射光影像後，上方LED光源關閉，接著下方LED光源開啓，CCD再次擷取透射光影像，所取得之兩次影像載送交影像分析程式運算，影樣擷取系統每次取3排計24顆稻穀影像；(3)影像數值化與判讀系統程式：影像分析程式採用微軟公司之Visual Basic程式語言配合Matrox公司所提供之Matrox Imaging Library影像開發工具進行開發，系統採用自動化的影像二值分割處理，將稻米外觀加以量化計算，包含米粒面積、週長、長短軸比、白堊值比、胴裂、心、腹、背白面積等特徵參數，所有參數又有正向打光與背向打光，而正背光同步檢測機制可以大幅提昇影像解析的精準度。量化後的參數資料可立即進行線上計算與基本統計，也可將資料存成檔案以進行外部統計軟體分析。(4)米粒分級系統：取得稻米影像參數分析後，將訊號通知分級系統，再利用壓縮空氣配合高速噴嘴進行分級，分級系統共分5級，機械結構部分採模組化設計，可根據使用者需求增減，在秈稻、梗稻等不同外型稻米檢測轉換時，使用者僅需更換米粒盛盤即可，無須進行其他調整與校準。(5)系統操作程序自動化控制機構：機械自動化控制模組部分利用RS232配合SYSMAC WAYS 通訊控制模組與可程式邏輯控制器(PLC)做外部連結控制，利用導螺桿與步進馬達配合，依序進行進料、定位、上方打光、CCD讀取反射光、下方打光、CCD讀取透射光及分級選別出料等動作。資料分析用電腦完全整合至檢測機內部，操作時由一個鑲嵌在機體前方之觸控式銀幕顯示所有操作選項與控制程序，使用者只要以手指點選所需之選項再點選啓動，系統即可依序完成所有動作。



圖五、全自動檢測機系統操作流程。

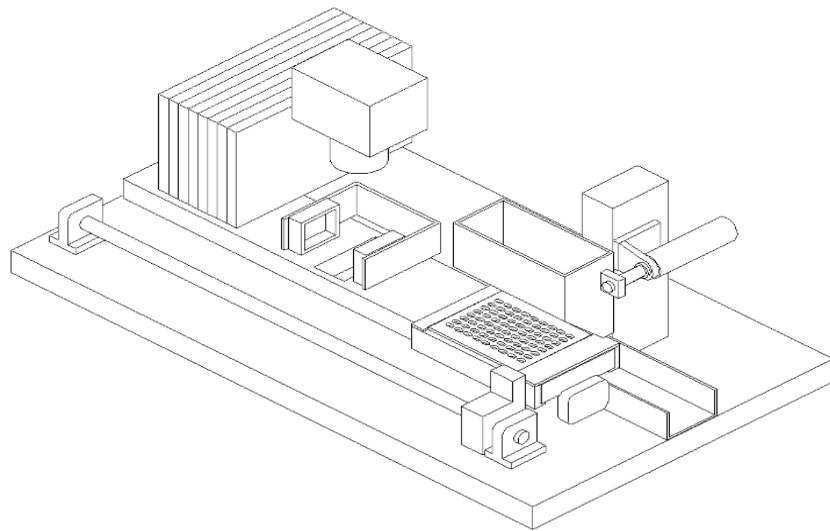
Fig. 5. Operation flow chart, full-automatic inspection machine.

## 結果與討論

本項工作重點在以中興大學生物產業機電工程學系萬教授所發展之稻米品質自動檢測分級系統為基礎，主要進行機械結構之改良，將檢測機構小型化，開發一套小型實驗室使用之稻米外觀特徵、品質檢測設備，除可以量測稻米外型大小、顏色等特徵外，並可進一步檢測米粒之心、腹、背白之面積參數，以期應用於實驗室小樣本之檢驗分析工作，以降低檢測誤差與節省人力提高作業效率。

在整個檢測機依功能可分為兩大部份，一是機械結構部份，這部份包括進出料、輸送、定位、打光及氣動分級等。第二部份為電腦影像處理分析部份，其中機械結構運作部份由可程式邏輯控制器(PLC)負責控制，電腦部份則只進行影像分析運算，整體系統操作流程如圖五；在影像處理上，使用一般常用的二值化分割處理法，在CCD取像前，試驗分析樣品散佈的預措上，最簡單的方法是將米粒任意散置，接下來有關特徵參數之分析、米粒之單粒化等作業均交由影像分析程式負責運算，如此便不需任何機械結構輔助，系統設計最簡單，但待測樣品任意散置無可避免會造成米粒間相互靠接，甚至重疊。雖然米粒間相互靠接問題可藉由電腦程式大量運算加以解決<sup>(7,8,10,11)</sup>，但相對的會增加影像分析運算時間，且其正確性也會下降；若能藉由適當機構事先進進行整列，將米粒單粒化，則有助於提昇電腦運算處理速度，

更有助於精確的辨識。在此我們使用一盛盤來裝載米粒，盛盤上依秈稻、粳稻設計不同尺寸之小孔，讓每一小孔只填入一顆米粒，藉由此一機構，事先將米粒單粒化，並固定其方向，以簡化影像分析與判讀程序。盛盤本身為不銹鋼材質，以雷射切割後經拋光再外鍍霧面不反光鐵氟龍鍍膜，使米粒四周呈現為黑色，讓米粒取像更為清晰。另外為同時適用於秈稻與粳稻之檢測，盛盤上各小孔之中心定位點距離均相同，只有外觀型狀大小不同。所以在進行秈稻與粳稻之檢測時，只需更換米粒盛盤，其餘系統定位點均不需更動調校，使操作更為簡單。樣品填佈時，進料漏斗運動方向與盛盤上米粒小孔之長軸方向垂直(圖六)，米粒以橫向推入孔中，以提高填佈之效率；盛盤在輸送進入取像區域及進行分級過程中，其運動方向則與米粒之長軸方向平行，如此可以避免米粒在移動過程因摩擦作用產生旋轉效應，使米粒產生傾斜，影像取像分析結果。

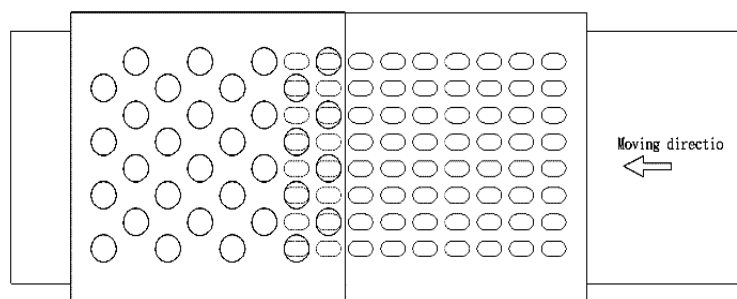


圖六、全自動型檢測機進料與輸送定位機構。

Fig. 6. Inlet and position unit, full-automatic inspection machine.

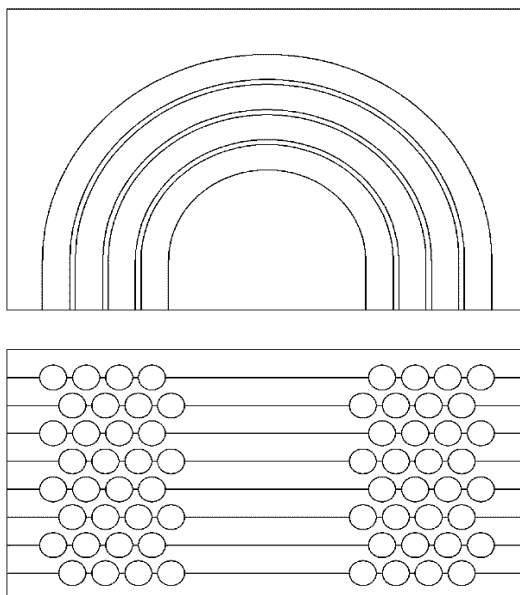
光源結構上，在半自動機型上採用PHILIPS 13W PL燈，於CCD上下兩側45度打光，運用長型燈源以取得在照射面積上均勻的光照，而上下光源的切換是以PL燈管外加燈罩來遮斷光源，達到上下光源切換之效果，運作期間PL燈管維持恆亮，系統不採切斷電源方式來控制PL燈管之開關動作，以避免電源連續高速開關造成光源不穩定，使用PL燈為光源具有低成本及取得容易之優點，但PL燈會發熱，仍需配合熱散裝置以免溫度過高，另外還要加上控制光源遮斷的旋轉外罩與馬達等，使整體機械結構不易縮小，故在全自動機型中改用平面式LED光源，LED光源屬冷光系統，不會產生高溫，而且不必預熱即可達到穩定的色溫，故上下光源交替變換時，可以直接利用PLC控制電源之開閉即可達成，因此整個打光系統只剩下LED光源，機構上得以大幅簡化，但相對的平面式LED光源價格較為昂貴。

氣動分級選別機構由32個高速電磁閥噴嘴及一組米粒輸送機構組成，為配合噴嘴之大小與米粒輸送管線之安排，噴嘴分4行8列(圖七)，採交錯排列。噴嘴以每2列為一組，其中奇數列對應米粒盛盤中奇數列孔位，偶數列則對應盛盤中之偶數列孔位，每一組噴嘴只負責其中一個分級之米粒，加上檢測平台末端出口之級外品收集筒，目前整個分級系統共分5級，米粒輸送管路用鋁片以同心圓方式切削出半圓型之溝槽，再將兩個鋁片組合後即可形成一完整的輸送管路(圖八)，整組輸送管路採模組化設計，由9片鋁片組成，中間7片鋁片加工尺寸完全一致，可以互相對調或增減以調整分級的級數，而模組化結構可以使加工與組裝更為容易。



圖七、米粒分級機構。

Fig. 7. Rice kernel grading unit.

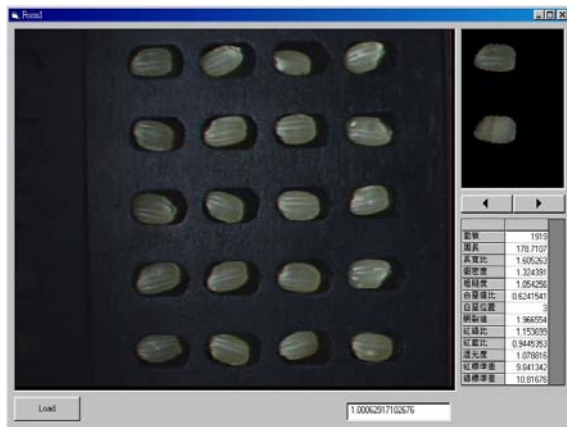


圖八、米粒氣體輸送機構。

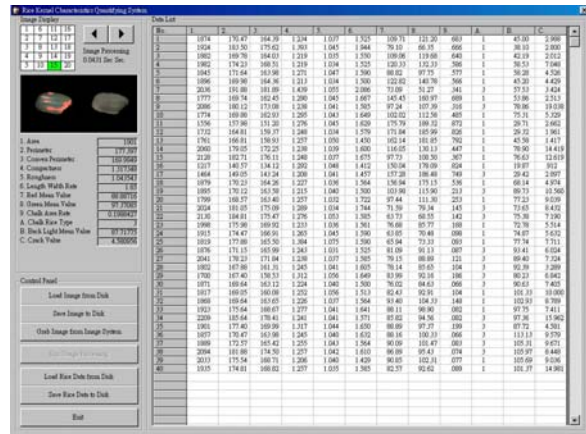
Fig. 8. Rice kernel transport channel.



半自動型由於採用人工進料配合機械取像與電腦影像判讀方式，米粒盛盤需以人工填佈進料，整體作業速度受人工填佈限制，系統每分鐘檢測米粒速度最快約為60~80顆左右，速度上不易提升，另外若對檢測分析結果有疑義，但所檢測之樣本經檢測分析後，在出料部分又重新被混雜，故僅能藉由系統所紀錄之影像再行判讀，而無法將每一米粒檢測結果與原始樣品重新對照判讀。全自動型乃將半自動型加入自動進料機構與氣體動力分級機構兩部分而成，操作人員接待檢測材料倒入進料筒以後，系統可以自動依序完成米粒填佈、輸送、定位、取像分析與分級等，具有一完整流程，全自動型米粒盛盤填佈率約在75~85%，檢測速度每分鐘約為100~120顆之間，檢驗完之米粒依事先設定之等級被分置於不同之位置，操作人員可以重新檢視分級後之結果，藉以驗證分級結果是否正確。機械結構部分本機採模組化設計，在秈稻、粳稻等不同外型稻米檢測轉換時，使用者僅需更換米粒盛盤即可，無須進行其他調整與校準。目前完成之兩種型式檢測機雛形在處理功能上均已能達到預設之目標，但針對實驗室而言整體大小及作業效率仍有改進之空間，特別是第具有自動進料與分級功能之全自動型，由於其進料系統採用直線進料方式，米粒盛盤在往復運動時其回程為一無效行程，造成時間上之浪費，另外檢測機體積大小也受到影響不易縮小；在影像處理功能上，系統已經可以有效計算稻米外型相關之特徵參數，其檢測結果如圖九、十，但在實際應用上由於稻米品種甚多，每一品種其外觀特徵會有部分差異，因此尚須針對不同稻米品種建立相關外型特徵資料庫，做為稻米品質檢測與品種鑑別分類的依據。



圖九、米粒外觀檢測影像分析圖。  
Fig. 9. Rice kernel inspection image.



圖十、米粒檢測影像分析結果。  
Fig. 10. Rice kernel inspection result.

### 參考文獻

1. 魏夢麗、呂秀英、呂椿棠、陳烈夫 2004 稻米穀粒形狀參數之決定 p.71 中華農藝學會93年度年會作物科學講座暨研究成果發表會論文集。
2. 顏信沐、曾清山、賴明信、李長沛、許愛娜、陳治官 2004 白米透明度檢測方法研究 p.41 中華農藝學會93年度年會作物科學講座暨研究成果發表會論文集。

3. 陳一心、羅正宗 2004 應用米粒影像特徵進行品種辨識可行性探討 p.34 中華農藝學會93年度年會作物科學講座暨研究成果發表會論文集。
4. 萬一怒、廖家興 1996 糙米外觀品質影像特徵之研究 農業機械學刊5(2):19-63。
5. 萬一怒 1998 糙米品質自動檢測分級系統-(一)檢測系統之研製 農業機械學刊 7(1):57-71。
6. 萬一怒、溫惠雯 1998 糙米品質自動檢測分級系統-(二)糙米外觀品質檢測之研究 農業機械學刊 7(2):13-28。
7. 王有俊、周瑞仁 2003 米粒外觀品質判別機之研製 p.201-202 92年度農機與生機論文發表會論文集。
8. Casady, W. W. and M. R. Paulsen. 1989. An automated kernel positioning device for computer vision analysis of grains. Transactions of the ASAE 32(5):1821-1826.
9. Gunasekaran, S., T. M. Cooper, A. G. Berlage and P. Krishnan. 1987. Image processing for stress cracks in corn kernels. Transactions of the ASAE 30(1): 266-271.
10. Shatadal, P., D. S. Jayas and N. R. Bulley. 1995. Digital image analysis for software separation and classification of touching grains: I. disconnect algorithm. Transactions of the ASAE 38(2):635-643.
11. Shatadal, P., D. S. Jayas and N. R. Bulley. 1995. Digital image analysis for software separation and classification of touching grains: II. classification. Transactions of the ASAE 38(2):645-649.



# Development of Rice Kernel Characteristics Inspection Machine<sup>1</sup>

Jung-Hsiang Ho<sup>2</sup>, Ye-Nu Wan<sup>3</sup>, Chein-Ming Lin<sup>4</sup> and Mei-Chu Hong<sup>5</sup>

## ABSTRACT

This study is a cooperation with the Professor, Dept. of Bio-Industrial Mechatronics Engineering, National Chung Hsing University. By using the automatic quality inspection and grading system of brown rice as the foundation, which was developed by Professor Wan, to carry on the mechanical improvement of structure, miniaturize mechanics.

Rice characteristic inspection using automatic machine vision system provides quick, objective, consistent and quantitative measurement. The operation of the mechanical structure of the inspection machine is controlled with PLC; the image analyzing software is developed by cooperating the Microsoft Visual Basic program and the Matrox Imaging Library image developing instrument that was offered by Matrox Company. Currently, this research has already finished a semi-automatic and a full-automatic kind of models, respectively. The efficiency is 60-80 pieces and 100-120 pieces of rice each minute, respectively. The whole function of the measuring machine has already reached the goal of prospect.

**Keywords:** rice quality, image processing, automatic measurement.

---

<sup>1</sup> Contribution No. 0646 from Taichung DARES, COA.

<sup>2</sup> Associate Engineer of Taichung DARES, COA.

<sup>3</sup> Professor, Dept. of Bio-Industrial Mechatronics Engineering, National Chung Hsing University.

<sup>4</sup> Project Manager of Shi-Yuan Automation Technology Co., Ltd.

<sup>5</sup> Researcher and Senior Secretary of Taichung DARES, COA.