

工學技術의 農業에의 應用⁺ Applications of Engineering Technology to Agriculture

맬콤 라이트*

M. E. Wright

I. 序 論

美國의 農業은 지금까지 아주 成功의이었다. 아마도 우리가 뒤에 討議하게될 것과 같이 너무나도 成功의이었다. 이러한 成功의 大部分은 工學 및 生命科學技術이 農業에 應用되었기 때문일 것이다. 工學은 遺傳學, 비료 및 農藥의 使用으로 인해 開發된 農畜產物 生産量의 증가를 可能하게 만들었다. 몇가지의 統計로서 이러한 成功을 說明할 수 있다(Carter, 1987; Jones, 1983, in Agri. Elect. 1983 and Beyond, Vol. 1, Vol. 1, pp. 9-21; U.S.D.A., 1981; U.S.D.C., 1986).

1790年 美國이 獨立되고 겨우 15년이 되었을때 全人口의 90%가 農民이었던 것이 McCormick 이 刈取機를 特許했던 1934년까지는 70%로 떨어졌다. 그 후 農家人口의 比率은 계속 減少해서 現在는 3% 이하이지만 아직도 減少하는 추세이다. 짧은 歷史 동안에 美國은 農耕社會에서 工業社會로 빠르게 變貌해 왔다. 食糧은 수입에 비해서 아주 싼 편이다.

美國國民의 食生活費用이 1965년에 18.0%였었던 것이 現在는 15.1%로 떨어졌다

1834년에 약 27kg의 밀을 生産하기 위해서 2.75人-時가 必要했으나 1970년까지는 0.05人-時로 減少했다. 現在 한사람의 農夫는 1년에 80名분의 食糧을 生産한다. 이러한 美國에서의 食糧生産成功의 大部分은 工學을 農業에 應用한 結果와 直結된다. 本人은 800ha 나 되는 땅에 穀類를 栽培하는데 大形 農機械를 이용하여 겨우 2~4名의 勞動者만이 必要한 농장을 알고 있다.

아직도 이 世界에는 食糧이 충분치 못하고 분배는 더욱 잘되고 있지 않다. 많은 나라에서는 食糧을 解決하기 위하여 너무나 힘들게 일해야 함에도

불구하고 食糧供給을 保障받을 수 없다. 全世界的으로 볼때 약 46%의 人口가 食糧生産에 직접 중사하고 1명이 生産할 수 있는 食糧이런 겨우 5인분에 지나지 않다. 農業에 應用하는 工學技術을 開發하는 것이 이러한 問題에 대한 현명한 基本解決策의 하나이다.

II. 歷史的 概觀

農業機械化의 歷史는 세계 여러나라의 역사와 비교해 볼 때 매우 짧다. 穀類收穫의 예를 들어 보면, 거의 2000년전인 BC 70년경 로마의 哲學者 Pliny는 古代 프랑스에서 밀을 收穫하기 위하여 이용된 穀類收穫機械에 대한 記錄을 남겼다(Wright, 1977; Quick and Buchele, 1978). 이 기구는 소가 뒤에서부터 밀게 되어 있는 一種의 손수레와 비슷하다. 前面에는 이 機械가 포장에서 作業을 할 때 穀類를 줄기에서부터 훑어 낼 수 있는 날카로운 톱니모양의 이(齒)가 달려있다.

이 古代 프랑스의 機械에 對하여 가장 흥미로운 일은 이것이 歷史속에서 잊혀졌다는 事實이다. 즉, 이 機械가 보완되거나 改良되지 못했고 使用이 중단되고 말았다. 아마도 産業革命 以前까지는 技術이 農業에 應用되지 못했다고 말할 수 있을 것이다. 결과적으로 穀類를 收穫하기 위해서 農夫들은 1800年代 초까지도 칼이나 낫을 使用했다. 근면한 일꾼이 하루에 0.8ha의 穀類를 收穫할 수 있을 뿐이었다.

1800年, 美國 全國土의 3분의1에 해당하는 美東部地域에만 사람들이 살고 있었다. 農事를 지을 수 있는 땅이 너무 넓고 농사를 지을 수 있는 사람의 數는 적었다. 이 時期에 西歐의 産業革命은 절정기

*本論文은 江原大學校 開校 40週年 記念 심포지움 “21世紀의 食糧戰略”(1987. 6. 11~12)에서 發表된 것으로 同大學 姜和錫 教授가 번역한 것임.

*美國 Louisiana 州立大學校 農工學科 및 州立農業研究所 教授

에 달해 있었고 여러가지 일을 해내기 위한 많은 종류의 機械가 발명되고 있었다. 이러한 두가지 理由로 해서 最初의 收穫機械가 開發된 것은 당연한 일이었다.

1834年 McCormick은 美國에서 刈取機의 特許를 얻었는데, 이것이 特許를 얻은 最初의 穀類收穫機는 아니지만 美國內에서, 後에는 세계에 걸쳐 상업적으로 成功한 最初의 特許가 됐다. McCormick의 刈取機는 作物의 刈取된 쪽에서 말이 끌게 되어 있다. 이 刈取機에는 往復動날形 刈取部, 刈取部를 보호하기 위한 保護臺, 作物을 刈取部로 끌어들이기 위한 회전바퀴, 말의 반대쪽 옆에 있는 分離臺, 刈取된 作物을 받아내는 落下臺와 기계를 지지하고 驅動力을 주기 위한 主車輪으로 되어 있다. 少年이 말에 타서 方向을 잡아주고 어른은 가끔씩 뒤따라 가면서 落下臺에 떨어진 作物을 갈퀴로 땅위에 떨어뜨린다. 이 두사람이 機械와 말을 끌면서 하루에 4.0ha 이상을 收穫할 수 있었다.

오늘날 穀類栽培地域에서 利用되는 大型의 콤바인은 McCormick의 粗雜한 刈取機에서부터 發展한 것이다. 이 大型의 콤바인은 穀類를 刈取하고 짚에서부터 穀物을 脫穀하는 作業을 한다. 가장 큰 콤바인은 刈取幅이 7m 이상으로서 하루에 22ha 이상의 收穫作業을 할 수 있다. 人間이 食糧生産能力을 크게 增加시킬 수 있었던 가장 큰 理由중의 하나는 機械工學技術을 應用할 수 있었기 때문이다.

Ⅲ. 電子工學技術의 應用

機械工學技術을 農業에 完全히 應用하기에는 아직도 遙遠하다. 넓은 耕作地帶에서의 穀類生産에는 가장 成功의이지만 채소생산, 水産養殖과 畜産業에서는 많이 進歩하지 못했다. 이러한 種類의 農業에는 아직도 여러가지 作業을 손으로 해내고 있고 機械的인 方法으로 解決하기는 대단히 어려운 作業들이 있다. 많은 경우에, 처음 機械를 利用할 때는 農産物의 品質이 떨어진다는 것을 豫想해야 할 것이다. 振動을 利用한 收穫機로 과일을 收穫하는 境遇가 그 한 예이다. 이 收穫機는 人間の 손처럼 부드럽게 과일을 取扱할 수가 없고 과일의 일부는 못쓰게 되거나 品質이 떨어지게 될 것이다. 機械技術의 發展에 있어서는 항상 機械가 개선되어감에 따라서 農作業

의 規模가 增加하는 相應의인 必要性이 뒤따르게 마련이다. 이것만이 普通 機械使用으로 인해 利潤을 얻을 수 있는 유일한 方法이다. 이제 電子工學技術을 農業에 利用하므로써 손으로 作業하는 것보다 좋은 品質의 農産物을 生産할 수 있게 되었다. 電子工學은 심지어 소규모의 營農까지도 利潤을 남길 수 있게 하므로써 생계를 위하여 都市로 移動하는 農家人口의 숫자를 줄일 수 있는 方法도 提示하고 있다.

여기에서는 農業에 利用되는 電子工學을 다음의 다섯가지 分野에 대하여 討議하고자 한다. (1) 마이크로 컴퓨터, (2) 裝置制御와 自動化, (3) 로보트工學 (4) 影像信號解析, (5) 遠隔感知

1. 마이크로 컴퓨터

마이크로 컴퓨터는 大部分의 農作業, 大學의 教育機能과 많은 研究活動에 잘 利用되고 있고 受容能力도 충분하다. 典型的인 컴퓨터 設備는 컴퓨터, 모니터와 프린터로 構成되고 大型컴퓨터에 連結할 때에는 모뎀(Modem)을 利用할 수도 있다. 利用가능한 內裝메모리 또는 RAM의 典型的인 範圍는 16~640킬로 바이트(Kilo-bytes)에 이른다. 저장특성을 보면 Floppy Disk의 境遇 360킬로 바이트 정도이고 Hard Disk의 境遇 20메가 바이트 정도이다. Hard Disk를 利用하면 프로그램이나 데이터가 Hard Disk에 貯藏되어 必要할때는 즉시 貯藏된 프로그램이나 데이터를 利用할 수도 있다.

많은 프로그램이 그것을 利用하기 위한 자세한 使用說明과 함께 만들어져 있기 때문에 많은 應用分野에 컴퓨터를 使用할 境遇 어떻게 프로그램을 作成해야 하는지를 꼭 알 必要는 없다. 가장 널리 쓰이는 4個의 汎用프로그램은 會計用, Spread Sheet用, Data Base用, Word Processing用이 있는데 이 중에서 美國의 農夫들이 가장 흔히 쓰는 것은 會計用이다. “農家에서의 컴퓨터 利用”이라는 題目의 會議가 매년 Purdue大學校 農科大學에서 開催되는데 여기에서는 汎用的인 프로그램을 利用하는 方法과 最近에 開發된 特殊目的의 프로그램에 관한 討議와 세미나가 進行된다. 利用가능한 特殊目的의 프로그램은 많이 있다. Sistler(1984)는 마이크로 컴퓨터의 基本的인 사항과 프로그램을 어떻게 결정인가에 對하여 發表했는데 그중에는 農機械의 管理, 家畜生

産, 作物生産, 農藥 및 肥料의 살포, 温室의 運營등에 對한 프로그램의 예도 있다. 農藥살포의 예를 들면 噴霧機의 進行速度, 노즐의 流量, 噴霧率, 農藥의 混合등을 計算하기 위한 프로그램이 있다.

마이크로 컴퓨터의 利用은 在來의 農業에 現代의 電子工學을 應用하는 가장 손쉽고도 빠른 方法일 것이다. 컴퓨터 프로그램은 農家에서 在來의 方法으로 營農을 해나가면서 必要한 營農方法의 改善에 對한 確信이 설때까지 각 農作業에 對한 記錄을 維持하고 作業의 效果를 分析해 나가는데 利用될 수 있다. 그러나 特殊目的의 프로그램을 作成하는데는 많은 時間이 所要될 수도 있지만 가장 좋은 方法은 어떠한 프로그램을 農家와 農科大學 學生들이 利用하고 있는지를 알아보는 일이다. 美國에서는 이러한 프로그램을 Vo-Ag Teachers Gazette (農業職業訓練院教師官報, 1984), Agricultural Computing (1986), 美國職業資料(1986)의 商業的 또는 公共機關의 出處를 通하여 얻을 수 있다. 이와 비슷한 出處에서 나온 프로그램은 現場에서 利用하기 전에 반드시 檢討되어야 한다.

2. 컴퓨터制御와 自動化

컴퓨터制御와 自動化라고 하는 것은 作業中인 機械의 必要한 곳에서 데이터를 感知하여 機械의 作動을 必要한 만큼 수정하도록 信號를 보내기 위하여 컴퓨터를 利用하는 것을 말한다. 이러한 시스템은 典型的으로 (1) 必要한 境遇에 作動에 變化를 주기 위하여 프로그램을 할 수 있는 小型의 컴퓨터 (2) 데이터 收集을 위하여 컴퓨터에 連結되어 있는 感知裝置 (3) 機械에게 언제 무엇을 해야 되는지를 알려 줄 수 있는 컴퓨터에 의한 制御등으로 構成이 된다. 이 시스템은 通常의 操作者의 의사에 따라 다음 세가지중의 한 가지로 運營할 수 있도록 設計가 된다. 즉, (1) 全自動 (2) Key Board를 通하여 操作者에 의한 制御 (3) 完全手動 運營이다. 여기에서는 (1) Center Pivot 식의 灌溉시스템制御와 (2) 콤바인 收穫機 制御에 關한 예를 들어 보겠다.

Splinter (1976)는 美國 Nebraska 州에서 Center Pivot 식의 灌溉시스템을 利用하자는 대단히 설득력 있는 提示를 하였다. 이 시스템은 直徑이 1.6~3.2 km나 되는 넓은 圓形의 地域에 灌溉하기 위하여 設計된 것이다. 移動式의 塔에 積載된 直徑이 15cm~

20cm가 되는 大型의 送水管이 灌溉水를 運搬하여 送水管의 길이 方向으로 設置된 噴射노즐로 보낸다. 이 送水管의 한쪽끝은 水源地에 連結되어 固定시키고 전기모터나 油壓모터에 의하여 구동되어 固定된 管을 中心으로 하여 半徑方向으로 回轉한다. 이 管이 完全히 한 回轉을 하는데는 最小 12時間이 所要되는데 典型的인 流量은 3,400ℓ/hr 로써 이것은 10,000名의 人口가 살고있는 작은 도시에 물을 供給하기에도 充分한 量이다.

물과 에너지를 節約하기 위하여 이러한 灌溉시스템에는 컴퓨터制御를 利用한다. 土壤水分狀態를 感知하여 이 灌溉시스템을 언제 作動시켜야 할지를 알려준다. 좀더 정밀한 시스템은 雨量, 濕度, 溫度 및 太陽의 輻射熱등을 感知하여 土壤水分에 對한 記錄을 維持한다. 이러한 情報를 재배중인 作物의 成長 모델과 함께 이 시스템의 컴퓨터를 利用하여 꼭 必要한 境遇에 적량의 물을 灌溉할 수 있도록 灌溉裝置를 作動시킨다. 또한 感知裝置는 시스템內의 流量과 壓力을 感知하고 管에 붙어있는 다른 感知裝置는 管의 位置와 管의 回轉速度比率를 바로 잡아 준다. 어떤 地域의 이러한 灌溉시스템은 그 地方의 電氣供給시스템과도 연계되어 있어서 하루중 전력소모가 가장 적은 시간에만 作動하게 된다. 다른 學者들은 最新의 灌溉시스템에 利用되는 電子工學에 關한 더 자세한 情報를 提示하고 있다 (Perry, 1982; and from Agri. Elec, 1983; and Beyond-Thompson, Threadgill and McClendon, pp. 210-218 and Duke, Blue and Heerman, pp. 219-227).

穀類收穫用 콤바인은 여러기능을 수행하는 複雜한 機械이다. 세가지 주요 기능은 (1) 刈刈 (2) 脫穀 (3) 選別作業이다. 이러한 콤바인의 圃場效率은 75% 인데 이것은 콤바인 操作者가 수행하고 있는 어떤 기능을 自動化시키면 현저히 改善될 수 있다. 왜냐하면 사람은 계속적으로 4個以上の 서로 다른 入力에 對하여 失手없이 反應할 수 없기 때문이다. 美國과 日本에서 이 研究가 계속되고 있고 (from Robotics and Intelligent Machines-Kawamura, pp. 52-62; Ito, pp. 63-75; Krutz and Mailander, pp. 128-137; from Agri. 1983 and Beyond-Schuller Mailander and Krutz, pp. 99-108) 英國, 獨逸, 荷蘭에서도 마찬가지로 研究가 進行中이다 (Schuller in Agrimation-1, pp. 306-311).

콤바인에서 자동화할 수 있는 주요 기능은 Header의 높이, Reel의 속도,前進速度, 操向, 扱胴의 속도, Fan의 속도등이고 또 傾斜地에서 收穫作業을 할 때에는 脫穀機가 自動的으로 水平을 잡아서 脫穀作業을 해야 한다. 이러한 모든 變數들이 서로 잘 연계되어야 收穫作業의 速度와 作業의 質을 極大化할 수 있다. 現在로서는 傾斜地에서 水平을 잡는것만 完全 自動화가 이루어져 있다고 볼 수 있다.

扱胴은 未脫穀된 材料의 어떤 特定한 投入比率下에서 最大의 効率을 낼 수 있다. 콤바인의 前進速度를 制御하는 거의 모든 實驗裝置에서는 刈取된 材料가 扱胴으로 投入되는 量을 感知해내어서 利用하고 있다. 깊에 대한 穀物의 比率는 圃場의 表面으로부터 測定되는 Header 높이의 函數이다. Reel의 速度는 刈取部의 効率에 影響을 미치지 때문에 機體의 前進速度에 對한 適正比率를 維持해야 한다. 콤바인의 圃場效率는 操向과 密接한 關係를 가지고 있다. 즉, 刈取部는 作物을 하나도 놓치지 않고 거의 100% 活用이 되어야 한다. 操向을 위하여 圃場에 서있는 作物의 가장자리를 感知하기 위한 機械的인 또는 光學的인 感知裝置가 利用되고 있다.

Fan은 穀物과 검불의 分離를 極大化하여 損失을 最小로 줄이기 위하여 적정한 速度를 維持해야 한다. 이 Fan의 速度는 장차 공기의 流量을 測定하는 感知裝置를 利用하여 制御할 수 있을 것이다. 刈取된 作物의 含水率은 깊에 달려있는 穀物을 脫穀하기 위한 扱胴의 能率에 커다란 影響을 미친다. 扱胴의 速度를 制御하기 위한 入力으로 利用하고자 脫穀된 穀物의 含水率을 연속적으로 測定하기 위한 感知裝置開發을 여러가지 方法으로 試圖하여 보았지만 아직까지 成功을 거두지 못하고 있다. 自動화된 콤바인 收穫機의 계속되는 개발상태를 지켜보는 것은 興味로운 일이 될 것이다.

트랙터, 耕耘作業機, 播種機, 移植機, 收穫機등의 다른 많은 農業機械의 自動화는 계속 研究될 것이고 또한 農業工學者들에 對한 계속적인 도전이 될 것이다. 컴퓨터制御와 自動화에 대한 또 다른 關心分野는 온실의 운영, 낙농생산, 축사, 식품가공등의 분야이다.

3. 로보트工學

로보트工學은 그 概念이 컴퓨터制御나 自動화와 비슷하지만 이것은 起動性을 가지고 있는 機械를 制御하기 위하여 컴퓨터와 感知裝置를 이용하게 된다. 로보트工學은 대단히 인기있는 研究主題이며 大部分의 사람들이 이의 應用, 특히 製造業에서의 많은 應用에 대해서만 알고 있지만 現在 農業에 應用하는 研究가 進行되고 있기도 하다. 양털깎기와 고추 移植作業의 두가지를 예를 들어서 農業의 새로운 技術을 發展시킬 수 있는 可能性을 보여드리겠다.

오스트레일리아의 Westen Australia 大學에서는 많은 研究員으로 구성된 研究陣이 양털을 自動으로 깎기 위한 로보트에 對하여 研究해 왔다(Key in Agri-mation 1, pp.200-209; Key and Elford in Robotics and Intelligent Machines in Agriculture, pp.42-51). 이 研究作業은 두개의 主要部로 되어 있는데, 하나는 양털깎는 機械를 操作하는 로보트이고 또 하나는 羊을 붙잡고 있는 機械이다. 이 두가지 모두가 컴퓨터로 制御되며 羊을 붙잡아주는 機械는 羊을 붙잡고 羊의 位置를 내방향으로 바꾸어주면 로보트는 羊의 各部에서 털을 깎아낸다. 양털을 깎기前에 羊의 體重, 길이, 높이, 幅, 3個의 位置등을 測定하고, 測定된 資料를 로보트의 컴퓨터가 利用하여 羊의 表面에 대한 模型을 豫測한다. 양털깎기가 시작되면 털깎는 刈取部에 붙어있는 感知裝置가 羊의 피부상의 位置를 알려준다. 이러한 資料를 계속 수집하여 刈取機의 位置를 豫測된 模型의 位置와 比較하여 必要한 調整을 하게 된다. 이러한 시스템은 살아서 움직이는 動物에 對하여 適用하는 것이기 때문에 여기에 利用되는 로보트는 다른 産業用 로보트와 比較하여 더욱 複雜하다고 말할 수 있다. 양털깎는 速度는 사람이 깎는것과 거의 비슷하다.

Louisiana 州立大學에서는 作物의 移植作業에 사람대신 로보트를 利用하는 研究事業이 있다(Hwang and Sistler in Agri-Mation 1, pp.173-182; Hwang and Sistler, 1985). 이 實驗에서는 Pot 形移植機가 利用되었다. 通常의으로 한두사람이 移植機에 앉아서 프라스틱상자안의 隔室에 있는 어린 苗를 빼내면 3cm立方體의 토양이 뿌리에 붙어있게 마련이고 이 苗를 떨구면 끝타는 裝置로 傳達되어 뒤로 밀어내는 裝置에 의하여 끝안으로 밀려 떨어진다.

뒤로 밀어내는 裝置가 苗를 붙잡고 있는 동안 타진 골의 양쪽에서 흙을 밀어서 누르면 이 苗가 심어지게 된다. 苗의 落下機構와 뒤로 밀어내는 裝置는 移植機의 무게를 받아서 回轉하는 뒷바퀴에 의해서 驅動되기 때문에 苗가 一定한 간격으로 심어질 수 있게 한다.

이 移植機를 改造해서 사람대신에 로봇을 利用하도록 했다. 뒷바퀴의 驅動力으로 움직이는 機械裝置를 除去하고, 苗를 뒤로 밀어내는 裝置로 移送하기 위한 落下機構를 圓錐形의 깔때기로 代置하였다. 로봇은 컴퓨터의 프로그램에 의해서 育苗상자 안의 苗를 집어서 깔때기에 落下시키도록 했다. 適當한 時間에 맞추어서 苗를 뒤로 밀어내는 裝置를 作動시킬 수 있도록 電子의인 距離感知裝置를 利用하여 로봇이 作動하도록 했다.

利用된 로봇은 Rhino Series II로서 自由度가 5이며 人間の 손과 팔 비슷한 집게를 가지고 있다. 이 로봇은 로봇工學을 가르치기 위하여 設計된 것으로 로봇의 팔이 完全히 퍼졌을 때 22.25뉴톤을 들어올릴 수 있고 4.45뉴톤의 힘으로 物體를 잡을 수 있으며 이 로봇은 Apple IIe 컴퓨터에 의하여 操縱된다.

36개의 苗가 담긴 3개의 育苗상자는 Figure 1에서 보는 바와 같이 컴퓨터 바닥 周圍에 있는 水平臺위에 놓여 있고 한개의 育苗상자의 苗를 다 심으면 그 옆의 상자에 있는 苗를 집어서 심도록 프로그램이 되어 있다. 3개의 育苗상자를 다 심으면 移植機에 새로운 育苗상자를 채울 수 있도록 불빛으로 信號를 보낸다. 이 로봇 作動을 위한 프로그램은 로봇의 팔을 苗에 接近시켜서 잡고 들어올린 다음 圓錐形 깔때기위의 落下位置로 接近시켜서 苗를 놓으면 뒤로 밀어내는 裝置가 苗를 밀어낸다. 또한 이 로봇의 팔과 밀어내는 裝置는 適當한 間격을 두고 苗를 심을 수 있도록 作動하게 하기 위하여 프로그램이 되어 있다.

이 로봇을 利用한 移植機는 每分當 6개의 苗를 심을 수 있는데 이것은 사람이 연속적으로 作業할 때의 能力인 30개에 比하여 대단히 늦은 速度이다. 이렇게 늦은 理由中의 가장 주된 것은 이 로봇이 商業用으로 만들어진 것이 아니기 때문이다. 이 로봇의 研究結果에서 얻는 것은 어떻게 좀더 간단하고, 튼튼하며, 사람의 作業能力보다 速度가

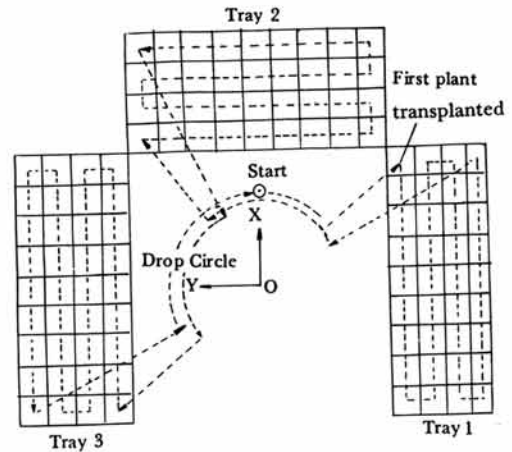


Fig. 1. Pattern used by robot at center O to remove plants from trays.

빠른 로봇을 만들수 있는가를 보여주고 있다. 이러한 로봇은 쉬지않고 일할 수 있으며 利用하지 않을 때에도 整備할 必要가 없으며 또한 어둠속에서도 일을 할 수가 있다.

과일과 채소收穫作業, 가지치기作業, 搾乳作業, 肥料 및 農藥撒布등의 예와 같이 農業에 로봇을 利用할 수 있는 많은 可能性이 있다. 이것은 또한 가까운 將來에 많은 想像力을 必要로 하는 研究分野이다.

4. 影像信號解析

影像信號解析은 컴퓨터를 利用해서 비데오카메라가 잡은 影像을 記術하고 研究하는데 利用하는 技術이다. 카메라, 컴퓨터, Digitizer Board, Monitor로 구성되는 시스템을 Vision 시스템 또는 Computer-Vision System이라 한다. Figure 2에서 보는 것이 典型的인 시스템의 한 종류이다. 影像信號解析에 關한 研究와 어떻게 農業에 利用할 것인가 하는 問題가 世界的으로 많이 研究되고 있다. Louisiana 州立大學에서는 하나의 研究事業을 마치고 現在 3개의 다른 研究事業이 進行되고 있는데, 그들은 (1) 噴霧粒子的 解析 (2) 고구마의 크기와 모양해석 (3) 花盆에서 키운 꽃나무의 品質管理 (4) 쌀의 等級分類 등이다. 美國에서는 많은 圃場에 除草劑와 殺蟲劑를 航空氣에서 撒布하게 되는데 均一하게 撒布하기가 대단히 어렵고 噴霧노즐을 대단히 조심스럽게 調整해야 한다. 19×25cm의 특수카드를 飛行

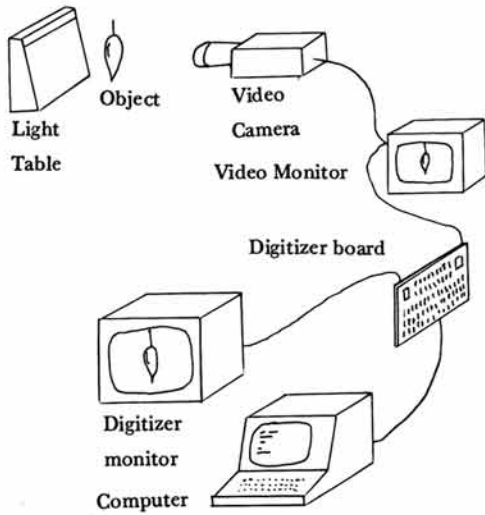


Fig. 2. Image analysis system

經路를 가로지르는 方向으로 땅위에 놓고, 물감을 탄 물을 撒布하면서 카드 위로 飛行한 後 각 카드 위에 떨어진 噴霧粒子的 狀態를 影像信號로 解析하기 위하여 카드를 모은다. 컴퓨터는 각 카드마다 附着된 噴霧粒子的 數를 세어서 平均粒徑을 計算하고 全體面積에 대한 噴霧粒子的 附着面積 比率를 正해서 航空機의 噴霧幅에 대한 分布模型을 決定한다. 이러한 資料를 가지고 航空機撒布의 精密度를 檢討하고 必要한 境遇에 修正을 가한다(Sistler, Smith and Rester, 1982).

고구마는 루이지애나주 및 기타 美國 몇개의 州에서 중요한 作物이다. 고구마는 대개의 과일이나 채소보다도 그 모양이 아주 不均一하다. 市場으로 賣出하기 前에 고구마는 사람의 손으로 크기와 모양을 몇가지로 分類해야 한다. 가장 모양이 좋고 크기가 고른 것은 一等級으로서 돈을 제일 많이 받을 수 있는데 影像信號解析方法을 利用하여 450個 以上の 고구마의 크기와 모양을 細細히 分類하였다(Wright, Tappan, and Sistler, 1986). 이 方法에 의한 한가지의 結果는 가장 普遍的인 4個品種에 대한 平均크기와 모양을 表示할 수 있었다는 것이다(Figure 3). 이 研究에서는 고구마의 表面積에 대한 부피와 그밖의 치수관계를 開發하였다. 이러한 資料는 장치 Vision 시스템을 利用한 고구마나 다른 菜소의 分類機械를 開發하는데 有用하게 利用할 수 있을 것이다. 진달래, 冬柏, 기타 많은 종류의 植物을 裝飾用으로서 盆에 기르고 있는데 이런 것들은 美國에서 꽤 큰 産業의 하나이다. 이러한 裝飾用 花草를 팔 때에는 一定하게 品質의 等級을 매길 수 있는 편리한 方法이 없는데, 最近에 우리는 影像信號解析方法을 利用한 品質管理시스템을 開發하기 위한 研究事業을 시작했다(Hines, Sistler and Wright, 1986). 여기에서는 Video 카메라가 一定하게 불빛이 비치고 있는 隔室內의 花草의 影像을 잡아내면(Figure 4), 컴퓨터가 이 影像을 分析하여 잎의 密度, 對稱性, 크기와 색깔을 決定한다. 우리는 이 시스템

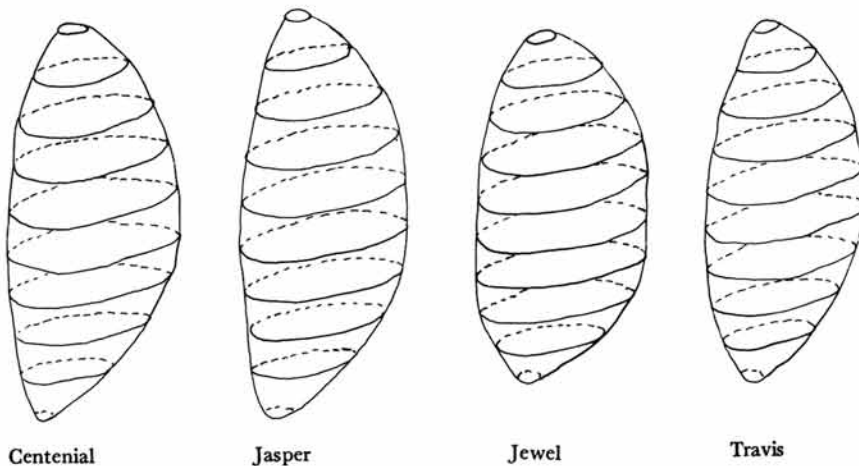


Fig. 3. Composite shapes for each variety of sweet potato measured by the image analysis system

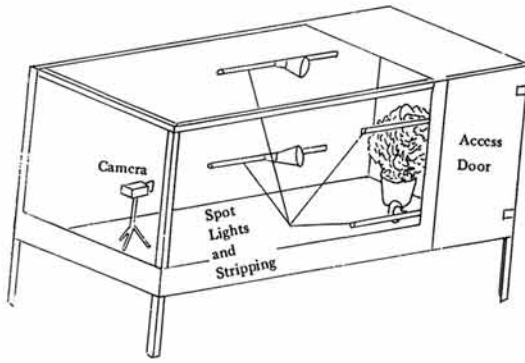


Fig. 4. Cutaway view of chamber for image analysis of container-grown plants

을開發하여 每分當 몇백개 정도의花草에 等級을 매길 수 있도록 發展시키기를 希望하고 있다.

우리의 最近의 研究事業은 쌀의 等級을 매기기 위하여 Vision 시스템을 利用하는 것이다. 쌀은 韓國에서와 마찬가지로 美國에서도 重要한 農産物이다. 이 研究事業에는 搗精된 쌀을 平板에 놓고 Video 카메라에 비치도록 했다. 컴퓨터가 完全米와 碎米의 숫자를 세고 각각의 比率를 決定한다. 이러한 方法은 빨리 分類를 해낼 수 있기 때문에 現在 手動으로 分類해내는 方法에 비하여 標本의 量을 많고 또한 標本의 크기를 크게 할 수 있다.

影像信號解析은 農産物을 生産해 내는데 새롭고도 重要한 道具이다. 將來에는 많은 Vision 시스템이 로보트나 自動化에 利用이 될 것이다. 가장 重要한 두가지의 用途는 과일 및 채소의 選別과 로보트를 利用한 收穫機械의 誘導裝置에 利用하는 것이다. 農産物은 똑같은 모양이나 크기가 없기 때문에 이 技法을 農業에 利用하는 것이 工業用으로 利用하는 것보다 훨씬 挑戰的이다.

5. 遠隔感知

Louisiana Remote Sensing Program(LRSP)에서는 Louisiana 州立大學에 特別實驗室을 運營하고 있다. 이 實驗室에는 (1)航空寫眞 (2)人工衛星에서 보내는 影像 (3) 이미 貯藏되어 있는 地理學的 資料들을 綜合할 수 있는 施設이 있어서 여기서 分析된 資料는 넓은 地域의 農業的, 工業的인 狀況을 나타낼 수 있는 地圖를 그리는데 利用할 수 있다. LRSP에서 最近에 研究되고 있는 두가지 즉, (1)水産 養殖業을 하기에 적절한 位置選定 (2)벼의 灌溉에

대한 研究에 관하여 간단히 紹介하기로 한다.

上記한 3個의 資料出處로부터 家재養殖에—가재는 美國南部地方에서 인기있는 水産物—必要한 資料를 綜合하여 彩色地圖를 여러장 만든다. 각각의 地圖는 (1)養殖業에 부적합한 도, 시, 읍 및 公共用地 (2)養殖期間의 길이 (3)가재養殖用 연못의 둑을 만들기 위한 土壤의 適合性 여부 (4)地形이 平平한가, 언덕이 저이나, 높지대인가를 나타내는 地形的인 適合性 (5)土壤이 연못을 만들기 適合한 것인지의 與否 (6)地下水의 깊이 (7)現存하는 家재養殖地帶의 位置등을 알 수 있도록 製作된다.그 다음으로는 地形과 生育期間에 따른 最適地와 아울러 벼栽培도 並行할 수 있는지를 나타내주는 合成地圖가 製作된다. 이와 비슷한 研究가 메기養殖에 應用된 例도 있다(Kapetsky, Hill and Worthy, 1987).

遠隔感知技術을 벼 灌溉에 利用하기 위한 研究가 U. S. Geological Survey(美地質調查局)主管으로 수행되었다. 루이지애나주에서 벼 관개수는 두가지 水源(大型의 地下水井과 河川)에서 揚水하여 利用한다. 衛星(Land Sat)에서 보내오는 資料를 利用하여 이 分野에 관한 많은 研究가 이루어졌다. 乾期의 衛星寫眞을 灌溉期間의 寫眞과 比較하여 벼栽培地域과 물이 항상 利用可能한 地域을 구분해 낸다. 管井과 江 또는 河川에서의 水量의 差異는 航空寫眞에서 나타나는 바와 같이 물의 濁度에 의해서 決定하며 管井水와 강물을 利用하여 水稻作栽培를 하는 總面積을 計算한다. 이러한 資料를 매년 보관해 나가면 危險스런 地下水位의 下降을 막고 또 乾期동안에 海水가 江으로 流入하는 現象도 막는데 아주 有用하게 利用할 수 있다.

遠隔感知技術은 과수원이나 森林의 害蟲被害狀況을 알려주고, 산불의 발생위험을 豫告하며, 家畜의 寄生蟲이 棲息할 수 있는 條件을 갖춘 습지대의 面積을 決定하는 데에도 利用된다. Louisiana 州立大學의 農工學科에서는 近距離 遠隔感知技術에 관한 研究를 最近에 시작했는데 이 研究事業에서는 遠隔調整되는 小型航空機에 정착한 Video 카메라를 利用할 計劃이다. 이 카메라를 利用하여 가재와 메기養殖用 연못의 물의 순환에 관한 研究를 할 것이다.

IV. 工學技術의 農業에의 利用에 따른 諸影響

美國의 農業은 過去에는 대단히 成功적이었으나

現在에는 얼마간의 어려움에 부딪치고 있다. 그 問題點들은 農家에서 너무 많이 生産을 해내기 때문에 倉고에는 芻料용 곡물, 옥수수와 肉用재품들의 剩餘량이 엄청나게 많다. 農家の 數字는 계속 줄어들고 많은 農家에서는 재정적인 어려움을 겪고 있다. 學生들이 農業은 직업으로서 좋다는 認識을 가질 수 없기 때문에 農科大學의 在學生數는 극적으로 감소하고 있다. 이와 비슷한 現象들이 西歐의 많은 나라에서도 일어나고 있다.

西方의 여러나라에서 어떻게 農業에 관련된 問題들을 解決할런지 알 수 없다. 向後 25年間은 電子工學이 農業에 가장 많이 應用될 것으로 보이는데 이러한 應用은 全世界의 農業이 命脈을 유지할 수 있도록 세심한 주의를 기울여 計劃해야 한다. 아마도 새로운 動植物의 技術과 더불어 電子工學의 應用技術은 많은 人들을 農場에서 都市로 떠나게 할 必要없이 農村生活을 便利하게 해 줄 것이다.

美國에서는 작은 人口密度와 많은 경지면적 때문에 大規模의 農業이 제대로 이루어지고 있지만 많은 나라에서는 小規模營農 및 이에 相應하는 營農技術을 계속 發展시키는 것이 最善의 方法일 것이다. CAAMS-IRRI型的 벼刈取機의 開發이 한 좋은 例가 될 것이다. 이 機械를 여러나라에서 製作할 수 있도록 國際米作研究所(IRRI)에서 設計할 때 精確한 諸元과 計劃을 樹立했다. 이 機械와 같이 機械의 能率을 높이기 위하여 電子工學을 應用하는 問題는 대단히 흥미있는 研究課題가 될 것이다.

우리는 全世界의 協力하여 일을 해나가야 한다. 農產物市場은 이미 한 地域이나 한 나라에 局限되지 않고 世界的인 것이 되어버렸다. Louisiana州 立大學의 農業經濟·經營學科에서 出版한 보고서에는 쌀의 世界的인 交易趨勢에 관한 보고가 있고 과일이나 채소도 國境을 넘어서 늘어나는 物動量이 때로는 상당히 먼곳까지도 交易이 되고 있다.

이 世界的인 農產物의 交易現象이 새로운 工業技術을 어떻게 農業에 應用할 것인가에 대하여 影響을 미치게 될 것이다. 그 應用的 한가지 例는 수출될 農產物의 品質管理이다. 수입국가에서 원하는 品質의 水準이 어느정도인가를 알아서, 上記의 몇가지 例에서 보인바와 같이 電子工學을 應用한 品質管理方法이 國際貿易에 重要할 것이다.

비록 農業에 電子工學技術을 應用하는 問題가 現

在의 새로운 研究課題이기는 하지만 在來的인 方法에 의한 工學設計의 重要性을 잃어서는 아니된다. 컴퓨터, 自動化, 로봇工學, 影像信號解析, 遠隔感知 등의 技術 또는 機械構造의 強度나 動力學的인 問題解決을 기대할 수 없기 때문이다. 未來의 工學者는 역시 古典的인 工學을 배워서 農業을 支援할 수 있는 機械, 建築物, 農業工程處理에 必要한 構造物 등을 設計할 수 있어야 한다.

引用文獻

1. Agricultural Computing Source Book, 1986. Doane-Western, Inc., St. Louis, MO 63144.
2. Agricultural Electronics 1983 and Beyond. 1983. Vols. 1 and 2. ASAE Publication Nos. 8-84 and 9-84, ASAE, St. Joseph, MI 49085.
3. Agri-Mation 1, 1985. ASAE Publication no. 01-85, ASAE, St. Joseph, MI 49085.
4. American Association for Vocational Instructional Materials (AAVIM). 1986. Catalog of instructional materials. AAVIM, 120 Driftmier Engineering Center, Athens, GA 30602.
5. CAAMS-IRRI 1. On Reaper. 1982. Operator's manual. Agricultural Engineering Department, International Rice Research Institute, Los Banos, Laguna, Phillipines.
6. Carter, M.C. 1987. Human capital for tomorrow's agriculture. Annual Staff Conference, Louisiana Agricultural Experiment Station, LSUAC, Baton Rouge, LA 70803.
7. Hines, R.L., F.E. Sistler and M.E. Wright. 1986. A vision system for grading container-grown plants. ASAE Paper No. 86-3043. ASAE, St. Joseph, MI 49085.
8. Hwang, H. and F.E. Sistler. 1985. The

- implementation of a robotic manipulator on a pepper planting machine. In: CAD/CAM, Robotics, and Automation International Conference, Mechanical and Aerospace Engineering, University of Missouri-Columbia, Columbia, Missouri 65211.
9. Kapetsky, J.M., J.M. Hill and D. Worthy. 1987. A spatial information system to plan for the development of catfish farming. *Aquaculture* (in press).
 10. Nyman D.J. and J.M. Hill. 1980. Estimation of surface- and ground-water use by application of remote sensing. In: *Applications of Remote Sensing for Rice Production* (Editors, Deepak and Rao) A. Deepak publishing.
 11. On-Farm Computer Use. 1984. Conference proceedings. School of Agriculture, Purdue University, West Lafayette, IN 47907.
 12. Perry, C.C., ed. 1982. Strain gage control of center pivot irrigation. *Epsilonics*, Vol. 2, No. 1. Measurements Group, Inc., Raleigh, N.C. 27611.
 13. Quick, G.R. and W.F. Buchele. 1978. The grain harvesters. ASAE, St. Joseph, MI 49085.
 14. Robotics and Intelligent Machines in Agriculture. 1983. ASAE Publication No. 4-84, ASAE, St. Joseph, MI 49085.
 15. Sistler, F.E. 1984. The farm computer. Reston Publishing Co., Reston, VA 22090.
 16. Sistler, F.E., P.A. Smith and D.C. Rester. 1982. An image analyzer for aerial application patterns. *TRANSACTIONS of the ASAE*, 25(4): 885-887.
 17. Splinter, W.E. 1976. Center-pivot irrigation. *Scientific American*, Vol. 234, No. 6, pp. 90-99.
 18. U.S. Dept. of Agri. 1971. A chronology of American agriculture, 1790-1970. Publication 0-423-389, U.S. Government Printing Office Washington, D.C.
 19. U.S. Dept. of Commerce. 1986. America's agriculture-a portrait of the past and present. Publication AG86-PP-1, U.S. Dept. of Commerce, Bureau of the Census, Washington, D.C. 20233.
 20. Vo-Ag Teacher's Gazette. 1984. Vol. 3, No. 1, Vocational Education Productions, California State Polytechnic University Foundation, San Luis Obispo, CA 93407.
 21. Wharton, R.B. and W.R.M.P. Jayawardana. 1986. An analysis of rice export flows from southern states. Res. rpt. no. 662, Department of Agricultural Economics and Agribusiness, Louisiana State University, Baton Rouge, LA 70803.
 22. Wright, M.E. 1977. McCormick's reaper. Paper presented at the Blue Ridge Life and Culture Seminar, Ferrum College, Ferrum, VA 24088.
 23. Wright, M.E., J.M. Tappan and F.E. Sistler. 1986. The size and shape of typical sweet potatoes. *TRANSACTIONS of the ASAE*, 29(3): 678-682.