

논 물관리와 自動化시스템 開發

Development of the Automated Irrigation Management System for Paddy Fields

鄭 夏 禹* · 李 南 鎬** · 金 成 俊***
Chung, Ha Woo · Lee, Nam Ho · Kim, Seong Joon
崔 鎮 鎔**** · 韓 炯 根**** · 金 大 植****
Choi, Jin Yong · Han Hyung Geun · Kim, Dae Sik

Summary

To improve the performance of irrigation management and practice during growing period of paddy rice with decreasing labor costs and with saving labor working hours, the integrated irrigation management system using microcomputer was developed. The irrigation management system was composed of four main subsystem : data acquisition subsystem, model subsystem, gate control subsystem and automatic intake devices. The model subsystem evaluates the data transmitted from field measuring stations and determine the necessity of irrigation. Also the user interface subsystem supported users to operate the system easily. The functional operation of the system was carried out and the applicability of the system was discussed.

I. 緒 論

우리나라 農産物의 輸入開放 壓力이 加重되고 있는 현 상태에서 우리나라 쌀 生産費는 國際價格의 약 5배나 되어 生産費의 節減을 통한 國際 競爭力의 強化와 더불어 農村의 離農現狀으로 인한 勞動力 減少로 水

稻栽培作業의 省力化가 절실히 要求되고 있다. 또한 農村의 生活環境 改善 등을 포함한 農漁村用水의 需要가 增加되고 있어 既存 水資源의 효율적인 利用의 중요성이 증대되고 있다.

따라서 물管理에 소요되는 勞動時間을 短縮할 수 있는 體系를 개발하여 水稻의 省力

* 서울大學校 農業生命科學大學

** 安城産業大學校

*** 서울大學校 農業開發研究所

**** 서울大學校 大學院

키워드 : 自動化시스템, 資料測定裝置,

資料蒐集 및 傳送裝置, 運營프로그램,

自動分水工, 自動물꼬

栽培를 통한 쌀 生産費의 節減 및 生産量을 提高할 수 있는 生育時期別 適正 물管理方式이 필요하다. 이는 作物生育에 불필요한 用水의 供給을 防止하고 圃場에서의 管理損失水量을 최소화할 수 있는 논 물管理體系의 自動化가 필요하다는 것을 의미한다.

시설원예에 대한 물관리 자동화에 관한 연구로는 **李와 박²⁾**이 마이크로컴퓨터를 이용하여 시설원예의 물관리 자동화를 위한 On-Line 제어시스템과 제어소프트웨어를 개발하여 그 성능을 검토하였고, **金 등¹⁾**은 시설원예에서 자동관개 시스템의 적용성을 검토하였다. 한편, 논 물관리 자동화에 관한 연구로는 **鄭 등³⁾**이 水稻작을 대상으로 灌溉用 貯水地 操作을 위한 計測 및 分析體系에 대한 研究가 있으나, 圃場內에서의 물관리 자동화에 관한 實用性 있는 研究는 없었다. 日本의 경우는 **廣瀬 등⁶⁾**이 管水路를 이용하여 급수하는 논 물관리의 自動化를 위해 자동물꼬를 개발하여 적용함으로써 물관리의 省力化에 적합함을 보였고, **竹山 등⁸⁾**은 중소규모의 自動定量分水를 목적으로 부력을 이용한 개수로용 자동분수 장치를 개발하여 分水特性을 실험적으로 고찰하였으며, **南 등⁷⁾**은 이 자동분수장치를 현장실험을 통해 적용성을 검토하였다.

본 研究의 目的은 개수로를 이용하여 급수하는 논에서의 물관리를 省力化하기 위하여 포장구획내로 灌溉水를 공급하는 分水工과 小用水路에서 논배미로 관개수를 유입토록 하는 물꼬를 自動化하고, 벼의 생육기별로 담수심을 遠隔制御할 수 있는 물管理 自動化시스템을 개발한 후, 現場適用試驗을 통하여 개발된 시스템의 적용성을 검토하는 데 두었다.

본 報에서는 논 물管理 自動化시스템을 논 의 담수심 자료 측정장치, 자료수집/전송장치, 주체어장치 및 관개수의 조절을 위한 자동분수공과 자동물꼬로 구성하여 이들의 운영을 위한 자료수집/전송 제어 프로그램, 자동분수공 제어 프로그램, 물관리운영 프로그램 등의

개발에 대하여 다루고, 다음 호에 “自動分水工의 開發”과 “自動물꼬의 開發”이란 제목으로 논 물관리 자동화 시설의 주요 구성요소인 자동분수공과 자동물꼬의 개발에 대하여 상세히 다루도록 하였다.

II. 논 물管理 自動化시스템의 開發

1. 시스템의 構成

논에서의 물관리를 省力化하기 위해서는 用水路에서 각 圃場區劃으로의 관개수의 供給을 調節할 수 있는 分水工과 소용수로에서 논배미로 관개수를 유입토록 하는 물꼬 및 이들의 작동시기를 조절할 수 있는 制御시스템이 필요하다. 이를 모식화하면 Fig. 1과 같으며, 資料測定裝置, 資料蒐集/傳送裝置, 主制御裝置, 自動化 運營프로그램, 自動分水工, 自動물꼬 등으로 구성된다. 自動化시스템의 작동은 논배미의 湛水深을 레벨센서로 검출한 후, 아날로그신호를 A/D 변환기에 의하여 디지털신호로 변환하여 컴퓨터에 전송·입력하고, 이와 같이 측정된 湛水深 자료에 의해 灌溉의 필요 여부를 판단하여 自動分水工을 작동시키므로서 灌溉를 실시하도록 되어 있다. 自動化 施設을 구성하는 각각의 요소들의 특징과 기능은 다음과 같다.

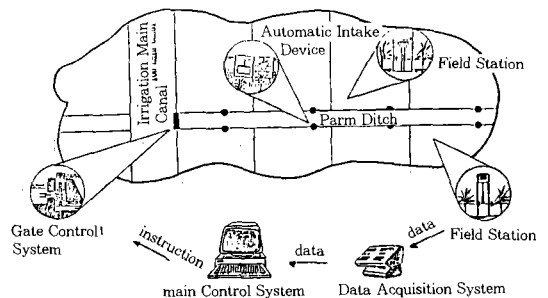


Fig. 1. Schematic diagram of the automated irrigation management system

가. 자료 측정 장치

자료 측정의 목적은灌溉施設の 조작을 결정하는 정보를 수집하는데 있다. 본 시스템에서 필요로 하는 정보는 논의 湛水深인데 레벨 센서를 사용해서 측정한다. 본 연구에서 사용된 레벨 센서는 정전용량식(capacitance type)으로서 정전용량의 변화를 측정해서水位로 환산한다. 정전용량은 液體의 높이에 따른物質의 dielectric 계수의 函數이다.

나. 자료蒐集/傳送裝置

자료蒐集/傳送裝置는 레벨 센서에서 측정된 아날로그 신호를 수집하여 디지털 신호로 변환하여 主制御裝置로 傳送하는 機能을 갖는다. 자료傳送 방법은 전체 시스템의 수행 능력에 영향을 미치는 주요한 因子이며, 통신선을 매설하는 유선방식, 공공전화선을 이용하는 방식, 무선통신방식 등이 주로 사용되는데, 본 연구에서는 有線을 이용하는 방식을 선택하였다. 자료전송은 RS422/232C와 16비트 마이크로 프로세서를 이용한다.

다. 主制御裝置

자료蒐集/傳送裝置에서 전송된 자료를 받아 저장·관리하고, 이를 분석하여灌溉여부를 판단하여 水門을 自動調節하는 등의 기능을 갖는 主시스템으로서 IBM-PC 386 호환기종으로 되어 있다. 主要 構成要素는 자료 수신 부분, 자료 분석부분, 수문 제어부분이 있다. 이상의 자료측정, 수집 및 전송장치와 주 제어 장치의 連結 模式圖는 Fig. 2와 같다.

그림에서 OPTOMUX는 미국의 OPTO22에서 제공하는 아날로그-디지털 입출력장치로써 RS232/RS422 직렬연결에 의하여 주 제어 장치와 통신이 가능하도록 되어 있다. OPTOMUX의 구성은 마이크로 프로세서를 내장하여 주 제어 장치의 직렬전송을 수행하는 Brain Board와 아날로그 입출력 모듈에 장치하여 그 위은 값을 Brain Board에 전송하는 Mounting Rack의 두 부분으로 이루어져 있다.

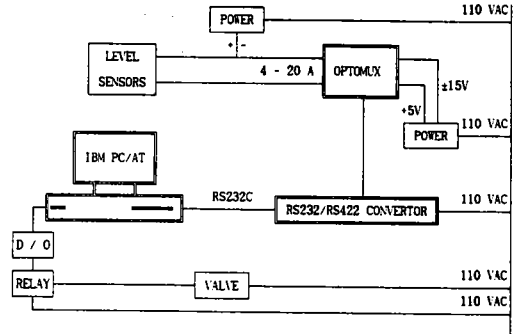


Fig. 2. Block diagram of the data acquisition and transmission system

라. 自動화 運營프로그램

自動화 運營프로그램은 現場 자료 측정 장치로부터 전송된 자료를 評價하고灌溉여부를 결정한다. 自動화 시스템의 運營을 위한 프로그램에는 자료蒐集 및 傳送裝置 제어프로그램, 自動分水工 제어프로그램, 물管理 운영프로그램 등이 있다.

마. 自動分水工

主制御裝置에 의해 조절되며 포장구획내로의 관개수를 공급하는 수문장치로서, 구성요소는 수문제어 신호송신장치, 수문조작장치 및 문비이다.

바. 自動물꼬

水門이 열리고 用水路에灌溉水가 流入되면 人力의 도움없이 소용수로 부터 논배미로 관개수가 流入되는 장치로서 圃場 湛水深이 미리 정해진水位에 도달하면 自動으로 급수가 중단되도록 한다.

2. 自動화 運營프로그램 開發

自動화 시스템의 運營을 위해서 논배미에서의 담수심 자료를 측정하고 이 자료를 컴퓨터로 전송하는 프로그램, 담수심 자료로부터灌溉여부를 판단하여 分水工을 개폐하는 프로그램과 벼의 生育時期別로 適正 湛水深을 관리하는 운영프로그램을 개발하였다.

가. 資料蒐集 및 傳送裝置 制御 프로그램

資料蒐集 및 傳送裝置 制御 프로그램은 논
의 담수심 측정을 위한 Analog Brain Board
를 제어하는 것이다. 즉, Analog Brain Board
를 통해 센서에서 측정되는 아날로그 신호를
디지털 신호로 변환하고 이를 主制御裝置에
전송하도록 제어한다. 사용언어는 GW-BA-
SIC이고 湛水深 測定裝置인 OPTOMUX와 통
신이 가능하도록 고안된 OPTOWARE를 소
프트웨어 Driver로 사용하였다. 본 프로그램
의 작업순서도는 Fig. 3과 같다.

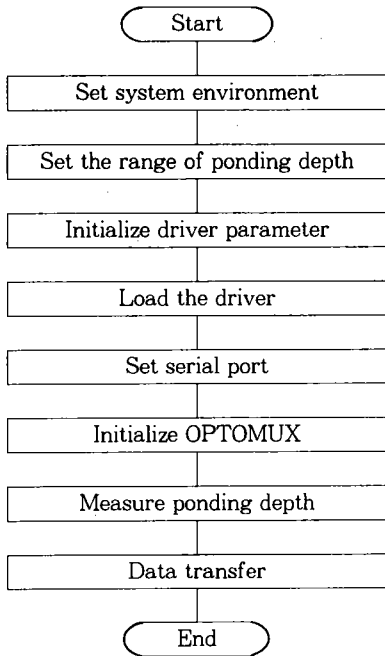


Fig. 3. Flow chart of data collection & transfer

나. 自動分水工 制御 프로그램

본 프로그램은 OPTOMUX에서 전송되는
湛水深의 資料를 받아 벼의 生育時期別 適正
湛水深과 비교하여 自動分水工의 開閉與否를
결정하는 것이다. 灌溉가 필요하다고 판단되
는 경우에는 分水門을 自動으로 열어 灌溉用
水가 공급되도록 하고, 논에 灌溉用水가 공급

되어 適正 湛水深에 도달하면 分水門을 자동
으로 닫도록 하는 역할을 수행한다. 논 의 담
수심이 적정 담수심의 下限水位(H_{min}) 以下로
내려가면 灌溉用水가 공급되도록 하고, 적정
담수심의 上限水位(H_{max})에 도달하면 灌溉를
중단하도록 되어 있다. 본 프로그램의 작업순
서도는 Fig. 4과 같다.

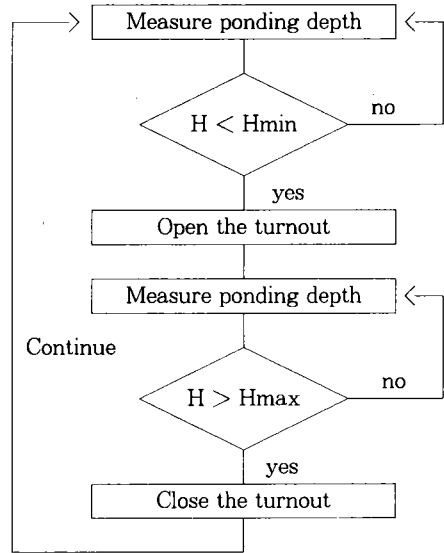


Fig. 4. Algorithm for the control of automated turnout

다. 물管理 運營프로그램

물管理 自動化 施設을 효율적으로 활용하기
위해서는 資料 蒐集/傳送 프로그램과 水門制
御 프로그램을 적절히 사용해야 한다. 본 연
구에서는 이들을 통합 운영할 수 있는 運營프
로그램을 개발하여 전산시스템에 익숙하지 않
은 경우에도 손쉽게 시스템의 운용이 가능토
록 메뉴화하였다.

운영프로그램의 작업순서도는 Fig. 5와 같
으며, 벼의 生育단계를 선정하기 위한 메뉴화
면은 Fig. 6와 같이 구성하였다.

벼의 生育에 필요한 適正 湛水深은 生育단
계별로 변하므로, 수문제어 프로그램에서도
生育단계별 적정 담수심에 따라 분수문 조작

을 위한 상한수위(H_{max})와 하한수위(H_{min})가 변환되어야 한다. 본 프로그램에서는 사용자가 화면메뉴에서 生育段階에 따라 H_{max} 와 H_{min} 값을 변화시켜 적절한 분수문 조장이 가능하도록 되어 있다.

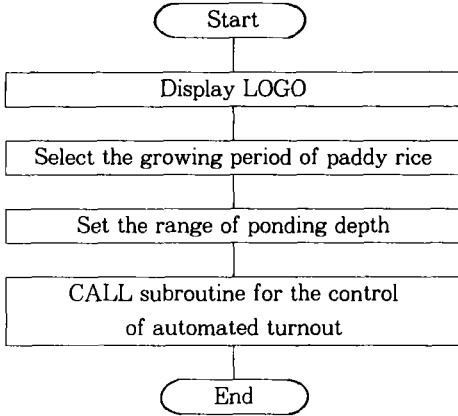


Fig. 5. Flow chart for the control of data collection & transfer

The Selection of Growing Period of Paddy Rice	
1.	Rooting
2.	Effective Tillering
3.	Non-effective Tillering
4.	Elongation
5.	Heading
6.	Early-ripening
7.	Middle-ripening
8.	Late-ripening

Fig. 6. Selection menu for the growing period of paddy rice

III. 自動化시스템의 適用

1. 圃場適用試驗

開發된 물管理 施設의 適用性を 檢討하기 위하여 農村振興廳 水稻栽培 試驗圃場에서 現場適用試驗을 실시하였다. Fig. 7과 같이 각 논배미의 중앙에 自動물꼬를 設置하고, 소용

수로 시점위치에 自動分水工과 말단부의 논에 담수심 측정장치(OPTOMUX)를 설치하였다. 이들은 有線으로 주제어장치인 컴퓨터와 연결하여 논의 湛水深이 下部植에 도달하면 分水工의 水門이 열려 灌溉를 실시하고 上限 湛水深이 되면 分水工의 水分을 닫아줌으로써 遠隔制御를 실시하였다. 시스템의 작동여부를 검토하였는 바, 원활하게 작동되었다.

본 연구는 自動化시스템의 개발에 중점을 두어 실시하였는 바, 벼의 생육기간 동안의 시스템 운용을 통한 물관리的评价是 차후 시범지구에 본 시스템을 설치하여 검토할 필요가 있다고 판단된다. 또한, 自動化 시스템의 送受信方式은 현재로서는 有線을 이용하는 방식을 취하였으나, 計測地點의 數 및 制御施設의 數가 많아 有線의 管理가 어려울 경우에는 無線 送受信方式의 사용에 대한 검토가 필요하다.

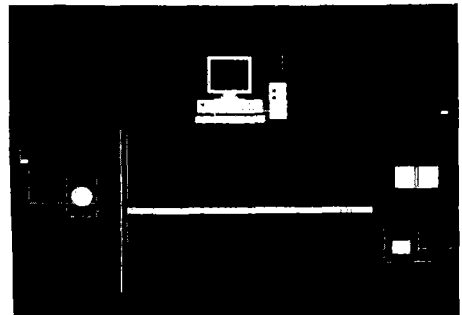


Fig. 7. Photograph of the automated irrigation management system

2. 自動化시스템의 활용성

물管理 自動化 시스템의 도입에 따른 일차적인 효과는 물관리 개선에 의한 勞動力 節減 및 勞動 生産性 向上, 효율적인 물관리에 의한 灌溉用水의 節減과 收穫量 增大 및 質의 向上에서 나타나며, 나아가 영농방법의 개선 및 영농의 안정화에 있다.

'85년 농림수산부의 물관리 조사연구사업보고서에 의하면 물관리요원은 임금이 낮으므로 저학력 관리요원으로 부터 능동적인 물관리가 불가능하고 소속개념과 책임감이 적으며, 農地改良組合은 예산부족으로 물관리요원의 증원이 어렵고 물관리의 불평이 높아져 간다는 문제점이 지적된 바 있다.

현행의 물管理要員이 수행했던 것은 통관, 분수문 조작, 수로감시, 양수장 조작 등의 업무였으나, 自動化시스템을 도입하면 각종 계측기기 및 시설들의 상황은 시스템의 중앙통제실에서 정상작동 여부가 파악되고, 고장이 발생하였을 경우에는 施設管理要員이 현장에 나가 바로 修理를 하게 된다. 따라서 기존의 물관리요원이 수행했던 水路監視業務를 중앙에서 모두 統制 및 調節하게 되므로서 물관리요원의 기능은 시설관리와 물관리를 병행하게 되고, 지구의 규모에 따라 시설관리인원이 결정되어야 할 것으로 판단된다.

3. 실용화 방안

개발된 자동화시스템을 실용화하기 위한 제반 검토사항은 다음과 같다.

가. 논 물管理의 現場條件은 土壤, 水路組職, 水路水位, 水路傾斜, 논배미간의 표고차, 담수심 분포상태 등에 따라 다양하기 때문에 示範地區를 선정하여 現場에 알맞는 시스템의 기구설치 방법에 대한 檢證이 필요하다.

나. 시설물들의 長期 使用을 위한 재료로는 耐熱성과 耐水性을 겸비할 수 있는 材質의 개발 또는 선정이 요구된다.

다. 벼의 生育期間동안 다양한 물관리 조건에 따른 자동화시스템의 灌溉效果 分析이 요구된다.

라. 본 시스템의 導入에 따른 人力節減 效果와 시스템의 設置費用에 대한 經濟性 分析이 이루어져야 한다.

IV. 要 約

本 研究는 개수로 급수방식을 사용하는 논에서의 물관리를 省力化하기 위하여 포장 구획내로 관개수를 공급하는 분수공과 소용수로에서 논배미로 관개수를 유입토록 하는 물꼬를 자동화하고, 벼의 생육기별로 담수심을 원격제어할 수 있는 물관리 자동화 시스템을 개발하여 현장적용시험을 통하여 개발된 시스템의 적용성을 검토하였다.

본 연구는 농촌진흥청의 특정연구과제 연구비의 일부지원을 받아 수행되었음.

參 考 文 獻

1. 김철주의 3인, 1991, 自動灌溉 시스템을 移用한 施設오이 栽培에 관한 研究, 한국 농공학회지 제33권, 1호, pp. 89-99.
2. 이기명, 박규식, 1986, 施設園藝에 있어서 栽培管理의 自動化 시스템에 관한 研究 (I), 한국농업기계학회지, 제11권, 1호, pp. 31-36.
3. 鄭夏禹의 5人, 1989-1990, 集中用水管理 組職研究, 서울大 農業開發研究所
4. 鄭夏禹의 6人, 1991-1993, 논 물관리체계의 자동화 연구, 농촌진흥청
5. 韓國開發研究員, 1986, 農業投資分析論
6. 廣瀨愼一, 1991, 圃場における水口取水方式の檢討, 農業土木學會紙, pp. 19-25.
7. 南勳, 喜多威知限, 尹昊燮, 徐榮濟, 1990, フロートをを用いた潛りオリフイス型自動定量 分水装置の水理特性, 農業土木學會紙, pp. 43-49.
8. 竹山光一, 南勳, 山井義暢, 趙炳辰, 1987, 浮力を利用した定量分水施設の水理シミュレーション, 農業土木學會紙, pp. 71-79.
9. Fischbach, P. E., T. L. Thompson and L.

- E. Stetson, 1970, Electric controls for automatic surface irrigation system with reuse system, Trans. of the ASAE, 13 (2) : 286-288.
10. OPTO22, 1988, Optoware analog and digital driver version 4 for MS/PC-DOS computers & LC2/LC4
11. Phene, C. J., C. J. Hoffman and R. S. Austin, 1973, Controlling automated irrigation with soil matric potential sensor, Trans. of the ASAE, 16(4) : 773-776.
12. Zazueta, F. S. and A. G. Smajstrla, 1992, Microcomputer-Based Control of Irrigation Systems, Applied Engineering in Agriculture, 8(5) : 593-596.