수위관리 시스템 연구

박용욱

A study of Water Level Control System

Yong-wook Park

요 약

현 농촌사회는 점차 고령화 사회가 되어감에 따라 노동력 감소 문제점이 발생하고 있다. 본 연구을 통하여 생육 단계별 수위를 자동 컨트롤하여 관리할 수 있는 농작물의 수위 조절 시스템 연구 개발하였다. 수위측정에는 초음파 센서를, 급·배수로의 수문 제어에는 서보모터를 사용하고 이들의 신호를 처리하는 제어부로는 ATmega128을 사용하였다. 본 시스템을 통하여 노동력 감소의 문제점을 해결하고 농촌사회의 자동화 발전 및 고령화 사회에 큰 기여를 기대 할 수 있을 것이다.

ABSTRACT

A reducing labor is a big issue in rural community due to a increasingly aging society. In this paper, the water control system for corps production with a function of automatically controls and solar energy system is developed. The water level was measured by ultrasonic sensor and water gate was controlled by using servo motor. The system had included ATmega 128 control unit for signal controls. The water level control system will be able to contribute to the aging rural society.

키워드

Water level, Sensor, Gate, ATmega 128

Ⅰ. 서 론

현재의 농촌사회는 자동화 및 기계화 발전에 발맞춰 빠른 속도로 발전을 이루어 왔다. 하지만 계속되는 발전에도 불구하고 농촌사회는 점차 고령화 되어감에 따라 많은 노동력이 필요로 하고 있는 실정이다. 특히 벼농사의 수위 관리 작업을 대표적인 예로 들 수 있다. 농지의 수위 관리란 작물의 생육에 필요한 물과 알맞은 토양환경을 만들기 위해 필요한 물을 인공적으로 농지(農地)에 공급해 주는 일을 말하며, 벼농사에서는 빼놓을 수 없는 중요한 작업 중 하나이다. 요즘 농촌사회의 수위 관리 작업은 대부분이 수작업이나 또는 펌프를 이용하여 물을 공급하고 있다.

본 연구는 수위 관리 작업을 보다 수월하게 하기 위하여 초음파 센서를 사용하여 수위를 측정하고 서보모터로 급·배수로 수문을 제어하여 자동으로 동작하게 하는 수위조절 자동화 시스템을 연구하였다. 수위 조절 자동화 시스템의 구현을 통하여 농촌사회가 현재맞이하고 있는 고령화 사회 및 노동력 감소의 문제점을 해결하고, 더 나아가 신재생에너지(태양광 에너지) 사용으로 에너지 효율성을 증대시키고자 하였다.

교신저자 : 남서울대학교 전자공학과(pyw@nsu.ac.kr)
접수일자 : 2010. 08. 06 심사(수정)일자 : 2010. 09. 17 게재확정일자 : 2010. 10. 15

II. 시스템 구성

그림 1은 본 수위관리 시스템의 전체적인 구성도이다.

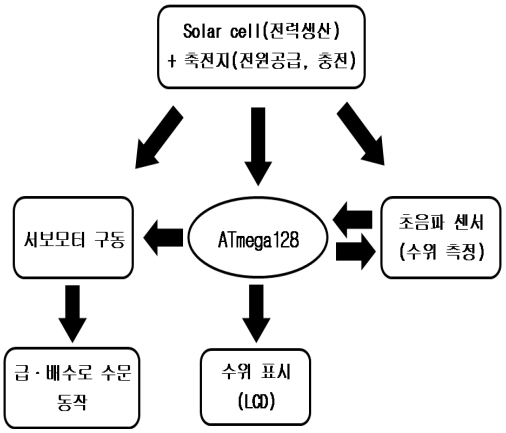

그림 1. 수위 관리 시스템 구성도
Fig. 1 Block diagram of water level control system

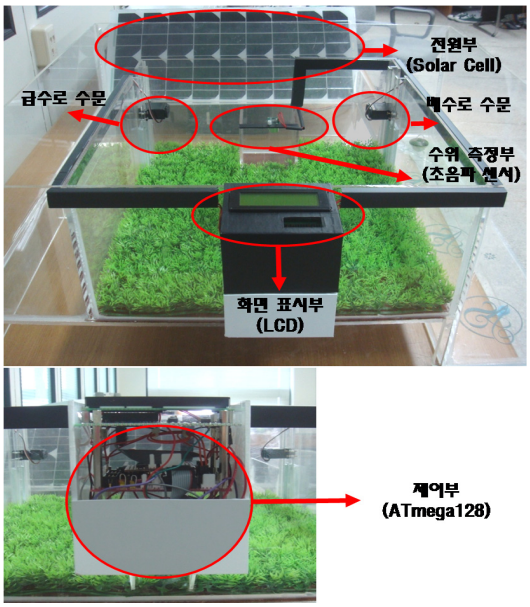

그림 2. 수위 관리 시스템의 사진
Fig. 2 photo of water level control system

우선 태양광 에너지를 이용하여 solar cell에서 생산된 전력을 축전지로 충전하여 서보모터, ATmega 128, 초음파 센서의 구동전원으로 사용한다. 그리고 ATmega 128은 서보모터와 초음파 센서를 제어하는 제어부로 사용되며 또한 서보 모터는 급·배수로 수문을 개·폐하고, 초음파 센서는 수위관리 시스템의 수위를 측정한다. 초음파 센서에서 인식된 수위를 화면 표시부 LCD를 통해 표시하여 주는 시스템으로 전체 시스템이 구성되어 있다.

그림 2는 시스템 구성도를 바탕으로 제작된 수위관리 시스템의 모습이며 전면부에는 제어부, 화면 표시부가 좌측에는 급수로 수문, 우측에는 배수로 수문, 중앙에는 수위 측정부, 후면에는 전원부로 구성되어 있다. 그림 3은 수위를 측정하는 제어부의 동작 블록도이다. 스위치를 사용하여 목표수위를 정해주고, 초음파센서로 현재수위를 측정하며, 목표수위와 현재수위가 같으면 다시 목표수위를 변화시키고, 수위가 서로 다르면 급·배수로 수문이 동작하여 현재수위와 정해진 목표수위가 같도록 해주는 방식으로 구동하는 시스템이다.

Solar cell은 광전효과를 이용하여 동작을 하는데. 태양광 에너지는 일조량과 관련이 깊다. 본 시스템에서는 최대 전력량이 20W인 solar cell을 사용하였다. 표 1은 최대 전력 20W의 solar cell을 이용하여 1년 동안 사용할 수 있는 전력량을 조사 계산한 값을 보여 주고 있다.

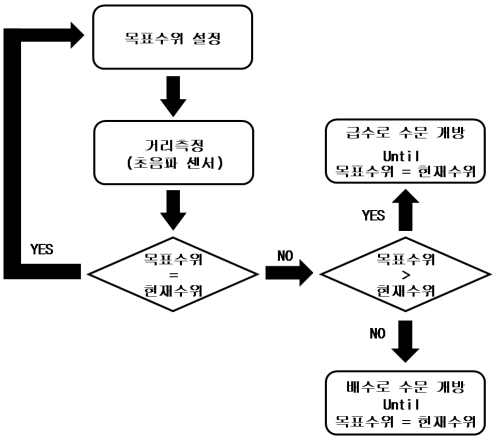

그림 3. 수위 제어 블록도
Fig. 3 Water level controller

표 1. 20W Solar cell로 1년 동안 사용가능한 전력
Table 1. The watt-hour supplied for a year from a 20W solar cell

일조량[hr] (5년 평균값)	Solar cell을 이용하여 1년 동안 사용할 수 있는 전력량[Wh] (20W x 일조량 (5년 평균값))
168.4117	3368.233

III. 결 과

Solar cell은 태양광 에너지를 사용하기 때문에 날씨에 많은 영향을 받는다. 표 2는 기상청에서 5 년 동안 조사한 우리나라의 맑고 흐린 날의 일수에 대한 데이터로 일년에 약 100일 정도 맑은 날이 존재하는 것을 알 수 있다[1].

표 3은 본 논문에서 사용한 최대전력 20W의 solar cell을 이용하여 일주일(7일)간 날씨에 따른 Solar cell의 충전값 변화를 조사한 데이터를 보여주고 있다. 맑은 날과 흐린 날에 따른 평균전력의 차이는 약 17.14W 정도가 난다는 것을 알 수 있다.

표 2. 맑고 흐린 날의 일수(일)
Table 2. The number of the clear and cloudy days

년 \ 날씨	맑은 날	흐린 날
05년(365일)	116	249
06년(365일)	112	253
07년(365일)	88	277
08년(366(윤달))	91	275
09년(365일)	96	269

따라서, 본 연구는 실험을 통하여 신 재생에너지(태양광 에너지)의 사용 가능성을 확인 하고자 하였는데, 표 2, 3의 데이터를 통하여 실제로 날씨의 영향을 많이 받는 벼농사에서 solar cell과 축전지를 사용하여 맑은 날에는 최대한 많은 전력을 충전시켜 놓은 뒤 흐린 날에 사용 할 수 있는 자가발전이 가능한 수위 관리 시스템의 응용 가능성을 확인할 수 있었다.

표 3. 날씨에 따른 시간별 충전 데이터(7일 측정치)
Table 3. The hourly charging data for a week based on the weather

시간	날씨	전압(V)	전류(A)	전력(W)
8시	맑은 날	21.02	0.63	13.24
	흐린 날	19.90	0.33	6.57
10시	맑은 날	21.50	1.10	23.65
	흐린 날	19.93	0.34	6.77
12시	맑은 날	21.58	1.17	25.24
	흐린 날	19.59	0.26	5.09
14시	맑은 날	21.59	1.22	26.3
	흐린 날	17.52	0.06	1.1
6시	맑은 날	21.37	1.09	23.34
	흐린 날	19.74	0.20	3.94
18시	맑은 날	20.79	0.47	9.77
	흐린 날	19.68	0.18	3.54
평균	맑은 날	21.31	0.95	20.24
	흐린 날	19.39	0.16	3.10

본 연구에서 사용한 센서는 압전효과를 이용한 초음파 센서로 검출 대상의 형태, 색깔등과 무관하게 검출이 가능한 장점이 있다. 초음파의 전파 속도는 전자기파에 비하여 느리기 때문에 초음파가 발사되어 피사체에서 반사된 후 원래대로 되돌아 올 때까지의 시간을 카운트하기 위한 클럭 펄스의 계수 회로도의 구현이 용이하고 수십 m의 거리에서도 전파속도가 늦고 반사율이 좋으므로 물체의 근거리 및 원거리 검출에 적합하다[2].

초음파 센서를 사용하기 위해 ATmega128 포트E의 4, 5번 핀에 연결하였다. 4번 핀에서는 트리거신호를 받고 5번 핀을 통해서 echo신호를 출력하는 방식이다. 정확한 수위는 부록 A에서와 같이 프로그램을 통해 수식 (1)을 이용하여 원하는 수위높이를 측정 하였다[3-4].

$$\text{수위} = 10cm - \text{검출된 거리} \quad \cdots\cdots (1)$$

수식 (1)의 10cm는 초음파가 설치된 높이이고, 검출된 거리는 물 수면과의 거리이다.

그림 4는 수위 1cm를 오실로스코프를 사용하여 측정한 출력파형이고, 표 4을 통하여 현재수위가 높아질수록 펄스폭이 줄어드는 것을 확인 할 수 있다.

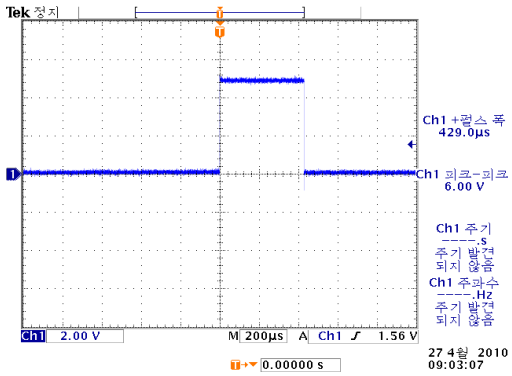

그림 4. 오실로스코프 출력파형(수위 1cm)
Fig. 4 Output of oscilloscope (1cm)

표 4. 현재수위에 따른 펄스폭
Table. 4 The pulse width according to the current water level

현재수위[cm]	펄스폭[μs]
1	429.0
2	407.7
3	347.2
4	273.6
5	245.3

그림 5는 본 논문에서 급·배수로 수문을 동작시키는 서보모터의 동작 상태를 나타낸다. 서보모터는 +90° ~ -90°로 180°의 동작범위를 가진다. 제어신호는 펄스로서 공급되는데, 펄스폭이 20ms이내 +5V의 신호를 1.32ms를 유지하면 서보모터의 제어 각은 0°가 된다. 각도를 변화시키기 위해서는 1.32ms보다 작거나 큰 펄스를 인가하면 서보 모터는 인가된 펄스폭에 대한 각도로 동작한다. 제어방법은 펄스의 High 구간의 길이로 각도를 결정하는데, 보통 주기는 20ms로 되어있으나 실제로는 18ms로 제어된다. 주기가 20ms보다 길어지면 컨트롤러가 제대로 신호를 입력받지 못해서 떨림 등의 오동작 등이 발생할 수 있다[3].

본 논문에는 아날로그 서보모터(RBM-606MG) 2개를 사용하였다. RBM-606MG 서보모터를 사용하게

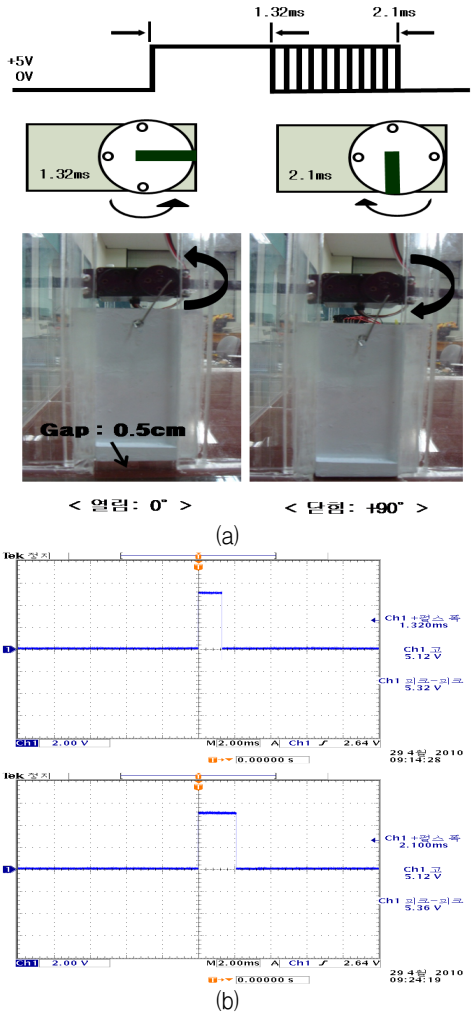

그림 5. 수문의 동작 범위 및 오실로스코프 출력파형
Fig. 5 Gate control range and oscilloscope results

된 이유는 기어가 메탈기어로 되어 있어 다른 아날로그 서보모터에 비해 튼튼하고 최대 토크가 9.4kg/cm로 구동 토크가 커서 큰 토크가 필요한 급·배수로 수문 동작에 절적하였기 때문이다. 0번 핀에는 배수로 수문을 제어하는 서보모터의 Signal선을 1번 핀에는 급수로 수문을 제어하는 서보모터의 Signal선을 연결하여 사용하였다. 그림 5의 (a)는 수문의 동작 범위각을 보여주고 있다. 0° ~ +90° 동작에 따라 수문이 개·폐되고 이에 따라 생기는 0.5cm의 gap으로 급수가

된다. 그림 5의 (b)는 서보모터의 동작에 따른 출력파형을 나타낸다.

본 시스템에서 초음파 센서를 사용하여 수위를 측정하고 서보모터로 급·배수로 수문을 제어하여 자동으로 동작하게 하는 수위조절 자동화 시스템을 연구・구현하여 농촌사회가 현재 맞이하고 있는 고령화 사회 및 노동력 감소의 문제점을 해결하고 농작물 생산에 효율성을 증대시키고자 하였다.

Ⅳ. 결 론

농촌사회에서는 벼농사의 수위 조절 작업은 벼농사에서 빼놓을 수 없는 중요한 작업으로 많은 시간과 노동력을 필요로 하는 대표적인 작업으로 예를 들 수 있다. 본 논문에서 초음파 센서를 사용하여 물의 수위를 측정하고, 그 수위를 조절하는 급·배수로에 수문을 각각 설치하여 서보모터로 개·폐를 제어함으로써 수위조절 작업의 자동화에 많은 기여를 할 수 있을 것으로 기대된다.

감사의 글

본 논문은 남서울대학교 연구비 지원에 의하여 연구되었음.

참고 문헌

[1] http://www.kma.go.kr, 기상청
[2] 이종락, “초음파와 그 사용법,” pp.14~23, 세화, 1997.
[3] 신동욱/오창헌, “알기쉽게 배우는 AVR ATmega128," pp.336~338, ohm사, 2006.
[4] 이응력, “AVR ATMEGA128(마이크로컨트롤러 프로그래밍과 인터페이싱)”, pp.171~280, ITC, 2009.

저자 소개

박용욱(Yong-wook Park)

1989년 2월 연세대학교 전기공학과 졸업(공학사)
1991년 8월 연세대학교 대학원 전기공학과 졸업(공학석사)
1999년 2월 연세대학교 대학원 전기공학과 졸업(공학박사)
2000년 9월 ~ 현재 : 남서울대학교 전자공학과 부교수
※ 관심분야 : RF 디바이스, 센서