다중계측 데이터의 취득과 원격전송에 대한 연구

주귀영 · 최조천
목포해양대학교 해양전자 · 통신공학부

A Study on the Acquisition and Remote-transmission of the Multi measurement data

Gui-young Ju · Jo-chen Choi
Faculty of Marine Electronic and Communication Engineering
Mokpo Maritime University

요 약 문

원거리에 분산되어 있는 다수의 농축수산업 양식시설을 원격으로 감시하고 관리하기 위한 시스템으로 각각의 시설에 대한 온도, 습도, 전원 등의 환경 데이타를 수집한 후, 전화회선을 통하여 관리자측으로 전송하면 관리자측에서는 수신된 데이터를 수치로 표시하므로써 시설들의 환경상태를 원거리에서 항상 파악할 수 있는 시스템을 연구하였다. 시스템의 구성을 위하여 환경상태를 정확하게 검출할 수 있는 센싱회로와 멀티프로쎄싱을 위한 통신회로 그리고 데이터의 전송과 취득에 대한 알고리즘을 실험적으로 구현하였다.

즉, 저가의 설치와 운용비용으로 시설을 효율적으로 관리할 수 있으며, 생산성 의 향상은 물론 재해를 사전에 예방할 수 있는 효과를 기대하는 시스템이다.

Abstract

This paper is concerned to remote monitering & management system on the bring up house of agricultural, lomestic animal, aquatic products. That is necessary for traffic network and monitering unit for transmission the environment data of temperature, humidity and electric etc.. This study is executed the experimental research for structure of system. which are composed sensing interface, multi-processing, traffic network and algorithm. Result, that is respected the effective management, increase of produce and prevent of calamity on the bring up house by low cost of set & remain,

1. 서론

농축수산의 양식업은 내부의 온도, 습도, 통풍 등의 환경을 항상 최적의 상태로 유지하도록 감시 · 제어하며, 장기간 양육을 위한 관리가 연속되어야 하는 어려운 조건의 업종이다.

그러나 이러한 시설은 대부분 거주지역으로부터 멀리 떨어져 있으므로 항시 감시하고 관리하기란 쉬운 일이 아니다. 여기에서 잠시라도 감시 · 관리가 소홀해져 환경이 부적합한 상태로 지속되면 양식중인 생물에게 치명적일 수 있으며, 경우에 따라서는 예상치 못한 크나큰 경제적인 손실로 이어진다.

본 연구에서는 여러 형태의 환경조건으로 설치되는 양식시설을 유선이나 무선 등의 회선을 통하여 관리자측과 연결하고, 시설의 환경 및 상태를 계측하여 관리자측으로 데이터를 전송하면 관리자측에서는 전송되어온 데이터를 취득하여 이것을 디지털로 표시하여 항상 감시할 수 있는 시스템의 개발을 목적으로 하였다.

시스템의 구성에 필요한 요소는 환경을 정확하게 검출할 수 있는 센서 및 인터페이스 회로, 신뢰성을 유지할 수 있는 전송회선과 통신프로토콜, 정확한 데이터의 전송과 취득 알고리즘 그리고 관리자가 쉽게 알아볼 수

있는 모니터장치이다. 또한 시설의 조건에 따라 시스템의 소프트웨어를 적절하게 변형시키므로써 사용자의 다양한 요구조건을 충족해 줄 수 있는 융통성도 발휘하여야 더욱 가치있는 연구가 될 것이다.

2. 데이터의 취득

1. 멀티-프로세싱에 의한 데이터의 수집

농축수산의 양식업은 대부분 하우스나 양식시설이 한 장소에 여러개가 모여져서 설치된 형태로 되어 있다. 이러한 시설들의 각각에 대한 계측데이터를 관리자측으로 전송하려면 일단 계측데이터를 한 장소로 수집하여 전송하게 되면 통신회선을 하나로 구성할 수 있으므로 시스템의 구축과 운용에 대한 비용을 최소로 할 수 있다.

분산되어 있는 소량의 계측데이터를 한 곳에 집결시키기 위한 방법으로 간단하면서 효율적인 기술은 마이크로프로세서를 이용한 멀티프로세싱 기법이다. 멀티프로세싱이란 다수의 슬레이브용 마이크로프로세서에 ID를 부여하고 마스터용 마이크로프로세서에서 원하는 ID의 지정에 의하여 슬레이브용 마이크로프로세서와 시리얼통신으로 데이터를 교환하는 방식이므로 시스템은 개별적인 ID가 부여된 다수의 슬레이브-프로세서와 한 개의 마스터-프로세서 그리고 전체를 병렬로 접속하는 하나의 시리얼통신 회선으로 구성된다[1]. 그림-1은 멀티프로세싱에 의한 시스템의 개요도이다.

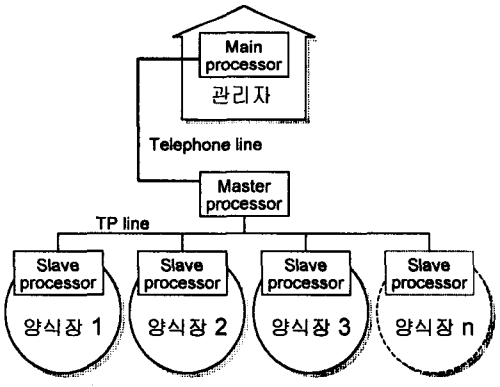

그림-1 시스템의 구성도
Fig.-1 Blockdiagram of system

그림-1에서 슬레이브-프로세서는 양식장에 설치되어 온도, 습도, 전원감시 등의 센서와 인터페이스회로를 통하여 양식장의 환경데이터를 주기적으로 취득하여 보관하게 된다. 슬레이브-프로세서는 주기적으로 데이터를 취득하여 항시 갱신되는 데이터를 저장하도록 설계하며 저장과 동시에 마스터-프로세서의 호출을 대기하는 상태로 유지한다.

마스터-프로세서의 호출이 인지되면 슬레이브-프로세서는 저장중인 데이터를 마스터-프로세서로 전송하게 된다. 이렇게 각 양식장의 순서에 따라 데이터가 마스터-프로세서로 전송되어 모든 데이터를 수집하는 알고리즘을 구성한다. 그러므로 모든 프로세서는 정확한 시리얼통신을 수행하기 위하여 전송속도와 프로토콜을 일정하게 설정하는 초기화 작업이 선행되어야 한다. 마스터-프로세서에 수집된 데이터는 양식장의 관리실에서 모든 양식장에 대한 환경상태를 쉽게 읽을 수 있도록 나타낼 수 있으며, 여기에 전화회선을 이용하여 원거리의 메인-프로세서에 데이터를 전송하여 여기에서도 모니터가 가능하도록 설계하였다.

2. 시스템의 통신시퀀스

슬레이브-프로세서, 마스터-프로세서 그리고 메인-프로세서 간의 통신시퀀스는 그림-2와 같이 구성된다.

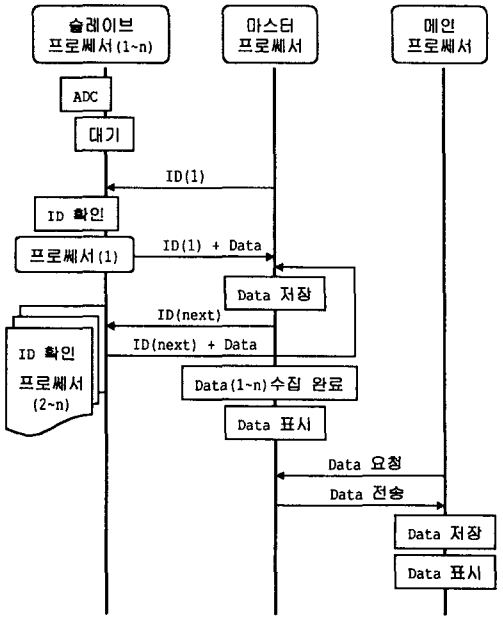

그림-2 프로세서간의 통신시퀀스
Fig.-2 Communication sequence of between three processor

슬레이브-프로쎄서와 마스터프로쎄서는 RS232 또는 RS485의 통신칩을 사용하여 트위스트페어(TP) 선으로 연결되며, 마스터-프로쎄서와 메인-프로쎄서 간에는 원거리 통신용이므로 FSK의 저속 변복조회로를 통하여 전화선에 연결되어야 한다. 슬레이브-프로쎄서와 마스터프로쎄서는 일정한 일정한 간격의 주기를 두고 통신을 개시한다. 즉, 멀티-프로쎄싱의 기법으로 마스터-프로쎄서는 1~n 까지의 슬레이브-프로쎄서를 주도하여 순서적으로 통신을 수행하면서 각 슬레이브-프로쎄서에서 변환한 데이터를 마스터-프로쎄서로 수집하며, n까지의 데이터 수집이 완료되면 모든 데이터를 모니터장치에 표시하게 된다. 이 동작은 주기적으로 계속 반복되며, 언제라도 메인-프로쎄서로부터 데이터요구의 인터럽트가 접수되면 마스터-프로쎄서는 최종적으로 수집된 데이터를 메인-프로쎄서로 전송한다.

3. 데이터전송 알고리즘

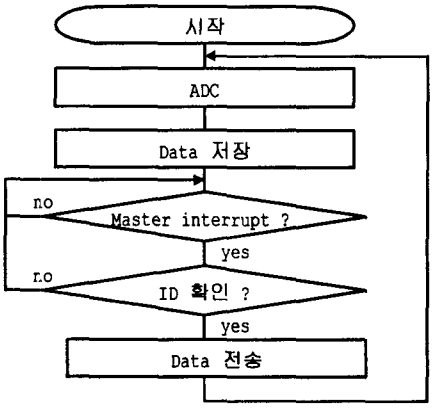

그림-3 슬레이브-프로쎄서의 알고리즘
Fig.-3 Algorithm of slave-processor

슬레이브-프로쎄서에서 외부의 환경을 데이터로 변환하고 전송하는 과정의 알고리즘은 그림-3과 같다. 각 슬레이브-프로쎄서에는 1~n 까지의 ID가 주어지며, ID가 인터럽트신호의 역할로 수신되면 자신에 대한 ID의 여부인지를 비교로 확인하여 일치하게 되면 데이터를 전송하도록 한다. 그림-3의 순서도를 보면 슬레이브-프로쎄서는 외부의 환경을 데이터로 변환하여 저장한 후, 마스터-프로세서의 인터럽트 요청을 대기하는 상태로 유지하게 된다.

데이터의 전송은 멀티-프로쎄싱 기법을 사용하여 통신회선의 최소화를 꾀하고자 하였다. 마스터-프로쎄서의 데이터수집과 원격전송에 대한 알고리즘은 그림-4와 같다.

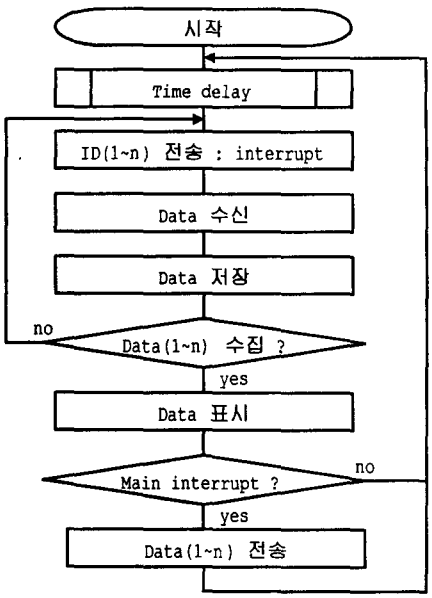

그림-4 마스터-프로쎄서의 알고리즘
Fig.-4 Algorithm of master-processor

처음의 time delay는 각 슬레이브-프로쎄서에서 환경을 데이터로 변환하는 데 필요하는 시간을 대기하기 위하여 설정하였다. 마스터-프로쎄서에서 먼저 ID 1을 출력하면 슬레이브-프로쎄서 1에서 데이터를 전송하게 된다. 전송된 데이터를 수신하여 저장하고, 다시 ID 2를 출력하면 이번에는 슬레이브-프로쎄서 2에서 데이터를 전송하게 된다. 이러한 순서로 ID n까지 출력하여 슬레이브-프로쎄서 n까지의 데이터를 수신하여 모든 슬레이브-프로쎄서로부터 전송된 데이터의 수집을 완료하게 된다. 이렇게 수집이 완료된 데이터를 7세그먼트의 표시기로 나타내면 관리실에서 모든 양식장의 환경상태를 쉽게 알아볼 수 있다. 표시기에 나타난 데이터는 time delay와 데이터의 수집시간이 지나면 새로운 데이터로 갱신된다. 또한 메인-프로쎄서로부터 데이터를 요청하는 인터럽트신호가 있을 때에는 수집된 데이터를 전송하게 되며, 만약 데이터의 수집중에 인터럽트가 접수되었을 때에는 데이터의 수집이 완료된 후의 데이터를 전송하도록 알고리즘을 구성하였다. 여기에서 메인-프로쎄서는 관리시스템을 원거리에 설치하기 위한 것으로 여기

에는 전화회선 또는 무선 등의 통신회선이 필요하며 사용회선의 전송특성에 적합하도록 통신알고리즘을 고려하여야 한다[2].

3. 원격전송

1. FSK 전송

2-wire 트위스트 실선의 구간에서는 전송거리를 1.2[Km]까지 확보할 수 있는 RS-422A 인터페이스를 사용하여야 효과적이며, 전용회선을 사용하는 경우에는 FSK 변조방식으로 전송한다. 본 연구에서 필요로 하는 원격전송의 데이터는 약 20[byte] 정도의 계측데이터이므로 마이크로프로쎄서를 이용한 저속전송으로 운용하여도 충분하다. 변복조방식은 ASK나 FSK가 가장 간단하게 실현할 수 있으므로 여기에서는 FSK방식으로 설계하였다. FSK는 진폭이 일정하므로 레벨변동과 잡음에 강한 장점이 있다. FSK의 소요 주파수 대역폭은 이론상으로는 거의 무한대에 가깝지만 실제로는 전체 스펙트럼의 95%를 포함한 측파대까지를 대역폭으로 한다. 또한 소요 주파수 대역폭은 두 주파수의 편이비 h의 크기에 따라 변한다. 최소천이키잉(Minimum Shift keying : MSK)에서 두개의 주파수 f_1, f_2의 편이비 h는 두개 주파수편이의 정도를 나타낸다. f_1, f_2 두 개의 주파수에 의한 편이비를 파라메터로 나타낼 때는 식(1)과 같다.

$$h = |f_1 - f_2| \cdot T \quad \text{단, } f_1 > f_2 \qquad \text{식(1)}$$

여기서 T는 펄스의 주기이다. 본 연구에서는 위상의 연속성, FSK에서 가장 좁은 대역폭 유지, 비동기 검파 가능 등의 장점을 갖고 있는 MSK 방식을 채택하였다. 데이터 신호속도와 반송파 관계는 ITU-T의 권고에 의하며 V.29의 데이터 신호속도는 1,200[bps]이고, 이때 반송파 주파수는 1,700 Hz에 이용회선은 전용회선을 권장하고 있다[3]. 식(1)에서 f_1과 f_2는 2진의 0과 1에 대응하는 반송주파수이며 T는 [bps]의 역수로 펄스의 주기를 나타낸다. FSK 신호의 주파수 스펙트럼은 f_1과 f_2의 선스펙트럼으로 구성된다. 두 주파수의 편이비 h가 커질수록 대역폭은 확대가 되면서 f_1과 f_2의 분리는 명확해 진다. h>1의 경우 FSK의 대역폭 B는 식(2)와 같다.

$$B = 2 \cdot h \cdot 1/T = 2| f_1 - f_2 | \qquad \text{식(2)}$$

또 h<1의 경우 FSK의 대역폭 B는 식(3)과 같다.

$$B = 2 \cdot 1/T \qquad \text{식(3)}$$

이상의 식에서 대역폭 B는 전송속도에 관계되는 것을 알 수 있다. f_1과 f_2를 1,700±400[Hz]로 설정하고, 이 400[Hz]를 1,200[bps]로 전송하면, 대역폭은 식(3)에 의하여 800[Hz]의 범위가 된다. 또 만약 400[Hz]를 800[Hz]로 전송한다면 대역폭은 1,600[Hz]의 범위가 된다. 반송파 중에서 하나의 주파수를 400[Hz]에서 800[Hz]로 높이면 대역폭도 800[Hz]에서 1,600[Hz]로 넓어진다[4][5].

본 연구에서의 FSK는 프로쎄서와 프로세서 간의 데이터 전송에 필요한 것으로 전화회선을 이용하여 소량의 데이터를 전송하는 경우에는 간단하게 구현할 수 있으므로 효과적이다. 전화회선은 주파수대역이 약 3,000[Hz]로 한정되어 있으므로 FSK에 의한 전송속도도 약 1,200[bps] 이하로 제한된다[6]. 멀티프로세싱 기법은 프로쎄서 간의 직렬 데이터전송으로 이루어지며, 1프레임 데이터의 구성은 스타트 비트, 1[byte]의 데이터, 어드레스/데이타 식별비트, 스톱비트 의 11개 비트로 구성된다[7]. 그림-5는 프로쎄서 간의 통신에서 전송되는 데이터의 형태를 나타낸 것이며, 펄스의 진폭은 5[V] 이다.

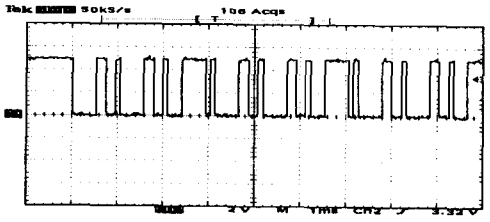

그림-5 직렬 데이터의 전송 형태
Fig.-5 Transmission of serial data

그림-6은 RS-232C를 사용하여 펄스의 진폭을 14[V]로 변환하여 전송하는 형태이다. 이 방법을 사용하면 트위스트페어의 실선으로 약 10[m] 까지 전송이 가능하지만, 전압전송 방식이 되므로 전화회선에 그대로 적용하면 전화회선의 48[V] 전압에 의하여 변형되므로 FSK 변조를 취하여 전송하여야 정확한 데이터를 전달할 수 있다.

그림-7은 FSK의 변조파형을 나타낸 것으로 1,700±400[Hz]로 변조된 것이다.

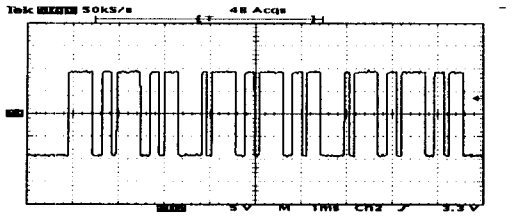

그림-6 RS232C에 의한 전송
Fig.-6 Transmission by RS232C

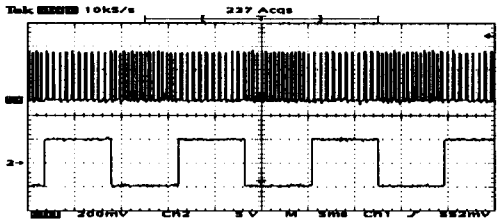

그림-7 FSK 변조파형
Fig.-7 FSK modulation wave

4. 실험 및 분석

우선 프로쎄서간의 통신과 데이터의 전송과 취득 그리고 디스플레이 상태를 분석하기 위하여 간단히 마스터-프로쎄서와 슬레이브-프로쎄서부의 보드를 제작하여 실험하였다.

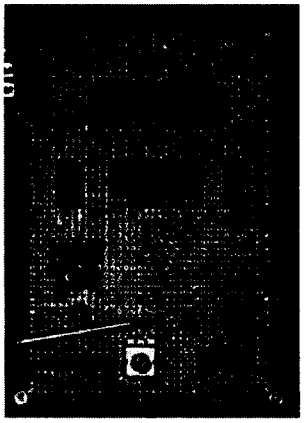

그림-8 슬레이브-프로쎄서부
Fig.-8 Slave-processor unit

프로쎄서는 MCS-51계열로 EEP ROM 형태로 디버그가 간편한 Atmil 회사의 89C51을 사용하였다. 그림-8은 실험용으로 제작한 슬레이브-프로쎄서부의 보드로써 3개의 센서, RS232C, ADC 그리고 프로쎄서로 구성되어 있다.

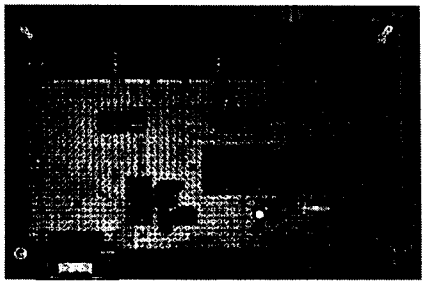

그림-9 마스터-프로쎄서부
Fig.-9 Master-processor unit

그림-9는 마스터-프로쎄서부의 보드로써 8개의 7-세그먼트 LED, RS232C 그리고 프로쎄서로 되어있다. 통신과 취득 그리고 7-세그먼트 LED의 다이나믹구동 프로그램을 작성하여 실행한 결과 확실한 데이터의 교환이 이루어졌으며, 수신된 데이터는 송신된 데이터를 정확하게 표시하였다. 통신거리는 실선을 사용하였을 때 대략 50[m] 정도였으며, 장시간 동안 정상적으로 동작하였다.

전화회선을 이용한 원거리의 전송을 위하여 FSK의 최적주파수를 구하기 위하여 한국통신의 교환기를 경유하도록 다이얼하여 호출된 전화기에서 수신되는 파형을 취득하여 전송손실이 크게 저하되지 않는 범위내에서 최적의 주파수를 얻고자 하였다.

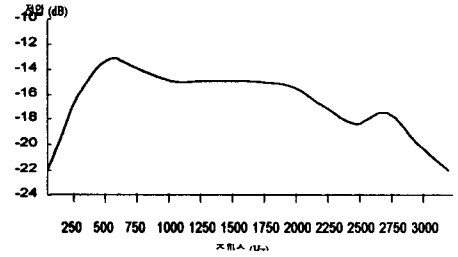

그림-10 통과주파수대의 전송특성
Fig.-10 Transmission characteristics

전송주파수는 250~3,500[Hz] 사이에서 250[Hz]의 단계로 증가시키며 $5V_{p-p}$의 입력전압을 유지하였고, 이때 호출된 전화기에서 수신한 파형의 진폭으로 전송특성을 분석하였다. 그림-10의 그래프는 주파수별 수신전압/송신전압의 전송특성을 dB로 계산하여 나타낸 것이다. 그래프의 분석에서 2,000

[Hz] 이상으로 되면 전송효율이 감소하기 시작하여 그 이상의 영역에서는 불안정한 상태로 저하되는 것을 알 수 있었다[8].

그러므로 본 실험에서 목적으로 하는 FSK의 f_1과 f_2에 대한 주파수선정은 1,700 ±400[Hz]로 결정하였다.

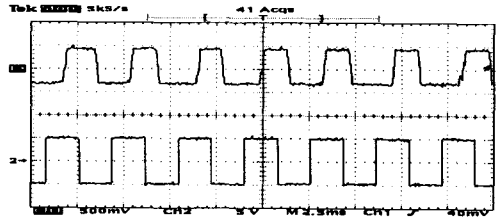

그림-11 840[bps]의 FSK 복조파형
Fig.-11 FSK demodulation of 840[bps]

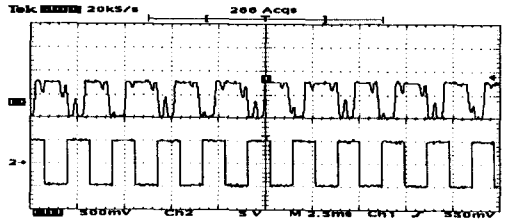

그림-12 1,200[bps]의 FSK 복조파형
Fig.-12 FSK demodulation of 1,200[bps]

그림-11은 840[bps]의 데이터를 FSK로 변조하고 전화회선을 경유하여 수신한 것을 복조한 것이다. 데이터는 약 1[ms] 지연되는 상태로 전송되었으며, 이 정도면 충분히 활용할 수 있을 것으로 분석된다. 그림-12는 1,200[bps]의 데이터로 변조한 후, 복조한 상태로 데이터가 약간 불안정하게 나타나고 있으므로 이 속도이상의 변조는 불가능하였다.

5. 결론

연구의 과정은 실험적인 방법으로 FSK용 주파수분석, 데이터 전송형태의 측정, 전송속도에 따른 FSK 복조파형의 측정 그리고 알고리즘 등을 평가하였다. 2선의 트위스트 실선으로 무리없이 전송되는 것을 확인하였으며, 멀티프로세싱 기법에 의한 직렬전송으로 신뢰성 있는 데이터의 전송알고리즘을 실험적으로 얻을 수 있었다. 프로쎄서간에는 2선의 트위스트 실선이나 전용회선으로 쌍방향의 반이중 데이타통신도 가능하므로 모니터링 뿐만이 아니라 관리실에서 양식장 방향으로 간단한 제어기능도 구현이 가능할 것이다. 1차 산업이 주종인 이지역 경제의 실정을 고려할 때, 이 분야의 연구는 생산성의 향상을 위하여 반드시 필요한 과제이며, 지역경제의 발전에 우선하는 기술로 인식되어야 할 것이다.

참고문헌

[1] I. Scott MacKenzie, " The 8051 Micro Controller ", Prentice-Hall, 1994
[2] 조학현, 최조천, 김기문 "무선국의 통합 시스템에 대한 알고리즘", 한국해양정보통신학회논문지, 제2권 제4호, pp.545-551, Dec. 1998
[3] 박선호 편저, 적외선공간통신과 원격제어 시스템, 국제테크노정보연구소, pp.203-211, Oct. 1994.
[4] 萩野芳造, 小潼國雄 共著, 無線機器システム, 東京 : 東京電氣大學出版局, pp.153-154, Jul.1994.
[5] 曺鶴鉉 著, "電子通信理論", 木浦海洋大學校 海洋電子通信工學部 敎材, pp.243-245, 1997
[6] 荒木庸夫 著, 編輯部 譯, "圖說 通信方式", 機電研究社, pp.270, 1994
[7] CQ出版社, "トランジスタ技術", special No.8, pp.102-103, March, 1998
[8] 조학현 박사학위논문, "無線通信裝置의 遠隔制御를 위한 統合通信시스템에 관한 硏究", 한국해양대학교, p.79, Aug. 2000