

공학석사 학위논문

가상 계측기를 이용한 인공 부화 시스템의 설계 및 구현

지도교수 박 흥 복

이 論文을 指導교수 朴興福 先生 學立論文으로 提出함



2003년 2월

부경대학교 산업대학원

전 산 정보 학 과

윤 봉 준

이 논문을 윤봉준의 공학석사
학위논문으로 인준함

2002년 12월 14일

주 심 공학박사 여 정 모 (인) 

위 원 공학박사 김 영 봉 (인) 

위 원 이학박사 박 홍 복 (인) 

< 차 례 >

< 표 목 차 >	III
< 그림 목 차 >	IV
Abstract	V
1. 서론	1
2. 관련 연구	3
2.1 LabVIEW 그래픽 프로그램	3
2.1.1 프론트 패널	7
2.1.2 블록 다이어그램	7
2.1.3 아이콘/컨넥터	8
2.2 부화를 위한 환경	9
2.2.1 온도	9
2.2.2 습도	10
2.2.3 환기	11
2.2.4 전란	12
3. 인공 부화 시스템의 설계	13
3.1 시스템의 구성	13
3.2 데이터 수집	16
3.2.1 온도 측정	18
3.2.2 습도 측정	19
3.3 인터페이스	23
3.4 부화기	24

4. 구현 및 결과 분석	28
4.1 구현 환경	28
4.2 구현 방법	28
4.3 구현 결과	34
4.4 결과 분석	36
5. 결론	38
참고 문헌	39

< 표 목 차 >

<표 1> 부화중의 온도가 부화율에 미치는 영향	9
<표 2> 부화중의 온도가 부화시간에 미치는 영향	10
<표 3> 1일 전란 횟수에 따른 부화율	12
<표 4> 전란기간에 따른 부화율	12
<표 5> 전란각도에 따른 부화율	12
<표 6> 인공 부화 시스템 하드웨어 제원	27
<표 7> 기존 시스템과의 비교	36
<표 8> 시스템 성능 비교	37

< 그림 목 차 >

(그림 1) 시스템 구성도	14
(그림 2) 시스템 흐름도	15
(그림 3) 데이터 수집을 통한 신호 처리 흐름도	16
(그림 4) 온도 측정을 위한 신호의 흐름도	18
(그림 5) 습도 측정을 위한 신호의 흐름도	19
(그림 6) A/D 변환 알고리즘	20
(그림 7) 온·습도 측정을 위한 VI 다이어그램	21
(그림 8) 인터페이스 블록도	23
(그림 9) MUX 블록도	25
(그림 10) 스테핑 모터를 이용한 전란장치	26
(그림 11) 항온/항습장치 제어를 위한 VI 다이어그램	30
(그림 12) 환기장치 제어를 위한 VI 다이어그램	31
(그림 13) 오류 검출 알고리즘	32
(그림 14) 메인 윈도우	34
(그림 15) 측정값 저장	35

Design and Implementation of Artificial Incubation System using Virtual Instruments

Bong-Joon Yoon

*Dept. of Computer and Information Science,
Pukyong National University*

Abstract

In this paper we designed artificial incubation system that has functions of control and monitoring of measuring instrument, analysis of measured data, and automatic control by using LabVIEW(Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench) graphic program that can easily collect, control, analyze, and apply data. Then to inspect the system we produced Incubator. Internal environment is measured by a sensor and each device is setting and controlled to create the optimum environment after finding hatching environment of selected individual from Database file for incubation. Through this functions, problems of hatching rate and quality that were affected by minute change of hatching environment are dealt successfully with, and retrenchment of labor and cost is expected as well.

1. 서론

산업 현장에서 생산하는 제품의 질을 향상시키고 생산 효율을 극대화시키기 위하여 인력, 자재 및 장비를 관리하는 것도 중요하지만 생산 과정에 필요한 정보를 수집, 감시, 저장, 제어, 분석하여 효율적인 생산 시스템을 구성하고 제조 환경을 최적화 시킬 수 있는 공장 자동화, 온실 환경 제어 등의 분야에서 자동화 시스템의 중요성은 날로 증가하고 있다 [9][10].

이러한 관점에서 볼 때 LabVIEW(Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench)를 이용한 가상 계측기(VI; Virtual Instruments)는 개발 비용을 절감할 수 있고, LabVIEW 소프트웨어를 이용해 할 수 있는 어플리케이션이 매우 방대하므로 중복된 주요 투자를 절감할 수 있다. 또한 컴퓨터에 LabVIEW와 Plug-In DAQ(Data Acquisition) 보드를 사용하면, 데이터 측정 및 제어 시스템에 매우 경제적이고 다양한 측정 및 제어 시스템을 구현할 수 있고 어플리케이션이 추가로 필요하면, LabVIEW 프로그램을 수정함으로써 새로운 장비의 구매 없이 시스템을 쉽게 변경할 수 있다[5][6][7].

정보 통신의 발달로 인한 개인 농가에서도 컴퓨터의 보급이 널리 확대되고 있으므로, 컴퓨터를 이용한 데이터 관리 및 제어를 위한 효율적인 생산 시스템의 필요성이 점점 증가하고 있을 뿐만 아니라, 양계 분야에서의 전산화가 급속하게 진행되고 있는 추세이다[2][6].

따라서 본 논문에서는 가상 계측기를 인공 부화에 적용하여 기존의 부화기[12]가 가졌던 문제점인 일률적인 환경 설정 즉, 부화를 위해 갖추어야 할 부화환경의 설정을 고정 동작 및 수동 조작함으로서 생겼던 온·습도 변화에 신속히 대처하지 못했던 점을 개선하였고, 고정적인 전란시간과 전란각도의 문제점들을 스테핑 모터를 이용한 전란장치를 구현함으로서 해결하였으며, 부화를 위한 시스템 관리를 효율적으로 관리할 수 있어 인력과 비용의 절감도 기대된다.

본 논문의 구성은 2장에서 가상 계측 소프트웨어인 LabVIEW와 부화를 위한 환경에 대해 살펴보고, 3장에서는 인공 부화 시스템의 설계와 각 기능의 구성에 대해 기술하고, 4장에서는 시스템을 부화기(Incubator)에 적용하고 결과를 분석한다. 5장에서는 결론 및 향후 과제에 대해서 언급한다.

2. 관련 연구

오늘날 대부분의 데이터 모니터링 및 제어를 위한 시스템들은 C, VC++언어 등 여러 프로그램 언어로 시스템을 구축하고 있다[11]. 그러나 기존의 언어를 이용한 프로그램들은 실질적인 오류가 발생되어 데이터에 영향을 주고 있음에도 쉽게 발견하기 어려울 뿐만 아니라 프로그램 작성자 외에는 이러한 프로그램 오류를 수정하기가 어렵다. 이러한 단점을 보완하기 위해 오류 수정과 데이터 획득의 신뢰성과 사용상의 편의를 제공하는 그래픽컬 언어인 LabVIEW 사용이 증가되고 있는 추세이다[7].

본 장에서는 가상 계측 소프트웨어인 LabVIEW 그래픽 프로그램과 본 시스템의 실험 모델인 닭의 부화를 위한 환경에 대해 알아본다.

2.1 LabVIEW 그래픽 프로그램

LabVIEW는 1983년 내셔널 인스트루먼트(National Instruments)사[13]에서 고안된 프로그램으로, 그래픽으로 프로그램을 하는 일종의 프로그램 언어이다. 즉, LabVIEW는 텍스트로 작성하는 C, Pascal, Basic과 같은 고전적인 프로그램 언어와는 작성 방법이 다르다. 그러나, LabVIEW는 프로그램 언어 이상의 기능을 갖고 있으며 과학자, 엔지니어 등과 같이 컴퓨터 프로그램이 필수적으로 필요한 사람을 위해 특별히 고안된 프로그램 개발 및 실행 시스템이다.

LabVIEW의 매우 강력한 그래픽 프로그램 언어를 사용하면 생산성을 증대시킬 수 있다. LabVIEW는 데이터의 측정 및 분석, 표현에 적절하도

록 특별히 고안되었으므로, 텍스트로 수개월간 작성한 고전적인 프로그램을 LabVIEW는 몇 시간 내에 완성할 수가 있다. 또한 LabVIEW는 매우 다양한 GUI(Graphical User Interface)를 갖고 있고, 쉽게 프로그램할 수 있으므로, 시뮬레이션과 일반적인 프로그램 개념의 표현 및 설명에 이상적이다. 물론, LabVIEW에는 최근의 혁신적인 기술인 ActiveX, DEE등의 기술이 접목되어 있으므로 사용자는 이러한 기술을 LabVIEW에 쉽게 접목할 수 있다.

PC를 사용한 산업 자동화(PC-based Industrial Automation)는 최근에 개인용 컴퓨터의 성능과 연결성이 발달함에 따라 프로세스 자동화, 공장 자동화, MMI(Man-Machine Interface), SCADA(Supervisory Control and Data Acquisition), DAQ, 통계적 프로세스 컨트롤, 실험실 자동화, 기계컨트롤 및 기계적 비전 등의 광범위한 자동화 영역에 사용되고 있다. PC를 기반으로 한 산업 자동화는 Plug-In DAQ보드나 PLC(Programmable Logic Control), RS-485, Foundation Fieldbus, Can-based 네트워크 등을 통하여 온도, 압력, 유량 등의 각종 신호를 측정하거나 제어할 수 있다[6].

가상 계측기는 1개 이상의 컴퓨터와 네트워크 인터페이스, UUT(unit under test), 소프트웨어, 입.출력 장치(GPIB, VXI, Serial, PLC, Fieldbus, Plug-In DAQ 보드 등)로 구성된다.

가상 계측기를 사용하면, 컴퓨터와 경제적인 하드웨어로 자신의 측정 시스템을 구현할 수 있다. 소프트웨어가 중심이 된 이들 시스템은 일반적인 컴퓨터의 처리과정, 디스플레이, 연결성을 경감하므로 자신의 측정 시스템을 작성할 때 강력한 파워와 유연성을 첨가할 수 있다. 기존의 계

측 장비를 제어하는 하드웨어와, DAQ 하드웨어를 혼합하면 사용자의 요구에 적절한 가상 인스트루먼트 시스템을 구성할 수 있다[7].

“사용자 정의” 시스템을 고전적 장비를 운용하듯이 쉽게 작성할 수 있으므로 가상 계측기는 시간과 경비를 절감해 준다. LabVIEW 소프트웨어를 데이터 수집과 계측기 제어 및 모니터링에 사용하면, 가상 계측기를 신속하게 작성할 수 있고, 광범위한 라이브러리를 어플리케이션에 쉽게 적용할 수 있다[8].

계측기 제작자가 정의한 고전적인 계측장비와 달리, LabVIEW의 가상 계측기는 온도 모니터링, 멀티미터, Strip 차트 레코드, 디지털화, 시그널 분석 등의 다양한 디바이스로 변경해서 재 사용할 수 있다. 또한 가상 계측기는 소프트웨어가 중추적인 역할을 하므로, 소프트웨어의 선택이 매우 중요하다. 가상 계측기의 장점은 구입 비용이 상대적으로 저렴하며, 개방적인 구조로 이루어져 있고, 최신의 개발 환경 및 툴을 사용할 수 있고, 재사용이 가능한 모듈로 구성되므로 개발 및 유지 보수가 용이하다.

가상 계측기는 3개의 중요한 요소 Acquisition & Control, Analysis, Presentation으로 구성된다. Acquisition은 전압, 전류, 온도, 습도 등의 물리적 신호를 컴퓨터가 입·출력 할 수 있는 디지털 신호로 변화하는 것이다. Analysis는 주파수 반응, 평균, 표준편차 등을 소프트웨어로 처리하는 과정을 의미하며, Presentation은 측정하고 분석한 데이터를 그래프 등에 표시하는 과정을 말한다[6].

LabVIEW 프로그램을 이용하면 실제 측정 장비의 기능 및 외형과 동일하게 프로그램을 작성할 수 있으므로 가상 계측기라 부른다. 그러나, 뒤편에 숨어 있는 내용은 일반적인 C, BASIC등의 주프로그램, 함수, 서브루틴과 유사하다. 일반적으로 LabVIEW는 세 가지 요소 즉, 프론트 패널, 블록 다이어그램, 아이콘/콘넥터로 구분된다[7].

2.1.1 프런트 패널

프런트 패널은 입력 값을 설정하고 VI 블록 다이어그램의 출력 값을 표시하는 곳이다.

프런트 패널은 실제 측정 장비의 패널과 유사하며 입력은 컨트롤(사용자가 데이터를 입력하는 곳), 출력은 인디케이터(프로그램의 데이터를 출력하는 곳)라 한다. 노브, 스위치, 버튼, 차트, 그래프 등과 같은 여러 종류의 컨트롤과 인디케이터를 이용하면 프런트 패널에 실제 측정 장비를 쉽게 만들 수 있다. 데이터의 입력은 키보드, 마우스 및 센서를 통해서 입력하며, 프로그램에 의해 처리된 데이터는 스크린에 표시된다.

2.1.2 블록 다이어그램

블록 다이어그램은 LabVIEW로 작성한 VI의 소스 코드이며, 실제 프로그램을 실행하는 곳이다.

블록 다이어그램의 구성요소는 For 구조, Case 구조, 산술 연산 함수와 같은 프로그램 노드로 구성되며, 이들 요소들은 데이터의 흐름을 정의하기 위해 블록 다이어그램 내에서 와이어로 “연결”되어 있다. C를 사용해 프런트 패널에 분석한 결과 및 설정 값, 그래픽을 처리하려면 수 천 라인의 프로그램 소스 코드가 필요할 것이다. C로 작성한 수 천 라인의 프로그램을 이해하기는 쉽지 않을 것이며, 프로그램을 작성한 프로그래머도 몇 달이 지나면 그 내용을 이해하기 쉽지 않을 것이다.

그러나 LabVIEW로 작성한 소스 코드, 즉 블록 다이어그램은 프로그램을 쉽게 이해할 수 있는 그래픽으로 작성되어 있으므로 프로그래머의 유지, 보수가 매우 용이하다.

2.1.3 아이콘/컨넥터

아이콘/컨넥터는 하나의 VI를 다른 VI의 블록 다이어그램에서 서브루틴으로 사용하고자 할 때 필요한 구성요소이다. 아이콘은 여러 VI의 블록 다이어그램 내에 있는 VI를 말한다. 컨넥터의 터미널들은 아이콘의 입·출력을 어디서 연결하는가를 결정한다. 터미널은 서브루틴의 변수와 유사하며, VI의 프론트 패널의 컨트롤과 인디케이터에 관계된다.

2.2 부화를 위한 환경

본 시스템의 실험 모델인 닭의 성공적인 부화를 위해서는 부화기가 온도, 습도, 환기, 전란 등과 같은 조건이 만족되도록 설계되어야 한다 [1][3][4].

2.2.1 온도

부화기 내부의 온도는 부화시작 19일까지 37.7℃(100°F)가 되도록 유지시켜야 한다. 온도는 항상 일정한지 확인해 보고 온도계의 오차가 없는지 정기적으로 점검해야 한다. 부화 기간중의 온도가 너무 높거나 낮으면 부화결과에 나쁜 영향을 미치며, 이는 부화되는 시간에도 영향을 준다. 표 1은 부화중의 온도가 부화율에 미치는 영향을 나타내며,

<표 1> 부화중의 온도가 부화율에 미치는 영향

온도 (°C) (°F)	부화율 (%)
35.5 (96)	10
36.1 (97)	50
36.6 (98)	70
37.2 (99)	80
37.7 (100)	88
38.3 (101)	85
38.8 (102)	75
39.4 (103)	50

표 2는 부화중의 온도가 부화시간에 미치는 영향을 나타내고 있다.

<표 2> 부화중의 온도가 부화시간에 미치는 영향

36.1 (97)	22.5 일
36.6 (98)	21.5 일
37.2 (99) ~ 37.7 (100)	21.0 일
38.8 (102)	19.5 일

2.2.2 습도

부화기 내부의 습도를 너무 높이거나 낮게 하는 것은 삼가야 하며, 최적의 습도는 부화 18일 까지는 52~55%, 그 후 에는 70%를 유지 시켜야 한다. 습도가 높으면 병아리 발생이 빠르게 된다. 예를 들어 37.8℃ 80~90%의 습도라면 부화 20일째에 병아리가 발생한다. 높은 습도에서 태어난 병아리는 체구가 작고 약하며 또 몸의 탄력성이 없다. 또한 습도가 낮으면 병아리의 발생이 늦어진다. 37.8℃에서 40% 이하의 습도라면 부화에 22일이 소요된다.

2.2.3 환기

부화를 위해서는 부화기 내부에 산소를 필요로 하고 이산화탄소를 배출하므로 보다 좋은 부화율을 내려면 적당한 환기가 중요하다. 부화기 내부의 산소 함유량의 적정 기준은 21%로서 일반적인 산소함유량과 동일하다. 산소 함유량이 1% 증가할 때마다 약 1%씩 부화율이 떨어지며, 산소 함유량이 1% 감소 할 때마다 약 5%의 부화율이 떨어진다.

또한 부화기 내부의 이산화탄소 함유량은 0.5% 이하가 적당하다. 이산화탄소 함유량이 0.5%를 넘으면 계란의 사망률이 증가하며, 부화 시작 1주간은 다량의 산소가 필요로 하고 또 다량의 탄산가스를 발생하므로 부화기 내부의 환기에 주의를 요한다.

2.2.4 전란

둥지 안의 어미 닭도 본능적으로 가끔씩 알을 쪼아주기도 하고 돌려주기도 한다. 사람이 잠을 잘 때 몸을 뒤척이는 것과 같은 이치로 부화하는 계란도 주기적으로 돌려주어야 한다. 이를 전란이라고 하며 일정한 각도와 간격으로 규칙적으로 돌려주지 않으면 알속의 병아리는 튼튼하게 자라지 못한다. 규칙적인 전란을 게을리 하면 마비된 발을 가진 병아리가 될 수 있고, 발가락이 꼬부라지거나 혹은 너무 약해서 부화 시 껍질 밖으로 나오지 못하는 경우가 있다.

표 3은 1일 중 전란 횟수에 따른 부화율을 나타내고, 표 4는 전란기간에 따른 부화율을, 표 5는 전란각도에 따른 부화율을 나타낸다. 이러한 자료를 활용하여 부화기와 시스템 설계시 참고 하여야한다.

<표 3> 1일 전란 횟수에 따른 부화율

1일 중 전란 횟수	부화율 (%)
2 회	78.1
4 회	85.3
6 회	92.0
8 회	92.2
10 회	92.1

<표 4> 전란기간에 따른 부화율

전란 기간 (일)	부화율 (%)
0	28
1 ~ 7	78
1 ~ 14	95
1 ~ 18	92

<표 5> 전란각도에 따른 부화율

전란 각도 (도)	부화율 (%)
20	69.3
30	78.9
40	84.6

3. 인공 부화 시스템의 설계

본 장에서는 LabVIEW 소프트웨어를 이용하여 인공 부화 시스템을 설계하고, 그 구성 방법에 대하여 기술한다.

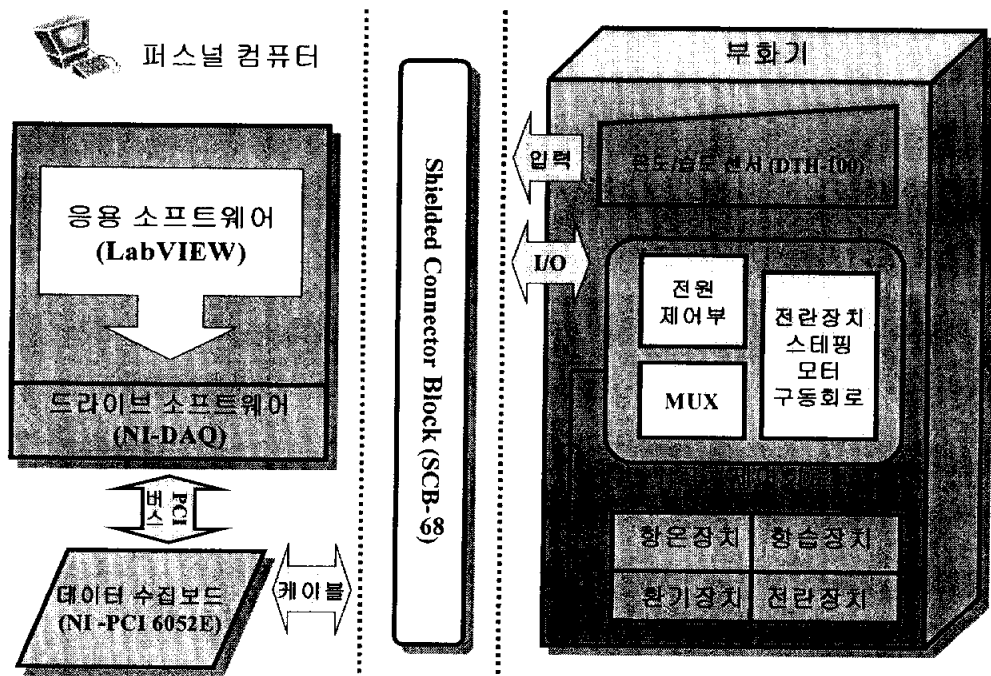
3.1 시스템의 구성

본 논문의 시스템은 그림 1과 같이 크게 퍼스널 컴퓨터(PC; Personal Compute), 인터페이스, 부화기의 세 가지로 분류될 수 있다.

PC는 개인용 컴퓨터와 네트워크 인터페이스 및 데이터 수집 보드, 내셔널 인스트루먼트사의 LabVIEW를 이용한 가상 계측 소프트웨어로 구성되어 있으며, 부화기 각 장치의 제어 상태를 모니터링하고 데이터 베이스의 저장 및 관리, 부화를 위한 종의 맞춤 정보를 제공한다.

인터페이스는 컴퓨터 시스템과 부화기 사이에 연결되어 부화기의 환경 자원을 제어하고, 환경 정보 모니터를 위해 내셔널 인스트루먼트사의 SCB-68인 SCB(Shielded Connector Block)를 사용하였다.

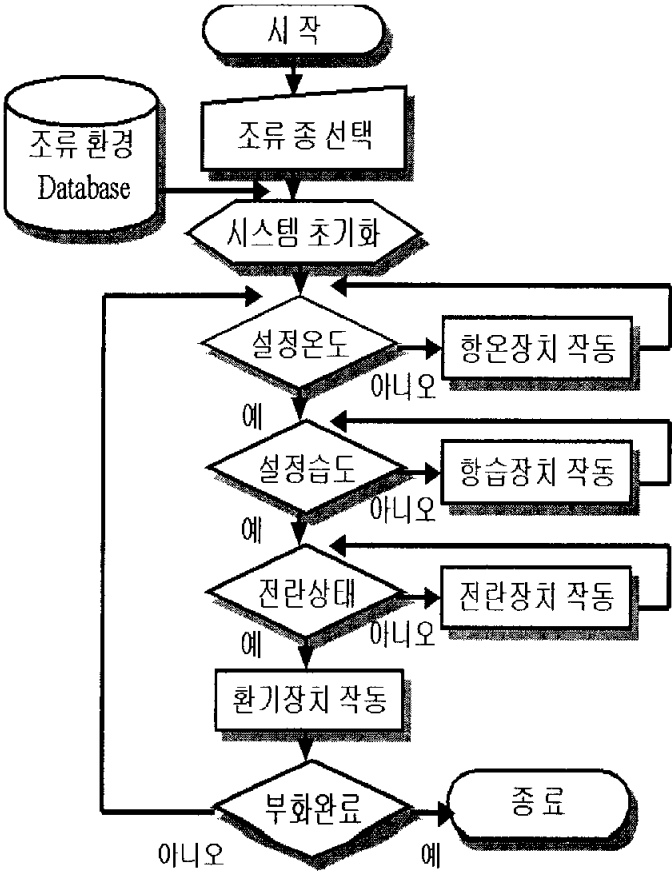
부화기는 실제로 부화가 이루어지는 곳이며, 온·습도 등의 환경 정보를 모니터하기 위한 센서와 항온장치, 항습장치, 환기장치, 전란장치 등과 이를 구동하기 위한 장치 제어 회로로 구성되어 있다.



(그림 1) 시스템 구성도

PC부의 응용 소프트웨어는 윈도우 환경에서 장치를 제어하고 모니터링 하기 위해 LabVIEW를 사용하며, 부화시키고자 하는 조류를 메뉴에서 선택하여 각 조류의 부화시 관리사항을 데이터베이스에서 불러와 시스템의 환경을 자동 설정한다. 또한 사용자가 임의로 값을 조절할 수도 있다. 부화기내의 장치를 제어하고 환경을 온·습도센서를 이용해 측정하기 위해 데이터 수집보드와 Connector block을 사용한다. 그리고 인공 부화를 위한 부화기는 온도 및 습도를 조절해 주는 항온·항습장치, 환기를 위한 환기장치, 부화 중 계란을 일정한 간격과 각도로 굴러주는 역할을 하는 전란장치로 구성되어있다.

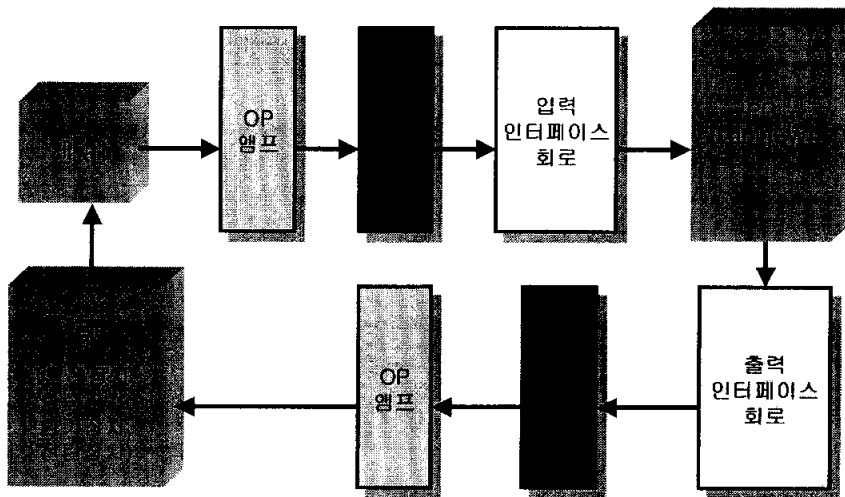
그림 2의 시스템 흐름도와 같이 시스템 시작과 함께 부화를 위한 조류를 선택하면 그 조류의 부화 환경을 데이터베이스 파일에서 불러와 시스템 및 각 장치를 초기화한다. 그리고 부화기 내부의 환경을 측정하여 데이터베이스에서 불러온 조건과 일치하는지 비교 후 같지 않으면 해당 장치를 구동시킨다. 또한 각 장치의 오류를 검출하여 안정적인 인공 부화 시스템을 구축한다.



(그림 2) 시스템 흐름도

3.2 데이터 수집

데이터 수집 또는 DAQ는 전압, 전류 등과 같은 신호를 측정 또는 제어하는 과정이며, 측정값을 분석·저장 또는 데이터 처리를 위해 컴퓨터로 입·출력하는 것을 의미한다. 본 시스템에서 사용되는 온도, 습도 등은 대부분 연속적인 값을 갖는 아날로그 신호이다. 이 아날로그 신호를 PC를 이용하여 측정을 한다거나, 데이터의 수집·해석·제어를 하기 위해서는 그림 3과 같이 회로를 구성하여, 디지털 신호로 변환 후 PC에 입력시켜 데이터를 처리한다.

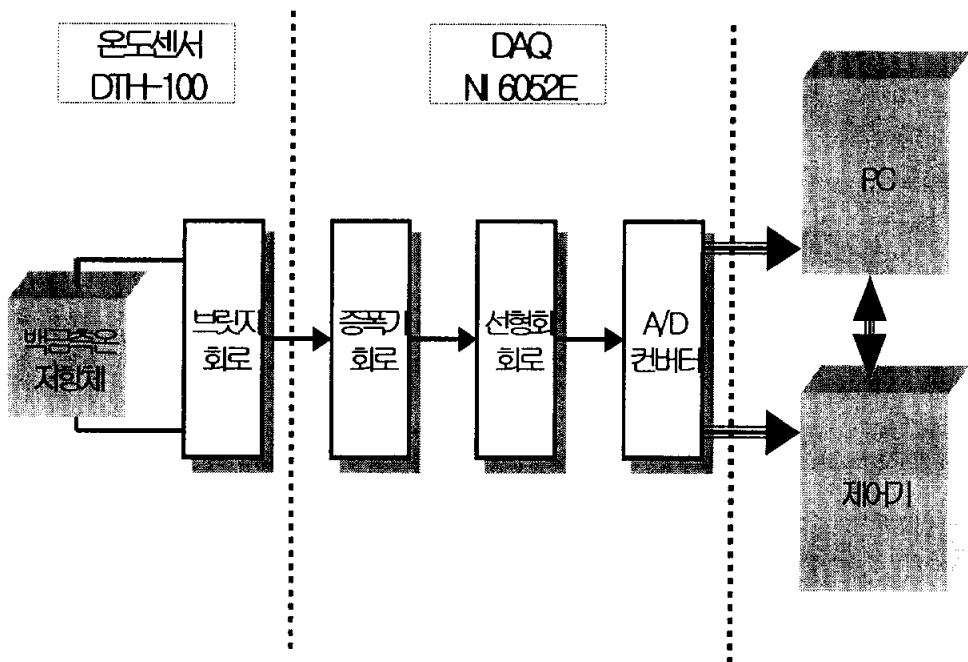


(그림 3) 데이터 수집을 통한 신호 처리 흐름도

센서는 아날로그 양을 전기적인 신호로 변환을 시키고, OP 앰프는 신호를 처리할 수 있도록 증폭시키는 역할을 한다. OP 앰프의 아날로그 신호를 디지털로 처리하여 계산하거나, 저장하는데 A/D 컨버터가 필요하며, 디지털 신호를 아날로그 신호로 되돌리는 경우에 D/A 컨버터가 필요하다.

3.2.1 온도 측정

본 시스템에서는 백금 측온 저항체를 이용한 센서(DTH-100)를 사용한다. 백금 측온 저항체 측정의 입력단은 측온 저항체에 측정 전류를 보내고 온도 변화에 대응하는 저항 변화를 전압 변화로 측정하기 위해 그림 4에서 보는 바와 같이 브릿지 회로를 사용한다.

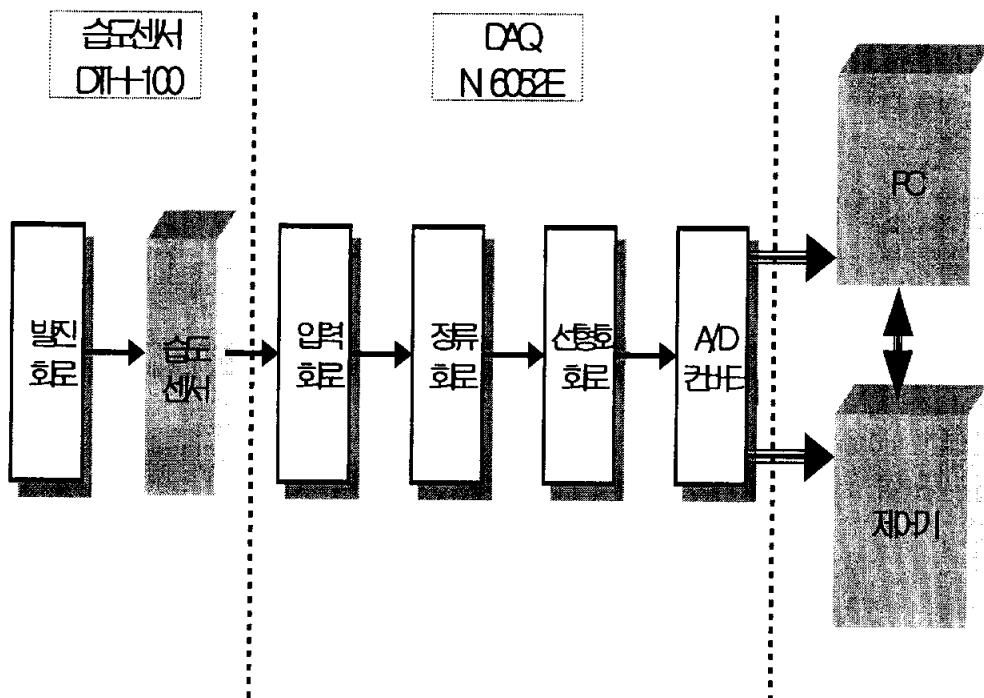


(그림 4) 온도 측정을 위한 신호의 흐름도

브릿지 회로에서의 측정 감도는 측온 저항체에 흐르는 전류가 클수록 높아지나, 측온 저항체에의 온도가 상승하여 오차의 원인이 된다. 측온 저항체는 온도의 변화에 대해 저항 변화가 비선형적이기 때문에, 증폭 회로 뒷단에 선형화 회로를 구성하여 직선화를 꾀하고 있다.

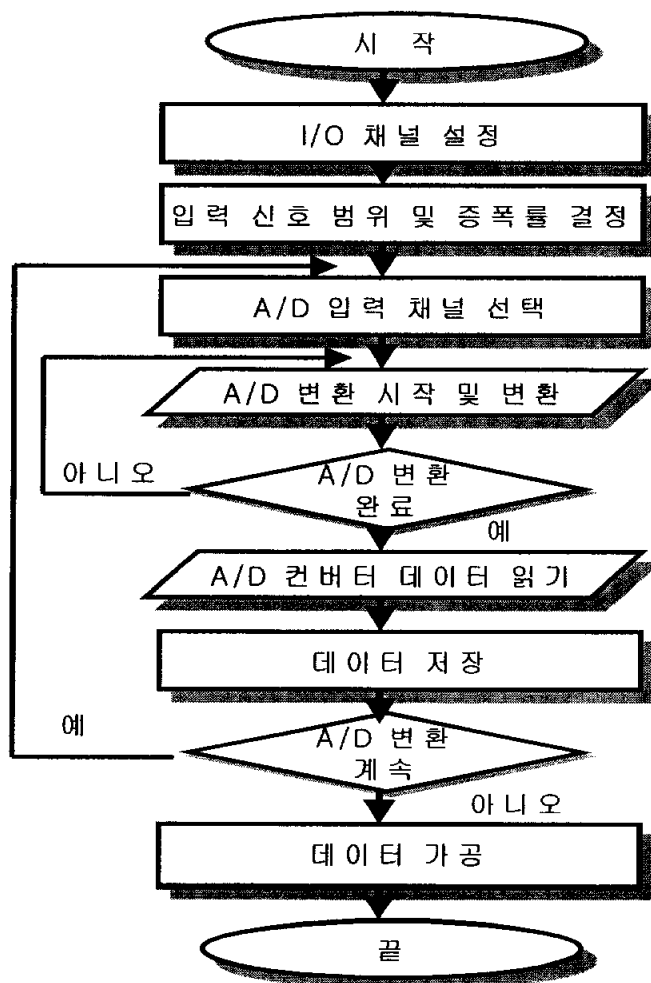
3.2.2 습도 측정

그림 5는 임피던스 변화형 습도 센서의 상대 습도 측정 회로의 블록도이다. 이 블록도에서 발진 회로 및 정류 회로를 제외하면 일반 센서의 측정 회로와 비슷한 구조를 가진다. 발진 회로는 임피던스 변화형 습도 센서에 공급되는 바이어스 전원으로서, 직류 공급에 의한 감습 재료의 전해 등을 방지하기 위해 상하 대칭적인 교류를 공급한다.



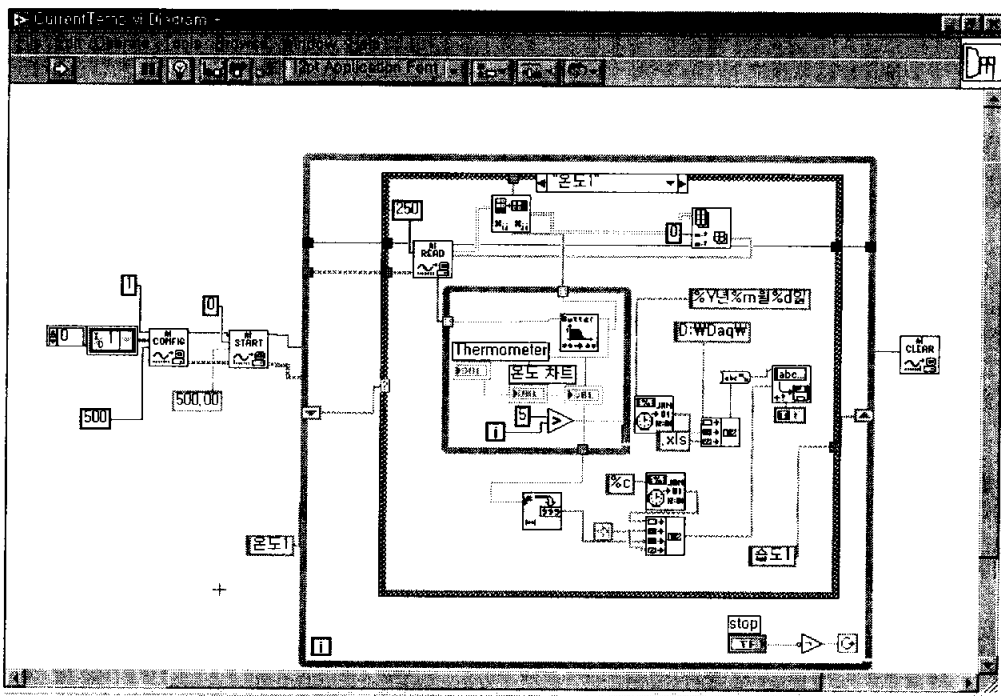
(그림 5) 습도 측정을 위한 신호의 흐름도

데이터 수집에서 가장 중요한 것은 센서를 통해 입력받은 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환시켜, 이를 PC에 저장 및 가공하여 다른 시스템을 제어하는 것이다. 따라서 데이터 수집에서는 A/D 컨버터를 정확히 수행시키는 것이 무엇보다도 중요하다. 본 시스템에서 사용한 A/D 변환의 동작 알고리즘을 정리하면 그림 6과 같다.



(그림 6) A/D 변환 알고리즘

아날로그 입력 함수를 이용하여 온도와 습도 측정 위해 구성된 VI 다이어그램은 그림 7과 같다. 채널 선택을 통해 습도와 온도를 구분하는데 0번 채널은 습도를 측정하고, 1번 채널은 온도를 측정한다.



(그림 7) 온 · 습도 측정을 위한 VI 다이어그램

부화기 내부에 설치된 온도 · 습도 센서로부터 부화기 내부 환경을 측정하여 데이터베이스에서 불러온 각 조류의 부화 환경과 비교, 각 장치들을 구동시켜야 하는데 이를 위해서는 LabVIEW의 아날로그 입력 함수를 사용해야 한다. 아날로그 신호를 센서를 통해 입력하기 위해 AI Config.vi, AI Start.vi, AI Read.vi, AI Single.vi, AI Clear.vi 등의 함수를 사용해야 한다. AI Config.vi는 주어진 채널의 아날로그 입력을 설정하고, 하드웨어를 설정하고, 컴퓨터 메모리의 버퍼를 할당한다.

AI Start.vi는 버퍼를 사용한 아날로그 입력을 시작한다. 이 VI는 데이터를 수집하기 위한 비율, 수집할 데이터의 수, 하드웨어 트리거 사용을 제어한다. AI Start.vi에서 중요한 2가지 요소는 스캔 율(각각의 채널에서 초당 scan 수)과 채널 리스트를 스캔하는 횟수이다.

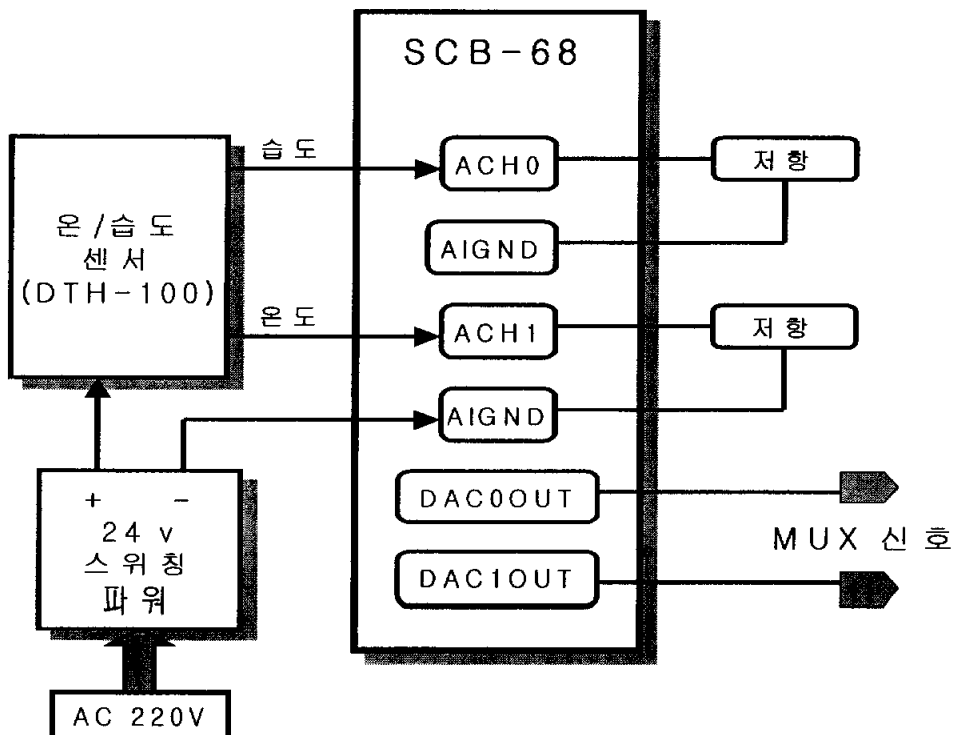
VI Read.vi는 AI Config.vi에 의해 할당된 버퍼에서 데이터를 읽는다. 이 VI는 버퍼로부터 읽을 포인트의 수, 버퍼에서 데이터를 읽을 위치, 바이너리(binary) 또는 전압 데이터를 출력하는 것을 제어한다.

AI Single Scan.vi는 각 채널 데이터의 1회 스캔 값을 출력한다. 이 VI의 스케일 데이터 또는 바이너리 데이터 출력은 채널 리스트에 있는 각 채널의 전압 값이다. 이 VI는 AI Config.vi와 함께 사용하며, AI Single Scan.vi를 사용하면 AI Start.vi 와 AI Read.vi를 사용할 필요가 없다. 본 시스템에서는 AI Start.vi 와 AI Read.vi을 사용하여 시스템을 구성하였다.

AI Clear.vi는 아날로그 입력 작업을 초기화하며, 컴퓨터 메모리의 버퍼를 재 할당하고, 카운터 등의 데이터 수집 보드 자원을 초기화한다.

3.3 인터페이스

데이터 수집 및 PC와의 인터페이스를 위해 PCI bus용 NI 6052E와 SCB-68인 SCB를 사용한다. SCB-68은 센서와 각종 제어 신호를 연결하는 컨넥터 블록을 말하는데, 부화기 내부의 환경을 수집하기 위한 센서와 각 장치선택 및 구동을 위한 MUX를 SCB-68에 연결해 주어야 한다. 즉, 그림 8과 같이 SCB-68의 아날로그 채널 0번(ACH0)에 습도센서를 연결, 아날로그 채널 1번(ACH1)에 온도 센서를 연결한다. 또한 DAC0OUT과 DAC1OUT에 MUX 신호를 연결한다.



(그림 8) 인터페이스 블록도

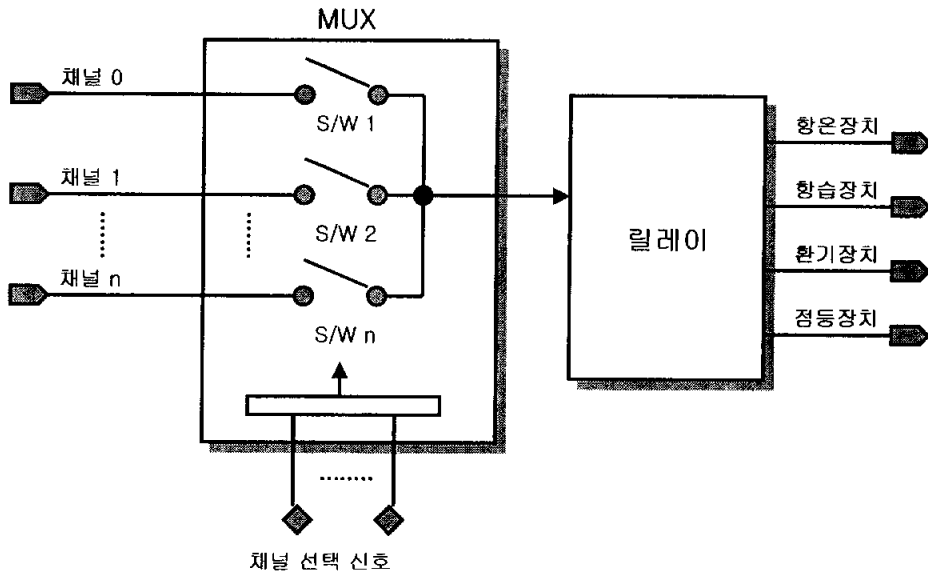
3.4 부화기

인공 부화(Artificial Incubation)는 인위적으로 온도, 습도, 환기를 조절하여 종란에서 병아리를 깨는 것을 말한다. 인공 부화가 모계 부화보다 산란율이 높고 건강한 병아리를 생산할 수 있는데, 인공 부화는 약 2,000년 전에 중국에서 솥을 연료로 한 부화 장치가 개발되었고, 이집트에서는 가축분을 연료로 하여 부화를 하였다는 기록이 있다. 최초의 부화기는 1750년 프랑스 Reaumer가 말뚝의 발효열을 이용한 부화기이고, 1770년에는 영국의 Champion이 현재 사용하고 있는 온열을 이용한 부화기를 고안하였고, 1923년에 미국의 Petersime가 최초의 전기 입체 부화기를 만들었으며, 최근에는 전자 제어 장치를 이용한 대형 부화기가 제작 보급되고 있다[2][8].

시스템의 효율성을 살펴보기 위해 본 논문에서는 수정란(계란) 30개를 부화시킬 수 있도록 부화기를 제작하였으며, 부화기 내부에는 부화 환경 감시를 위한 온도·습도 센서와 항온장치, 항습장치, 환기장치, 전란장치들과 이들을 지원 및 제어하는 장치 제어 회로로 구성된다.

항온장치와 항습장치는 온도와 습도를 조절하고, 환기장치는 부화기 내부의 공기를 순환 시켜주며, 전란장치는 어미 닭이 주기적으로 알을 굴러 주듯이 알의 발육을 위해 일정한 시간과 각도로 굴려주는 역할을 한다. 장치제어회로의 전원 제어부는 부화기 내부의 각 장치들의 전원 관리 및 공급을 담당하고 있다.

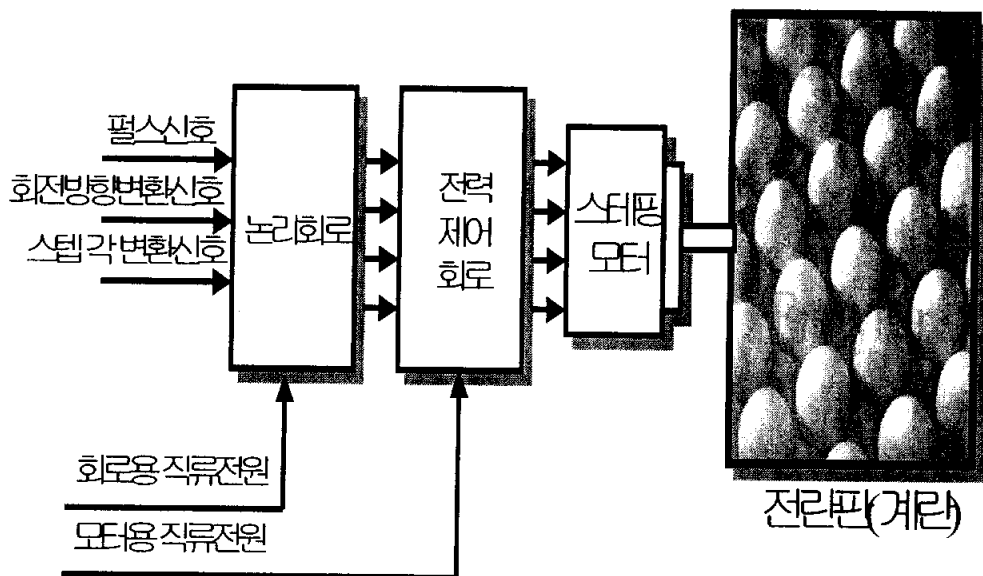
MUX는 PC에서 전송된 명령을 각 장치로 전송하는 부분과 릴레이(Relay) 포트와 릴레이 포트를 구동할 수 있는 로직으로 구성되어 있다. 그림 9에서는 MUX의 블록도를 나타내고 있다.



(그림 9) MUX 블록도

다수의 신호 중에서 하나의 신호를 선택하는 전자 스위치 회로를 멀티플렉서(MUX; Multiplexer)라고 하는데 채널 선택신호로 원하는 채널을 선택하여 스위치를 On 시키면 원하는 채널의 신호만 출력하는 형태로 되어 있다. 따라 각각의 장치들을 선택하고 릴레이 부를 통해 각 장치들을 구동시키도록 구성했다.

전란장치의 스텝핑 모터(Stepping motor) 구동회로는 계란의 전란을 위해 좌우 회전 및 각도를 제어할 수 있는 스텝핑 모터를 이용해 제작하였는데 이를 위해서는 모터 제어회로, 구동회로, 직류전원이 필요하다. 실험을 위한 계란 30개는 전란장치 위의 전란판 위에 놓이게 된다. 스텝핑 모터를 이용한 전란 장치는 그림 10과 같다.



(그림 10) 스텝핑 모터를 이용한 전란장치

표 6은 시스템 구현을 위한 하드웨어의 제원을 나타낸다.

<표 6> 인공 부화 시스템의 하드웨어 제원

이 름	특 성
PC	PENTIUM-4 256MB RAM, 80GB HDD Windows-9x,2000
DAQ 보드 (NI 6052E)	Analog Input/Output (16bit resolution) Digital Input/Output (8 lines) 2 up/down Counter Analog and Digital Triggering
터미널 블록 (SCB-68)	Shielded I/O Connector Blocks Very low-noise signal terminal
부화기	제원(cm) 가로40 * 세로40 * 높이50 전원 220V, 소비전력 150W 용량(계란) : 30개
장치 제어부	전원 제어부, MUX, 스텝핑 모터 구동부
온·습도 센서 (DTH-100)	범위 0 to 99% RH, -30 to +70℃ Output 4 to 20mA, 전원 24V DC
항온장치 (TS050S R)	범위 0℃ to 50℃
항습장치	초음파 가습장치 & 살레
환기장치 (SF8025-12)	전원 12V DC 0.16A
전란장치	스텝핑 모터를 이용한 전란

4. 구현 및 결과 분석

본 장에서는 3장에서의 설계를 바탕으로 인공 부화 시스템을 구현하고, 그 결과를 분석한다.

4.1 구현 환경

본 연구의 시스템 개발 환경은 개인용 컴퓨터, 부화를 위해 제작한 부화기와 시스템 제어를 위한 제어 인터페이스 장치로 구성되며, 소프트웨어는 시스템 구축을 위한 LabVIEW 6.1, 그리고 Windows 2000,9x환경 하에서 운용될 수 있도록 구성하였다. 또한 구현을 위한 출력은 컨트롤 대상인 항온장치, 항습장치, 환기장치, 전란장치 등이며 입력은 내부의 온·습도 센서를 이용하였다.

4.2 구현 방법

부화란 닭이 종족을 유지하기 위하여 암탉과 수탉이 교미하여 생산된 수정란(Fertilized egg)을 일정기간 암탉이 품어서 병아리를 깨는 것을 말하는데, 오늘날과 같은 인공 부화(Artificial Incubation)가 발달되기 이전에는 모계 부화에 의하여 병아리가 생산되었다.

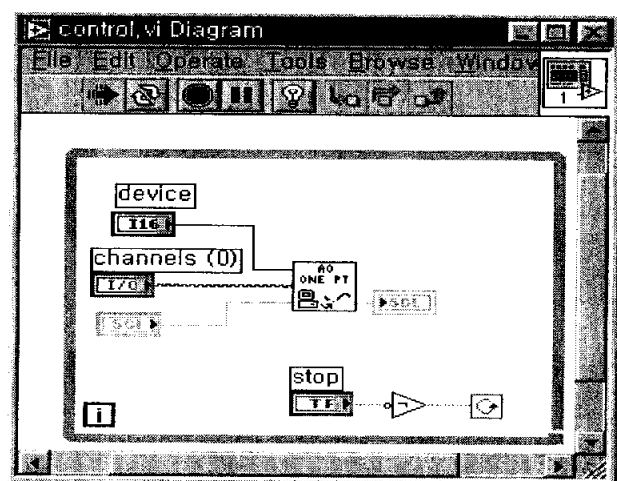
모계 부화(Natural Incubation)는 자연 부화라고도 하는데 닭의 취소성(Broodiness)을 이용하여 병아리를 깨고 이를 기르는 과정을 말한다.

모계 부화의 경우, 닭이 알을 품고 알에서 깨어난 병아리를 키우는 동안 어미닭이 산란을 하지 않기 때문에 인공 부화하는 것보다 경제적으로 불리하므로 모계 부화는 점점 사라지고 인공 부화가 발달되면서 종계의 개량도 취소성이 없도록 하였고 부화기 제조기술이 발전하였다[3].

인공 부화는 인위적으로 온도, 습도, 환기를 조절하여 종란에서 병아리를 깨는 것을 말하는데 이렇게 가상 계측기를 이용하여 부화 환경을 갖추어 준다.

본 논문에서 구현된 인공 부화 시스템의 기능은 다음과 같다. 먼저 메인 화면은 이용자가 쉽게 알아볼 수 있도록 시각적으로 구성했다. 메인 윈도우에서 부화를 위한 개체 및 부화장치 선택, 선택된 개체의 부화를 위한 최적의 환경을 자동설정 또는 사용자가 조절 할 수 있도록 하였다. 그리고 현재 부화기의 환경을 실시간으로 살펴볼 수 있도록 윈도우를 구성하였다. 모든 제어와 부화기 내부 환경을 하나의 윈도우를 통해 확인할 수 있도록 구성하였다.

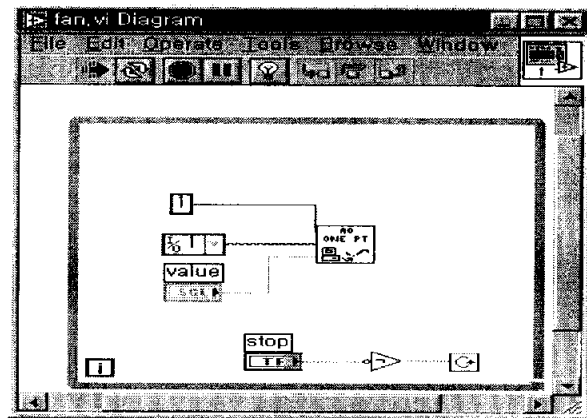
온도는 항온장치를 이용하였으며, 부화기 내부의 현재 측정된 온도 값이 설정범위를 초과하면 항온장치의 가동을 중지하고, 설정 범위에 미달하면 가동을 시켜 설정범위의 온도를 유지시켜 준다. 사용할 장치번호와 채널을 통해 항온장치를 선택하고, 시그널 값을 통해 항온장치 동작을 제어한다. 본 시스템에서는 DC 3V이하의 값을 입력하면 가동하게 구성되어 있다. 그림 11은 항온장치를 제어하기 위한 VI 다이어그램을 보여 준다.



(그림 11) 항온/항습장치 제어를 위한 VI 다이어그램

습도조절을 위해서 항습장치를 사용하였으며, 항습장치의 제어 또한 부화기 내부의 측정된 습도 값이 설정범위를 초과하면 항습장치의 가동을 중지하고, 설정 범위에 미달하면 가동을 시켜 적정 수준의 습도를 유지시켜 주도록 구성되어 있으며, 항습장치의 동작 제어를 위해서 그림 11의 항온/항습장치 제어를 위한 VI 다이어그램을 사용한다. 채널 0은 (ACH0) 항습장치, 채널 1은(ACH1) 항온장치로 설정되어 있어 채널의 선택만으로 두 장치를 제어할 수 있다.

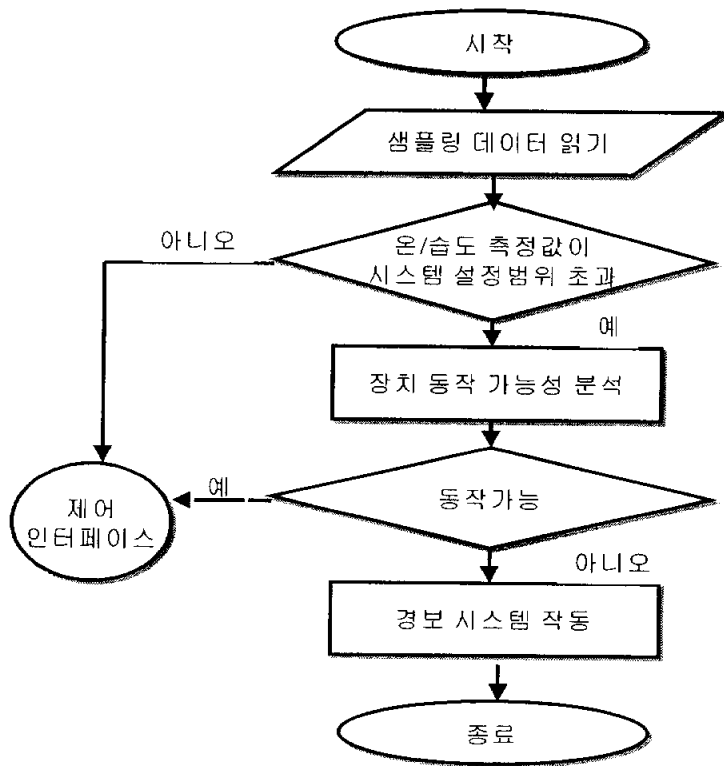
또한 부화기 내부의 환기를 위해서 환기장치를 적용하였으며, 본 시스템에서는 1시간 간격으로 환기장치를 동작시키도록 설정되어 있다. 그림 12는 환기장치 제어를 위한 VI 다이어그램을 나타낸다.



(그림 12) 환기장치 제어를 위한 VI 다이어그램

어미 닭이 주기적으로 알을 굴려주는 역할을 스테핑 모터를 이용한 전란장치를 구성함으로써 대신하였다. 이러한 각각의 장치들의 제어 및 동작을 위해 장치 제어 회로를 설계하여 부화기를 구성하였다.

부화기 내부의 각 장치들의 동작 오류를 최소화하기 위해 그림 13과 같이 오류 검출 알고리즘을 사용하였다.



(그림 13) 오류 검출 알고리즘

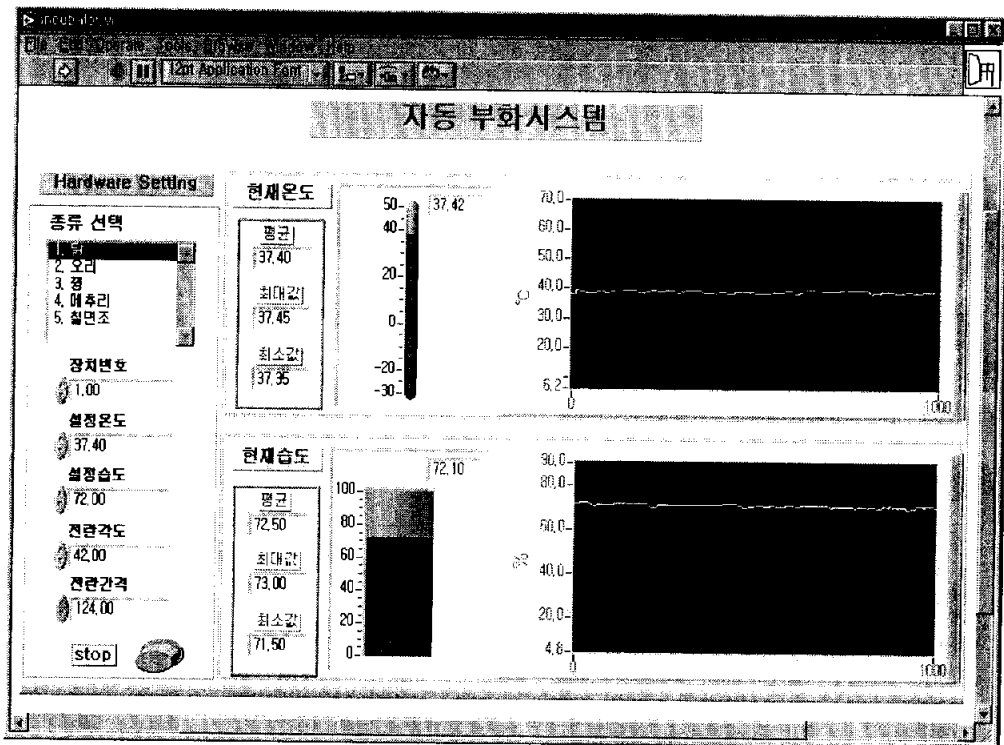
오류 검출 알고리즘의 동작은 현재 측정된 온·습도 값이 부화환경의 설정범위 값을 초과하면 측정된 값의 형태에 따라 가온 동작이나 감온 동작의 제어 동작을 순차적으로 수행한다. 제어 동작 수행 중 측정된 온·습도 값이 현재 설정된 환경의 온·습도 범위 내에 존재한다면 그 시점까지의 제어 단위 동작 수행 후에는 더 이상의 제어 동작을 수행하

지 않고 다음의 과정을 처리한다. 이후 온·습도 측정값의 변화에 따라 다시 현재의 제어 동작을 재개하거나 혹은 측정값의 유지 설정 구간에 따라 적절한 다음 동작을 수행한다.

이러한 각 제어의 단위 동작의 정확한 수행 동작을 모니터하기 위해 동작 수행 직후, 대상 수행 단위 동작이 종료할 때까지 제어 동작을 감시하게 된다. 이러한 온도 제어의 가온 및 감온 동작은 온도 변화에 비교적 작게 영향을 받는 자원 순서로 제어한다. 습도 또한 위와 같은 과정을 통해 동작을 제어하고 모니터 한다. 만약 장치의 에러로 동작 불능 시에는 경보를 발생시켜 시스템 관리자의 필요한 조치를 받아야 한다.

4.3 구현 결과

본 논문에서는 달걀을 부화시키는 자동 부화 시스템의 메인 윈도우를 그림 14와 같이 나타내었다.



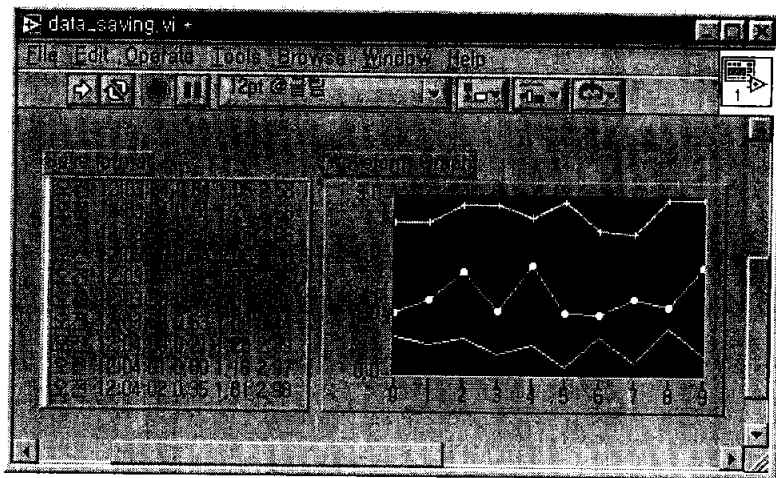
(그림 14) 메인 윈도우

그림 14에서와 같이 조류의 종류 선택, 장치번호, 설정 온도 및 습도, 전란 각도 및 전란 간격을 설정하고, 현재 부화기 내부의 온도 및 습도를 수치와 그래프로 나타내고 있다. 즉, 메인 윈도우의 왼쪽은 환경 설정 (Hardware Setting) 부분으로 부화를 위한 개체의 종류와 몇 번 부화 장치를 이용할 것인지를 선택할 수 있도록 구성되어 있다.

메인 윈도우의 왼쪽 하단은 선택된 종의 최적의 부화 환경에 맞는 환경이 설정되어지며 필요시 사용자가 환경을 조절할 수도 있다.

윈도우의 중앙에는 해당 부화기의 현재 온도와 습도가 표시된다. 또한 측정된 값의 최대 값, 최저 값, 평균을 표시해 주며, 오른쪽은 측정된 값의 변화를 그래프로 쉽게 표시해 준다.

또한 측정된 데이터를 데이터베이스 파일에 저장하게 되는데, 부화기 내부의 측정된 값은 그림 15와 같이 측정 시간 및 온도, 습도, 전란 간격을 저장한다. 윈도우 오른쪽의 그래프와 같이 맨 위의 꺾은선 그래프는 온도를 나타내고, 중간은 습도를, 아래는 전란 간격을 나타낸다.



(그림 15) 측정값 저장

4.4 결과 분석

본 논문에서는 LabVIEW를 이용한 가상 계측기로 인공 부화 시스템을 설계 및 구현하였다. 부화 산업에서의 컴퓨터를 이용한 가상 계측기를 통해 경제적이고 다양한 측정 및 제어 시스템을 구현할 수 있었다. 따라서, 개발된 인공 부화 시스템을 이용하면 현재 부화기의 상황을 빠르고 편리하게 살피고 제어할 수 있을 뿐만 아니라 축적된 데이터의 분석 및 활용으로 산업 현장에서 높은 부화율과 좋은 품질의 조류를 생산할 수 있다. 또한 편리한 시스템 관리로 인해 인력과 비용이 절감될 수 있다. 그리고 기존의 체인 방식을 이용한 전란장치와는 달리 스테핑 모터를 사용하므로 부화에 적당한 전란각도를 유지하고 제어할 수 있어 사용자들의 편의성을 제공할 수 있다. 본 시스템과 기존 시스템[12]의 기능 비교를 표 7에서 보여준다.

<표 7> 기존 시스템과의 비교

30	부화개수(개)	30
자동	작동방식	반자동
가능	온도설정	고정
초음파&증발	습도조절	자연 증발식
유	전란기능	유
가능	전란시간조절	불가능
가능	전란각도조절	불가능
유	환기장치	무
가능	조류선택	불가능
가능	모니터링	불가능
가능	다종관리	불가능

시스템의 효용도 측정을 위해 제작한 부화기는 같은 용량의 출시되어 판매되고 있는 기존의 제품[12]과 비교를 하였으며, 본 시스템은 컴퓨터에서 가상 계측장치를 이용하기 때문에 자동으로 제어 및 설정이 가능한 반면, 기존의 제품들은 부화를 위해 고정된 동작만을 하기에 민감한 부화 환경의 변화에 부응하지 못하고 작동방식 또한 반자동 방식을 사용하고 있다.

본 시스템을 작동시켜 부화를 시켜본 결과 85%의 부화율을 보였으며 이는 기존 시스템의 70%보다 향상된 부화율을 보였다. 이러한 결과가 나온 이유는 기존 시스템의 경우 온도와 습도의 안정적인 유지 및 장치 제어가 불가능 하며 환기에 대한 보완장치가 없기 때문이다. 표 8에서 본 시스템과 기존 시스템의 부화율을 비교하여 보여준다.

<표 8> 시스템 성능 비교

본 시스템	기존 시스템	비고
37.7°C	온도	37.5°C
70%	습도	자연 습도
1시간	환기	-
3시간	전람간격	3시간
40°	전람각도	40°
85%	부화율	70%

5. 결론

LabVIEW는 그래픽 한 사용자 환경과 소스 코드를 제공하고 있으며 컴퓨터 기반의 자동 제어와 계측을 위하여 최적화 된 언어이다. 이러한 기능을 이용하면 오류의 수정과 적용이 쉽고 데이터 획득이 용이하여 농·수·축산업 등의 산업 분야에 응용이 용이하다. 본 논문에서는 가상 계측기를 이용하여 효율적인 인공 부화 시스템을 설계 및 구현할 수 있었다. 본 시스템을 통하여 다양한 종류의 조류를 쉽고 편리하게 부화시킬 수 있으며, 부화에 따른 관리시간 및 인력의 절약으로 비용이 절감된다. 또한 부화율의 향상을 위해서는 부화시의 관리사항도 중요하지만 모계 및 종란의 상태도 부화율에 많은 영향을 준다는 것도 참고하여야 한다.

이 연구를 기초로 향후 보다 다양한 시스템 검증 실험이 요구되며 또한 인터넷 기반의 실시간 제어 및 모니터링 가능한 시스템으로 기능 확장도 요구된다.

참고 문헌

- [1] 김태형, “온돌 판넬식 특수란 부화기 개발”, 현장애로 기술개발사업
농업인 개발과제 결과요약, 농촌진흥청, pp. 78~80, 1999.
- [2] 최연호, “양계농가 전산화 실태에 관한 연구”, 한국가금학회,
Vol.23(4), pp. 209~219, 1996.
- [3] 양두진, “고품질 양계산물 생산기술 연구”, 농림부, 농림기술개발사업
연구 보고서, 1999.12.
- [4] 이우신, “들꿩의 생태, 인공증식 및 수렵자원화에 관한 연구”, 농림부,
농림특정연구사업의 연구결과, pp. 113~115, 2001.10.
- [5] 김대업, 박홍복. “인터넷에 기반한 온실 환경제어 시스템에 관한
연구”, 정보처리학회 논문지 5권 3호, pp. 506~516, 2001.06.
- [6] 장현오, “LabVIEW 그래픽 프로그램의 이해”, ADC 시스템,
pp. 1~24, 1998.
- [7] Robert H. Bishop, “LabVIEW Student Edition 6i”, Prentice Hall,
2001.
- [8] Pro. B. Paton, “LabVIEW Programming & DAQ”, 한국기술교육
대학교, pp. 51~52.
- [9] Theodore R. Haining, Darrell D.E. Long, Patric E. Mantey,
Craig M. Wittenbrink, “The Real-Time Environmental Information
Network and Analysis System”, Proceeding of COMPCON,
March 1995.

- [10] Keith A. Butler, Robert Jacob, Bonnie E. Jone, Introduction and Overview of Human-Computer Interaction, CHIVAS, April 1994.
- [11] Woltring H. J, "A Fortran package for generalized, cross-validatory spline smoothing and differentiation", Advances in Engineering Software, 1996.
- [12] Eun Jo Incubator Company URL : <http://www.eunjo.co.kr>
- [13] National Instruments Corporation URL : <http://www.ni.com>

< 감사의 글 >

2년여의 대학원 생활이 쉽지만은 않았으나 제게 학문적, 정신적으로 힘이 되어주신 많은 분들이 있었기에 오늘의 이 글을 쓰게 되었습니다. 도움을 주신 많은 분들에게 지면을 빌어 감사의 마음을 전하고자 합니다.

먼저, 이 논문이 완성되기까지 제게 언제나 아낌없는 조언과 지도를 해주신 박홍복 교수님께 진심으로 감사 드립니다. 그리고, 부족한 제 논문을 정성껏 지도해 주시고 심사해 주신 여정모 교수님과 김영봉 교수님께도 감사드리며, 밤늦도록 열과 성을 다해 학문의 길로 이끌어 주신 윤성대 교수님, 박승섭 교수님, 김창수 교수님을 비롯한 모든 전산정보학과 교수님들께 존경을 표합니다.

항상 연구실에서 반갑게 맞아 주었던 김대업님, 박종민님, 동기이자 세심한 배려로 많은 도움을 주었던 정광하님, 언제나 열심이었던 엄현서님, 의지가 되었던 김지청님, 늘 새로움에 도전하는 양미진님께도 감사드리며, 아끼는 후배인 전용찬님, 윤인숙님, 손금선님의 무궁한 학문적 발전이 있기를 기원합니다. 또한 새로운 시작을 준비하는 최필진님, 오랜 친구인 서정희님, 연구실의 여러 학부생님들도 잊을 수 없으며, 일일이 거론하지 못한 많은 선배님들과 친구들에게도 감사드립니다.

그리고, 어느 누구보다도 힘이 되어주신 아버님, 어머님과 항상 고마우신 장인, 장모님, 단란한 동생가족과 여동생, 언제나 열심히 살아가는 처남가족, 친구같은 동서네, 마지막으로 사랑하는 허수미님과 같이 놀아주지 못해 늘 미안한 두 아들 윤재규, 윤재국에게도 사랑과 감사의 마음을 전합니다.

다시 한번 모든 고마운님들에게 머리 숙여 깊은 감사의 마음을 전하며 이 논문을 드립니다.