

식품 건조공정중 온도, 무게 변화의 자동계측 및 온도제어시스템

김동우 · 조광연*

중경공업전문대학 식품공업과

Automatic System to the Sensing of Temperature and Weight and the Temperature Control in Food Drying.

Dong-Woo Kim, Kwang-Yun Cho

Dept. of Food Technology, Joong Gyung Junior College, Daejeon, 300-100, Korea

Abstract

As one of the application of microcomputer for data acquisition and temperature control of food drying process, these studies designed and built "the interface system, measuring sensors of weight and temperature, temperature control system". The basic and assembly language was used to operating these system.

These system measured successfully the variables such as weight and temperature during food drying, and controlled Automatically the drying temperature.

성하여 이에 대해 고찰 하고저 하였다.

서론

식품산업에서 컴퓨터시스템을 이용한 식품공정의 자동화 추세가 날로 증가되고 있는데 공정의 자동화는 제품의 품질향상, 노동력절감, 미숙련인력의 활용, 생산력증대, 작업안정도향상 등에 많은 기여를 하고 있다.

1970년대 마이크로컴퓨터의 등장 이후 많은 연구가들에 의해 각종 식품산업 분야에 컴퓨터의 활용에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다⁽¹⁻¹²⁾.

그러나 국내에서는 이에 대한 연구가 아직 미흡한 단계이나 점차 관심이 증대 되고 있으며 일부 연구가들에 의하여 보고 된 바 있다⁽¹³⁻¹⁶⁾.

따라서 본 연구는 식품건조 공정에서 가장 큰 영향을 미치는 건조 온도변화를 자동계측 하여 온도값을 제어하고 건조중 일어나는 식품의 무게 변화를 작업 중단없이 계측하여 컴퓨터의 화면이나 프린터에 출력시킬 수 있는 시스템을 구

재료 및 방법

건조장치 제어시스템

건조장치를 마이크로컴퓨터로 제어하기 위하여 Fig. 1과 같이 무게 감응장치(W)와 온도센서(T)를 설치하고 컴퓨터와 건조장치 사이에 접속장치(interface)를 연결하여 제어시스템을 구성 하였다.

마이크로 컴퓨터

본 연구에 사용된 마이크로 컴퓨터는 Intel 8088를 microprocess로 사용한 IBMXT(16 bit)이며 640K RAM과 32K RAM으로 구성 되어 있으며 주변장치로는 disk driver, CRT displayer, printer 가 사용 되었다.

접속장치(interface) 설계 제작

마이크로 컴퓨터에서 건조장치내의 온도 변화 값을 계측하여 온도를 자동제어하고 건조시간에 따른 무게변화값을 컴퓨터에 의해 즉시 받아 들

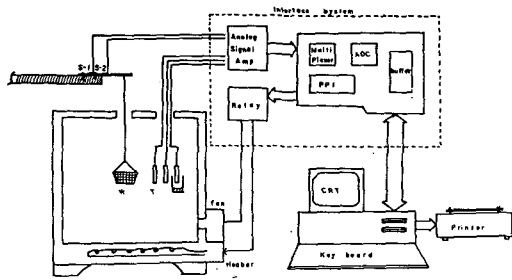


Fig. 1. Computer operated tray dryer

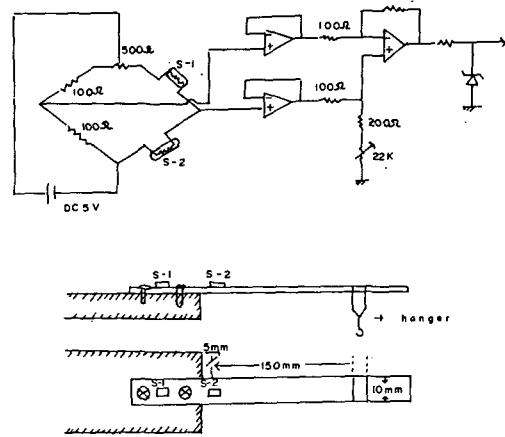


Fig. 3. Circuit of weighing device

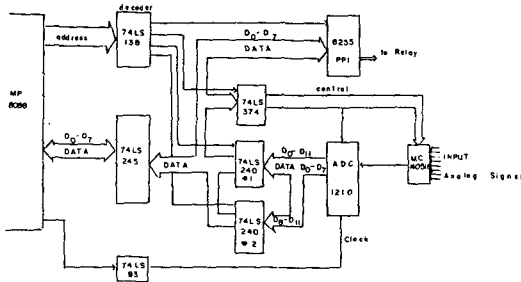


Fig. 2. Data acquisition interface circuit

이도록 하기 위하여 Fig. 2와 같이 접속장치 회로도를 구성할 설계제작 하였으며 여기에 사용된 IC소자는 Table 1.과 같다.

무게측정 시스템

건조중 식품무게 변화를 측정 하기위하여 Fig. 3과 같이 탄력성이 큰 탄소강 재료(두께 1.5mm,

폭 10mm, 길이 150mm)를 사용하여 외팔보(cantilever arm)형 하중변환기를 제작하였는데 이 하중변환기는 1-gauge방법의 회로로 구성 하였으며 휘이트스톤브리지(wheatstone bridge)의 한변에 스트레인 게이지(strain gauge)S-2를 부착 하여 무게 변화에 따른 저항응력의 변환값을 전압변화로 나타냈다.

휘이트스톤브리지 회로에서 출력되는 전압은 수 mv 수준이므로 741 OP Amp를 사용하여 전압을 0~5V로 증폭한후 접속장치(interface)를 통해 컴퓨터에 접속시켜 무게 변화값을 계속 하도록 하였다. 또한 무게계측시 주변온도의 변화에 따라 스트레인게이지의 저항응력이 다소 변하기 때문에 이를 보상하여 주기위해 똑같은 스트레인게이지(S-1)를 휘이트스톤브리지회로의 다른 한쪽에 부착하여 온도변화에서 나타나는

Table 1. Specification of the data acquisition interface system.

Part	Specification
programmable parallel interface(PPI)	8255A, 3port, 8bit
Analog to digital converter	ADC 1210, 12bit, conversion time(100us)
Analog multiplexer	MC 14051 B
Clock divider	74LS93, 1200n ses
Buffer	74 LS 240(8bit), 74LS 374(8bit) 74 LS 245(8bit), 74LS 244(8bit)

오차를 감소 시켰다.

온도측정 시스템

본 실험에서 사용한 계측용 온도센서는 Pt-100Ω Core에 5mm두께의 stainless tube 를 씌운 thermister를 Fig. 4와 같이 화이트스톤 브리지 회로를 구성제작하여 출력되는 전압(수mv)을 무게 측정에서와 마찬가지로 741 OPamp로 차동증폭시킨 출력신호값(0~5V)을 접속장치(interface)를 통해 컴퓨터에 접속시켜 온도를 계측하도록 했다.

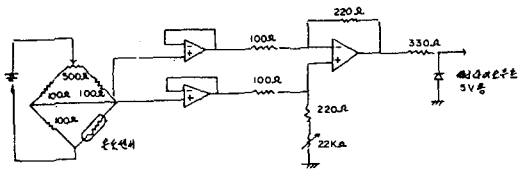


Fig. 4. Circuit of temperature sensing device

건조중 온도제어 시스템

건조장치내의 건조온도는 백금온도센서에서 계측되어 접속장치를 통해 컴퓨터에 받아 들여진 온도값과 컴퓨터에 프로그램상 미리 설정된 온도 제어값과 비교하여 heater를 on/off 하도록 했다.

컴퓨터에 의한 heater의 on/off 명령신호는 접속장치의 PPI 8255소자를 통해 출력 되도록 하였으며 여기서 출력되는 신호값은 매우 작아서 transistor를 통해 증폭하여 DC 6V용 Relay를 거쳐 heater를 작동 시키도록 Fig. 5와 같이 회로도를 구성 제작하였다.

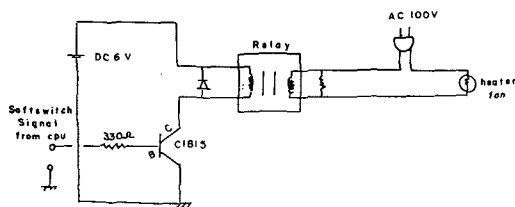


Fig. 5. Actuation of relay by softswitch signal from CPU

결과 및 고찰

무게 측정

Fig. 3의 무게측정 장치에 1g~200g의 표준 분동으로 표정하여 얻어지는 출력전압(0~5V) 즉 Analog 신호값을 접속장치의 A/O변환기(12 bit)에서 Digital 신호로 전환시킨 다음 컴퓨터에 입력하여 프로그램에 따라 수행한 결과 Fig 6과 같이 분동 무게와 디지털 신호값은 직선적인 상관관계를 나타냈고 여기서 다음과 같이 ①식을 얻을수 있었다.

$$W(g) = \frac{D}{20.40} + 0.82 \text{ --- ① } W = \text{무게}; D = \text{디지털 신호값}$$

따라서 ①식을 이용하여 건조중 일어나는 식품의 무게 변화를 디지털신호값으로 나타낼수 있고 또한 이 디지털신호값을 프로그램에 따라 무게 값(g)로 환산할 수 있었다.

이때 컴퓨터에서 처리한 무게값과 실제 무게 값과의 오차는 ±1g 정도의 약간에 오차는 있었으나 건조작업을 중단하지 않고 무게 변화값을 자동 기록할 수 있는 장점이 있었다.

Fig. 3의 무게측정장치를 통해 최소 1g에서

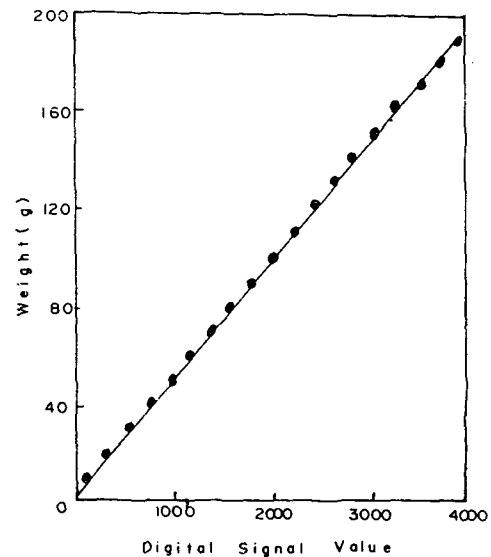


Fig. 6. Relationship between digital values and standard weights.

최대 200g까지 측정할 수 있었는데 측정 범위는 스트레인게이지를 부착한 금속재료의 탄성에 밀접한 관계를 갖는다.

그러므로 측정범위에 따라 금속편의 두께와 폭을 결정하여야 한다.

온도측정

Fig. 4의 회로를 이용하여 출력되는 전압(0~5V)를 A/D변환기(12 bit)를 거쳐 컴퓨터에 입력한 디지털신호값(D)과 표준온도계로 실측한 온도값을 비교한 결과 10~85℃ 온도 범위에서는 Fig. 7과 같이 직선적인 상관 관계로 나타났고 여기서 다음과 같이 ②식을 얻을 수 있었다.

$$T(°C) = \frac{D}{41.124} + 3.95 \quad \text{--- ②} \quad T = \text{온도}, D = \text{디지털신호값}$$

85℃이상의 온도에서는 직선적인 상관 관계를 약간 벗어남을 알 수 있었는데 이러한 원인은 온도를 감지하는 백금온도센서의 재질의 관계되며 본 실험에서 의도하는 식품 건조 온도 범위(10~80℃)에는 지장이 없었다.

따라서 ②식을 이용하여 건조실내의 온도변화를 자동으로 컴퓨터에 의하여 계측 할 수 있었으며 실제 온도값과의 오차는 10~80℃ 범위내에서 평균 ±0.25℃정도밖에 나지 않았다.

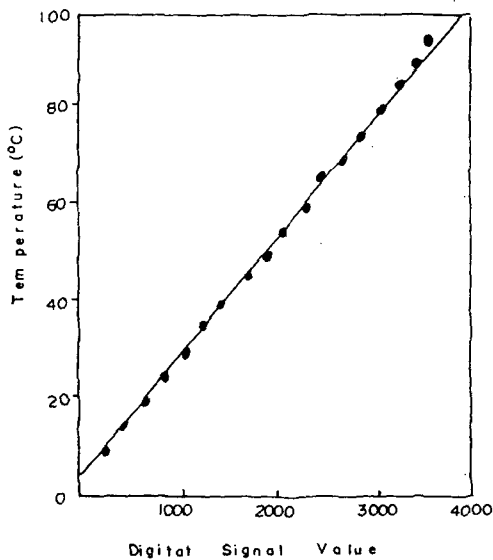


Fig. 7. Relationship between digital values and standard temperatures.

식품건조 장치에서의 자료수집 및 온도제어

Fig. 2에서와 같이 마이크로컴퓨터에 접속장치를 연결시켜 식품건조장치에 활용함으로써 건조공정 변수인 건조실내의 온도와 무게 변화를 자동계측하고 또한 건조실내의 온도를 자동제어하고자 Fig.8과 같이 프로그램흐름도(program flow chart)를 작성하고 이에따라 basic언어와 assembly 언어로 프로그램을 작성하여 진행시켰다.

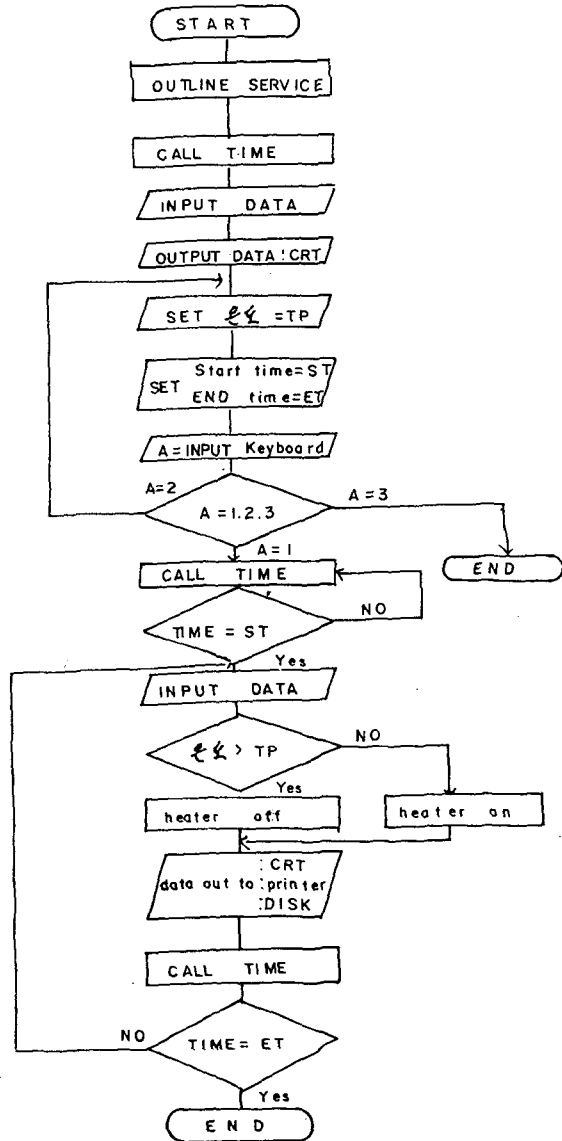


Fig. 8. Data acquisition program flow chart for tray dryer.

프로그램을 수행한 결과 건조실내의 온도와 무게 변화를 완전 자동적으로 측정하여 컴퓨터의 CRT나 프린터에 출력 시킬수 있었고 온도 제어도 설정된 목표값과 온도센서에서 감지한 값과 비교 처리하여 Fig. 5의 회로를 통해 heater를 자동으로 on/off시킬수 있었다.

요 약

본 연구는 마이크로컴퓨터를 활용하여 식품건조 공정중 온도, 무게 변화에 대한 자료수집과 온도를 자동제어 하기위해 접속장치, 온도와 무게 계측장치, 온도제어시스템을 설계제작하였다.

또한 이들 시스템을 운영하기 위해 basic언어 Assembly언어로 프로그램을 작성하여 수행한 결과 건조중 식품무게변화와 온도변화값을 성공적으로 계측할 수 있었고 건조온도를 설정된 목표값에 따라 자동제어가 가능했다.

문 헌

1. Bonnel, I.R. : Dual microcomputer controlled stopped flow spectromente, *Anal. Chem.*, 52, 139(1980)
2. Stell, D.J. : Applies microprocessor control to retort, *Food Eng.*, 28(1980)
3. Manson, J.E. : Computer Control of batch retort, *Food Tech.*, 15, 85(1982)
4. Mulvaney, S.J. : Microcomputer controller for retort, *Trans of ASAE*, 1964(1984)
5. Floyd, S.L. : Development of microprocess for fruit grading, *Trans of ASAE*, 261(1978)
6. Tung, M.A. : Computer calculation of thermal process, *Food Tech.*, 43, 365(1978)
7. Seymour, S.K. : Design of microcomputer evaluation of food product, *Trans of ASAE*, 1245(1984)
8. Bridges, T.C. : Computer technique for calculating thermal inactivation, *Trans of ASAE*, 194(1979)
9. Mitchell, B.W. : Heat flow measurement with analog computer, *Trans of ASAE*, 1363(1981)
10. Mishkin, M. : Application of optimization in food dehydration, *Trans of ASAE*, 101 (1982)
11. Vintks, J.E. : Thermal process evaluation by computer, *Tans of ASAE*, 43(1975)
12. Reklaitis, G.V. : Computer aid design of food process in industry, *Food Techn.*, 5, 1985(1985)
13. 최부돌, 전재근 : 마이크로 컴퓨터에 의한 식품건조중 자료수집, *한국식품과학회지*, 19, 50(1987)
14. 전재근 : 마이크로 컴퓨터와 식품산업, *한국식품과학회지*, 18, 46 (1985)
15. 전재근 : 마이크로 컴퓨터를 이용한 식품공정의 계측과 자동제어시스템, *식품공업*, 10, 81(1985)
16. 전재근, 강문수 : 마이크로 컴퓨터에 의한 감압건조시스템, *한국농화학회지*, 30, 65(1988)

(Received December 4, 1988)