

논문 2013-50-11-27

해태(김)두께측정 및 조절 장치 설계

(Laver(Kim) Thickness Measurement and Control System Design)

이 배 규*, 최 영 일**, 김 정 화***

(Bae-Kyu Lee[©], Young-Il Choi, and Jung-Hwa Kim)

요 약

본 논문에서는 해태를 자동적으로 가공 처리하는 건조 장치에서, 해태의 두께측정 및 조절하는 장치에 관한 것으로서, 해태를 자동적으로 가공 처리하는 건조 장치에 있어서, 김과 물의 혼합된 상태로 일정한 크기의 형상을 가진 틀에 소정의 양을 투입해 물과 김을 분리하여, 목적하는 김의 크기와 두께(무게)를 결정짓는 공정에, 일정한 광원을 발생할 LED Lamp 와 영상을 검출하는 Vision Sensor(카메라)등을 구비하고, 이들의 영상 상태 값을 임베디드 컴퓨터에 실시간 전송하고, 함께 내장된 측정 및 제어 목적의 응용 프로그램에 의하여, 각각의 해당 채널의 측정값을 별도로 구비된 모니터에 표시함은 물론 각각의 해당 채널의 액츄에이터에 서보 신호를 전송해, 기 설정된 목적의 기능이 가능 하도록 한 해태(김)의 두께를 측정하여 조절하는 장치에 관한 것이다. 본 논문의 해태(김)건조 장치에서 해태(김)의 두께측정 및 조절하는 장치는, 기존 작업자의 경험에 의지하여 직접 김의 두께조절 레버를 수동으로 조작하여 김의 두께를 조절하는 방식에서 탈피하여, 각각의 채널별 조절 레버에 액츄에이터를 설치하여 상대적으로 품질 향상을 할 수 있도록 하였다. 또한 기존에 비해 생산성 향상 및 노동력 절감 효과도 있다.

Abstract

In this study, In Laver's automatic drying device, laver thickness measurement and control devices that are associated with. Disconnect the water and steam, after put a certain amount of the mixture(water and laver) in the mold. In process, Laver of the size and thickness (weight) to determine, constant light source to detect and image LED Lamp occur Vision Sensor (Camera) prepare, then the values of these state of the image is transmitted in real time embedded computers. Built-in measurement and control with the purpose of the application of each of the channels separately provided measurements are displayed on a monitor, And servo signals sent to each of the channels and it become so set function should be. In this paper, the laver drying device, prior to the laver thickness measurement and control devices that rely on the experience of existing workers directly laver manually adjust the thickness of the lever, but the lever by each channel relative to the actuator by installing was to improve the quality. In addition, The effect of productivity gains and labor savings are.

Keywords : LED조명, laver, thickness, measurement

I. 서 론

일반적으로 해태 건조 장치에 있어서 김의 두께는 그림 1, 그림 2와 같이 김과 물의 혼합된 상태로 일정한 크기의 형상을 가진 틀에 소정의 양을 투입해 물과 김을 분리하여 목적하는 김의 크기와 두께(무게)를 결정짓는 방법으로 작업자가 경험에 의지하여 그림(6-2)의

* 학생회원, *** 정회원, 조선대학교 전자공학과
(Department of Electronic Engineering, Chosun University)

** 정회원, 조선이공대학교 메카트로닉스과
(Department of Mechatronics, Chosun College of Science & Technology)

©Corresponding Author(E-mail: yes1771@paran.com)
접수일자: 2013년9월5일, 수정완료일: 2013년11월1일

반사 거울을 이용하여 육안으로 식별하여 그림 2. 해태(김)두께 조절 장치를 수동으로 임의 조절을 하고 있다.

김은 오랜 역사 속에 우리의 식탁에 자리 잡아 왔다. 또한 식생활의 변화와 생산 유통 기술의 발달로 여러 가지 형태로 가공되어 우리들의 곁을 지킬 것이다.

이러한 김은 바다에서 원초를 채취한 후 1차 건조가공을 거쳐 마른 김 형태로 시장에 유통되기도 하지만



그림 1. 해태(김)두께 조절 장치(1)
Fig. 1. Laver thickness control device(1)



그림 2. 해태(김)두께 조절 장치(2)
Fig. 2. Laver thickness control device(2).

저온 저장한 후 필요에 따라 2·3차 가공하여 유통되기도 한다. 생산기술의 발달과 유통 경로의 다양화로 김과 같은 가공식품 들은 주변국들의 식생활에도 영향을 미치고 수입·수출하는 과정에서도 생산성 향상과 더불어 품질의 중요성이 점차로 확대되고 있다.

특히, 일련의 프로세스에 의해 자동 연속 가공 생산되어지는 맛김과 같은 2·3차 가공 식품들은 두께에 따른 품질의 직접적 영향을 많이 받으므로 1차 건조 가공시 두께를 일정하게 유지하여 생산 하는 것이 바람직하다 할 것이다.

본 논문에서는 일정한 광원을 발생할 LED Lamp와 영상을 검출하는 Vision Sensor(카메라)등을 구비하고 이들의 영상 상태 값 들을 임베디드 컴퓨터에 실시간 전송하여 함께 내장된 측정 및 제어 목적의 응용 프로그램을 통해 각각의 해당 채널의 측정값을 별도로 구비된 모니터에 표시함은 물론, 각각의 해당 채널의 엑츄에이터에 서보 신호를 전송해 기 설정된 목적의 기능이 가능 하도록 한 해태(김)의 두께를 측정하여 조절하는 장치에 관한 것으로, 장치 구성을 II장에 간략히 요약 하였고, III장에서는 김의 두께(농도) 검출, 측정하는 방법과 제어 방법을 기술하고, IV장에서 시작품 제작 및 시운전 후 V장에서 결론을 맺었다.

II. 해태(김)두께 측정 및 조절 장치 구성

그림 3은 해태(김)두께 측정 및 조절 장치의 전체 구조를 나타낸 것이다. 해태(김)두께 측정 및 조절 장치의 구조는 크게 측정 장치, 제어장치, 모니터, 위치 검출용 센서, 비전용 카메라, 조명장치 등으로 구성 하였다.모니터는 측정된 정보를 표출 하는데 있어 건조기의 생산 규모(동시생산)등을 고려하여 24개소의 정보를 동시에 표출해야 함으로 40인치 LED를 사용 하였고, 비전용 카메라 장치는 정위치 검출 센서에 동기 하여 영상 정보를 취득 하는데 1회에 약2초 정도의 김의 생산 속도를 감안한 결과 취득한 영상 정보를 처리한 시간이 충분하여 일반 PC용 웹 카메라를 사용 하였다^[1]. 조명 장치는 취득한 영상 정보의 신뢰성을 담보 한다, LED (Light Emitting Diode)는 발광 다이오드의 약자로 전기에너지를 광 에너지로 바꾸는 반도체 소자이다. 수명이 50,000시간 정도로 기존 램프에 비하여 장시간 효율적으로 사용이 가능하고 수은, 방전용 가스 등 유해가



그림 3. 해태(김)두께 측정 및 조절 장치의 전체 구조
Fig. 3. The whole structure of laver thickness measurement and control device.

스를 사용하지 않으며 유해파장이 없다. 이처럼 친환경과 고효율 특성을 제공하는 LED는 현대와 미래사회 기술 흐름을 대표하는 아이콘이다^[2~3].

또한 LED는 오랫동안 일반 가전제품이나 각종 산업용 기계의 표시용 부품으로 사용되어 왔다. 최근 반도체 기술의 발달은 고효율 고성능의 LED 제조기술을 뒷받침함으로써 LED의 활용범위가 더욱 확대되었고 다양한 응용제품이 개발되고 있다. 이러한 LED를 이용한 응용 제품들은 기존의 광원을 완전히 대체할 것으로 예측되고 있으며, 기존의 전구나 네온 대신 LED 소자를 광원으로 사용하기 때문에 발열이 적어 안전하고 가벼운데다 내구성이 좋아서 사용 범위가 점차로 확대되고 있다. LED 조명의 크기 및 밝기는 모듈 수십 개를 조합하여 6,000mm * 3,000mm Size의 합체 내에 조립하여 12Set를 설치하였다^[4]. 본 논문에서는 LED조명을 이용하여 그림(6-3) 주변의 일반 형광 조명 보다 상대적으로 밝게 구성하여 외란광의 영향을 고려하였다.

III. 김의 두께(농도) 검출, 측정 및 제어

다음 그림 4는 본 연구의 김의 두께(농도) 검출, 측정

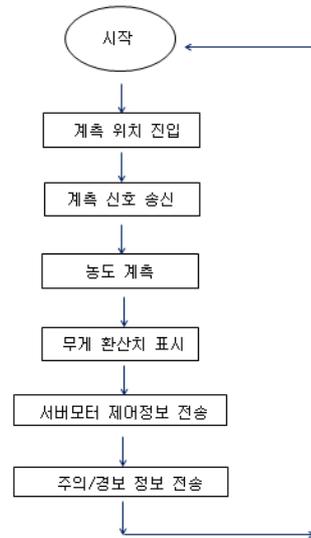


그림 4. 김의 두께(농도) 검출, 측정 및 제어하는 장치의 흐름도

Fig. 4. Kim thickness (density) detection, measurement and control devices Flow chart.

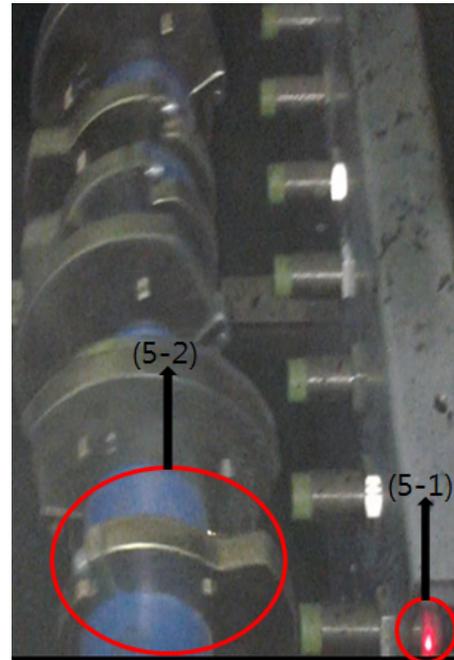


그림 5. 정위치 검출 캠(CAM)과 센서
Fig. 5. The cam and sensors for position detection.

및 제어장치의 흐름도를 나타낸다.

다음 그림 5의 근접 센서(5-1)는 측정 할 수 있는 위치에 올 때 일련의 연동되는 캠(CAM)(5-2)에 의해 계측할 수 있는 정 위치에 진입했음을 알 수 있고 이에 동기 하여 그림 6의 기존 육안 식별에 필요한 반사거울

(6-1)의 옆에 영상 정보 취득용 usb 카메라(6-2)를 설치하여 영상 정보를 취득 하였다.

종래의 육안 식별에 의한 김의 농도(두께) 조절 방법은 작업자의 경험이나 개인적인 성향에 따라 차이가 날수 있지만, 상기 한 구성 방법으로 제공되는 해태(김) 두께측정 및 조절 장치에서는 영상 정보 취득용 USB 카메라(6-2)를 통하여 데이터를 수집 하므로 이산적인 데이터 가공에 의해 사용자 인터페이스를 위한 주의·경보처리 및 서보 모터의 상대적 위치를 산출 하였다.

기구와 결합하여 구동력을 얻는 기계 부품으로 예전에는 유·공압기기 들을 많이 사용하여 왔다. 그러나 더욱 더 빠른 응답성과 정밀 제어가 요구되면서 서보 모터에 의한 구동 방법이 개발되었고 전력 전자 및 제어 기술, 자성재료의 발달은 더욱 작고 특성이 우수한 서보 제어시스템을 만들게 되었다. 서보 모터의 제어는 상위 제어기의 명령을 받아 우수한 동특성으로 정확한 위치, 속도를 추종하여 명령치와 일치 하도록 유지하는데 있다. 따라서 서보 모터의 주요 제어 대상은 위치 제어와 속도 제어를 거론할 수 있으며 제어의 흐름은 상위 제어기로부터 명령을 입력받아 일정한 처리를 하여 하위 제어부로 전달하고, 이는 모터를 제어하는 전력 변환 부를 제어하여 최종적으로 서보 모터에 입력되는 전력을 제어하도록 구성되어 있다.

서보 모터 제어 시스템은 토크 제어시스템, 속도 제

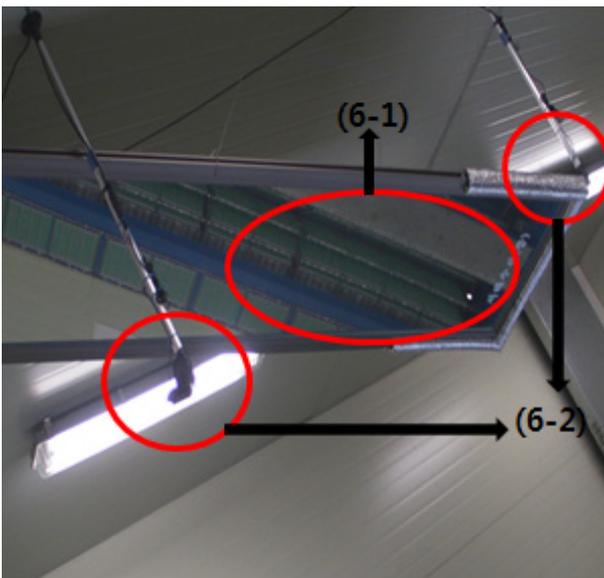


그림 6. 영상정보 취득용 USB 카메라
Fig. 6. USB camera for acquiring image information.

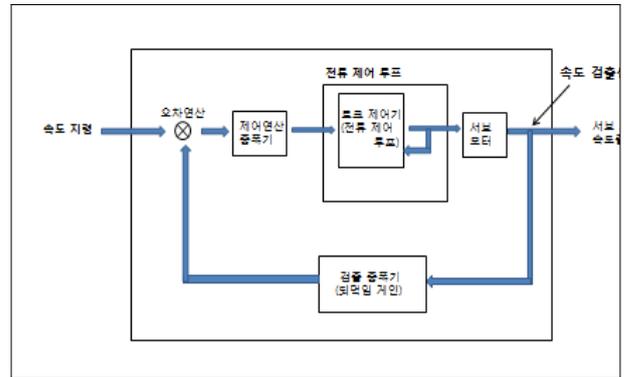


그림 7. 서보 모터 속도 제어 루프
Fig. 7. Servo motor speed control loop.

어시스템 그리고 위치 제어 시스템으로 구분 할 수 있고 각각의 제어는 기본적으로 Close-Loop 제어 구성을 가지고 있으며, 이들의 특성은 서보 모터 제어의 구성 요소 중에서 무엇을 제어하가에 해당하는 내용이라고 할 수 있다. 일반적으로 모터 제어에 있어서 제어를 하여 얻고자 하는 요소는 서보 모터에 일정한 회전력, 반발력을 가지도록 제어하는 토크 제어가 있고 서보 모터를 일정한 회전력으로 일정 속도를 유지하도록 하는 것이 속도 제어, 그리고 원하는 회전수와 위치에 정확한 정지를 하여 제어하는 위치 제어, 세 가지 형태로 분류할 수 있다. 속도 제어는 토크 제어와 연관이 되어 진다. 토크 제어는 서보 모터에서 일정한 힘을 발생 시키는 제어라고 하면 속도 제어는 토크를 제어하여 서보 모터를 일정한 속도로 회전시키는 제어를 말한다. 즉 속도 제어 루프는 내부에 토크 제어 루프를 포함하고 있으며 속도 제어명령의 최종 출력이 토크 제어명령의 입력으로 사용되게 된다. 서보 모터의 속도 제어 루프를 그림으로 나타내면 그림 7과 같다.

그림 7에서와 같이 서보 모터의 속도 제어는 서보 모터를 포함한 Close-Loop 제어시스템으로 구성되어 있다. 따라서 서보 모터에서 출력되는 속도를 검출하기 위하여 속도 검출센서는 서보 드라이버 내부에 위치할 수 없고 서보 드라이버 외부에 위치하여 서보 모터의 회전축과 연결되어 기계적인 결합으로 구성되어 있게 된다.

서보 모터의 속도 제어 루프는 제어 루프에 입력되는 속도명령에 대하여 현재 서보 모터의 출력에서 검출되는 검출속도의 편차를 제어연산 증폭기를 통하여 토크 제어 루프의 명령으로 주어진다. 이때 서보 모터에 인

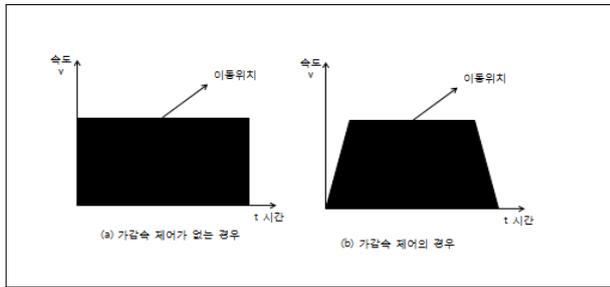


그림 8. 속도와 위치와의 관계
Fig. 8. The relationship between speed and position.

가되는 토크를 제어함으로, 즉 모터에 인가되는 전류를 제어함으로 속도명령에 비례하는 속도출력을 갖도록 제어하는 것이다. 속도제어 루프는 모터를 포함한 Close-Loop 제어로 구성이 되고 내부에 토크 제어 루프를 포함하고 있다는 것이 중요한 내용이 되며 속도 제어는 상위 제어가 위치 제어를 하는 제어를 사용할 경우 혹은 서보 모터의 일정한 속도 출력을 요구하며 제어할 경우 주로 사용된다. 위치 제어는 토크 제어 루프와 속도 제어 루프를 내부에 포함하고 있는 구조가 된다. 따라서 위치 제어 루프는 서보 드라이버 내부에 있는 최외각 제어 루프라고 생각할 수 있다. 위치제어라는 것은 원하는 위치, 즉 서보 모터를 회전시켜 원하는 회전각을 얻어내는 것을 말하는데 직선운동기구 같은 경우 회전운동을 직선운동으로 변경시키는 기계적인 구조를 가지고 있어야 한다.

위치 제어는 서보 모터를 일정한 속도로 회전시키거나 또 정지시키는 것을 말하는데, 이것은 회전속도를 시간 축으로 적분한 것이 위치의 변화가 되며 반대로 속도라는 것은 단위시간 동안 위치의 변화를 말한다. 따라서 서보 모터의 제어구조에서도 위치의 변화를 검출하기 위하여 회전속도를 시간 축으로 적분하는 방법, 혹은 속도를 구하기 위하여 단위 시간 동안 위치의 변화를 구하는 방법을 사용한다. 다음 그림 8은 위치와 속도의 관계를 그림으로 나타낸 것이다.

그림 8에서 X축을 시간 축으로 하고 Y축을 속도 축으로 하면 흑색 부분이 이동거리가 된다. 따라서 그림 8의 (a)에서 수식으로 보면,

$$\begin{aligned} \text{이동위치} &= \text{속도 } V * \text{시간 } t \text{ (m)} \\ \text{속도} &= \text{이동위치(m)} / \text{시간 } t \text{ (m/sec)} \end{aligned}$$

로 나타낼 수 있다. 이때 가속속이 있는 경우는 가속률과

$$\begin{aligned} \text{이동위치} &= \int v(t) dt \text{ [m]} \\ \text{속도 } V &= \frac{d(\text{이동위치})}{dt} \text{ [m/sec]} \end{aligned}$$

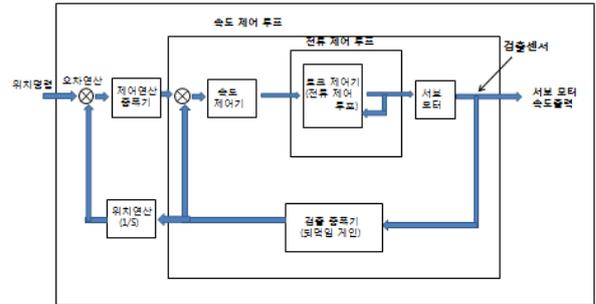


그림 9. 서보 모터 위치 제어 루프
Fig. 9. Servo motor position control loop.

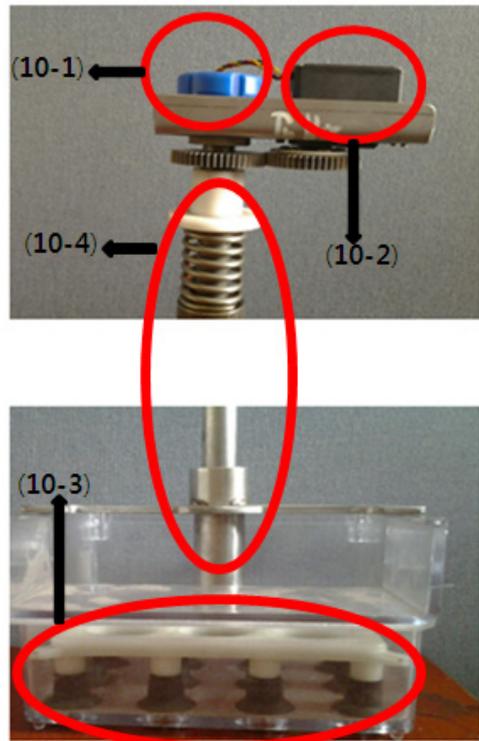


그림 10. 김 두께 조절 액츄에이터
Fig. 10. The Actuator of laver thickness control

감속률에 대한 계산을 포함하여야 하고 다음과 같은 식으로 표현할 수 있다.

그림 9에서 보는 바와 같이 서보 모터의 위치 제어 루프는 내부에 속도 제어 루프와 위치 제어 루프를 포함하고 있다. 위치제어를 하기 위하여 위치명령을 상위

제어기로부터 전달받아야 하는데 상위 제어기로부터 위치에 대한 명령 전달을 효과적으로 하기 위하여 본 연구에서는 엔코더로부터 위치정보를 입력 받지만 위치 명령은 본 장치의 상위 제어기인 해태(김)두께측정 장치로부터 시리얼 통신으로 입력을 받았다.^[5]

그림 10의 김 두께 조절 액추에이터는 그림 1, 그림 2에 표시한 김과 물의 혼합된 상태를 일정한 크기의 형상을 가진 틀(10-3)에 소정의 양을 투입하여 김의 크기와 두께(무게)를 수동으로 임의 조절 할 수 있는 레버(10-1)에 서보 모터(10-2)를 결합한 사진이다. 수동으로 임의 설정된 정 위치에서 서보 모터의 정·역 회전 위치에 따라 상, 하 직선 운동으로 변환해주는 볼스크류(10-4)에 의해(10-3)의 높낮이를 24 채널로 각각 조절 할 수 있는 구조로 되어있다^[6].

IV. 장치 설정 , 시 운전

그림 11은 본 논문에서 구현한 해태(김)두께측정 및 조절 장치의 사용자 인터페이스 주요 설정 내용을 나타내고 있다.

사용자 인터페이스는 서보 모터의 자동계측 연동모

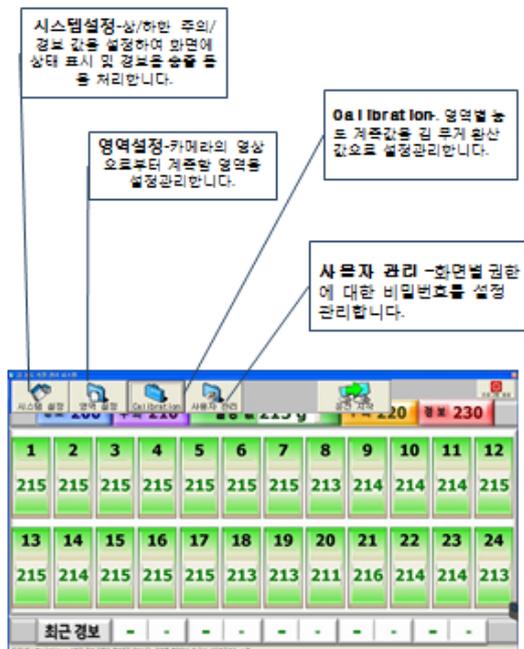


그림 11. 해태(김)두께측정 및 조절 장치의 사용자 인터페이스 주요 설정 내용

Fig. 11. The main setting of the user interface in Laver thickness control and detection device.

드 및 수동 개입제어 모드를 설정하는 제어모드 설정과 계측신호 지연시간, 유효범위, 카메라 개수, 계측영역 개수, 통신포트, 카메라 관리 및 상·하한주의, 경보 값을 설정하여 화면에 상태 표시 및 경보음 송출 등을 처리하는 시스템 설정과 카메라의 영상으로 부터 계측할 영역을 설정하는 영역설정, 이들 영역별 농도 계측 값을 김의 무게 환산 값으로 설정 관리하는 Calibration, 사용자 권한 부여에 관한 비밀번호 등으로 구성 되어 있다^[7].

다음 그림 12는 그림 1, 그림 2에서 김과 물의 혼합된 상태로 일정한 크기의 형상을 가진 틀에 소정의 양을 투입해 물과 김이 분리되어, 목적하는 김의 크기와 두께(무게)가 결정되어져 계측하는 정 위치에 진입하여 있는 모습과 계측 유효범위와 교정하는 부분의 인터페이스를 보여주고 있다.

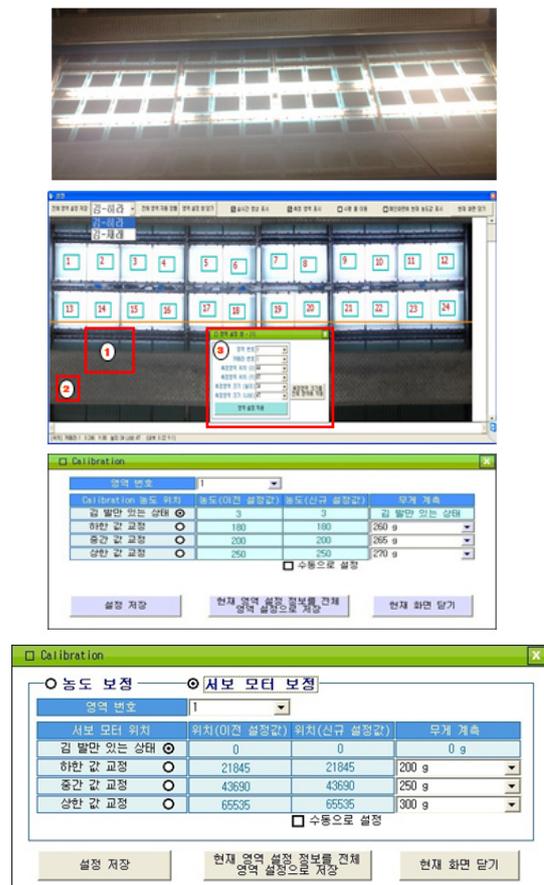


그림 12. 해태(김)두께측정 및 조절 장치의 계측 유효범위 및 교정 인터페이스

Fig. 12. Effective measurement range and correction interfaces in Laver thickness control and detection device.

표 1. 각 채널별 측정결과.
Table 1. Measurements by each channel.

채널	설정 값	초기시료 없는 상태의 농도값	무게 환산값
1	215	3	215
2	215	3	215
3	215	3	215
4	215	3	215
5	215	3	215
6	215	3	215
7	215	3	215
8	215	3	213
9	215	2	214
10	215	2	214
11	215	3	214
12	215	2	215
13	215	2	215
14	215	2	214
15	215	2	215
16	215	3	215
17	215	3	215
18	215	3	213
19	215	3	213
20	215	2	211
21	215	3	216
22	215	3	214
23	215	3	214
24	215	3	213

구현된 시스템은 1회 평균 2초 정도의 주기로 24매씩 자동 연속 생산되는 시스템으로 그림 6의 6-2 영상정보 취득용 카메라로 부터 수집된 데이터는 0 - 255의 값으로 명암 처리하여 각 채널 별로 측정한 결과 시료가 없는 상태의 농도 설정 값 3, 기 생산된 시료의 100매를 시저율로 측정하여 260g을 하한농도 설정 값 180, 265g을 중간농도 설정 값200, 270g을 상한농도 설정 값 250으로 각 24개소의 채널별 교정 후 215g으로 설정하고 시운전 하여 각 채널별 표 1과 같은 결과를 얻었다.

V. 결 론

본 논문에서 이루고자 하는 기술적 성과는 해태(김) 두께 측정 등의 정밀 계측 및 조절에 대해 숙련자의 경험에만 의존했던 방식을 대체하여 센서와 모터, 디스플

레이 시스템을 통한 편리성과 품질관리 측면을 부각시키고자 하였다.

이로 인해 해태(김)등의 측정과 조절 과정이 숙련자의 경험에 의해 이루어졌던 방식에서 Setting만을 통해서 비전문가에 의한 정확한 공정이 이루어 질수 있게 되었다.

또한 불량 처리에 있어서 기존의 사람의 시야로 확인 한 후 직접 전 제품을 다시 공정하는 방식에서 통신을 통한 디스플레이를 이용하여, 간단한 인터페이스 조작만으로 재처리 공정을 완료 할 수 있다.

본 논문에서 제시하는 기술은 표 1의 결과와 같이 정밀 정확을 요구하는 시스템에서는 다소 그에 맞는 보안이 필요 하겠지만 단순히 해태(김) 공정에서만 사용될 것이 아니라, 다양한 분야에서 폭 넓게 사용될 것으로 판단되어 진다.

REFERENCES

- [1] Buzak, T.S. et a.l., "A 16-in. Full-Color Plasma-Addressed Active-Matrix LCD", SID Int. Symp., Dig. Tech. Papers, pp.883-886, 1993.
- [2] C. W. Lee, "Electronic Display Technology Trends", The Magazine of the ieeek, vol.3, pp.23-30 (1995)
- [3] Y. M. Yu, "LED Market and Technology Trends", The Magazine of the ieeek, vol.37(2), pp.24-39, (2010)
- [4] Shufi Nakamura, "Nichia's lcd Blue LED Paves Way for Full-Color Display", NIKKEI ELECTRONICS ASIA, Vol.3 No.6, p.65-69, June.1994.
- [5] J. H. Kim, S. G. Lee, K. S. Ru, D. H. Seo, "Applicatin of I2C Communication for Network Servomotor Control", Proceedings of the Korean Society of Marine Engineers Conference, 2012, pp.233-233
- [6] Y. Xiao, J. Cao, Y. Guan, Q. Liu, "Servo Motor Control System Based on Free Communication Port", IEEE, Electric Information and Control Engineering(ICEICE), pp.1692-1695, 2011.
- [7] Y. S. Moon, S. H. No, G. H. Jo, Y. P. Lee, Y. C. Bae, "A Study on the developmint of Servo Motor Control IP Core based on FPGA", Journal of Korean institute of intelligent systems, vol. 20, No. 4, pp562-568, 2010.

저 자 소 개



이 배 규(학생회원)
2008년 호남대학교 광전자공학과
학사 졸업
2011년 조선대학교 행정학과
석사졸업
2011년~현재 조선대학교 전자공
학과 박사과정

<주관심분야 : 원격 제어 및 모니터링>

최 영 일(정회원)
대한전자공학회 논문지

김 정 화(정회원)
대한전자공학회 논문지
제41권 SP6호 참조