논문 2010-05-11

임베디드 제어기 기반의 색채선별기 개발

(Development of Embedded Controller Based Color-Sorter System)

김 기 선†, 손 형 민†, 김 영 민†, 탁 철 곤†, 박 상 석‡, 임 상 경‡, 하 정 석‡, 정 민 정‡, 이 연 정†*

(Ki-Sun Kim, Hung-Min Son, Young-Min Kim, Chul-Gon Tak, Sang-Seog Park, Sang-Kyung Lim, Jeong-Seok Ha, Min-Jeong Jeong, and Yun-Jung Lee)

Abstract : 색채선별기는 양질의 곡물 유통을 위해 불량곡물, 이물질을 선별하는 시스템이다. 기존의 색채선별기는 PC기반 제어시스템으로서 비교적 고가이고 부피가 크며 현장 환경에서 기계적 충격이나 먼지 등에 취약하다는 문제점을 가지고 있다. 본 논문에서는 이러한 문제점을 개선하기 위해 운영체제가 탑재된 임베디드 제어기 기반의 색채선별기를 제안한다. 색채선별기는 기본적으로 곡물의 유입량 및 속도를 조절해 주는 피터부, 곡물의 영상을 받아 이미지를 처리해 주는 카메라부, 카메라부에서 받은 정보를 이용해 양품과 불량품을 분리해 주는 이젝터부로 구성된다. 본 논문에서는 개발된 지능형 색채선별기용 ARM 프로세서 기반 임베디드 제어기의 하드웨어 구성, 피더부, 카메라부, 이젝터부 간의 통신프로토콜을 이용한 총괄관리 제어와 그래픽 사용자 인터페이스(GUI)를 소개한다.

Keywords : ARM 코어 프로세서, 임베디드시스템, 임베디드제어기, 색채선별기

Ⅰ. 서 론

잘 익은 곡식은 수확된 후 포장과정에 이르기 전에 건조 및 도정 과정을 거친다. 도정과정을 거치고 난 곡물에는 양품인 곡물 외에 변색된 곡물(불량곡물, 뉘, 야끼, 풀시, 검불, 착색립 등), 돌과 같은 이물질 등이 함께 섞여 있다. 이 때 양품인 곡물만을 분리하는 작업이 필요하며 이 작업에 사용되는 장비를 색채선별기라 한다. 색채선별기는 곡물의 색에 대한 밝고 어두운 부분과 곡물의 형상을 이용하여 양품인지 불량 혹은 이물질인지를 판별하고 공기압을 이용하여 양품만을 걸러내는 장비이다. 이러한 색채선별기를 다르게 RPC(rice processing complex)장비라고 부르기도 한다. 색채선별기를 이용하여 분류작업이 가능한 곡물로는 쌀, 현미, 찹쌀, 흑미, 기장 등이 있다. 색채선별기는 곡물 외에도 재활용 유리의 분리, 플라스틱 조각 분리(PET, PE, PP, PVC 등), 건설 폐기물 분리(돌, 콘크리트) 등 여러 분야에서 활용되고 있다[1]. 양질의 곡물에 대한 수요가 높아짐에 따라 색채선별기 수요가 증가하고 있으며, 색채선별기의 선별 기능을 향상시키기 위해 영상처리 방식 및 고속 지능화 개발에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다[2-4]. 고속 지능화 개발에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 현재 색채선별기를 개발하는 대표적인 업체로는 Sortex, Satake, Toyo, 아이디알 시스템, 대원 GSI, 에이맥스 등이 있다[5-8].

기존에 제품화 되고 있는 색채선별기는 대부분 범용 PC 기반의 메인 제어시스템으로 이루어졌다. 범용 PC 기반의 제어시스템은 색채선별기가 가지는 환경적인 요인에 대응하기에 부족한 문제점이 있다. 대표적으로 곡물을 이송할 때 발생하는 먼지에 보호받기 어려우며, 곡물을 이송시키기 위해 발생하는 떨림에 대한 기계적 충격에 약하다. 또 범용 PC이다 보니 개발하는데 있어서 상대적으로 가격 경쟁력이 낮고 제품의 효율성이 떨어지는 문제점이 있다. 그 외에 곡물의 종류 및 환경에 따른 다양한 기능과 사용자의 편리한 조작, 향상된 신뢰성 확보 등

* 교신저자(Corresponding Author)

논문접수 : 2010. 02. 10., 수정일 : 2010. 03. 09,.
채택확정 : 2010. 05. 03.

김기선, 손형민, 김영민, 탁철곤:경북대학교 IT대학 전자공학부
박상석, 임상경, 하정석, 정민정:(주)아이디알시스템
이연정 : 경북대학교 IT대학 전자공학부 교수

개선이 이루어져야 한다. 본 논문에서는 이런 문제점들을 해결하기 위해서 운영체제가 탑재된 색채선별기용 임베디드 제어시스템을 제안한다. 제안한 색채선별기의 임베디드 제어시스템은 모듈형의 시스템 구성을 가진다.

본 논문에서는 개발한 색채선별기용 ARM 프로세서 기반 임베디드 제어기의 하드웨어 구성, 피더부, 카메라부, 이젝터부 간의 통신프로토콜을 이용한 총괄관리 제어와 그래픽 사용자 인터페이스(GUI)를 소개한다.

Ⅱ. 색채선별기의 임베디드 제어시스템

1. 색채선별기의 개요

그림 1은 색채선별기의 시스템 구성도를 나타낸다. 색채선별기 내부 구조를 살펴보면 크게 호퍼, 피더, 슈트, 광원부, 카메라, 카메라 제어부, 이젝터, 저장부, 메인 제어부가 있다. 호퍼를 통하여 곡물이 주입되며 주입된 곡물들은 피더의 진동에 따라 일정한 속도를 가지며 이동한다. 이때 피더는 일정한 곡물의 이동량과 곡물의 이동속도를 결정하고 곡물이 한쪽으로 뭉치는 것을 방지하는 역할을 한다. 피더를 통해 이동된 곡물들은 슈트에 있는 홈을 따라 일정한 경로를 가지며 자유낙하 한다. 자유낙하 하는 곡물을 카메라부에서 이미지를 획득한다. 획득된 이미지는 광원부에서 제공해주는 빛에 의한 곡물의 투과, 반사된 정도에 따라 결정된다. 카메라 제어부에서는 이렇게 획득된 이미지를 통해 곡물의 양불판정을 한다. 판정된 데이터를 통해 이젝터가 고속공압 밸브를 제어하여 공기를 분출시켜 변색된 곡물과 이물질들을 분리시킴으로서 양품 선별을 가능하게 하는 시스템이다.

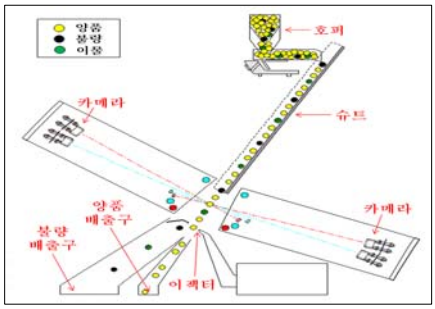

그림 1. 색채선별기 시스템 구성도
Fig. 1. Block diagram of colorsorter

분리된 다양한 곡물은 양품 배출구와 불량 배출구를 따로 두어 각각의 저장부에 저장 한다. 이 때 메인 제어기는 전체 시스템을 제어하며 곡물·운전·환경에 대한 조건을 설정한다.

2. 색채선별기 제어시스템의 하드웨어 구성

색채선별기 제어시스템의 전체 하드웨어 구성도는 그림 2와 같다. 크게 사용자 인터페이스부와 메인 제어 모듈 하위 제어 모듈로 나눈다. 하드웨어는 디버깅에 용이하고 각 역할에 대한 효율성을 높이기 위해 역할별 보드를 분리 설계한다.

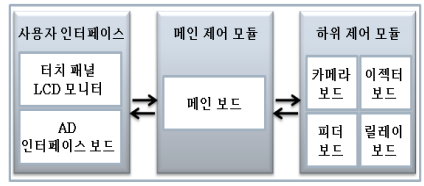

그림 2. 하드웨어 시스템 구성도
Fig. 2. Block diagram of hardware system.

사용자의 접근성을 용이하도록 사용자와 시스템의 상호인터페이스 모듈은 터치 패널을 이용한 LCD 모니터로 한다. 터치 패널을 통해 사용자가 쉽게 명령을 입력하도록 한다. ADC(analog to digital converter) 값을 이용하여 모니터의 좌표값을 얻으며, 이는 인터페이스 보드를 통하여 메인보드와 USB (universal serial bus) 통신이 가능하도록 한다. 모니터의 크기는 12.1인치이며, 해상도는 640x480으로 한다. 모니터를 통해 사용자가 시스템 내의 환경을 확인 할 수 있고 직접 장비의 상태값을 설정한다.

메인 보드의 프로세서는 제한된 시스템 자원을 효율적으로 통제하고 운영할 수 있도록 운영체제 탑재가 가능한 임베디드 기반의 ARM 프로세서를 이용한다. 프로세서는 S3C2443을 사용하며, 프로세서의 클럭 주파수는 533MHz이다. 임베디드 보드의 세부사항은 표 1과 같다[9].

메인 보드는 전체 시스템의 환경 설정과 운전 조건을 설정하며 사용자의 명령을 수행하여 하위 제어 보드를 제어한다. 메인 보드의 구성도는 그림 3과 같다. 메인 보드는 외부 하위 보드들의 상태값을 실시간으로 체크한다. 또 사용자로부터 환경설정이 이루어지면 그 명령을 하위 제어 모듈로 설정 명령을 보낸다. 이렇게 명령을 받은 각 하위 제어 모듈은 명령을 수행한 후 수행한 명령에 대한 응답

을 다시 메인 보드로 보내어 명령의 수행 여부를 메인 보드가 알 수 있도록 한다. 이렇게 메인보드와 하위 모듈이 서로 양방향 통신을 함으로써 메인 보드에서 각 모듈별 상태값을 실시간으로 읽어 들여 장비의 이상이 발생하였을 경우 메인 보드에서 장비의 이상을 빠르게 감지한다. 즉, 제품 내부의 오류가 발생했을 경우 불량률을 낮추는 효과를 가져온다. 이때 메인 보드와 각 하위 제어 모듈의 통신 방식은 RS422방식을 사용한다.

표 1. S3C2443 세부사항
Table 1. Hardware specifications of S3C2433.

구분	세부사항
CPU Clock	533MHz
SDRAM	64MB
NAND Flash	64MB
UART	4ch
ADC	10bit SAR 10ch
USB	Host, Device 1ch
GPIO	147port
OS	Windows CE 5.0

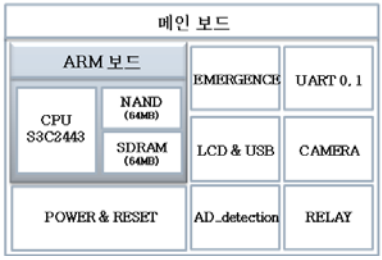

그림 3. 메인 보드 구성도
Fig. 3. Block diagram of main board.

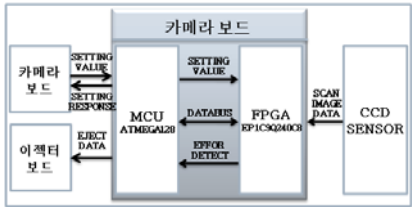

그림 4. 카메라 보드 구성도
Fig. 4. Block diagram of camera board.

카메라 보드의 구성은 그림 4와 같다. 보드는 크게 MCU(ATMEGA128)와 FPGA(EP1C9Q240C8), ADC(AD9844AJST), MEMORY(EPCS4)로 구성한다. 먼저 곡물의 이미지를 획득하기 위한 10bit 라인 스캔카메라로부터 아날로그 신호를 받아 ADC를 통해 디지털 신호로 변환하고 이 값을 설정된 기준값에 근거 하여 보정을 실행한다. 이러한 일련의 과정 중 발생한 에러를 메인 보드로 반환하여 에러의 경고 및 대응 과정을 거치도록 한다.

이젝터 보드의 구성도는 그림 5와 같다. 이젝터 보드는 곡물의 불량과 이물질 등을 분리하는 64개의 에어건을 제어하는 보드이다. 이젝터 보드는 422통신을 이용하여 메인 보드로부터 에어건의 상태 설정 명령을 받고, 메인 보드에 에어건의 상태값을 전송한다. FPGA는 카메라에서 전송 받은 처리된 이미지 데이터와 메인 보드에서 받은 데이터를 비교하여 이젝터의 위치와 ON TIME을 결정하여 이젝터 64개의 채널에 각각 신호를 전송한다.

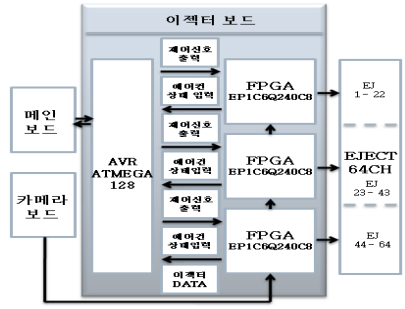

그림 5. 이젝터 보드 구성도
Fig. 5. Block diagram of ejector board.

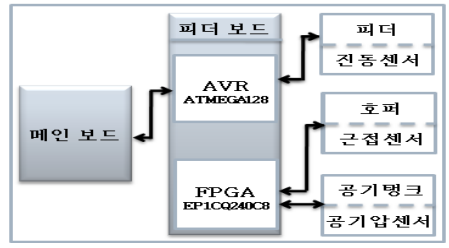

그림 6. 피더 보드 구성도
Fig. 6. Block diagram of feeder board.

다음으로 피더 보드에 대한 구성도는 그림 6과 같다. 피더는 근접센서와 진동센서, 공기압센서에 대해 데이터를 받아들 설정하는 역할을 한다. 근접센서는 호퍼 내 곡물의 양을 판별하고 진동센서는 떨림을 판별하며 공기압 센서는 색채선별기의 공기탱크 속에 공기압을 측정하는데 사용한다. 각각의 센서의 상태값을 메인 보드에 전송하고 메인 보드

에서 받은 상태값에 대한 설정 명령에 따라 그 값을 처리한다.

색채 선별기 전체 시스템의 내부 구조를 보면 카메라 보드는 시스템 내부에 곡물의 자유낙하 구간의 전면 5개, 후면 5개, 특수 카메라 5개로 배치한다. 이는 자유낙하 하는 곡물의 앞·뒤면을 촬영하기 위한 것이며 특수 카메라는 일반카메라로 판별하기 힘든 유리와 같은 이물질을 판별하기 위한 것이다. 또 이젝터 보드는 5개로 각 슈트별로 64개의 이젝터를 제어하도록 배치한다. 피더 보드는 1개로 곡물의 이송을 제어한다. 마지막으로 릴레이 보드는 외부 장비의 전원의 상태를 관리하는 보드로서 22개의 입력 포트와 24개의 출력 포트로 구성한다. 그림 7은 앞서 언급한 하드웨어 구성을 바탕으로 구현된 전체 시스템의 개발결과를 나타낸다.

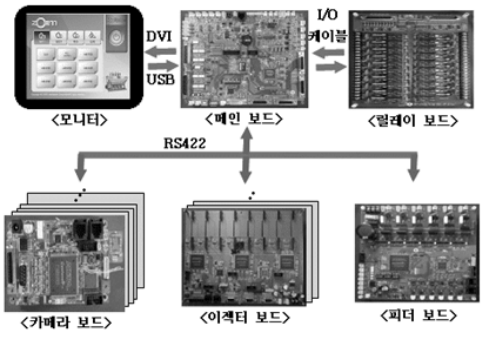

그림 7. 전체 시스템의 구성
Fig. 7. Configuration of overall system.

3. 색채선별기 제어시스템의 소프트웨어 구성

그림 8은 색채선별기용 임베디드 제어시스템을 개발하기 위한 개발환경이다. PC와 연동하여 타겟 시스템에 다운로드 및 디버깅 환경을 구축하기 위해 ActiveSync를 이용하여 실시간 개발환경을 체크할 수 있도록 하고, 운영체제는 Platform builder 5.0을 이용하여 개발한다. 어플리케이션은 Platform builder 5.0와 호환성이 좋은 Embedded visual C++ 4.0을 이용하여 MFC기반으로 개발한다.

개발한 색채선별기 제어시스템의 운영체제로는 Windows CE를 탑재한다. 공개된 운영체제를 사용하는 것보다 로얄티 등의 후차 비용이 필요하므로 비용이 높아지는 단점을 가진다. 하지만 소비자와 직접 마주하는 제품으로 제품화에 소요되는 시간을 많이 줄일 수 있다는 점과 어플리케이션 개발이 쉽다는 점에 큰 장점을 가진다. 또한 Windows CE는 PQD(production quality drivers)라 불리는 양산수준의 품질을 보장하는 디바이스 드라이버를 포함하여 제품의 안정성과 신뢰성을 높일 수 있다는 장점이 있다[10]. 개발한 색채선별기 제어시스템의 운영체제의 구조는 그림 9와 같다. 운영체제 구조는 크게 사용자와 인터페이스 가능한 어플리케이션, 메모리 관리와 스케줄링 등의 역할을 해주는 커널(kernel), 색채선별기의 하드웨어 시스템과 커널의 중간층인 OAL(OEM adaptation layer)층으로 구성된다.

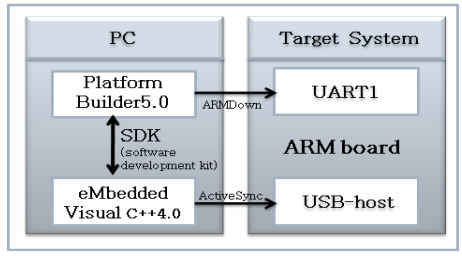

그림 8. 색채선별기 제어시스템의 개발환경
Fig. 8. Development environment of colorsorter control system.

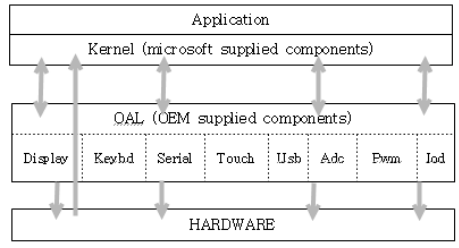

그림 9. 디바이스 드라이버 블록도
Fig. 9. Block diagram of device driver.

색채선별기 제어시스템을 구동하기 위한 OAL 내부 디바이스 드라이버는 'Display', 'Keybd', 'Serial', 'Touch', 'Usb', 'Pwm', 'Iod'로 구성한다. 내부구조를 간단하게 하고 각 기능에 대한 디버깅이 용이하도록 하는데 중점을 두어 OAL 내부 구조에 각 역할별로 디바이스 드라이버를 각각 구현한다. 각 디바이스 드라이버는 응용 프로그램에서 입·출력 기능 구현이 용이하고 연속적인 데이터 전송을 지원하는 I/O장치에 적합한 구조로 개발한다. 색채선별기 제어시스템 내부의 디바이스 드라이버에 대한 기능별 구성을 보면, 입·출력('Display', 'Keybd', 'Touch'), 제어('Adc', 'Pwm', 'Iod'), 통신

('Serial', 'Usb')관련 드라이버로 구분 할 수 있다. 먼저 'Display'는 모니터에 뿌려 주기위한 이미지의 해상도(640x480)와 비디오 타이밍 주파수를 설정해 주며, 모니터 관련 포트를 정의해주는 디바이스 드라이버이다. 모니터의 터치스크린은 'Usb' 디바이스 드라이버는 터치 패널을 통해 사용자가 원하는 작업을 수행할 수 있게 이차원 좌표값을 이벤트로 받아 이벤트 값을 처리해주는 역할을 한다. 'Iod' 디바이스 드라이버는 램프, 메인 파워, 이젝터, 피더, 반사판의 온·오프 제어와 이들 전원의 상태값에 대한 하드웨어 입·출력 포트 46개를 정의하고 사용자의 명령에 따라 어플리케이션에서 출력포트에 관한 데이터를 받아 수행하며, 입력 포트는 하드웨어의 상태값에 대한 데이터를 읽어 들여 그 상태를 판단할 수 있도록 설계한다. 'Pwm' 드라이버는 전압레벨 주파수를 조절하여 6개 램프의 밝기를 조절할 수 있게 설계한다. 'Adc' 디바이스 드라이버는 ADC(analog to digital converter) 7채널을 이용하여 19개의 하위 제어 모듈에 대한 온도, 반사판, 기울기, 전압에 대한 장비의 상태값을 10bit 데이터로 받아들일 수 있게 설계한다. 메인 보드와 외부 하위 제어 모듈간의 명령 데이터를 주고받을 수 있게 관여한 디바이스 드라이버는 'Serial'이다. 통신을 하는데 있어서 필요한 포트는 UART(universal asynchronous receiver transmitter) 4개의 채널 중 UART1으로 한다. 이때 통신 데이터 속도는 9600bps로 설정하고 통신 데이터들은 통신규약에 따르도록 한다. 개발한 통신규약의 정의는 그림 10과 같다. 통신규약에는 메인 보드에서 주변 보드로 명령을 하고 그 명령에 대한 수행응답을 받을 수 있도록 정한다. 또 통신데이터의 시작과 끝을 알리고 통신된 데이터들의 오류를 체크 할 수 있게 데이터의 총길이와 BCC를 따로 받아들이도록 한다.

S	A	B	C	D	E	BCC	End

S: Start byte(1Byte: 0xfe)
A: Device Group ID(1Byte)
B: Direction(1Byte)
C: DeviceGroup Component ID(2Byte)
D: Register Length(1Byte)
E: Register Data
BCC: BCC Code(2Byte)
End: End byte(1Byte)

그림 10. 통신 규약의 정의
Fig. 10. Definition of communication protocol.

통신 규약에 따르면 양방향 통신은 개별설정, 설정응답, 상태설정, 상태응답, 단방향 통신은 전체설정으로 나눌 수 있으며 통신 데이터는 짧게 11byte에서 많게는 64byte까지 데이터 길이가 유동적이다. 그림 11은 메인보드와 외부 하위 모듈 간에 통신하는 실제 데이터 값을 나타낸 것이다.

그림 11. 통신 데이터
Fig. 11. Communicated data.

4. 색채선별기의 GUI 구성

GUI(graphic user interface)화면은 사용자가 제품에 있어서 가장 많이 접하는 부분으로 사용자가 접근하기 쉽고 편리하게 구성한다. 또 GUI화면은 사용자의 선호도에 따라 전체 화면의 85%이상을 GIF 이미지를 사용하여 사용자의 접근성을 높일 수 있게 구성한다. 전체 15%의 화면은 엔지니어만 접근하는 화면으로 디자인 보다는 효율성을 높이기 위해 일반 다이얼로그 기반으로 구성한다.

GUI의 화면 구성도는 그림 12와 같다. 화면의 구성은 고급 설정과 일반설정을 분리하기 위해 엔지니어 모드와 소비자 모드로 구분하여 구성한다. 소비자가 쉽게 엔지니어 모드에 접근 할 수 없게 하기 위해 구분을 두는 것이며, 화면은 엔지니어 모드 14개와 소비자 모드 12개의 화면 그 외 팝업화면으로 이루어진다. 각 화면에 대한 기본 구조 및 기능을 보면 먼저, 개발한 색채선별기에 전원이 들어가면 초기화면이 띄워지고, 초기화면이 진행되는 동안에 색채선별기시스템 내부의 초기 설정이 이루어진다. 초기설정이 모두 이루어지면 선별 선택 화면으로 자동 전환된다. 선별 선택화면은 엔지니어 모드와 소비자모드를 선택하는 부분과 모드 별 각 설정 값을 선택할 수 있게 36가지의 모드로 구성하며, 소비자가 선별을 원하는 곡물과 그 타입에 따라 선택하기 쉽게 구성한다. 곡물에 따른 모드 설정이 끝나면 메인 화면이 나타난다. 메인 화면에서는 사용빈도가 높은 항목인 곡물량, 다크, 라이트에 대한 설정화면으로 구성한다. 마지

막으로 점검 화면은 시스템 내부 장비의 불량과 현 상태, 곡물의 불량 정도를 소비자가 쉽게 파악 할 수 있게 구성한다. 개발한 GUI 화면의 주 구성은 그림 13과 같다.

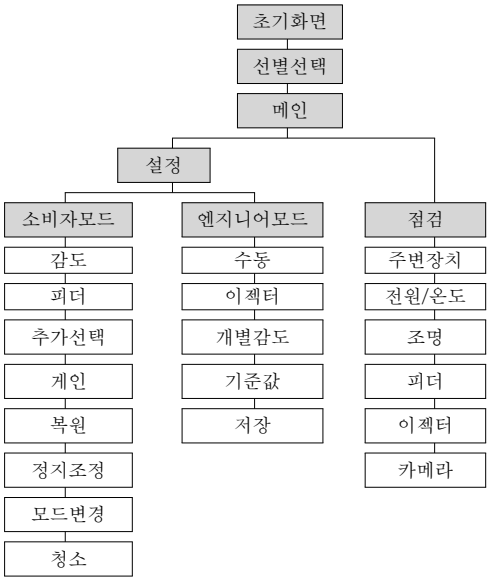

그림 12. 그래픽 사용자 인터페이스 구성도
Fig. 12. Organization of graphical user interface.

그림 13. 화면의 구성
Fig. 13. Configuration of gui image.

개발한 GUI(graphic user interface)의 전체 크기는 3.99MB이며, 소스의 line수는 111,555 line을 가진다. 서브루틴 수는 1,355개를 가지며 파일 수는 총 176개로 구성되어 있다. 사용자가 쉽게 접근 할 수 있도록 그림 이미지로 구성하고, 그림 이미지는 GIF 파일 형태를 가진다. GIF 이미지를 사용함으로서 기존의 BMP 이미지를 사용할 때 보다 어플리케이션이 차지하는 메모리의 용량을 1/4이나 줄일 수 있었다. 이미지는 전체 48개의 화면으로 이루어지며, 그림 14와 같은 이미지들로 구성된다.

그림 14. 그래픽 사용자 인터페이스 이미지
Fig. 14. Image of graphical user interface.

III. 개발 결과

앞서 기술한 하드웨어, 소프트웨어, GUI를 기반으로 전체 요소를 통합하여 임베디드 기반의 색채선별기를 구현하였다. 색채선별기 내의 하드웨어 제어시스템은 시스템 내부에 장착하기 용이하다. 안정성과 신뢰성을 고려하여 색채선별기 내부에 그림 15와 같이 배치하였다.

그림 15. 시스템에 장착된 하드웨어 제어 보드
Fig. 15. Applied hardware control board to the system.

범용 PC기반의 제어시스템과 개발한 임베디드 기반의 제어시스템 및 색채선결기의 항목별 비교 내용은 표 2와 같다. 먼저 범용 PC 기반의 제어시스템에는 범용 PC 제어기 외에 외부에 소형 메인 보드도 있어야 했다. 하지만 임베디드 시스템 기반의 색채선별기는 하나의 메인 보드로 개발하여 약 6배정도의 비용절감을 할 수 있었다. 비용의 절감은 제품의 시장 경쟁력을 높일 수 있는 요인이 될 것이다. 또 범용 PC보다 임베디드 기반의 제어시스템의 크기가 상대적으로 소형화되어 색채선별기 내부의 탑재가 편리해졌다. 이 점을 이용하여 외부환경적인 요인으로 발생한 메인 제어시스템의 문제점을 해결할 수 있도록 색채선별기 내부의 뒤편으로 제어시스템의 위치를 배치함에 따라 운전 시 발생되는 먼지와 기계식 충격에 대처할 수 있었다. 그 밖에 시스템 내부에서 카메라가 곡물의 이미지를 획득하는데 있어 중요한 역할을 하는 광원부는 곡물이 이동시 발생되는 먼지와 광원부의 사용시간에 따른 성능 저하로 발생되는 광량이 일정하지 않다. 기존 시스템에서 기계식 방식으로 전류의 변화폭을 계산하여 광량의 변화폭을 보정하였으나, 임베디드 시스템을 도입함으로서 광량의 변화폭에 대한 보정을 임베디드 프로세서 내부에서 카메라의 보정값을 받아 게인 값을 자동 조정하게 함으로서 광량의 변화폭을 약 15%줄이고 시스템의 안정성을 높일 수 있었다.

표 2. 범용 PC 기반의 제어시스템과 임베디드 기반의 제어시스템의 비교

Table 2. Comparative table of PC control system and embedded control system.

구분		범용 PC 기반 제어시스템	임베디드 기반 제어시스템
제어기	메인 (제어) 프로세서	범용 PC 프로세서	ARM 프로세서
	하위 (제어) 프로세서	PIC	AVR
	화면전환 시간	최대 10 (sec)	최대 3(sec)
	메인 보드 제작 비용	약 1,400,000 (원)	약 230,000 (원)
전체 시스템	선별율 (불량품내 양품 비율)	15 (%)	5 (%)
	카메라 보정 신호	12 (bit)	16 (bit)
	광량 안정화 (시간에 따른 경시변화)	25 (%)	10 (%)
	에어건 동작 횟수	1200 (Hz)	1200 (Hz)
	에어 사용량	8.9 (l/sec)	8.9 (l/sec)

그림 16. 개발한 색채선별기

Fig. 16. Developed colorsorter.

하위 제어기는 기존 PIC 기반에서 용량한계로 소비자의 요구사항과 기능을 개선하기 어려웠으나 AVR 기반으로 개발함에 따라 기능의 추가가 용이해졌다. GUI에 있어서는 소비자가 쉽게 접근하는 구조와 소비자의 선호도를 높일 수 있게 디자인 된 GIF 이미지를 사용하였다. 또한 화면전환의 시간은 복잡한 화면과 같이 특정한 경우에 최대 소요되는 시간을 약 2배 줄일 수 있었다. 개발한 색채선별기의 전체 모습은 그림 16과 같다.

IV. 결론

본 연구에서는 ARM 프로세서, Windows CE기반의 색채선별기를 제안하였다. 범용PC기반의 제어시스템에서 가지는 문제점들을 임베디드 제어시스템을 개발함으로서 개선할 수 있었으며, 운영체제인 Windows CE 개발의 장점을 살려 소비자가 쉽게 접근할 수 있는 어플리케이션을 설계 하였다. 또 색채선별기용 임베디드 제어시스템을 개발하는데 있어서 기존의 범용PC기반 제어시스템에 비해 상대적인 개발 비용이 감소되어 시장에서의 가격 경쟁력이 강화되었다.

기존의 OS 기반의 임베디드 시스템은 상대적으로 작은 시스템에 탑재되어 개발된 반면에 색채선별기라는 크고 여러 장비들이 맞물려서 사용되는 시스템에 적용 하여 그 적용 분야를 확장하였다. 향후 임베디드 기반의 색채선별기 시스템을 더 고성능, 지능화될 수 있도록 지속적으로 연구 개발할 계획이다.

참 고 문 헌

[1] 아이디알시스템, CCD-ColorSorter ZOOM-C Series User's Manual, 2007.
[2] 이춘영, 얀레이, 이상룡, 박우철, "색채선별기 곡물 이미지 가시화 및 선별기법에 관한 연구," 한국가시화정보학회지, 제6권, 제2호, pp. 20-27, 2008.
[3] F. Takeda, H. Uchida, T. Tsuzuki, H. Kadota, and S. Shimanotichi, "A proposal of grading system for fallen rice using neural network," Proc. IEEE Int. Joint Conference, pp. 709-714, 2002.
[4] L. Yan, G. Zhao, S. R. Lee, and K. M. Bae, "Image acquisition and processing for falling objects with line CCD sensor", Proc. IEEE Int. Conf. Industrial Information, pp. 1259-1261, 2008.
[5] http://www.a-mecs.com/korean/product_1c.htm.
[6] http://www.flaman.com/grain/grain-cleaning.php/gr_satake-color-sorter/87.
[7] http://toyokorea.co.kr/.
[8] http://www.buhlergroup.com/17218EN.htm?grp=60(sortex).
[9] SAMSUNG Semiconductor, S3C2443 User's Manual, 2007.
[10] 이봉석, 류명희, "Windows CE 실전가이드, 에이콘출판사", 2006.

저 자 소 개

김 기 선

2008년 : 영남대학교 전자 공학과 학사.
현재, 경북대학교 대학원 전자공학과 재학.
관심분야 : 임베디드 시스템, FPGA.
Email : cinders126@naver.com

손 형 민

2005년 : 경일대학교 제어계측공학과 학사.
2007년 : 경북대학교 대학원 전자공학과 석사.
현재, 경북대학교 대학원 전자공학과 박사과정.
관심분야 : 임베디드 하드웨어, Real-time OS.
Email : miniim24@ee.knu.ac.kr

김 영 민

2007년 : 영남대학교 전자 공학과 학사.
현재, 경북대학교 대학원 전자공학과 재학.
관심분야 : 임베디드 소프트웨어, 구형로봇.
Email : trifish@ee.knu.ac.kr

탁 철 곤

2007년 영남대학교 전자공학과 석사.
현재, 경북대학교 대학원 전자공학과 재학.
관심분야 : 임베디드 시스템, FPGA.
Email : cgtak702@gmail.com

박 상 석

1993년 : 금오공대 전자공학과 학사.
현재, (주)아이디알시스템 색채선별기 개발팀장.
관심분야: 임베디드 하드웨어, Real-time OS.
Email : ps1191@naver.com

임 상 경

2001년 : 금오공대 전자공학과 석사.
현재, (주)아이디알시스템 책임연구원.
관심분야 : 임베디드 하드웨어, Real-time OS.
Email : smile_sklim@hanmail.net

하 정 석

2001년 : 영남대 전자공학과 석사.
현재 (주)아이디알시스템 선임연구원.
관심분야 : 임베디드 하드웨어, Real-time OS.
Email : duffha@empal.com

정 민 정

2004년 : 경상대 전자공학과 석사.
현재, (주)아이디알시스템 주임연구원.
관심분야 : 임베디드 하드웨어, Real-time OS.
Email : dandymini@daum.net

이 연 정

1984년 : 한양대학교 전자공학과 졸업.
1986년 : 한국과학기술전기 및 전자공학사 석사.
1994년 : 한국과학기술전기 및 전자공학사 박사.
현재, 경북대학교 IT대학 전자공학부 교수.
관심분야 : 보행로봇, 서비스로봇, 임베디드 시스템.
Email : yjlee@ee.knu.ac.kr