

## 2차 전지 충·방전 생산 공정 정밀제어를 위한 임베디드 시스템 개발

### Embedded System Design for Precision Control of the Secondary Battery Charge/Discharge Production Process

최종현, 김종태, 오재홍  
(Joong Hyun Choi\*, Jong Tae Kim\*\*, Jae Hong Oh\*\*\*)

**Abstract** – The battery charge/discharge process, the final step of the secondary battery production process, requires real-time precision controls for improving both lifetime and performance of the battery cell. In this paper, we present embedded system design for precision control of the secondary battery charge/discharge production process using low power embedded processor based on embedded linux. This system receive charge/discharge command from the main server through ethernet. Compared to existing charge/discharge control system, our design makes low cost and precision control system possible.

**Key Words** : 2차 전지, 충·방전, 임베디드 시스템, 임베디드 리눅스, 포팅

#### 1. 서 론

반도체, LCD와 더불어 정보통신 산업의 3대 핵심기술이자 장치산업의 총아로 손꼽히는 2차 전지는 장난감에서부터 첨단제품에 이르기까지 모든 휴대형 전자제품의 핵심 부품으로 자리 잡고 있다. 2차 전지는 최근 들어 급속히 확산되고 있는 휴대형 정보통신기기와 소형 전자기기에 있어 불가결한 에너지 공급원이 되고 있으며, 각국에서는 국가적 차원에서 막대한 연구개발비를 투입, 기술개발에 주력하고 있다. 특히 이동전화, PCS, 주파수공용통신, 무선데이터, GPS등 무선통신기기와 노트북, 디지털 카메라, 캠코더 등 휴대형 전자정보기기의 급속한 보급으로 2차 전지 산업의 중요성은 갈수록 부각되고 있는 실정이다.

한국은 현재 2차 전지시장의 무한한 가능성에 비해 장비 제작과 소프트웨어 개발 능력이 떨어지는 실정이다. 또한, 안정적인 회로설계 능력을 갖춘 업체가 부재하고, 제조상의 위험에 대한 안전장치 대응 시스템이 미흡하며, 전지와 관련된 통신관련 전문 업체 역시 전무하다. 품질 문제에 대한 원인 규명 및 분석 시스템도 미흡하고, 체계적인 관리시스템의 개발에 대한 수요가 증가하고 있으나, 장비관련 기술면에서 일본과 비교하면 기술 수준이 매우 취약한 형편이다[1].

2차 전지는 특성상 생산 공정의 마지막 단계인 배터리 충·방전 생산 공정의 정확성에 의하여 전지 cell의 수명과 성능이 결정된다[2]. 즉, 충·방전 공정 시 과충전, 강제방전, 연속

충전 또는 고율충전이 일어날 경우에 전지가 파열되거나 발화하는 상황이 발생할 수 있으며, 이 때 한군데 모여 있던 전지들이 연쇄폭발을 일으켜 큰 사고를 가져올 수 있다. 파열이나 발화가 되지 않더라도 이는 전지의 수명에 큰 영향을 끼친다. 따라서 충·방전 생산 공정에서는 배터리 cell들의 전압, 전류 등의 제어와 상태 모니터링 등을 효율적으로 관리하기 위한 제어 시스템이 필요하다.

본 논문에서는 2차 전지의 충·방전 공정에서 보다 정밀하고 효율적인 전압, 전류 제어가 가능하며 기존의 상용 2차 전지 충·방전 제어 시스템보다 생산 단가가 저렴한 2차 전지 충·방전 제어용 임베디드 시스템 보드를 구현하였다. 이 시스템은 RTOS인 임베디드 리눅스를 포팅하여 작업의 신뢰성을 높였으며, 기존의 시스템에서 불필요한 부분들을 개선하여 가격 경쟁력을 높였고, 전력 소모 감소와 실행 속도의 향상으로 정밀한 전압과 전류의 제어가 가능하게 하였다.

#### 2. 2차 전지 충·방전 시스템의 개요

2차 전지 충·방전 제어 시스템은 채널 보드, 충·방전 메인 보드, 인터페이스 보드와 임베디드 시스템 보드 그리고 메인 서버로 구성된다.

그림 1과 같이 임베디드 시스템 보드는 ethernet을 통하여 TCP/IP 방식으로 메인 서버와 통신하며 메인 서버로부터 충·방전 명령을 지시 받고 각 채널에 그 명령을 전달한 후 채널보드의 충·방전 상태를 확인하여 이를 메인 서버에 보고하는 기능을 담당한다.

2차 전지의 각 cell을 제어하는 채널보드는 충·방전 on/off, 전압/전류 설정, 전류 보정, 전압/전류 모니터링의 기능을 가진다.

메인보드는 임베디드 시스템 보드와의 통신을 통해서 명령

#### 저자 소개

- \* 準會員 : 成均館大學 電子電氣工學科 碩師課程
- \*\* 正會員 : 成均館大學 電子電氣工學科 教授 · 工博
- \*\*\*非會員 : Converttech 代表理事

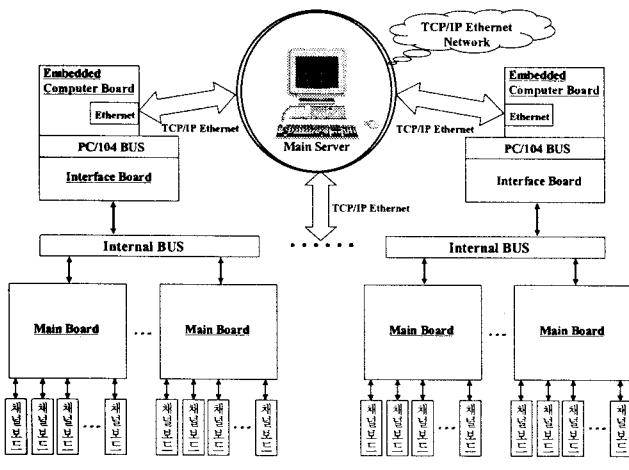


그림 2 총·방전 공정 제어시스템

을 받아, 채널 보드를 on/off 시키고 전압/전류를 설정하며, 2차 전지에 인가되는 전압/전류를 모니터링 한다. 이러한 제어 명령은 internal 버스를 통해 디지털 신호로 입/출력이 이루어지며 각각의 기능을 수행하기 위한 D/A 컨버터, A/D 컨버터, 디지털 출력 등으로 이루어져 있다.

인터페이스보드는 임베디드 시스템으로부터 명령을 입력받아 각 메인보드를 제어하는 기능을 담당한다. 여기서는 앞에서 설명한 메인보드를 사용하므로 채널들이 위에서 설명한 기능을 수행할 수 있도록 internal 버스를 생성한다. 또한, 2차 전지를 총·방전 하기 위해 구성된 기구부를 제어하고 각종 센서 등의 입력을 받기 위한 디지털 I/O와 온도 및 가스를 검출하는 아날로그 입력도 제공한다.

### 3. 임베디드 시스템 보드 설계

#### 3.1 하드웨어의 구성

본 논문에서 구현한 임베디드 시스템 보드의 하드웨어는 그림 2와 같이 ARM 계열의 프로세서인 Intel의 Xscale (PXA255) 프로세서를 기반으로 한다.

Xscale PXA255 프로세서는 ARM 아키텍처 v5를 기반으로 한 32bit 저 전력 임베디드 프로세서이다. 최고 400 MHz의 속도로 동작하며 시스템 버스의 속도는 255MHz 이다. 여러 가지 외부장치와의 인터페이스를 위하여 PCMCIA/CF card, MMC/SD card, AC97, USB client, Bluetooth, UART/IrDA, LCD 등 다양한 컨트롤러가 내장 되어있다.

메모리는 32Mbyte의 플래시 룬과 SDRAM을 탑재하였으며, 보드를 일반 PC로 모니터링 하기 위한 RS232(Serial)를 장착하였다. 총·방전 전체 시스템을 모니터링 하는 메인 서버와의 통신을 위한 ethernet(TCP/IP)과 총·방전기의 인터페이스 보드와의 통신을 위한 PC/104 버스 인터페이스를 구축하였으며, 갑작스런 정전으로 총·방전 상태의 정보들이 지워지지 않고 저장될 수 있도록 CF card 환경을 갖추어 2차 전지 총·방전 제어 시스템에 최적화 되게 설계하였다[3].

#### 3.2 RTOS의 포팅

운용 프로그램 동작의 신뢰성을 확보하기 위해 RTOS인

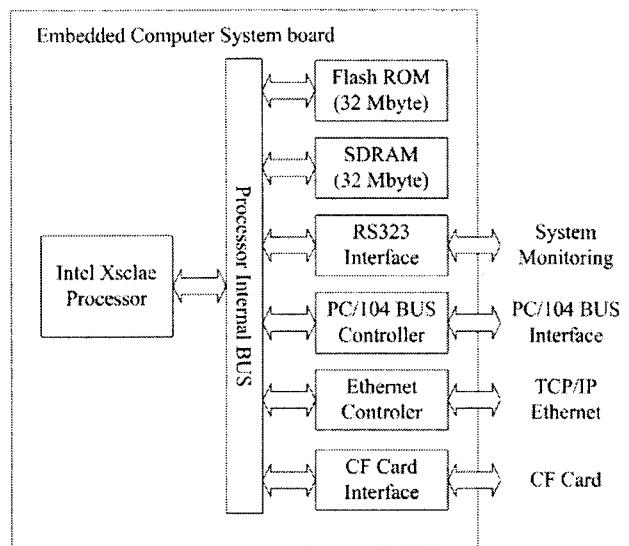


그림 3 임베디드 시스템 보드의 하드웨어 구조

임베디드 리눅스(kernel version : 2.4.18)를 포팅하였다[3].

임베디드 시스템 보드는 이를 기반으로 ethernet(TCP/IP)를 통해 메인 서버와 접속 가능하게 하며, PC/104 버스를 통하여 총·방전 시스템의 인터페이스보드와 통신하게 된다. 또한, 총·방전의 정밀한 제어를 위한 프로그램이 실행된다.

이러한 모든 기능은 임베디드 리눅스 운영체제 위에서 모듈로서 작동함으로서 기존의 PC기반 환경보다 효율적인 자원 관리가 가능하다[4][5].

#### 3.3 임베디드 시스템의 기능

임베디드 시스템은 크게 제어 기능과 통신 기능을 가진다.

##### 3.3.1 제어 기능

2차 전지를 총·방전하는 과정에서 채널 보드로부터 전지에 적절한 전압과 전류를 부가하기 위해 총·방전 시스템은 지속적으로 모니터링 되어야 한다. 만약 전지가 완전히 충전되었거나 완전히 방전 되었을 경우에 계속해서 잘못된 전압이나 전류가 부가되면 채널 보드로부터 이를 감지하여 임베디드 시스템보드는 저장된 보정계수를 기반으로 이를 보정한 후, 메인 서버에게 보고한다.

기존의 총·방전 제어 시스템의 경우 하드디스크를 이용하여 데이터의 접근속도가 느렸지만 이 시스템에서는 플래시 룬을 사용하여 실행속도를 향상시켜 보다 정밀한 제어가 가능하며 전력소모 역시 감소 시켰다.

또한, 메인 서버의 갑작스런 오류로 인하여 총·방전 시스템의 모니터링이 불가능해질 경우를 대비하여 메인 서버를 대신해 임베디드 시스템 보드에서 자체적으로 전체 시스템을 모니터링 할 수도 있다.

##### 3.3.2 통신 기능

임베디드 시스템은 두 가지의 통신 기능을 수행하는데 하

나는 메인 서버와의 통신을 위한 TCP/IP 통신이며, 다른 하 나는 인터페이스 보드와의 통신을 위한 PC/104 버스 통신이다.

한 대의 메인 서버는 네트워크 허브를 통해 여러 개의 임 베이드 시스템 보드와 ethernet을 통해 연결된다. 이렇게 연결된 임베이드 보드들은 메인 서버로부터 총·방전 명령을 지시 받아 이를 PC/104 버스를 통해 각각의 인터페이스 보드에게 해당 명령에 대한 동작을 지시한다.

반대로, 각각의 채널 보드에서 보내오는 총·방전 상태를 PC/104 버스를 통해 전달 받아 ethernet을 통해 메인 서버로 보고한다.

#### 4. 결 론

본 논문에서는 2차 전지 총·방전 생산 공정에서의 정밀한 총·방전 제어를 위한 임베이드시스템을 소개하였다. 기존의 총·방전 시스템은 2차 전지 총·방전 제어와 무관한 부분들로 인해 생산 단가가 높고, 많은 전력 소모가 발생하였다.

제안된 총·방전 제어용 임베이드 시스템은 총·방전 제어에 최적화 하여 기존시스템에 비해 생산 단가를 약 60% 이상 절감 시켰으며, 전력 소모 면에서도 크게 개선하였다. 또 한 플래쉬 톰을 기반으로 프로그램 실행됨에 따라 속도 향상과 더불어 정밀한 제어 역시 가능하게 되었으며, 플래쉬 톰

의 용량제한을 해결하기 위해 CF card 인터페이스를 장착하여 데이터의 보존성을 향상시켰다. 또한 범용의 통신 인터페 이스를 사용하여 다른 시스템과의 호환성을 높였다.

#### 참 고 문 헌

- [1] “2차전지”, ETRI 30대 품목 기술/시장 통합 요약보고서, pp. 460-470, 2002. 1.
- [2] Lankey, R., McMichael, F., “Life-cycle environmental comparison of primary and secondary batteries”, Electronics and the Environment, 1999. ISEE -1999. Proceedings of the 1999 IEEE International Symposium on, pp. 181-186, 11-13 May 1999.
- [3] Frank Vahid, Tony Givargis, “Embedded System Design A Unified Hardware/Software Introduction”, John Wiley & Sons, Inc., 2002.
- [4] Craig Hollabaugh, PH.D., “Embedded Linux Hardware, Software, and Interfacing”, Addison-Wesley, March 2002.
- [5] John Lombardo, “Embedded linux” New Riders, June 2001.
- [6] DATA Sheet : Intel Xscale PXA255, Strata Flash 28F128J3A, Samsung K4S561632, Maxim MAX3221, Cirrus Logic CS8900A.

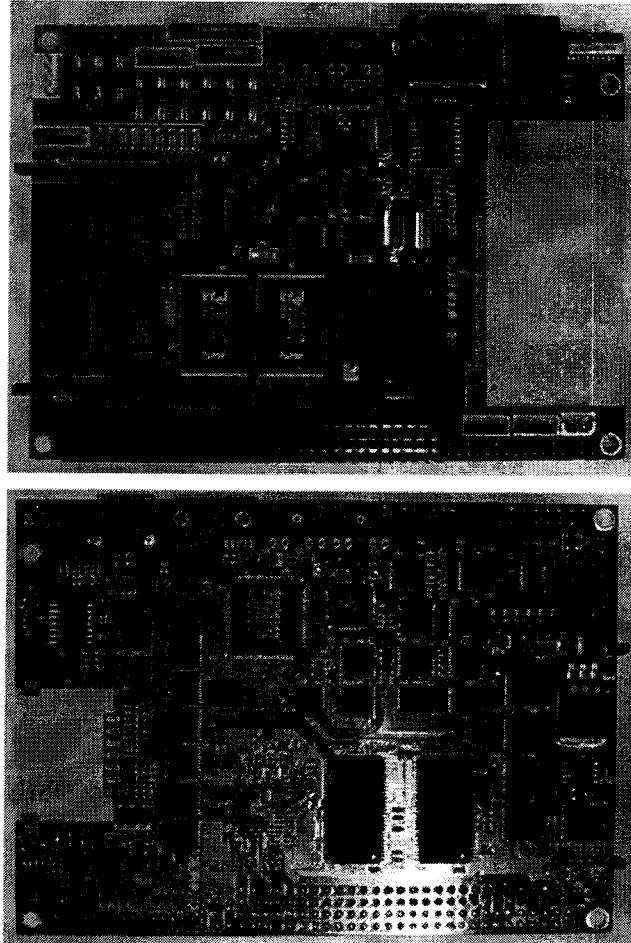


그림 4 제작한 임베이드 보드의 전면부(상), 후면부(하)