

# 이벤트 구동형 프로그래밍 환경 배터리 관리 시스템 구현에 관한 연구

\*오창록 \*\*이성원

광운대학교

\*crazierrok@kw.ac.kr, \*\*swlee@kw.ac.kr

## A study on the Implement Battery Management System on Event-Driven Programming

\*Oh, Chang-Rok \*\*Lee, Seong-Won

Kwangwoon University

### 요약

대형시스템의 배터리 관리 시스템은 일반적인 운영체제(Operation System)나 실시간 운영체제(Real Time Operation System)를 사용하여 배터리 관리 시스템을 하는 반면 휴대용 전자정보기기과 같은 소형시스템에서는 유한상태머신(Finite State Machine)을 이용한 배터리 관리 시스템을 사용한다. 이러한 대형시스템은 대부분 고성능을 요구하기 때문에 시스템을 유지하기 위해서는 막대한 비용이 들어간다. 이 결과로 상업적 제품의 가격적인 장점을 위하여 특화된 기능만을 지원하는 유한상태머신을 사용하는 배터리 관리 시스템을 많이 이용하고 있다. 최근에는 멀티미디어 기록 및 재생의 많은 전력소모를 요구하는 모바일 시스템이 많아지므로 콘텐츠 기반 배터리 관리 시스템 등 복잡한 배터리 관리 시스템을 소형기기에 적용하기 위하여 많은 연구가 진행되고 있다. 운영체제를 기반으로 하는 배터리 관리 시스템은 모바일 시스템에 사용하기에는 자체 전력소비가 많으며, 유한상태머신을 사용하는 배터리 관리 시스템은 다양한 요구와 복잡한 배터리 관리 시스템의 기능을 수용할 수 없다. 본 논문에서는 상기 두 가지 경우의 장점을 취한 이벤트 트리븐 프로그래밍(Event-Driven Programming) 방식을 사용하여 배터리 관리 시스템을 제안하고 제안된 시스템이 SBS(Smart Battery Data Specification v1.1)[1]를 만족할 수 있음을 보였다.

### 1. 서론

배전시스템이나 BEMS(Building Energy Management System) 등의 대형시스템에서는 크기의 제한을 받지 않기 때문에 고용량의 거대한 배터리를 사용이 가능하다. 때문에 일반적인 운영체제나 실시간 운영체제를 사용하여 배터리 관리 시스템을 구현 한다. 운영체제를 이용한 배터리 관리 시스템은 개별 셀 전압 측정 및 보호동작, 팩 전압 측정 및 보호동작, 충 / 방전 전류 측정 및 보호동작, 잔존용량, 배터리의 노화상태 측정 등의 배터리 모니터링을 위한 사용자 인터페이스를 쉽고 효율적으로 관리가 가능하다. 하지만 자체적으로 전력관리를 위한 주파수를 동적으로 높이거나 낮춤으로서 소비 전력을 조정하는 동적 주파수 조정(Dynamic Frequency Scaling)과 프로세서의 인가전압을 동적으로 높이거나 낮추어 소비전력을 조정하는 동적 전압 조정(Dynamic Voltage Scaling)[2], 연결된 주변장치 전압을 동적으로 조절하는 동적 전력 관리(Dynamic Power Management)[3] 등의 기능이 있으나 운영체제 자체에서 소모하는 소비전력이 많다. 최근 휴대용 전자정보기기의 수요의 증가에 따라 소형기기에 제한된 용량의 배터리를 사용한다. 따라서 제한된 용량의 배터리를 한번 충전으로 오랜 시간 최대한 연장하여 사용하기 위한 배터리 관리 시스템이 필요하다. 간단한

배터리 관리 시스템의 경우 유한상태머신을 이용하여 소형기기에 구현이 가능하나, 멀티미디어의 저장 및 재생을 위한 콘텐츠 기반 배터리 관리 시스템 등의 복잡한 배터리 관리 시스템의 구현은 유한상태머신 만을 이용하여 모든 기능을 수용 할 수 없다. 따라서 이러한 소형기기에 적합한 고성능을 가진 배터리 관리 시스템을 위하여 많은 연구가 진행 되고 있다.

본 논문에서는 SBS에 의거한 프로토콜을 분석하여 마이크로컨트롤러(Microcontroller)를 이용하여 Time-Based Function과 Command-Based Function을 구분하고 Timer-Interrupt와 Bus-Interrupt를 사용하여 SBS의 모든 Command를 Event-Driven으로 구현 할 수 있음을 확인한다.

### 2. 본론

#### 가. 제안하는 배터리 관리 시스템

##### 1) 시스템 구성 및 설계

그림 1.은 본 논문에서 제안하는 배터리 관리 시스템의 블록 다이어그램이다. Timer, Power Device, 사용자로부터 SMBus를 통하여 Interrupt를 받아 해당하는 동작을 수행하게 된다.

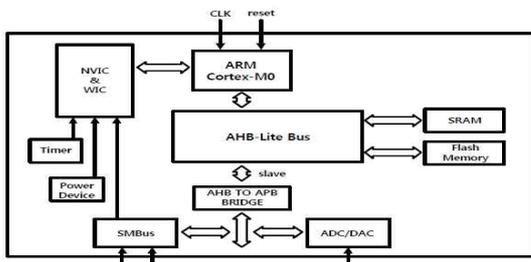


그림 1. 제안하는 배터리 관리 시스템 블록 다이어그램

2) 프로그래밍 모델

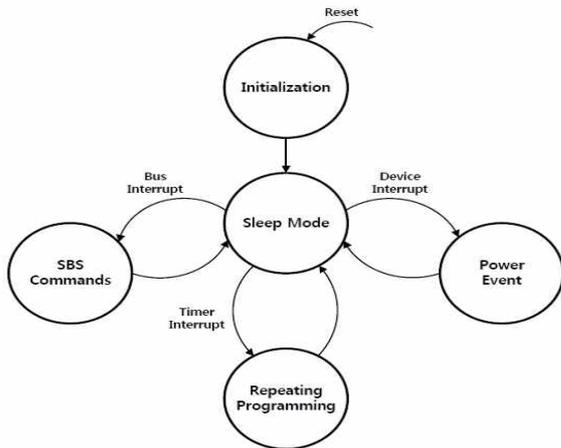


그림 2. 제안하는 배터리 관리 시스템 프로그래밍 모델

그림 2는 제안하는 배터리 관리 시스템의 프로그래밍 모델이다. POR(Power On Reset)이나 Reset시 시스템을 초기화 한다. 시스템이 초기화 되면 바로 Sleep 모드로 천이해 대기 상태를 유지 하다가 인터럽트가 발생 시 해당 루틴을 수행하는 이벤트 드리븐 프로그래밍 방식을 사용하였다. ‘initialization’ 상태는 전원 또는 Reset 신호가 발생 했을 때 시스템을 초기화하는 상태이다. 주변장치의 연결 확인, 시스템을 수행하기 위한 프로그램을 SRAM에 적재하는 과정이다. 이 과정이 끝나게 되면 ‘Sleep’ 상태로 천이 하게 된다. ‘Sleep’ 상태는 코어가 작동을 멈추고 쉬고 있는 상태이다. Bus 인터럽트나 Timer 인터럽트 발생 시 각각의 상태로 천이해 동작을 수행하고 다시 되 돌아온다. ‘SBS Commands’ 상태는 미리 정해진 SBS 명령을 Bus 인터럽트를 통하여 요청 할 시 소프트웨어 적으로 구현된 SBS 명령을 리턴 해주는 루틴이다. ‘Power Event’ 상태는 시스템에 APD (Analog Power Device)에서 요청이 있을 시 인터럽트를 발생시켜 동작을 수행한다. ‘Repeating Programming’ 상태는 Timer를 이용하여 일정 시간이 지나면 Timer 인터럽트를 요청하여 배터리의 기본 상태를 확인하기 위한 루틴을 가지고 있다.

3) 성능분석

본 논문에서는 SBS에 있는 제시된 함수들이 모두 제안한 프로그래밍 모델에서 수행 가능함을 보이고자 한다. 표 1은 APD에서 들어오는 인터럽트를 요약한 내용이다. 표 2은 SBS에 있는 함수와 각 함수의 간단한 설명과 인터럽트 종류 등을 요약한 표이다. 표 1에서 APD에 대한 상태를 인터럽트로 받아 표 2의 SBS 함수를 수행한다.

#	Interrupt	Description
1	Ready_IRQ	ADC에서 변화 할 준비가 되었다는 Interrupt
2	C_EOC_IRQ	전류가 Analog에서 Digital 값으로 변함이 완료 됨을 알리는 Interrupt
3	V_EOC_IRQ	전압이 Analog에서 Digital 값으로 변함이 완료 됨을 알리는 Interrupt
4	T_EOC_IRQ	온도가 Analog에서 Digital 값으로 변함이 완료 됨을 알리는 Interrupt
5	XALERT_IRQ	해 배터리가 두 셀이 이상이 있을 때 발생하는 Interrupt

표 1. XALERT 장치 인터럽트

#	Command	Description	Interrupt	Access	Data	code
1	ManufacturerAccess	manufacturer specific	Command	r/w	word	0x00
2	RemainingCapacityAlarm	최소 배터리 용량(%) 설정, 설정 이하 유효성 알람	Command	r/w	mAh or 10mWh	0x01
3	RemainingTimeAlarm	최소 배터리 남은시간 설정, 설정 이하 유효성 알람	Command	r/w	minutes	0x02
4	BatteryMode	배터리 모드 설정(16bit)	Command	r/w	bit flags	0x03
5	AIRate	AIRate 값을 설정하여 현재 배터리의 충/방전률 계산	Command	r/w	mA or 10mW	0x04
6	AIRateTimeToFull	배터리 완충시간 예측	Command	r	minutes	0x05
7	AIRateTimeToEmpty	배터리 방전시간 예측	Command	r	minutes	0x06
8	AIRateOK	AIRate 값에 따라 추가적인 시간 계량(10sec)	Command	r	Boolean	0x07
9	Temperature	배터리 셀의 온도값 확인	Timer	r	0.1K	0x08
10	Voltage	배터리 셀의 전압값 확인	Timer	r	mV	0x09
11	Current	배터리 내/외부 전류값 확인	Timer	r	mA	0x0a
12	AverageCurrent	배터리 내/외부 전류값의 평균 전류값 확인	Timer	r	mA	0x0b
13	MaxError	에러값	Command	r	percent	0x0c
14	RelativeStateOfCharge	남아있는 배터리 예측 유효성 확인(현재 배터리 전체 용량대비)	Timer	r	percent	0x0d
15	AbsoluteStateOfCharge	남아있는 배터리 예측 유효성 확인(설정된 배터리 전체 용량대비)	Command	r	percent	0x0e
16	RemainingCapacity	남아있는 배터리 용량 확인	Timer	r	mAh or 10mWh	0x0f
17	FullChargeCapacity	충전이 완료 되었을때의 배터리 예측 유효성 확인	Command	r	mAh or 10mWh	0x10
18	RunTimeToEmpty	현재 속도로 방전시 남아있는 배터리의 시간 확인	Timer	r	minutes	0x11
19	AverageTimeToEmpty	소분동간의 평균값의 속도로 방전시 남아있는 배터리의 시간 확인	Command	r	minutes	0x12
20	AverageTimeToFull	소분동간의 평균값의 속도로 충전시 완료되는 시간 확인	Command	r	minutes	0x13
21	ChargingCurrent	충전시 최대 전류	Command	w	mA	0x14
22	ChargingVoltage	충전시 최대 전압	Command	w	mV	0x15
23	BatteryStatus	배터리 상태 확인	Command	r	bit flags	0x16
24	CycleCount	배터리 충전 횟수	Timer	r	count	0x17
25	DesignCapacity	설계된 배터리의 용량	Command	r	mAh or 10mWh	0x18
26	DesignVoltage	설계된 배터리의 전압	Command	r	mV	0x19
27	SpecificationInfo	스마트 배터리의 스펙 버전 확인	Command	r	unsigned int	0x1a
28	ManufacturerDate	제조 날짜 확인	Command	r	unsigned int	0x1b
29	SerialNumber	제조사 번호 확인	Command	r	number	0x1c
30	ManufacturerName	제조사명 확인	Command	r	string	0x20
31	DeviceName	모델명 확인	Command	r	string	0x21
32	DeviceChemistry	배터리의 화학적 특성 확인	Command	r	string	0x22
33	ManufacturerData	제조사제 정보 확인	Command	r	data	0x23

표 2. Command of Smart Battery Data Specification v1.1

이는 유한상태머신을 이용한 배터리 관리 시스템의 간단한 동작에 추가적으로 사용자 소프트웨어에 의한 다양한 기능의 수행이 가능하다. 또한 프로그램에 문제가 생겼을 경우 즉석에서 바로 수정이 가능하고 사용자 요구에 따른 업그레이드가 용이하다. 추가적으로 운영체제를 이용한 배터리 관리 시스템은 운영체제를 유지하기 위해 계속적으로 전력을 소비하게 된다. 제안한 배터리 관리 시스템은 Sleep 모드를 통하여 동작하지 않을 때의 전력을 줄여 더욱 오래 사용이 가능하게 되는 장점이 있다.

3. 결론

본 논문에서는 유한상태머신을 이용한 배터리 관리 시스템과 실시간 운영체제를 사용한 배터리 관리 시스템의 중간을 택한 휴대용 모바일 기기를 위한 마이크로콘트롤러를 사용한 이벤트 드리븐 프로그래밍 방식의 배터리 관리 시스템에 대하여 제시하였다. 이는 유한상태머신을 이용한 배터리 관리 시스템에 비해 다양하고 복잡한 기능을 수행 할 수 있으며, 운영체제를 이용한 배터리 관리 시스템에 비해 전력소모를 줄일 수 있다.

Acknowledge

본 논문은 2010년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 기초연구사업(2010-0028178, 2010-0015441) 및 지식경제부가 지원하는 국가 반도체 연구개발사업인 시스템 직접 반도체 기반기술 개발사업 (System IC 2010)의 지원에 의해 연구되었음

참고 문헌

[1] “Smart Battery Data Specification”  
<http://sbs-forum.org/specs/sbdat110.pdf>, 1998

[2] 이정환, 김명준, “저전력 휴대용 임베디드 시스템 설계 및 구현”, 정보과학회, 제 13권 7호, pp454-461, 2007.12

[3] 조문행, 이철훈, “DPM 기법을 적용한 저전력 실시간 운영체제 설계 및 구현”, 정보과학회, 제 33권 2호, pp281-286, 2006.10