

# ESS 연동형 스마트 플러그 기반의 미디어 플랫폼 설계

(Design of Smart Plug based Media Platform interlocking with ESS)

강민구\*

(Mingoo Kang)

## 요약

본 논문에서는 갑작스런 전력난이나 피크 전력시간 등의 비상 전력상황에서 필수적으로 동작해야 할 정보기기의 전력을 공급받기 위해 우선순위(Priority) 제어기능을 부여한 스마트 플러그 기반의 스마트 콘센트에 의한 스마트 모니터링 및 표시장치를 갖는 스마트 미디어 플랫폼의 제어기능 설계를 제안한다. 이러한 스마트 게이트웨이는 에너지 저장장치(ESS, Energy Storage System)와 연동함으로서 스마트 플러그가 양방향 송배전과 우선순위 제어형 스마트 제어모듈에 의한 전력관리 효율을 극대화할 수 있다.

■ 중심어 : 스마트 플랫폼 ; 게이트웨이; 스마트 콘센트; 우선순위제어; 에너지저장장치(ESS, Energy Storage System)

## Abstract

In this paper, the function design of smart media platform control with smart monitoring, and displaying modules which have the priorities of smart plug based smart outlet, is proposed for electrical suppliance of essential information appliance in emergency power consumption situation(blackout, peaktim etc).

The effect of power management will be maximized by this smart gateway interlocking with ESS(energy storage system) which has bi-directional power transmission control modules, and smart outlet based on the priority control actions.

■ keywords : smart media platform; gateway; smart outlet; priority control; ESS(Energy Storage System)

## I. 서 론

최근 가정, 회사 및 공장 내에 정보/가전기기의 사용량 증가에 따라 피크 타임 절전과 블랙아웃(Blackout)과 같은 상황에서 전력이 공급되지 않아 필히 동작해야 할 정보/가전기기가 동작하지 않는 현상이 일어난다[1].

이러한 스마트 전력관리를 위한 기존 기술로는 스마트 그리드 시스템에서 적응형 에너지 전력센서를 통해 측정된 전력 사용량 및 관련 사용량 통계 데이터를 모니터링하고 필요시 전원을 On/Off 제어하는 모니터링 기능을 제공하는 정도에 불과하다. 본 논문에서는 ESS연동형 스마트 콘센트가 블루투스나 지그비(Zigbee)의 무선통신과 전력선통신(PLC, Power Line Communication)에 의한 ESS와 스마트 콘센트의 전기사용을 제어함으로서 스마트 콘센트 기반으로 전력관리의 효율을 극대화 하기 위한 스마트 플랫폼 설계방안을 제안한다[2].

## II. 스마트 전력관리용 플랫폼 설계

### 1. 우선순위 기반의 스마트 플랫폼 설계

본 장에서는 [그림1]과 같은 기존 스마트 그리드 전력제어 시스템에 [그림2]와 같은 ‘우선순위 기반의 스마트 플러그와 ESS 연동형 스마트 미디어 플랫폼’을 설계하기 위한 추가기능을 부가하기 위해 외부 전력을 유입하여 분배하는 게이트웨이 콘센트, 게이트웨이 콘센트로부터 전력을 공급받아 스마트 플러그를 통하여 정보/가전 기기로 전력을 전달하는 스마트 콘센트의 우선순위에 의한 전력 On/Off 제어 기능을 갖는다. 이러한 스마트 콘센트는 사용되는 전력량을 모니터링하는 스마트 모니터링 장치와 스마트 플러그에 연결되어 정상전원시 유휴전력을 저장하고 필요시 비상전력을 공급하는 에너지 저장장치로 구성된다[3].

\* 정회원, 한신대학교 정보통신학부 교수

이 논문은 2014년도 한신대학교 학술지원과 산업통상자원부 우수제조기술지원사업(ATC #10045816)의 지원을 받아 수행된 연구임

접수일자 : 2014년 3월 5일

수정일자 : 1차 2014년 6월 18일

제재확정일 : 2014년 6월 18일

교신저자 : 강민구 e-mail : [kangmg@hs.ac.kr](mailto:kangmg@hs.ac.kr)

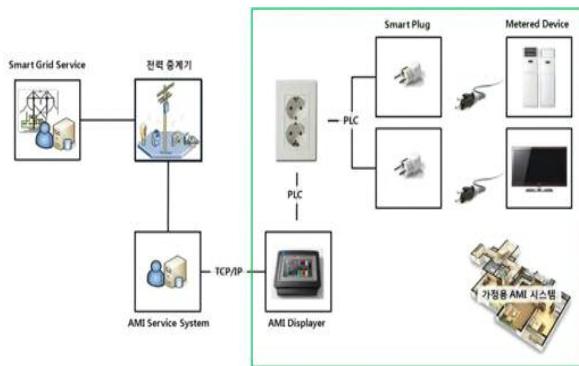


그림 1 기존 스마트 플러그 기반의 그린 전력제어 시스템[4]



그림 2 우선순위 기반의 스마트플러그 연동형 스마트 플랫폼

본 논문에서 제안하는 우선순위 기반의 스마트플러그 연동형 스마트 플랫폼은 스마트 콘센트는 유입되는 전력량을 감지하고 감지 정보를 유/무선으로 제어부에 전송하는 전력감지센서를 내장하고 있다[5][6].

이로서 스마트 플러그로 공급하는 전원의 우선순위를 할당하는 우선순위 테이블에 기록된 우선순위에 따라 스마트 콘센트 또는 스마트 플러그로 공급하는 전력을 제어하는 제어부의 제어 신호에 따라 전원을 On/Off하는 전력 차단부로 구성된다.

또한, 우선순위 기반의 스마트플러그 연동형 스마트 플랫폼에서 스마트 플러그에 의한 전력제어 시스템은 외부 전력을 유입하여 분배하는 게이트웨이 콘센트로부터 전력을 공급받아 하나 이상의 스마트 플러그를 통하여 정보기기와 가전기기로 전력을 전달고 전력량을 모니터링하는 스마트 모니터링 장치로 구성되어 있다.

이때, 스마트 콘센트와 스마트 플러그에 연결되어 정상전원시 유류전력을 저장하고 필요시 비상전력을 공급하는 ESS와 같은

에너지 저장장치를 포함하여 구성되며, 스마트 모니터링 장치는 스마트 콘센트와 스마트 플러그로 공급하는 전원의 우선순위를 할당하는 우선순위 테이블(Lookup Table)을 갖고 있다.

### ROM Lookup Table

#### 우선순위 벡터

- 0 순위 : 최우선기본동작  
(모니터링/보안제어)
- 1 순위 : 우선 동작  
(조명, 제어)
- 2 순위 : 차선 동작  
(냉장고, 냉난방제어)
- 3 순위 : 보편 동작  
(전체 전원동작)

그림 3 우선순위 기능의 메모리 루업표(lookup table) 설계

[그림 3]과 같은 우선순위 기능의 메모리 루업표(lookup table)처럼 우선순위 테이블에 기록된 우선순위에 따라 스마트 콘센트와 스마트 플러그로 공급하는 전력을 제어하는 제어부가 존재하며, 게이트웨이 콘센트와 스마트 콘센트 및 스마트 콘센트로 유입되는 전력량을 감지하는 정보를 유선과 무선으로 제어부에 전송하는 전력감지센서의 제어신호에 따라 전원을 On/Off하는 전력 차단부를 설계한다.



그림 4 우선순위 기반의 스마트 플랫폼의 SW 및 서비스 설계

## 2. 우선순위 기반의 스마트 플러그 설계

본 절에서는 우선순위 기반의 스마트 플랫폼용 제어기능의 설계를 위해 우선순위 테이블에 기록된 우선순위에 따라 스마트 콘센트 또는 스마트 플러그로 공급하는 전력을 제어하는 절차를 관리하는 제어 SW 모듈(Control SW Module)을 제안한다.

[그림 5] 와 같이 우선순위 기반의 스마트 플로그의 HW 및 SW의 설계도처럼 제어 SW 모듈은 전력 감지센서의 유입전력 감지량이 소정의 최저 임계값 이하에서 최저 임계값 이상으로 올라가고 정상 전력 임계값 이상에 도달하는 경우 우선순위 테이블에 설정된 우선순위에 따라 순차적으로 상위 우선순위의 스마트 콘센트와 플러그에 순차적으로 전원을 공급하도록 제어신호를 발생하도록 설계한다. 또한, 최우선 순위의 스마트 콘센트와 플러그에 비상전원 공급을 차단하고 에너지 저장장치를 충전 모드로 전환하도록 에너지 저장장치 제어신호를 발생하는 절차를 설계한다.

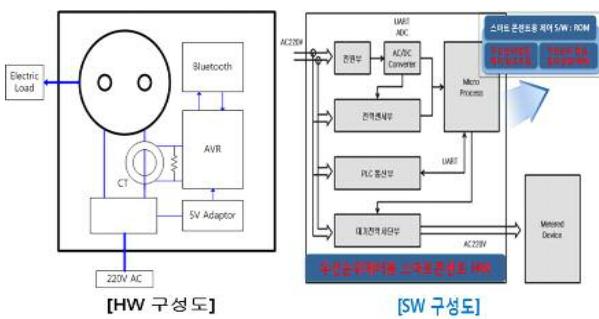


그림 5 우선순위 기반의 스마트 플로그의 HW 및 SW 구성도

## 3. 스마트 플러그와 플랫폼의 연동설계

[그림 6]의 우선순위 기반의 스마트 콘센트와 ESS연동 흐름도처럼 스마트 콘센트의 제어부는 [그림3] 우선순위 테이블에 기록된 우선순위에 따라 스마트 콘센트 또는 스마트 플러그로 공급하는 전력을 제어하는 제어 SW 모듈을 제안한다.

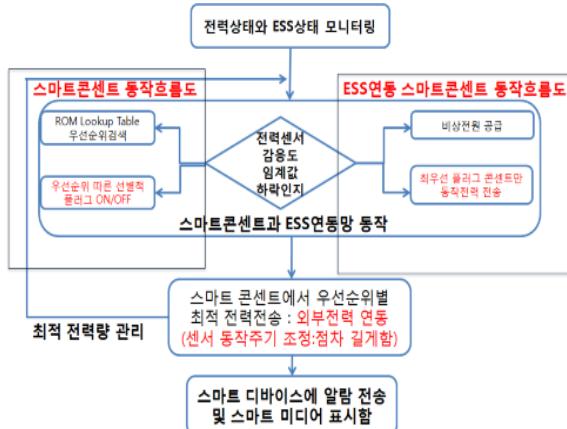


그림 6 우선순위 기반의 스마트콘센트와 ESS연동 흐름도설계

[그림5]의 우선순위 기반의 스마트 플로그의 HW에 탑재된 제어 SW 모듈은 전력감지센서의 유입전력 감지량이 소정의 최저 임계값 이하에서 최저 임계값 이상으로 올라가고 정상 전력 임계값 이상에 도달하는 경우 우선순위 테이블에 설정된 우선순위에 따라 순차적으로 상위 우선순위의 스마트 콘센트와 플러그에 순차적으로 전원을 공급하도록 제어신호를 발생하도록 설계한다. 또한, 최우선 순위의 스마트 콘센트와 플러그에 비상전원 공급을 차단하고 에너지 저장장치를 충전 모드로 전환하도록 에너지 저장장치 제어신호를 발생하는 절차를 설계한다.

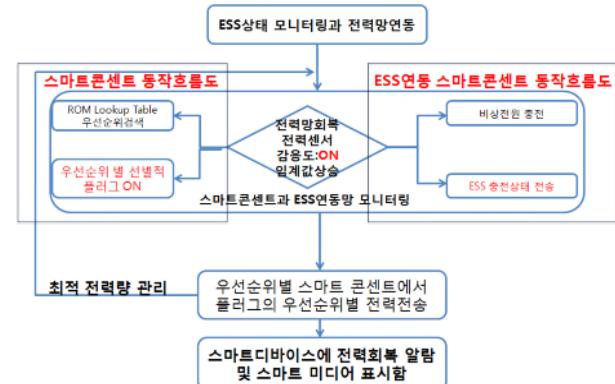


그림 7 스마트콘센트의 ESS모니터링과 전력회복 흐름도 설계

한편, 스마트 콘센트와 플러그의 제어부의 SW는 우선순위 테이블에 기록된 우선순위에 따라 스마트 콘센트와 플러그로 공급하는 전력을 제어하는 절차를 관리하는 제어 SW 모듈 설계로 제어 SW 모듈은 전력감지센서의 유입전력 감지량이 최저 임계값과 정상 전력 임계값 사이에 머무르는 경우 우선순위 테이블에 설정된 우선순위에 따라 상위 우선순위의 스마트 콘센트와 플러그에 순차적으로 전원을 공급하도록 최우선 순위의 스마트 콘센트와 플러그에만 비상전원을 공급하도록 에너지 저장장치 제어신호를 발생하도록 설계한다.

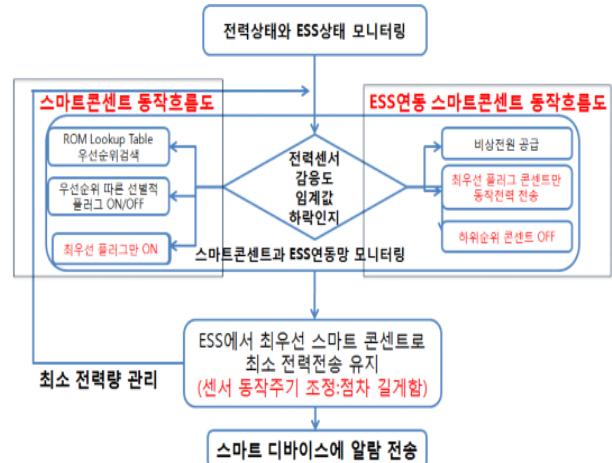


그림 8 스마트콘센트의 ESS모니터링과 Black 흐름도 설계

#### 4. 스마트 플랫폼의 모니터링과 표시장치 설계

본 절에서는 우선순위 기반의 스마트 콘센트와 스마트 미디어 플랫폼이 연동하는 전체 시스템의 구성 및 동작에서 스마트 콘센트와 플러그의 우선순위 설정과 정상전력 상태에서 비상상태(정전상태)로 전이하는 경우 및 정전 상태에서 정상전력으로 회복되는 경우 스마트 플랫폼이 전체 네트워크 내의 상태를 모니터링하고 이를 스마트 미디어에 표시하는 방법을 제안한다.

[그림 6]과 같은 우선순위 기반의 스마트 콘센트와 ESS연동 흐름도와 [그림 7] 스마트콘센트의 ESS모니터링과 전력회복 흐름도 및 [그림 8] 스마트콘센트의 ESS모니터링과 Blackout 흐름도에 필요한 “대기상태”와 “액티브 상태”的 정의는 아래와 같다.

##### (1) 대기상태 : 정상동작

- 파워 온 또는 리셋시 활성화 된 상태.
- 모든 ROM에 우선순위 조정기능을 갖는 적응형 스마트 콘센트 기반의 변수를 초기화하고 스마트플러그에 양방향 전력을 공급하기 위해 파워 릴레이-ON 상태를 유지함.

##### (2) 액티브상태(Acitive mode) : Blackout, Peaktime

- 적응형 에너지 전력센서 통신망에서 전력 피크 시간대와 전력 품질저하와 Blackout(완전정전)이 발생 경우.
- 스마트 콘센트의 메모리(ROM)에 우선 순위에 따른 스마트 플러그에 연결된 사무기기 또는 가전기기가 정상동작의 대기상태에서 액티브 상태인 스마트 플러그의 파워릴레이를 우선순위에 따라 순차적으로 제어 릴레이를 “OFF”함.

##### (3) 상태변화의 경우

- 대기상태(정상전력)에서 액티브(정전)상태로 전이하는 경우
- 액티브(정전)상태에서 대기상태(정상전력)로 회복되는 경우

##### (4) 스마트 콘센트/플러그의 우선순위 설정 및 변경

위와 같은 동작 시스템의 상태를 유지하기 위해 스마트 플러그에 내장된 제어 SW 모듈은 에너지 저장장치에서 최소 전력 전송을 유지하도록 전력감지센서의 동작 주기를 점차 길어지도록 조정한다[5].

아울러, 스마트 모니터링 장치에 현재 전력상태 알림 정보를 전송하는 알고리듬을 추가로 수행한다.

이때, 스마트 모니터링 장치에는 사용 전력량을 디스플레이하고, 사용자가 우선순위 테이블을 설정/변경할 수 있도록 하는 사용자 인터페이스를 제공하여, 우선순위 테이블이 설정/변경 되는 경우 그 설정/변경 값을 제어부의 메모리에 저장한다[6].

#### 5. 스마트 미디어 플랫폼의 연동망 설계

스마트 플러그 연동형 모듈 및 스마트 그리드 연동시스템에서 홈 플로그 기반의 전력선 통신 네트워크와 전력선 통신 기반 센서 네트워크 및 이더넷(Ethernet) 네트워크 연동에서 적응형 에너지 전력센서 통신망에서 전력 피크 시간대와 전력품질 저하로 인한 스마트 콘센트의 우선 순위에 따른 부분적인 스마트 플러그의 순간 정전 제어와 적응형 전력량제 스마트 콘센트에서 수집된 데이터와 연동하는 다양한 에너지 관리 프로토콜(Multi-protocol: DLMS, SEP2.0 등) 지원한다[7].

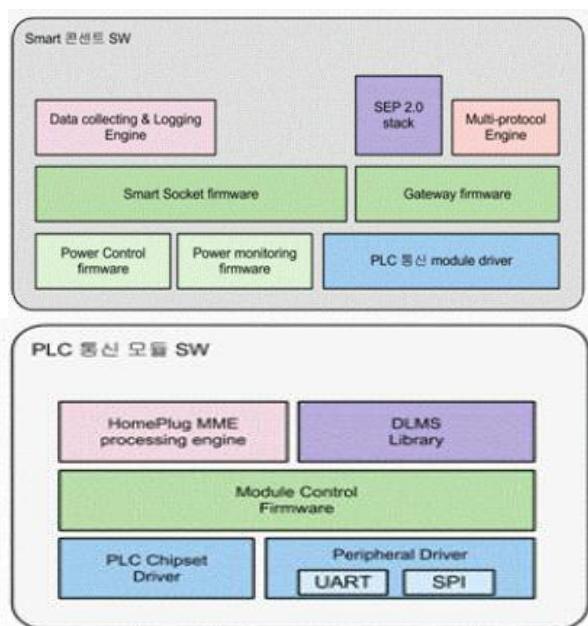


그림 9 스마트 콘센트의 통신망 연동의 SW 구성도

[그림 9]의 스마트 콘센트의 통신망 연동의 SW 구성도처럼 능동대기모드를 지원하는 스마트 플러그 기반의 가전기기는 스마트 미디어 플랫폼과 연동하는 네트워크 기기의 대기모드 전환을 위한 능동대기모드에 대한 기준 및 프로토콜 규격은 EnergyStar, EuP 등을 활용한다[8].



그림 10 스마트 콘센트의 통신방식 분석 및 활용

[그림 10]과 같이 스마트 콘센트의 통신방식 분석과 활용을 통해 유선 네트워크의 에너지 절감을 위한 표준규격으로 IEEE 802.11az 에너지 효율적인 이더넷(Ethernet) 표준을 활용한 Intel, Broadcom 칩셋의 인터럽트를 활용할 수 있다[9].

또한, [그림 11]처럼 스마트 콘센트의 PLC 특징분석과 연동활용으로 스마트 그리드 연동시스템에서 비상시와 전력 피크 시간대 및 전력품질저하 상태에서 에너지 소비에 대한 빅 데이터를 활용함으로서 착탈식 정보기기의 ESS의 전력량 검침을 통해 적응형 에너지 전력제어 모듈을 통해 여력의 잉여전력을 송전량을 스마트 디바이스 플랫폼을 통해 사용자에게 전략사용량과 전략 송전량을 모니터링 하는 스마트 플러그 연동 서비스를 위한 모듈을 설계한다.

speed	company	country	Modulation	transferrate	remarks
High speed (Broad band)	Atheros > Qualcomm	USA	DPSK-based OFDM	85M,200M,500M	HomePlug
	DS2 > Marvell	Spain	Advanced OFDM	200M	HomeGrid Forum
	Xelline	Korea	DPSK-based DMT	24M,200M	HPLCSA
	Panasonic	Japan	Wavelet OFDM	190Mbps	HD-PLC
Low speed (Narrow band)	Echelon	USA	Dual Frequency BPSK	5.4K	LonWorks
	Yitran	Israel	DCSK/ACSK	1.25K~7.5K/2.5M	HPCCC
	Planet	Korea	DCSK(Spread Spectrum)	1.2K~7.2K	Z-bus
	Maxim/ERDF	France	DPSK-based OFDM	~250K	G3-PLC
	STMicro, TI /berdrola	Spain	DPSK-based OFDM	~128K	PRIME

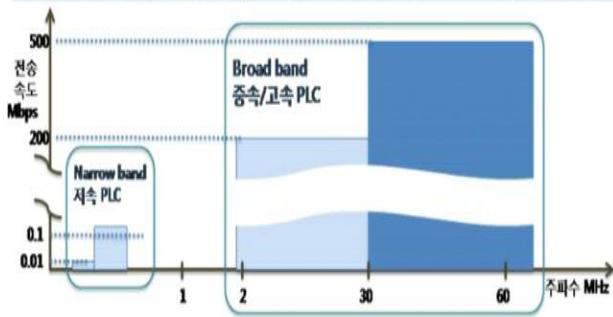


그림 11 스마트 콘센트의 PLC 특징분석과 연동활용

이러한 스마트 콘센트의 우선 순위에 따른 부분적인 스마트 플러그의 Blackout와 전력사용 피크시간에 따른 스마트 플러그의 제어릴레이를 제어하는 알고리즘은 정보기기마다 전력을 자동으로 차단할 수 있다.

또한, 전력비상 시에 연동하는 지능형 전력센서 전력저장장치(ESS)는 전력 피크 시간대와 정전 발생시 비상전원으로 활용하기 위해 ESS의 전력량 검침을 통한 스마트 미디어 플랫폼(Wall-pad, 스마트TV, 홈 케이트웨이, 스마트 PAD 등)을 통해 사용자에게 전략사용량과 전략 송전량을 모니터링을 할 수 있다.

### III. 결 론

본 논문에서 제안한 스마트 전력제어 시스템은 스마트 콘센트와 스마트 플러그에 연결되어 정상전원시 가장 저렴한 시간 대역에 유휴전력을 저장하고 필요시 비상전력을 공급하는 에너지 저장장치와 연동하도록 설계하였다.

이로서 케이트웨이 콘센트와 스마트 콘센트는 스마트 콘센트로 유입되는 전력량을 감지하고 감지 정보를 유선과 무선으로 제어부에 전송하는 전력감지센서, 스마트 콘센트 또는 스마트 플러그로 공급하는 전원의 우선순위를 할당하는 우선순위 테이블, 우선순위 테이블에 기록된 우선순위에 따라 스마트 콘센트와 스마트 플러그로 공급하는 전력을 제어하는 제어부에 의해 비상전력상황에 효율적으로 관리할 수 있다.

이때, 스마트 미디어 플랫폼으로 활용가능한 월패드와 스마트 디바이스 및 스마트 TV 등을 통해 전력 사용량, 전력 송전량 등의 전력 정보의 모니터링을 가능하게 하고, 스마트 콘센트의 우선순위 제어기능을 통해 우선순위에 따른 정보/가전 기기를 자동으로 전원 제어가 가능하다.

본 연구의 결과로 적응형 에너지 전력센서 기반의 스마트 플랫폼이 ESS와 연동하는 통신망의 활용으로 전력 피크의 비상 상황인 스마트 콘센트의 우선 순위를 활용하는 액티브상태의 스마트 콘센트에 의한 스마트 플러그와 스마트 미디어 플랫폼의 제어릴레이로 전력활용을 극대화 할 수 있다.

### 참 고 문 헌

- [1] 강민구, 손승일, 정승민, 여협구, 김인기, “홈케이트웨이 기반의 스마트 ESS 연동설계,” *한국스마트미디어학회 2013년 추계 학술대회 논문집 2권 2호*, 217-220쪽, 2013.11
- [2] 오진석, 이현석, “ 사용자 인식 기반 멀티-스마트 플러그에 관한 연구,” *한국정보통신학회논문지 17권 12호* 2976-2983쪽, 2013
- [3] 류대현, “PC와 주변기기의 전력 관리를 위한 네트워크 기반의 스마트 플러그 시스템,” *한국정보통신학회논문지 제16권 제10호*, 2171-2176쪽, 2012.11
- [4] 전재환, 강성인, 김관형, 오암석, “스마트플러그 기반의 AMI(advanced metering infrastructure) 시스템 설계,” *한국해양정보통신학회 2011년도 춘계학술대회*, 2011
- [5] 정재덕, “대기 전력 자동 차단 기능을 가지는 멀티탭”, 특허출원번호 10-2009-0093684, 2009.
- [6] Hahn Tram, “Technical and Operation Considerations in Using Smart Metering for Outage Management” , *IEEE/PES Transmissio Distribution Conference and Exposition*, pp. 1-3, 2008
- [7] <http://www.imsway.com>
- [8] <http://www.keti.re.kr>
- [9] <http://www.innodigital.com>

—— 저 자 소 개 ——



강민구(정회원)

1986년 연세대학교 전자공학과(공학사)  
1989년 연세대학교 전자공학과(공학석사)  
1994년 연세대학교 전자공학과(공학박사)  
1985년~1987년 삼성전자 연구원

1997년~1998년 일본 오사카대학교 Post Doc.

2006년~2007년 캐나다 퀸스대학교 방문교수

1994년~2000년 호남대학교 정보통신공학부 교수

2000년~현재 한신대학교 정보통신학부 교수

<관심분야 : 디지털방송, 방송통신융합기술>

Email: kangmg@hs.ac.kr