

XML 기반의 에너지 저장용 프로파일 어댑터 분석 및 설계[☆]

Analysis and Design of Profiling Adaptor for XML based Energy Storage System

우 용 제¹ 박 재 흥² 강 민 구³ 권 기 원^{1*}
Yongje Woo Jaehong Park Mingoo Kang Kiwon Kwon

요 약

에너지 저장장치(Energy Storage System)은 전력 수요가 적을 때 전력을 저장해 두었다가 수요가 발생하거나 비상시 저장된 전력을 사용함으로써 전기 에너지를 저장하여 필요할 때 사용 가능함으로써 에너지 이용 효율 향상, 전력공급 시스템 안정화 및 신재생 에너지 활용도 향상 효과를 가지는 시스템이다. 최근 세계적으로 에너지의 효율적인 소비에 대한 관심이 증대되면서 전력의 안정적인 공급을 원하는 수요자와 전력 수요 평준화를 원하는 공급자의 요구를 충족시켜줄 수 있는 에너지 저장장치의 필요성이 증대되고 있다. 현재 에너지 저장장치를 구성하는 Power Conditioning System(PCS), Battery Management System(BMS), 배터리 셀은 제조사별로 상이한 규격을 가진다. 이로 인해 각 핵심 부품 간 인터페이스가 규격화되어 있지 않아, 에너지 저장장치의 구성 및 운영에 난점으로 작용하고 있다. 본 논문에서는 제조사별로 상이한 특징을 가지는 부품들의 설정과 효율적 운영에 필요한 정보를 수용하여 에너지 저장장치를 구성할 수 있는 XML 기반의 에너지 시스템 전용 프로파일 시스템의 설계와 분석방안을 제안한다. 제조사별 PCS, BMS, 배터리 셀과 그 외의 주변 기기들의 설정 정보 및 운영 정보를 분석하여 프로파일 규격을 정의하고, 에너지 저장장치에 적용할 수 있는 프로파일 어댑터 소프트웨어를 설계 및 구현한다. 프로파일 어댑터를 통해 생성된 프로파일은 설정 프로파일과 운영 프로파일로 구성되며, 추후 확장성을 고려하여 표준 XML의 규격을 따른다. 구현된 프로파일 시스템의 검증은 에너지 저장장치 시스템에 적용되어 기본적인 충·방전 동작을 통해 정상 동작 결과를 제안한다.

☞ 주제어 : 에너지 저장장치, PCS, BMS, 전용 프레임워크, 프로파일

ABSTRACT

The Energy Storage System stores electricity for later use. This system can store electricity from legacy electric power systems or renewable energy systems into a battery device when demand is low. When there is high electricity demand, it uses the electricity previously stored and enables efficient energy usage and stable operation of the electric power system. It increases the energy usage efficiency, stabilizes the power supply system, and increases the utilization of renewable energy. The recent increase in the global interest for efficient energy consumption has increased the need for an energy storage system that can satisfy both the consumers' demand for stable power supply and the suppliers' demand for power demand normalization. In general, an energy storage system consists of a Power Conditioning System, a Battery Management System, a battery cell and peripheral devices. The specifications of the subsystems that form the energy storage system are manufacturer dependent. Since the core component interfaces are not standardized, there are difficulties in forming and operating the energy storage system. In this paper, the design of the profile structure for energy storage system and realization of private profiling system for energy storage system is presented. The profiling system accommodates diverse component settings that are manufacturer dependent and information needed for effective operation. The settings and operation information of various PCSs, BMSs, battery cells, and other peripheral device are analyzed to define profile specification and structure. A profile adaptor software that can be applied to energy storage system is designed and implemented. The profiles for energy storage system generated by the profile authoring tool consist of a settings profile and operation profile. Setting profile consists of configuration information for energy device what composes energy saving system. To be more specific, setting profile has three parts of category as information for electric control module, sub system, and interface for communication between electric devices. Operation profile includes information in relation to the method in which controls Energy Storage system. The profiles are based on standard XML specification to accommodate future extensions. The profile system has been verified by applying it to an energy storage system and testing charge and discharge operations.

☞ keyword : Energy Storage System, PCS, BMS, Private framework, Profile

¹ Network Convergence Research Center, Korea Electronics Technology Institute, Seoul, 121-835, Korea.

² PMGrow, Uiwang-si, 437-120, Korea.

³ Division of Inform. & Telecomm., Hanshin Univ., Osan, 447-791, Korea.

* Corresponding author (kownkw@keti.re.kr)

[Received 7 September 2015, Reviewed 14 September 2015, Accepted 28 September 2015]

☆ This research was supported by R&D programme of MOTIE (Ministry of Trade, Industry and Energy) at Korea. [No. 10047783]

1. 에너지 저장장치 동향 및 설계분석

최근 세계적으로 에너지의 효율적인 소비에 대한 관심이 증대되면서 전력의 안정적인 공급을 원하는 수요자와 이를 만족시키기 위해 전력 수요 평준화를 원하는 공급자의 요구가 증대되고 있다. 이를 위해 에너지 소비를 효율적으로 활용하여 전력 사용 효율성을 극대화하고자 하는 많은 노력이 이루어지고 있으며[1][2], 그 방안 중에 하나로 기존 에너지 자원에 추가하여 친환경 신재생 에너지를 통해 생산되는 에너지를 저장하여 사용할 수 있는 에너지 저장장치에 대한 관련 연구와 개발이 활발히 진행되고 있다.

특히 국내의 경우, 반복되는 전력부족현상을 극복하기 위한 방안으로 에너지 저장시스템과 연계하여 중앙관리소에서 에너지의 흐름을 모니터링 및 제어할 수 있는 에너지 통합 시스템 구축에 관련된 연구가 활발히 이루어지고 있다. 에너지 저장장치는 전력원에서 생산된 전력을 발전소, 변전소 및 송전선 등을 포함한 각각의 연계 시스템에 저장한 후 전력이 필요한 시기에 선택적·효율적 사용을 통해 에너지 효율을 극대화 시키는 시스템으로써 이를 통해 에너지 이용 효율 향상 및 다양한 재해 발생 상황에서 전력공급 시스템의 안정화 효과를 가질 수 있다 [3][4]. 또한 최근 화두가 되고 있는 다양한 형태의 신재생 에너지원과도 연계하여 신재생 에너지 활용도 향상을 가질 수 있는 시스템으로 각광받고 있다. 이에 따른 에너지 저장장치의 중요성이 그 어느 때보다 부각되고 있으며, 관련 사업의 연구 개발이 활발하게 진행되고 있다 [5][6].

이와 같은 연구 개발에 따라 대규모 ESS 시장 및 개인 주택용 혹은 소규모 사업장의 에너지 저장장치 시장이 확대될 것으로 예측되고 있으며, 다양한 형태의 부품들이 개발되고 있다. 그러나 현재 에너지 저장장치는 국제적인 표준 제정이 완료되지 않은 상황으로, 에너지 저장장치를 구성하는 핵심 부품 및 부가 기능을 수행하는 장비들은 제조사의 필요에 따라 각자의 기준이 적용되어 생산되고 있다. 에너지 저장장치를 구성하거나 시설을 확충하기 위해서는 목적에 맞는 특정 핵심 부품만을 사용하거나, 추가적인 개발을 통해 시스템의 재구축이 필요한 실정으로, 이는 에너지 저장장치의 확장에 크게 저해가 되는 요소이다.

위와 같은 문제로 인해 에너지의 효율적인 소비 및 안정적인 공급을 요구하는 사용자를 충족시키기 위해 개발

형 구조가 적용되어 다양한 장치의 상호 운용 및 추가 확장 구조를 가지는 에너지 저장장치의 개발이 요구되어지고 있다.

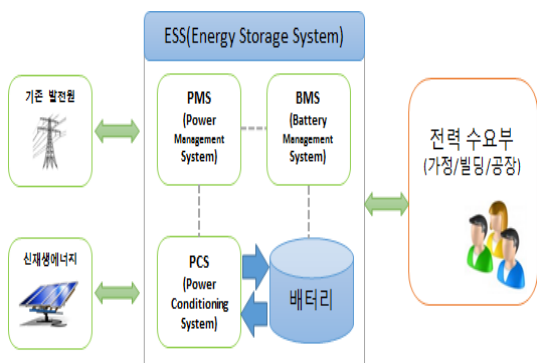
본 논문은 제조사별로 상이한 특징을 가지는 부품들의 설정과 효율적 운영에 필요한 정보를 수용하여 에너지 저장장치의 구성 정보 및 운영 정보를 제공하는 에너지 저장장치 프로파일의 설계 및 구현에 관한 연구 결과를 제시한다.

2. 에너지 저장장치 특성 및 BMS 분석

2.1 에너지 저장장치 특성분석

전기라는 에너지원은 다른 에너지원과 달리 저장이 어렵다는 특성을 가지고 있기 때문에 전력이 생산되고 동시에 소비가 이루어져야 되는 특성을 가지고 있다. 또한 기존의 발전소의 예측에 따라 전기를 생산하여 소비자에게 직접 제공하는 중앙 집중형 방식은 전력 수요를 미리 예측하기가 어려워 전력 수요와 공급의 불일치가 자주 발생하였다.

이에 따라 개발된 에너지 저장장치이란 전력 수요가 적을 때 전력 공급원으로부터 생산된 전력을 저장하고, 전력 수요가 급증하거나 자연재해와 같은 비상 상황시 저장된 전력을 사용함으로써 전력 수요원에 안정적인 전력을 공급함으로써 에너지 이용 효율 향상 및 전력 계통의 안정적인 운영이 가능하도록 하는 시스템을 의미한다.



(그림 1) 에너지 저장장치 구조 다이어그램 분석
(Figure 1) Analysis of ESS Architecture Diagram

에너지 저장장치를 이용하게 되면 종래의 발전소에서 생긴 시간대 및 계절별 변동 폭이 큰 전기부하를 평준화

시킴으로써 전반적인 부하율을 향상시켜 발전 단가를 낮출 수 있고, 전력설비 증설 및 운전비 절감에 따른 전기요금 인하의 효과도 기대할 수 있다. 또한 전력부족 현상을 해결할 수 있으며, 장기적으로 전력공급 확충, 전력 수요 관리가 가능하다.

2.2 에너지 저장장치의 BMS 비교분석

에너지 저장장치를 운용하기 위해서는 전력을 저장하는 배터리 셀, 배터리 셀을 제어하는 BMS, 계통으로부터 전기 에너지의 유입을 제어하는 PCS등과 같은 핵심 부품들이 유기적으로 연동되어 그 기능을 수행한다.

(표 1) BMS 시스템 파라미터 비교분석
(Table 1) Comparison of BMS

데이터 구분	A사	B사	C사	
온도	전체 온도	Min Cell T of System	MCU주변온도	
		Max Cell T of System	Power 주변온도	
	Rack 온도		MCU 주변 온도 / Local	BMS Ambient 온도
			Power 주변 온도 / Local	
			MCU 주변 온도 / Slave	
			Power 주변 온도 / Slave	
			주변 공기온도 / Slave	
	Cell 온도	Min Cell 온도위치	Cell 온도	Min Cell Temperature
		Max Cell 온도위치		Max Cell Temperature
		Min Cell T of Rack		
Max Cell T of Rack				
평균 Cell 온도 of Rack			Average Cell Temperature	

위의 (표 1)은 기존의 에너지 저장장치를 이루고 있는 핵심 장비 중 하나인 BMS에서 사용되는 온도 관련 파라

미터를 분석하여 제조사별로 비교한 것이다. BMS에서 사용되는 온도 파라미터는 전체 시스템의 온도와 배터리 셀을 보관하는 Rack의 온도와 배터리 Cell의 온도를 나타내는 파라미터로 구분하여 사용되고 있으며, 분석 결과 제조사에 따라 서로 상이한 구조를 가진다.

대규모의 에너지 저장장치의 경우 시스템의 운용 목적에 따라 핵심 부품들을 선정하고 각 핵심 부품들의 유기적인 연동을 위해 인터페이스 정합 및 별도 운영 기술을 추가적으로 개발하여 시스템 운영을 시행한다.

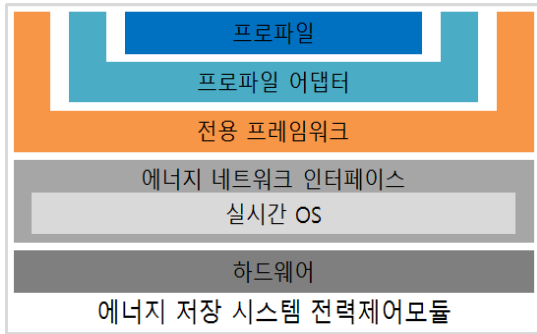
이와 달리 가정 및 소규모 사업장의 경우 에너지 저장장치가 적용되는 건물 혹은 사업장에 따라 사용 목적이 결정되고 이를 위한 시스템의 구성된다. 시스템 목적에 부합하는 부품을 제조하는 제조사 간의 인터페이스 및 호환을 위한 표준이 존재하지 않아 시스템 구성에 난점이 존재한다. 이런 경우 특정한 목적을 가지고 장비간의 인터페이스와 운영 기술을 개발할 수 있는 대규모 에너지 저장장치와 달리 다양한 목적에 따른 운영을 위한 기술을 추가적으로 개발하는 것은 현실적으로 어려움이 있다. 따라서 이와 같은 핵심 장비간의 상호 운용을 해결하기 위한 방안이 요구된다.

3. 에너지 저장장치 프로파일 설계 및 구현

3.1 에너지 저장장치의 구조설계

본 프로젝트를 통해 구성하고자 하는 에너지 저장장치의 구조는 전력제어모듈을 적용해 기존 에너지 저장장치를 구성하는 핵심 부품들을 에너지 네트워크를 통해서 제어하고 이를 운용하는 것이다. 이를 위해 에너지 저장장치 프로파일을 수용하는 전력제어모듈을 통해 전체 에너지 저장장치를 관장하는 다른 제품들과의 호환성 지원 및 적용을 위한 규격화된 에너지 저장장치 모듈을 사용하고, 프로파일 적용이 가능한 전용 프레임워크 적용을 통해 호환성 보장과 시스템 운영이 가능하도록 설계하였다.

아래 그림 2는 전력 제어 모듈을 적용한 에너지 저장장치를 도식화한 것이다. 전력제어 모듈은 에너지 네트워크 인터페이스 계층을 통하여 PCS와 BMS를 포함하고 있는 서브시스템과 통신하여 전체 시스템을 컨트롤하는 기능을 수행하며, 추후 외부 에너지 네트워크와의 연결을 통한 확장성을 고려하여 설계하였다. 또한 에너지 저장 전용 프레임워크를 이용하여 시스템 구성 정보를 가지는 에너지 저장 프로파일을 입력받고, 웹 모듈을 이용하여 시스템 상태를 사용자에게 표출하는 역할을 수행한다.



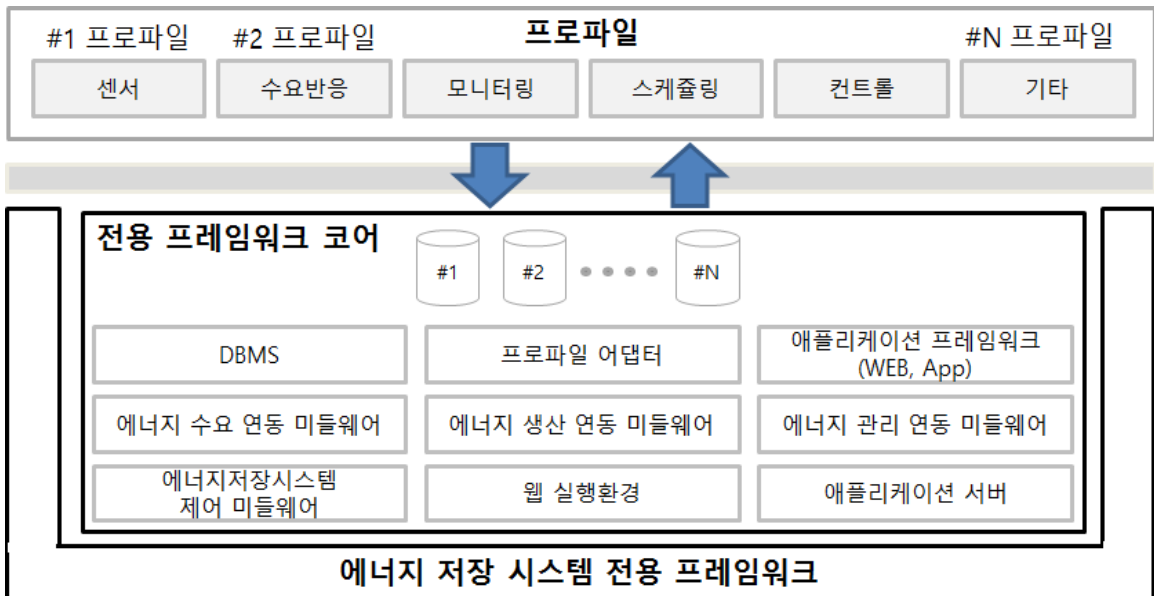
(그림 2) 에너지 저장장치 전력 제어모듈 구조설계
(Figure 2) Structure design of Energy Storage

전력제어모듈 상에서 동작하는 에너지 저장 전용 프레임워크는 가정 및 소규모 사업장 환경에서 용도에 따라 사용되는 에너지 관리 시스템의 호환성을 보장하며, 다양한 제조사를 통해 제조된 배터리 셀, PCS 및 BMS 인터페이스 간 규격화된 소프트웨어 프레임워크이다.

전용프레임워크는 에너지 저장 프로파일로부터 전달 받은 정보를 이용하여, 전력제어 모듈에 연결된 서브시스템의 인터페이스 정보를 확인하며, 내·외부 네트워크를 통해 연결된 서브시스템 이외의 장비 인터페이스도 확인한다. 이를 통해 에너지 저장장치를 구성하고 있는 장비 인터페이스 간 상호 운용을 보장할 수 있다.

에너지 저장장치는 각각의 모듈 단위로 필요 기능을 프로파일에 각각 정의하고 있어, 추가 및 제거가 용이한 구조로 설계되어 각각의 기능적인 특성에 따라 포팅, 어댑터, 컨트롤러의 여러 단계를 통해 설계함으로써 특정 레이어의 변경에 따른 영향을 최소화하도록 설계하였다.

아래 그림 3은 에너지 저장장치 소프트웨어 플랫폼의 구조를 나타낸 것으로써, 에너지 저장장치를 구성하고 있는 핵심 요소들의 구성 정보 및 에너지 저장장치의 운영 정보를 상황에 맞게 생성하여 전달할 수 있고, 전달된 프로파일 정보는 전용 프레임워크내의 프로파일 어댑터를 통해 분석되어 전력제어모듈 컨트롤러의 운영 로직에 따라 동작하게 된다.



(그림 3) 에너지 저장장치 소프트웨어 플랫폼 구조설계
(Figure 3) Software Platform design for ESS Diagram

3.2 에너지 저장장치 프로파일 설계

에너지 저장장치 프로파일은 전력제어모듈에서 시스템을 구성하고 있는 핵심 부품들의 정보를 파악하고 이를 운용하기 위한 초기 운영 방안을 제시하기 위한 방안이다. 이를 위해 에너지 저장장치를 구성하고 있는 모듈의 구성 정보를 포함하고 있는 시스템 설정 프로파일과 시스템을 운용하는 운용 프로파일을 구분하여 설계하였다. 에너지 저장장치 프로파일 정보는 에너지 저장장치의 기동 시 전력 제어 모듈에 전달되어 시스템 운용의 초기 값의 역할을 수행하도록 설계하였다.

프로파일의 시스템 설정 프로파일은 시스템을 구성하는 장치들의 설정 정보들로 이루어져있으며, 세부적으로 살펴보면, 전체 시스템의 운영 및 제어를 관장하는 전력제어모듈의 설정 정보, 실질적으로 에너지의 저장에 관여하는 PCS와 BMS를 포함한 서브시스템의 설정 정보로 이루어져있다. 또한 장비간의 상호 운용성을 보장하기 위해 호스트 인터페이스 정보로 구성되어 있다.

운용 프로파일은 에너지 저장장치를 운용하기 위한 방법에 관련 정보를 포함하고 있으며, 대표적으로 시간기반 운용 프로파일과 에너지 기반 프로파일로 정의한다. 시간기반 운용 프로파일은 시간대에 따른 전기 에너지 요금이 차등 과금되는 정책을 사용하는 시스템에 적용되도록 설계하였다. 에너지 소비 기반의 운용 프로파일은 전기 에

너지 소비량이 한계 기분을 초과하게 되면 요금이 증가되는 시스템에 적용할 수 있도록 설계했다.

(표 2) 에너지 저장 프로파일 대분류 설계
(Table 2) Category design of ESS Profile

분류	내용	
ESS 전력제어모듈	시스템 전원, 아키텍처, 주 저장장치, 메모리자원, 운영소프트웨어버전, etc.	
서브 시스템	PCS	제조사, 번호, 등급, 통신 I/F, etc.
	BMS	제조사, 번호, 통신 I/F, etc.
호스트 I/F	통신 인터페이스 정의 및 파라미터	
운영 정보	시스템 등급, 시간 기반 운용, 에너지 소비 기반 운용	

에너지 저장장치 프로파일은 에너지 저장장치를 구성하는 다양한 핵심 장비들에서 요구하는 데이터들을 분석하여 해당 장치에서 요구하는 데이터의 공통요소를 분석하여 다음과 같은 형태로 공통 영역과 장비가 가지는 고유 정보를 프로파일을 통해서 전달할 수 있도록 설계하였다. 이는 전력제어 모듈의 메인 컨트롤러를 포함하여 서브시스템을 구성하고 있는 PCS 및 BMS도 동일하다. 아래 (표 3)은 BMS 설정 프로파일 구조, (표 4)는 시간 기반 운용 프로파일 구조를 나타낸다.

(표 3) BMS 설정 프로파일 구조설계
(Table 3) Structure design of BMS Profile

Tag	값	설명
<BMS_SUBSYSTEM>		BMS 서브시스템 Tag 시작
<BMS_ID>	BMS_Identification	BMS 고유 ID (8 자리)
<MANUFACTURER>	PM_GLOW	제조사의 사명
<INTERFACE_TYPE>	1, 2, 3	1=RS-485, 2=CAN, 3= Ethernet,
<INTERFACE_PARAM>		인터페이스 파라미터 Tag 시작
...
</INTERFACE_PARAM>		인터페이스 파라미터 Tag 시작
<BMS_CELL_UNIT_PROPERTY>		BMS 단위 셀 구성 Tag 시작
<CELL_MODEL_NAME>	Variable	CELL 의 모델 이름
...
<CELL_NOMINAL_CYCLE_LIFE>	Variable	CELL 공칭 라이프 사이클
</BMS_CELL_UNIT_PROPERTY>		BMS 단위 셀 구성 Tag 끝
<BMS_CELL_COMPOSITION_PROPERTY>		BMS 전압 파라미터 Tag 시작
<LEVEL1_MODULE_COMPOSITION>	"S=XX", "P=XX" (Serial , Parallel)	Level 1 셀 1차 구성 0 (지정되지 않음)

<LEVEL2_MODULE_COMPOSITION>	"S=XX", "P=XX" (Serial , Parallel)	Level 2 셀 2차 구성 0 (지정되지 않음)
<LEVEL3_MODULE_COMPOSITION>	"S=XX", "P=XX" (Serial , Parallel)	Level 3 셀 3차 구성 0 (지정되지 않음)
</BMS_CELL_COMPOSITION_PROPERTY>		BMS 전압 파라미터 Tag 끝
<BMS_PROTECTION_SUPPORT>		BMS 보호 지원 파라미터 Tag 시작
...
<CHARGE_OFF_SW_SENSOR_FAIL_PROTECTION>	0, 1 (0 = 지원하지 않음, 1= 지원)	충전 스위치 오프 센서 에러 보호지원
<CHARGE_OFF_SW_FAIL_PROTECTION>	0, 1 (0 = 지원하지 않음, 1= 지원)	충전 스위치 에러 보호지원
</BMS_PROTECTION_SUPPORT>		BMS 보호 지원 파라미터 Tag 끝
<BMS_ALARM_SUPPORT>		BMS 경고 지원 파라미터 Tag 시작
<OVER_VOLTAGE_WARNING>	0, 1 (0 = 지원하지 않음, 1= 지원)	과전압 경고 지원
<UNDER_VOLTAGE_WARNING>	0, 1 (0 = 지원하지 않음, 1= 지원)	저전압 경고 지원
...
<COMM_FAIL_WARNING>	0, 1 (0 = 지원하지 않음, 1= 지원)	통신 에러 경고 지원
<FAN_FAULT_WARNING>	0, 1 (0 = 지원하지 않음, 1= 지원)	팬 에러 경고 지원
</BMS_ALARM_SUPPORT>		BMS 경고 지원 파라미터 Tag 끝
</BMS_SUBSYSTEM>		BMS 서브 시스템 Tag 끝

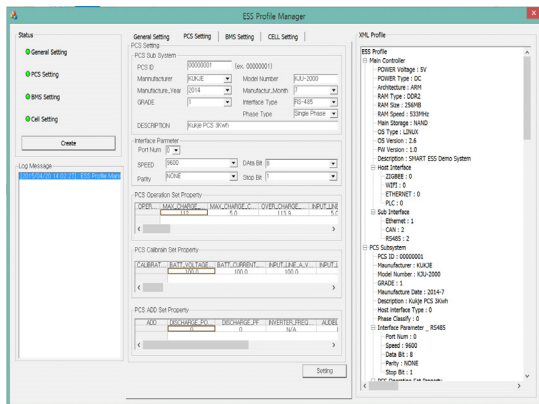
(표 4) 시간 기반 프로파일 구조설계
(Table 3) Structure design of Time-based Operation Profile

Tag	값	설명
<SYSTEM_OPERATION>		시스템 운용 태그 시작
<OPERATION_MODE>	TIME, ENERGY	운용 모드
<SUNDAY>		일요일 Tag 시작
<CHARGE_START_TIME>	HH:MM:SS	시:분:초
<CHARGE_STOP_TIME>	HH:MM:SS	시:분:초
<DISCHARGE_START_TIME>	HH:MM:SS	시:분:초
<DISCHARGE_STOP_TIME>	HH:MM:SS	시:분:초
</SUNDAY>		일요일 Tag 끝
<MONDAY>		월요일 Tag 시작
<CHARGE_START_TIME>	HH:MM:SS	시:분:초
<CHARGE_STOP_TIME>	HH:MM:SS	시:분:초
...
<HOLIDAY_OVERRIDE>		공휴일 오버라이드 Tag 시작
<CHARGE_START_TIME>	HH:MM:SS	시:분:초
<CHARGE_STOP_TIME>	HH:MM:SS	시:분:초
<DISCHARGE_START_TIME>	HH:MM:SS	시:분:초
<DISCHARGE_STOP_TIME>	HH:MM:SS	시:분:초
</HOLIDAY_OVERRIDE>		공휴일 오버라이드 Tag 끝
</SYSTEM_OPERATION>		시스템 운용 태그 끝

3.3 에너지 저장장치 프로파일 설계

에너지 저장장치 프로파일은 프로파일의 자원을 유기적으로 결합하여 프로세스를 신속하고 유연하게 수행할 수 있도록 지원할 수 있도록 설계하였다. 다양한 제조사의 정보를 수용하여 추가되거나 변경되는 경우 이를 즉각적으로 반영할 수 있는 확장이 용이한 구조를 위해 마크업 언어 구조를 기반으로 하는 표준 XML(ver 1.0)형식을 이용하여 구현하였다[7][8].

이를 위해 윈도우 기반의 프로파일 매니저 SW를 구현하였으며, 에너지 저장장치 프로파일 매니저는 구성하고자 하는 에너지 저장장치의 핵심 장비들의 사양 및 운영에 필요한 파라미터를 적용하여 전력제어 모듈에 전달할 수 있는 XML 구조를 가진 에너지 저장 프로파일을 생성할 수 있도록 구현하였다. 아래 그림 4는 구현된 프로파일 매니저 소프트웨어를 나타낸다.



(그림 4) 프로파일 매니저 SW설계

(Figure 4) Profile Manager design for Smart ESS

본 논문을 통해 설계 및 구현된 에너지 프로파일매니저는 사용자의 선택에 의해서 전체 시스템의 구성 정보 및 운영 정보를 생성하며, 생성된 정보들은 추후 시스템의 확장성을 고려하여 아래 그림 5과 같은 XML(1.0) 형태를 가진다.

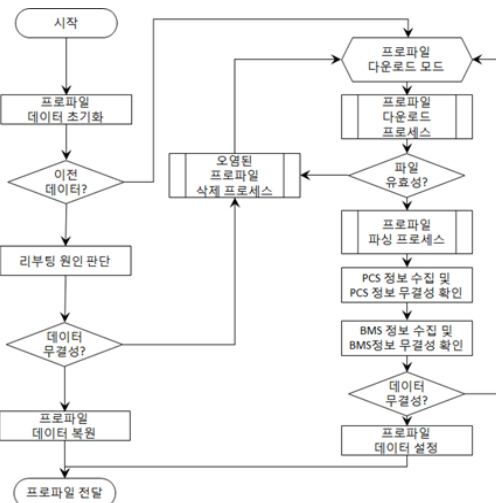
생성된 에너지 저장 프로파일은 에너지 저장장치의 구성 정보와 운용 정보를 포함하고 있으며, 이는 전력제어 모듈 상의 전용 프레임워크에 전달되어 운용된다. 이를 위해서는 전용 프레임워크 상에서 에너지 저장 프로파일을 해석하여 데이터를 전달해줄 수 있는 프로파일 어댑터 기능이 필요하다.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
- <ESS_PROFILE>
- <MAIN_CONTROLLER>
  <POWER_Voltage="5V" Type="DC"/>
  <ARCH>ARM</ARCH>
  <RAM_Type="DDR2" Size="256MB" Speed="533MHz"/>
  <MAIN_STORAGE>NAND</MAIN_STORAGE>
  <OS_Type="LINUX"</OS_Type>
  <OS_Version="2.6"</OS_Version>
  <FW_Version="1.0"</FW_Version>
  <DESCRIPTION>SMART ESS Demo System</DESCRIPTION>
  <HOST_INTERFACE_ZIGBEE="0" WIFI="0" ETHERNET="0" PLC="0"/>
  <SUB_INTERFACE_ETHERNET="1" CAN="2" RS485="2"/>
</MAIN_CONTROLLER>
- <PCS_SUBSYSTEM>
  <PCS_ID>00000001</PCS_ID>
  <MANUFACTURER>Kukje</MANUFACTURER>
  <MODEL_NUMBER>KJU-2000</MODEL_NUMBER>
  <GRADE>1</GRADE>
  <MANUFACTURE_DATE>2014-07</MANUFACTURE_DATE>
  <DESCRIPTION>Kukje PCS 3Kwh</DESCRIPTION>
  <INTERFACE_TYPE>1</INTERFACE_TYPE>
  <PHASE_CLASSIFY>1</PHASE_CLASSIFY>
  + <INTERFACE_PARAM>
  + <PCS_OPERATION_SET_PROPERTY>
  + <PCS_CALIBRATION_PROPERTY>
  + <PCS_ADD_SET_PROPERTY>
</PCS_SUBSYSTEM>
- <BMS_SUBSYSTEM>
  <BMS_ID>10000001</BMS_ID>
  <MANUFACTURER>PMGrow</MANUFACTURER>
  <MODEL_NUMBER>PM XXXX</MODEL_NUMBER>
  <GRADE>1</GRADE>
  <MANUFACTURE_DATE>2014-07</MANUFACTURE_DATE>
  <DESCRIPTION>PM Grow BMS System</DESCRIPTION>
  <INTERFACE_TYPE>2</INTERFACE_TYPE>
  + <INTERFACE_PARAM>
  + <BMS_CELL_UNIT_PROPERTY>
  + <BMS_CELL_COMPOSITION_PROPERTY>
  + <BMS_PROTECTION_SUPPORT>
  + <BMS_ALARM_SUPPORT>
</BMS_SUBSYSTEM>
</ESS_PROFILE>
```

(그림 5) XML형태의 에너지 저장 프로파일 설계

(Figure 5) XML design of Energy Storage Profile

프로파일 어댑터는 전용 프레임워크 하에서 동작하는 소프트웨어 모듈로서, 아래 그림 6과 같이 에너지 저장장치의 기동 시 프로파일 데이터의 에러 여부를 확인하여 시스템 기동을 위한 에너지 프로파일 데이터의 무결성을 판단한다. 데이터의 무결성이 확인된 프로파일 정보를 전용 프레임워크를 통해 전력제어모듈의 컨트롤 모듈에 전달하는 역할을 수행하도록 구현되었다.



(그림 6) 프로파일 어댑터 운용 설계

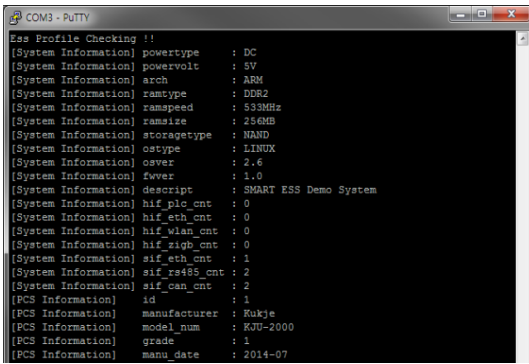
(Figure 6) Operating design of Profile Adaptor

4. 프로파일 어댑터 정보 분석 및 고찰

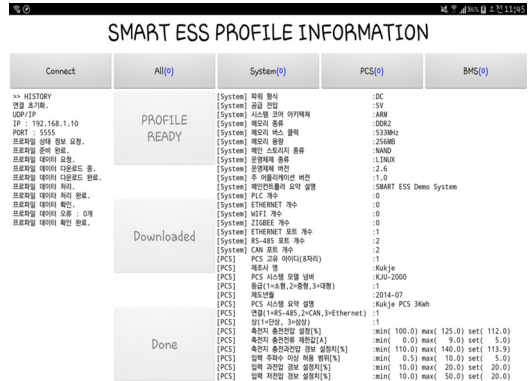
에너지 저장장치를 운용하여 장치간의 상호 운용을 보장하고, 추후 확장성을 가지기 위한 프로파일 시스템의 사용은 3.2절에서 설계된 에너지 저장 대분류를 따르는 에너지 저장장치 프로파일 매니저를 통하여 핵심 부품들의 구성 정보, 호스트 인터페이스의 정보 및 에너지 시스템 운용 정보를 입력하여 생성된다. 이는 기존의 시스템의 경우 시스템이 가지는 목적에 따라 전체 시스템을 조율할 수 있는 운영 기술을 개발해야 하는 것과는 달리 프로파일 매니저를 통해 에너지 저장장치의 사용 목적에 맞는 정보를 입력함으로써 추가적인 개발 과정을 최소화할 수 있으며, 다양한 목적에 부합할 수 있는 다양한 장치들을 연결하여 에너지 저장장치를 구성할 수 있다.

본 논문에서 구현된 프로파일과 어댑터의 검증은 에너지 저장장치 상의 전력제어모듈에 직접 설정하여 시스템 연동 및 정상 동작을 통해 확인한다. 에너지 저장장치의 구성 정보를 포함하는 설정 프로파일과 시간 정보기반 운용 프로파일을 적용하여 일정 시간동안의 충전과 방전 동작을 검증하였다.

전력제어모듈의 전용 프레임워크와 프레임워크 상에서 동작하는 프로파일 어댑터를 통해 전달된 프로파일 정보와 전용 모니터링 소프트웨어를 통해 확인하여 실제 시스템 설정에 따른 프로파일 정상 동작 여부와 장비의 정상적인 충·방전 내용을 분석하였다. 그림 7은 전력제어모듈에 정상적으로 적용된 에너지 저장 프로파일 데이터이며, 그림 8은 전용 프레임워크의 웹 모듈을 통해 외부 스마트 디바이스를 통해 에너지 저장 프로파일 데이터를 분석하였다.



(그림 7) 프로파일 어댑터에서 분석된 프로파일 정보화면 (Figure 7) Picture for Analyzed Profile on Adaptor



(그림 8) 분석된 프로파일 정보분석 결과화면 (Figure 8) Picture for Analyzed Profile Information

이와 같이 에너지 저장장치를 구성하는 핵심 부품들의 설정 정보 및 운영 정보를 에너지 저장 프로파일 어댑터를 통한 분석과 적용 및 전력제어 기반의 전체 에너지 저장장치의 효율적인 운용이 가능할 것이다.

5. 결 론

본 논문에서는 에너지 사용 효율성 증대와 관련하여 전 세계적으로 많은 관심을 받고 있는 에너지 저장 장치를 위한 프로파일 시스템의 설계와 분석을 수행하였다. 그 중에서도 가정 및 소규모 공장에서도 원활하게 에너지 저장장치를 사용할 수 있도록 핵심 구성 요소들 간의 인터페이스 혹은 추후 장비의 확장에 따른 문제점을 해결할 수 있는 구조와 운영 방식을 제안하였다. 전용 프레임워크를 기반으로 하는 전력제어 모듈을 통해 기존의 핵심 부품 인터페이스간의 상호 운용성을 보장할 수 있는 에너지 저장 프로파일의 구조 및 이를 운용할 수 있는 방안에 대해 제시하였으며, 적용한 방법을 통해 에너지 저장장치의 정상적인 충·방전 동작 검증을 통해 이를 검증하였다. 이를 통해 에너지 저장시스템의 핵심 부품뿐만 아니라 부가적인 다양한 장비들이 추가되어 사용자의 요구에 부합하는 XML 기반의 에너지 저장장치 구성이 용이할 것으로 기대되며, 이는 에너지 저장장치 시장의 확장에 더욱 박차를 가할 수 있을 것으로 기대된다.

향후 본 논문의 연구 결과를 바탕으로 새롭게 추가되는 다양한 제조사의 다양한 에너지 장치를 에너지 네트워크에 연동될 수 있는 프로파일 고도화 연구가 수행되어야 할 것이다.

참 고 문 헌 (Reference)

- [1] J. Chung, et al., "Demand-Side Energy Management on Smart Grid", 『KNOM Review』 Vol. 13, No.2, 2010. pp.1-13.
<http://www.knom.or.kr/knom-review/v13n2/1.PDF>
- [2] J. Park, B. Lee, "Analyzing Critical Priority Factors for Deriving Future Industries and Promotion Fields of Energy-IT Convergence", Journal of Korean Society for Internet Information, Vol.12, No.3, 2011, pp.139-149
http://www.jksii.or.kr/upload/1/833_1.pdf
- [3] Ruff, Larry E. "Economic principles of demand response in electricity." report to the Edison Electric Institute, October (2002).
http://sparkyharvard.edu/hepg/Papers/Ruff_economic_principles_demand_response_eei_10-02.pdf
- [4] T. Han, K. An, "Trends of ESS Industry and Developments", The Proceedings of the Korean Institute of Illuminating and Electrical Installation Engineers, Vol. 27, No.6, 2013. pp.8-12.
<http://www.dbpia.co.kr/Article/NODE02314965>
- [5] K. An, "The role and importance of the Energy Storage System", The Proceedings of the Korean Institute of Illuminating and Electrical Installation Engineers, Vol.26, No.2, 2012, pp.13-17.
<http://www.dbpia.co.kr/Article/NODE01877890>
- [6] J. Park, et al., "Development of High Efficiency Bi-directional Resonant DC-DC Converter for Residential ESS", The Korean Institute of Power Electronics, Power Electronics Annual Conference, 2011. pp.191-192.
<http://pefcl.snut.ac.kr/upload/study04/828bd33006601bda6f4f4cce9058022ea.pdf>
- [7] H. Kim, K. Kim, S. Baek, "A Resource Oriented Workflow Integration Framework", Review of Korean Society for Internet Information, Vol.6, No.2, 2005, pp.127-139.
<http://www.dbpia.co.kr/Article/NODE00825574>
- [8] D. Kwak, C. Yoo, "A Design and Implementation a software Profiling Tool based on XML for Embedded System", Journal of Korean Society for Internet Information, Vol.11, No.1, 2010, pp.143-151
http://www.jksii.or.kr/upload/1/726_1.pdf

● 저 자 소 개 ●



우 용 제 (Yong-Je Woo)

2009년 한신대학교 정보통신학과(공학사)
2014년 한신대학교 대학원 정보통신학과(공학박사)
2009~현재 전자부품연구원 네트워크융합연구센터 연구원
관심분야 : 디지털 방송 기술, 방송통신융합기술, 에너지 저장장치
E-mail : dmbcenter@keti.re.kr



박 재 홍 (Jae Hong Park)

1991년 포항공대 전자계산학 학사
1993년 포항공대 전자계산학 석사
1997년 포항공대 전자계산학 박사
1997년-2001년 현대전자산업 책임연구원
2001년-2010년 (주)유라클 대표
2011년~현재 (주)피엠그로우 대표
관심분야: 에너지 저장장치, 전기차, 에너지 융합시스템
E-mail : jh.park@pmgrow.co.kr



강 민 구 (Mingoo Kang)

1986년 연세대학교 전자공학과 학사
1989년 연세대학교 전자공학과 석사
1994년 연세대학교 전자공학과 박사
1985년-1987년 삼성전자 연구원
1997년-1998년 일본 오사카대학 Post Doc.
2000년~현재 한신대학교 정보통신학과 교수
관심분야: 디지털방송, 방송통신융합기술
E-mail : kangmg@hs.ac.kr



권 기 원 (Ki Won Kwon)

1997년 광운대학교 컴퓨터공학과 학사
1999년 광운대학교 대학원 컴퓨터공학과 석사
2011년 중앙대학교 대학원 전자전기공학과 박사
1999년~현재 전자부품연구원 네트워크융합연구센터 책임연구원
관심분야 : 방송통신융합시스템, 유무선디지털방송시스템, 에너지융합시스템
E-mail : kwonkw@keti.re.kr