



**Journal of Knowledge Information Technology and Systems**

ISSN 1975-7700

<http://www.kkits.or.kr>

## **Implementation of Power Saving Management System Based on Power Usage Pattern of Data Center Server**

**Hwa-Jeong Lee, Min-Yong Jung, Chang-Geun Kim, Hyun-Ju Kim\***

*Department Computer Science & Engineering, GNTECH*

### **A B S T R A C T**

Recently, the emergence of the fourth industrial revolution and the development of the internet environment have resulted in a rapid increase in internet users. According to IT consulting firms, the number of internet users in 2014 increased from 2.4 billion to 3.8 billion in 2017, an explosive increase of 42% in just three years. This rapid increase in internet users leads to increased data throughput on data center servers. This greatly affects the power consumption of the data center, which is one of the major causes of power consumption. In this paper, we implemented a power saving monitoring system based on the power usage pattern for individual servers in the data center. The proposed system implements a function to analyze the power consumption of individual servers in the form of hourly, daily, weekly, monthly and quarterly based on situational awareness technology. Through this, a power consumption pattern can be generated that reflects the usage characteristics of the server, and the generated power consumption pattern is reflected as the saving policy of the individual server, which can be registered in the system proposed in this paper and perform efficient power. Based on the proposed model, the virtual simulation result is expected to save about 5% of individual server power consumption.

© 2020 KKITS All rights reserved

**KEYWORDS:** Power Saving, Context Awareness, Data Center, Monitoring System, Consumption

**ARTICLE INFO:** Received 8 January 2020, Revised 22 January 2020, Accepted 7 February 2020.

\*Corresponding author is with the Department of Computer Science & Engineering, GyeongNam National University of Science and Technology, 33 Dongjin-ro,

Jinju, GyeongNam, 52725, KOREA.  
*E-mail address:* khj@gntech.ac.kr

## 1. 서론

최근, IT분야의 컨설팅 기업으로 널리 알려진 인터넷서버 데이터 코퍼레이션(IDC)에 따르면 2016년에 하루 평균 생산되는 데이터는 약 440억 Gigabyte(GB)이며, 향후 2025년에는 10배가 넘는 4,630억 GB에 도달할 것으로 예측하였다[1-2]. 이에 2016년도 기준으로 전 세계 데이터센터에서 소비한 전력이 416.2 Terawatt Hours(TWh)로 집계되었다. 이러한 전력소비량은 전 세계 전력 공급량의 3%를 차지하며, 전체 온실가스 배출량의 약 2%에 해당한다[1-2]. 향후 2025년도 경에는 전 세계 탄소 배출량의 3.2%와 전 세계 전력 소비의 5분의 1을 차지할 것으로 예상하였다[3-4].

이에 본 논문에서는 데이터센터의 서버에 대한 전력 사용패턴을 분석하고, 이를 기반으로 전력 소비를 관리할 수 있는 전력 절감 관리 시스템(Power Saving Management System, PSMS)을 설계 구현하였다. 제안한 PSMS는 서버 전력사용 패턴을 시간, 일, 주간, 월간, 분기, 연간 등의 단위로 사전 학습을 통해 전력소비 패턴을 분석한다. 이때 분석된 전력소비 패턴은 본 논문에서 제안한 PSMS에 서버의 전력 절감정책으로 등록하여 서버의 효율적인 동작 시간 관리로 에너지 절감을 수행한다[3-6].

본 논문의 구성은 2장에서 관련 연구에 관하여 기술하였다. 먼저, 2.1절에서는 상황인지 기술을, 2.2절에서는 운영체제의 전원관리 방법 등에 관하여 기술하였다. 마지막으로 2.3절에서는 국내·외의 사례를 분석하여 3가지 모델에 관하여 비교 기술하였다. 3장에서는 PSMS 모델링에 관하여 기술하였다. 먼저, 3.1절에서는 데이터센터내의 서버들에 대한 전력소비 유형 특성에 관하여 기술하였으며, 3.2절에서는 3.1절을 기반으로 서버 전력소비 패턴의 구조화에 관하여 기술하였다. 3.3절에서는 PSMS

의 구성도 및 동작원리에 관하여 기술하였으며, 3.4절에서는 설계한 상세 DB에 관하여 기술하였다. 그리고 4장에서는 3장에서 제안한 PSMS의 구현 시스템과 국내·외의 3가지 사례와 본 논문의 제안모델에 관하여 비교 평가하였다. 마지막으로 5장에서는 결론 및 향후 연구과제 등으로 기술하였다.

## 2. 관련 연구

### 2.1 상황인지 기술

상황인지 기술은 사용자 자신에 대한 모든 데이터뿐만 아니라 사용자와 주변 환경과의 상호작용으로 나타나는 모든 데이터를 분석하여 사용자의 요구에 맞는 최적의 의사결정을 분석하고 예측할 수 있도록 하는 기술이다[7-8]. 상황인식 시스템은 상황 정보를 수집하고 교환하기 위해서는 표준화된 모델링 기술이 필요하다. 현재까지 알려진 모델링 기법으로는 (1)키값 기반 모델, (2)마크업 기반 모델, (3)그래픽 기반 모델, (4)객체지향 기반 모델, (5)로직 기반 모델, (6)온톨로지 기반 모델 등이 있다[8-9].

### 2.2 윈도우/리눅스 전원관리 방법

윈도우 시스템의 전원관리로는 (1)균형조정, (2)절전, (3)고성능, (4)사용자 지정 등 4가지 모드를 제공한다[9-10]. 첫 번째로 균형조정 모드는 에너지 소비와 성능 사이의 균형을 자동으로 조정하는 기능을 제공한다. 두 번째로 절전모드는 컴퓨터 성능을 최대한 낮추어 에너지를 절약할 수 있다. 세 번째로 고성능 모드는 성능에 중점을 두는 대신 에너지가 많이 소모될 수 있는 단점을 가진다. 마지막으로 사용자 지정 모드는 컴퓨터 사용자의 개별적인 환경설정에 따라 전원관리를 지정할 수 있다.

리눅스의 전원관리 표준은 크게 Advanced Power Management(APM)와 Advanced Configuration and Power Interface(ACPI)로 구분한다. 먼저, APM은 주로 BIOS에 의존하여 전원관리 작업을 수행한다. 이에 리눅스 시스템에서는 가장 중요한 CPU 전원관리를 클럭 주파수와 전압 등의 요인을 고려하여 동적 주파수 조정과 동적 전압조정 두 가지 기능을 기반으로 아이들(Idle) 모드와 슬립(Sleep) 모드를 제공한다[9-10].

### 2.3 국내·외 사례분석

일반적으로 데이터센터 내의 주요한 전력 소비 요인으로는 다양한 관련 장비로부터 발생하는 것으로 보고되고 있다[1]. 그러나 대부분의 데이터센터 모니터링 도구는 관리자들의 편의성 및 효율성과 데이터센터의 자산 관리에 중점을 두고 있으며, 전력량 모니터링 및 절감 정책 반영 등은 단순하거나 일부분만을 제공하고 있다[1-2]. 이에 본 논문에서는 국내·외의 3개 모델에 대하여 비교 분석하였다. 첫 번째는 Xclarity는 레노버사에서 제공하는 제조사 공급 형태의 도구이다. 주요 기능으로는 (1) 다양한 시스템 관리, (2) 운영체제 배포 관리, (3) 펌웨어 업데이트 관리, (4) 시스템 구성 관리, (5) 이벤트·경고 관리, (6) 인벤토리·로그 관리, (7) 전원관리, (8) 보완관리 등이 있다. 이는 데이터센터의 인프라에 대한 관리 효율성 및 편리성 등에 대한 목적으로 설계되었다[10,11]. 두 번째로 Power Meter 측정기는 RLE테크놀러지사의 전력측정형 도구이다[11-12]. 이는 전압 및 전류 등 다양한 유형의 전력량 등을 계측할 수 있으며, 이를 통해 전력 수요 조절기 기능을 제공할 수 있다. 따라서, 이들은 주로 데이터센터 내의 조명, 냉난방기, 가전기기 및 각종 부하제어 등 관련 장치 등에 대한 전력 관리를 위한 목적으로 설계되었다. 마지막으로

Energy Wise는 시스코사에서 제공하는 통합형 모니터링 수행 도구이다. 이는 네트워크에 연결된 윈도우 서버와 자사의 네트워크 장비 등에 대하여 소비전력을 가시화하고, 이를 분석, 제어할 수 있으며, 모바일 기기를 통한 스마트 원격 On/Off 기능도 제공해 준다. 또한, 데이터센터 내의 개별 서버 소비전력도 측정할 수 있으며, 최대 전력소비량과 서버 자원의 사용량도 분석할 수 있다[1,2].

### 3. PSMS 모델링

이 장에서는 본 논문에서 제안하는 PSMS 모델링에 관하여 기술한다. 먼저, 3.1절에서는 서버의 전력소비 형태에 관하여, 3.2절에서는 전력소비 패턴의 구조화에 관해 기술하였다. 그리고, 3.3절에서는 전체 구조와 동작 원리에 관하여, 3.4절에서는 설계한 상세 DB에 관하여 기술하였다.

#### 3.1 서버의 전력소비 형태

표 1. 서버 운용의 특징  
Table 1. Characteristics of server operation

구분	일반적인 서버의 전력사용 특징
1	데이터센터 통합에너지 관리시스템 없음.
2	24시간 서버 관련 장비들을 ON 상태로 운영.
3	전체 서버의 30% 정도는 거의 사용되지 않음.
4	서버의 평균 년 사용량이 12%인 경우가 다수.
5	데이터센터의 상위에너지 소비자를 식별 불가.
6	데이터센터의 개별에너지 소비 측정·관리 불가.

일반적으로 데이터센터의 주요 목적은 안정적인 운영과 데이터 공급자의 역할에 그 목적을 두고 있어서 데이터센터의 전력 소비 분석은 거의 관심을 가지지 않았다. 이에 본 논문에서는 데이터센터의 효율적인 에너지 활용적인 측면에서 서버들의 전력 패턴을 분석하고 그 특징들을 <표 1>과 같이

도출하였다[1,2,13-16].

본 논문에서는 <표 1>을 기반으로 서버 시스템의 전력소비 패턴에 영향을 주는 요인으로 시간, 일, 주간, 월간, 분기, 계절, 전력관리 옵션, 서버 등 8개의 항목을 도출하였다[14-16]. 그리고, 전력 소비에 영향을 줄 수 있는 항목들간의 의존성을 고려하여 <그림 1>과 같이 상관관계를 구성하였다. 표현된 4개의 원형에서 가장 내부의 항목은 전력 소비 절감에 가장 직접적인 의미를 나타내며, 내부에서 외부로 표현된 항목들은 내부의 항목에 대한 포괄적인 의미를 가지고 있다.

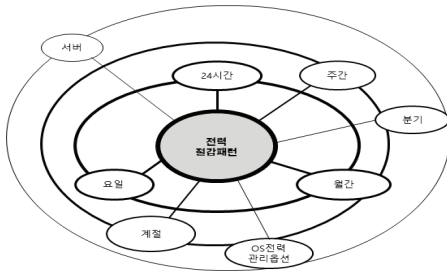


그림 1. 전력소비 패턴 항목  
Figure 1. Item of power consumption pattern

### 3.2 전력소비 패턴의 구조화

이 절에서는 서버의 전력 소비 패턴의 구조화에 관하여 기술하였다. 이는 3.1절에서 도출한 항목들을 기반으로 구조화를 구성하였으며, 이는 본 논문에서 구현한 PSMS의 전력 절감패턴 정책을 생성할 때 적용된 기본 구조이다.

<그림 2>는 3.1절에서 전력 소비에 영향을 미치는 항목들을 기초로 하여 6개의 항목으로 구조화를 설계하였다. 3.1절에서 도출한 항목 중 계절 항목은 분기 항목에 포함하였으며, <그림 2>를 통해 생성된 서버의 전력 절감 정책을 본 논문에서는 전력 절감 패턴이라 정의하였다.

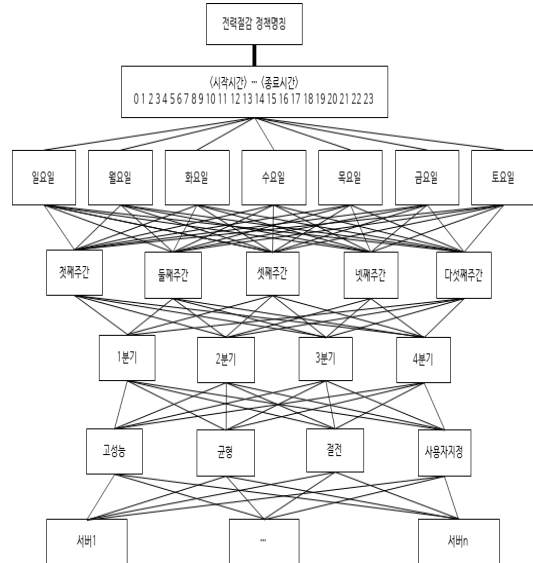


그림 2. 전력소비 패턴의 구조화  
Figure 2. Structure of power consumption pattern

### 3.3 전체 구성도와 동작원리

이 절에서는 PSMS의 전체 구조와 전력 절감 정책 동작 원리에 관하여 기술한다.

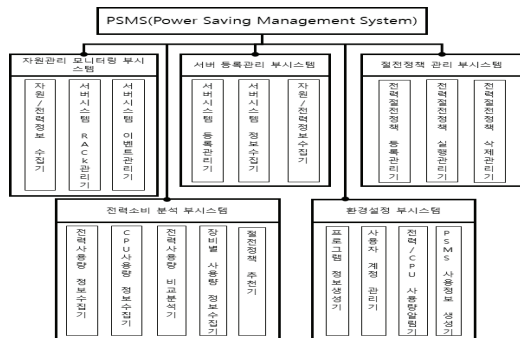


그림 3. PSMS 구성도  
Figure 3. Structure of PSMS

위의 <그림 3>은 본 논문에서 설계한 PSMS의 전체 구조이며, 5개의 부시스템과 18개의 세부 모듈로 구성하였다. <그림 3>에서 첫 번째 부분은 자원

관리 모니터링 부시스템이다. 이는 PSMS에서 모니터링할 서버의 전력소비 정보와 연결상태 정보 등을 관리하며, 서버와의 접속 이벤트 정보도 관리한다. 두 번째로는 서버 등록관리 부시스템이다. 이는 전력소비 정보를 모니터링하기 위해 개별 서버를 등록하는 과정이다. 이를 위해 서버의 H/W 및 S/W 자원정보 등을 등록하여 개별 서버의 자원정보, 전력소비 정보 및 모니터링의 시작과 중지 등을 관리한다. 세 번째로는 절전정책 관리 부시스템이다. 이는 개별 서버의 전력소비 패턴 분석 완료 후 전력 절전정책을 개별 서버에 적용하고 관리한다. 네 번째로는 전력소비 분석 부시스템이다. 이는 등록된 서버의 전력 소비 분석에 대하여 기간별, 시간별 등으로 쉽고 편리하게 비교 분석할 수 있도록 전력 소비 분석에 대한 정보를 그래픽 형태로 생성해 준다. 마지막으로 환경설정 부시스템이다. 이는 관리자와 사용자 관리, 전력소비량과 CPU 사용률 알림정보, 구현된 PSMS정보와 도움말 등의 정보를 제공해 준다.

본 논문에서 제안한 PSMS는 다음의 <그림 4>와 같이 4단계로 동작한다.

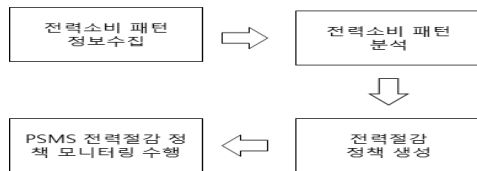


그림 4. PSMS 처리과정  
Figure 4. Processing operation of PSMS

첫 번째 단계에서는 서버의 전력소비 패턴 정보를 수집하는 단계이다. 3.1절에서 살펴본 것처럼 데이터센터의 전력소비 형태 및 환경은 매우 다양하다. 이에 시간별, 주간별, 월간별, 분기별 등의 유형으로 전력소비 정보를 수집한다. 두 번째 단계는 수집된 전력소비 정보를 3.2절의 전력소비 패턴

의 구조화를 기반으로 개별 서버의 전력소비 형태를 고성능, 균형, 절전, 사용자 지정 등 4가지 패턴으로 분석한다. 세 번째로는 전력절감 정책 생성이다. 이는 두 번째 단계에서 분석된 전력소비 형태를 기반으로 클러스터링 작업과 상황인지 기술이 적용된다. 본 논문에서의 전력소비 패턴에 대한 최소 분석 단위는 24시간을 기준으로 수행하며, 이는 다시 주간, 월간, 분기 등의 유형으로 클러스터링 알고리즘을 적용하여 재분석한다. 이를 기반으로 해당 서버에 대한 작업처리 및 환경에 적합한 상황인지 기술을 적용하여 전력절감 정책을 결정하게 된다. 마지막으로 생성된 전력절감 정책은 해당 서버에 적용하여 전력관리 모니터링을 수행한다.

### 3.4 상세 DB

이 절에서는 본 논문에서 구현한 PSMS의 DB 테이블 목록과 상세항목 및 기능에 관하여 기술한다. PSMS에서는 9개의 DB 테이블로 설계하였으며, 각각의 역할 및 기능은 <표 2>와 같다.

표 2. DB 테이블 목록  
Table 2. List of DB table

테이블 이름	역할 및 기능
PSMS_Data	서버 시스템 장치 및 전력사용 이력정보 관리
PSMS_Event_Log	서버 시스템의 이력정보 관리
PSMS_Logging	서버 시스템의 장치로부터 수집된 전력사용 이력정보 관리
PSMS_Login	관리자 계정관리
PSMS_Login_Log	일반사용자 계정관리
PSMS_Map_5x5_x	모니터링 화면의 x축 좌표정보 관리
PSMS_Map_5x5_y	모니터링 화면의 y축 좌표정보 관리
PSMS_Policy	전력절감 정책정보 관리
PSMS_Rack	모니터링 화면의 Rack 정보관리

<표 2>에서 첫 번째는 PSMS\_Data DB테이블이





그림 6. 자원관리 모니터링  
Figure 6. Resource management monitoring

위의 <그림 6>은 PSMS의 첫번째 실행 화면이다. 먼저, ①은 PSMS의 5가지 중 자원관리 모니터링 기능이며, ②는 전력 수집정보를 나타내는 부분이다. ③은 Rack을 구현한 아이콘을 표시하며, 이를 클릭하면 ⑤와 같이 서버를 관리할 수 있는 42개의 Rack 형태 기능을 제공한다. 마지막으로 ④는 서버의 이벤트 정보를 테이블 형태로 관리한다.

#### 4.1.2 서버 등록관리 부시스템

서버등록 관리 부시스템은 4개의 화면과 13개의 세부기능으로 구성하였으며, <표 2>에서 6개의 DB 테이블을 사용하였다. 이에 구현된 결과물은 <그림 7>과 같다.

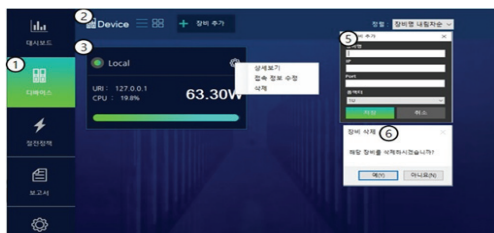


그림 7. 서버 등록관리  
Figure 7. Server registration management

<그림 7>에서 ①은 PSMS의 5가지 중 서버등록기능이며, ②는 등록된 서버의 목록과 등록관리 기능을 제공한다. 이때 등록된 서버관리 정보는 ③번의 아이콘과 ④번의 목록 테이블 2가지 형태로 표현

하며, 장비명, 전력소비량, CPU 전력소비량 등의 항목으로 오름차순과 내림차순으로 정렬할 수 있다. ⑤는 서버 추가를 ⑥은 등록된 서버를 삭제 수 있다.

#### 4.1.3 절전정책 관리 부시스템

절전정책 관리 부시스템은 3개의 화면과 4개의 세부기능으로 구성하였으며, <표 2>에서 2개의 DB 테이블을 사용하였다. 이에 구현된 결과물은 <그림 8>과 같다.

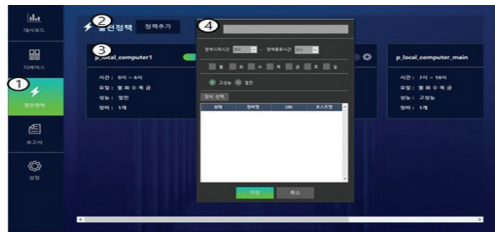


그림 8. 절전정책 관리  
Figure 8. Power saving policy management

위의 <그림 8>은 절전정책 관리 부시스템이다. 먼저, ①은 PSMS의 5가지 중 절전정책기능이다. ②는 전력소비 분석 부시스템을 통해 결정된 서버의 전력절전 정책을 해당 서버에 설정할 수 있다. 이를 위해 ④와 같이 절전정책 입력화면을 구성하였으며, 절전명칭, 시간, 요일, 전력사용 유형, 서버 등의 세부정보를 선택할 수 있다. 마지막으로 ③은 ④를 통해 등록된 절전 정책을 아이콘 형태로 표현한다.

#### 4.1.4 전력소비 분석 부시스템

전력소비 분석 부시스템은 3개의 화면과 23개의 세부기능으로 구성하였으며, <표 2>에서 7개의 DB 테이블을 사용하였다. 이에 구현된 결과물은 <그림 9>와 같다.

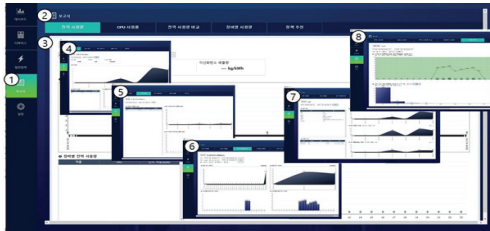


그림 9. 전력소비 분석  
Figure 9. Power consumption analysis

위의 <그림 9>는 전력소비 분석 부시스템이다. 먼저, ①은 PSMS의 5개 주요 기능 중 전력소비 분석 기능이다. ②는 전력소비 분석 부시스템에서 제공하는 전력사용량, CPU사용률, 전력사용량 비교, 장비별 사용량 등 5개의 비교기능으로 구성된 부분이다. ③은 ②번의 세부기능을 선택하였을 때 서버로부터 수집된 전력소비 정보를 ④부터 ⑦과 같이 그래픽 형태로 정보를 나타내준다. 이를 기반으로 최종적으로 ⑧과 같이 해당 서버의 전력절감 정책을 생성한다.

#### 4.1.5 환경설정 부시스템

환경설정 부시스템은 2개의 화면구성과 7개의 세부기능으로 설계하였으며, <표 2>로부터 4개의 DB 테이블을 사용하였다.



그림 10. 환경설정  
Figure 10. Set of configuration

위의 <그림 10>은 이에 구현된 결과물이다. 먼

저, ①은 환경설정 부시스템의 메인이며, 프로그램 정보, 사용자, 알림정보, 도움말 등 4가지 기능을 제공한다. 이에 대한 상세화면은 ②부터 ④까지로 구성하였다.

#### 4.2 비교분석

이 절에서는 2.3절에서 소개한 3가지 모델과 본 논문에서 구현한 모델과의 4가지 항목에 대하여 <표 3>과 같이 상호 비교 분석하였다.

표 3. 비교분석 자료  
Table 3. Item of comparative analysis

구분	A사	B사	C사	제안 모델
1.전력측정 기능	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.절전정책 기능	X	X	X	<input type="checkbox"/>
3.지원 운영체제	X	X	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.시스템 세부자원의 지원	X	X	X	<input type="checkbox"/>

<표 3>에서는 각 항목의 지원 여부에 따른 유·무(와 X)로 상호 비교하였다. 먼저, A사는 Lenovo사의 Xclarity이며, 제조사 공급 형태의 도구이다. B사는 RLE 테크놀로지사의 Power Meter로 주로 전력측정형 전용 도구이다. C사는 시스코사에서 제공하는 Energy Wise로 주로 자사의 장비에 대하여 통합형 모니터링을 수행할 수 있는 도구이다. 앞의 3개 모델은 국내외 데이터센터에 공급되는 주요한 장치들이며, 주요한 목적으로는 데이터센터의 자사 혹은 일부 자원들에 대하여 효율적 운영 관리에 그 목적을 두고 있었다. 따라서 본 논문에서 제안한 PSMS는 데이터센터의 전력 절감이라는 관점에서는 매우 우수함을 보여줄 뿐만 아니라 향후 4차 산업시대를 대비한 에너지 절감 분야에서의 주요한 연구기술이라 할 수 있다.

## 5. 결 론

본 논문에서는 데이터센터의 에너지 절감에 관한 추천정책을 상황인지 기반으로 생성하여 적용하는 모델에 관하여 구현하였다. 일반적으로 데이터센터의 전력 소비 측면에서는 불필요한 전력 소비가 상당 부분 존재할 것으로 추정되었다. 이에 데이터센터의 서버에서 사용되는 전력소비 형태를 기반으로 개별 서버에 대한 전력 절감 정책을 수립하고, 이를 적용하여 불필요한 전력 소비를 절감할 수 있는 PSMS를 설계 구현하였다. 구현한 모델을 기반으로 가상 시뮬레이션 결과는 개별 서버에 대한 전력 소비의 5%에 해당하는 절감 요소가 있는 것으로 판단되었다. 이에 향후 연구과제로는 데이터센터의 구성 요소에 대한 제어기술과 이를 통합할 수 있는 모니터링에 관한 연구를 진행할 예정이다.

## References

- [1] <http://www.ciokorea.com/news/128334>, Jan. 2020.
- [2] <http://www.munhwa.com/news/view.html?no=2018011701032809000001>, Jan. 2020.
- [3] H. J. Lee, M. Y. Jung, C. G. Kim, and H. J. Kim, *A study on energy saving monitoring system of data center based on context awareness*, Journal of Convergence for Information Technology Korea Information Science Society, Vol. 9, No. 1, pp. 1-8, 2019.
- [4] Y. H. Lee, and H. S. Kim, *A study on computer center maintenance savings through NT server consolidate virtualization*, Journal of the Korea Society of Computer and Information, Vol. 19, No. 2, pp. 11-19, 2014.
- [5] B. J. Jun, D. B. Yun, and S. S. Shin, *Improved integrated monitoring system design and construction*, Convergence Society for SMB, Vol. 7, No. 1, pp. 25-33, 2017.
- [6] H. J. Lee, J. S. Han, Y. K. Jung, I. U. Lee, and S. H. Lee, *A technology of context-aware based building management for energy efficiency*, Convergence Society for SMB, Vol. 2, No. 1, pp. 69-75, 2012.
- [7] J. Y. Oh, D. Y. Y. Yun E. S. Jung, Y. T. Lee, and K. G. Chung, *Virtualization based Server-Client Model for Reducing Power Consumption*, Korea Information Science Society, pp. 1170-1172, 2015.
- [8] H. J. Lee, M. Y. Jung, G. S. Lee, and H. J. Kim, *A study of efficient power management for intelligent data center system*, Proceedings Conference on Knowledge Information Technology and System, Vol. 11, No. 2, 2017.
- [9] M. Y. Jung, H. J. Lee, G. S. Lee, and H. J. Kim, *A study on energy conservation system of integrated computing center based on context awareness*, Proceedings Conference on Knowledge Information Technology and System, Vol. 11, No. 1, 2017.
- [10] H. J. Lee, M. Y. Jung, G. S. Lee, and H. J. Kim, *A study on energy conservation system of university of computing center based on machine learning*, Proceedings Conference on Knowledge Information Technology and System, Vol. 12, No. 1, 2018.
- [11] <http://magazine.contenta.co/2017/12/2>, Jan. 2020.
- [12] <https://www.lenovo.com/kr/ko/data-center/systems-management/xclarity-energy-manager/>, Jan. 2020.

[13] [https://www.rohde-schwarz.com/kr/products/test-and-measurement/overview/test-measurement-overview\\_229579.html](https://www.rohde-schwarz.com/kr/products/test-and-measurement/overview/test-measurement-overview_229579.html), Jan. 2020.

[14] P. Massiglia, and F. Bunn, *Virtual storage redefined: Technologies and applications for storage virtualization*, VERITAS Software Corporation, 2003.

[15] J. Y. Oh, D. Y. Y. Yun E. S. Jung, Y. T. Lee, and K. G. Chung, *Virtualization based server-client model for reducing power consumption*, Korea Information Science Society, pp. 1170-1172, 2015.

[16] H. J. Lee, M. Y. Jung, C. G. Kim, and H. J. Kim, *A study on monitoring tool of web server system for effective power management policy of data center*, Proceedings Conference on Knowledge Information Technology and System, Vol. 12, No. 2, 2018.

의 전력소비에 관하여 다양한 요인을 적용할 수 있으며, 그에 따른 전력소비 패턴을 생성한다. 생성된 전력소비 패턴은 개별 서버의 절감정책으로 반영되어 효율적인 전력 절감을 수행할 수 있었으며, 가상 시뮬레이션 결과 서버 전력소비량의 5% 내외 정도가 절감될 것으로 예상되었다.

## 감사의 글

이 논문은 2018~2019년도 경남과학기술대학교 대학회계 연구비 지원에 의하여 연구되었음.

## 데이터센터 서버의 전력사용량 패턴 기반 전력절감 관리시스템의 구현

이화정<sup>1</sup>, 정민영<sup>1</sup>, 김창근<sup>2</sup>, 김현주<sup>2</sup>

<sup>1</sup>경남과학기술대학교 컴퓨터공학과 박사수로

<sup>2</sup>경남과학기술대학교 컴퓨터공학과 교수

### 요 약

최근, 4차산업혁명의 등장과 인터넷 환경의 발전은 2014년도 인터넷 사용자가 24억 명에서 2017년도에는 38억 명으로 불과 3년 만에 42%나 폭발적으로 증가한 것으로 조사되었다. 이와 같은 인터넷 사용자의 급속한 증가는 데이터센터 서버의 데이터 처리량 증가를 불러오게 된다. 이는 데이터센터의 전력 소비에 많은 영향을 주게 되어, 전력소비의 주요한 원인 중의 하나가 된다. 이에 본 논문에서는 데이터센터의 개별 서버에 대한 전력사용량 패턴을 기반으로 하는 전력절감 모니터링 시스템을 설계하고 구현하였다. 본 논문에서 제안한 시스템은 상황인식 기술을 기반으로 개별서버



**Hwa-Jeong Lee** received the B.S. and M.S. degrees in computer science from Gyeongnam National University of Science and Technology, Korea in 2006, 2010 respectively. His research interests include XML and Mobile Programming.

*E-mail address:* hwajung@gntech.ac.kr



**Min-Young Jung** received the B.S. and M.S. degrees in computer science from Gyeongnam National University of Science and Technology, Korea in 2001, 2013 respectively. His research interests include XML and Mobile Programming.

*E-mail address:* myjung@iworks.kr



**Chang-Geun Kim** received the B.S., M.S., and Ph.D. degrees in computer science from Gyeongsang National University and Gyeongnam University, Korea in 1985, 1991, and 1999 respectively. Since 1995 he has

1991, and 1999 respectively. Since 1995 he has

been with Gyeongnam National University of Science and Technology, Korea, where he is currently an associate professor in the Department of Computer Science. His research interests include computer networking, data communication, and e-business.

*E-mail address:* cgkim@gntech.ac.kr



**Hyun-Ju Kim** received the B.S., M.S., and Ph. D. degrees in computer science from Gyeongsang Namtional University and Soongsil University, Korea in 1988, 1990, and 2000. respectively. Since 2002 he has been with Gyeongnam National University of Science and Technology, Korea, where he is currently an professor in the Department of Computer Science & Engineering. His research interest include Information Retrieval, XML and Mobile Programming.

*E-mail address:* khj@gntech.ac.kr