

특허 동향 분석을 통한 에너지 관리 시스템 중점 기술 개발 항목 도출

최 정 열*

Deriving Key Technology Development Items for Energy Management Systems through Patent Trend Analysis

JungYul Choi*

요 약

산업 분야의 에너지 소비량 증가로 인해 지구 온난화가 큰 문제로 대두되고 있어 에너지 절감에 대한 관심이 그 어느 때 보다 높다. 본 논문은 에너지 관리 시스템 분야의 기술 특허 동향을 분석함으로써 주요국 대비 우리나라의 기술 수준을 파악하고자 한다. 이를 통해서 향후 우리나라가 중점적으로 추진해야 할 에너지 관리 시스템의 중점 기술 개발 항목을 도출하였다. 사회 수요 및 기술 변화를 고려하고 에너지 관리 시스템의 핵심 기술력 확보를 위해서 지능형 복합센서, 클라우드 기반의 EMS 플랫폼 기술, 대용량 데이터 처리를 위한 빅데이터 시스템, 에너지 AI 기술, EMS의 디지털 트윈 활용 기술, 넷제로 빌딩을 위한 ESS 연계 EMS 기술 등을 중점적으로 개발해야 할 것이다.

키워드 : 국제특허분류, 에너지 관리 시스템, 인공지능, 정보통신기술, 특허

Key Words : International Patent Classification (IPC), Energy Management Systems (EMS), Artificial Intelligence (AI), Information and Communications Technology, Patent

ABSTRACT

Global warming has emerged as a major problem due to the increase in energy consumption in the industrial sector, and interest in energy saving is higher than ever. This paper aims to understand the technological level of Korea compared to major countries by analyzing technology patent trends in the field of energy management systems. Through this, we derived the key technology development items of the energy management systems that Korea should focus on. In order to secure the core technology of the energy management system in consideration of social demands and technological changes, it will be essential to focus on the development of intelligent composite sensors, cloud-based EMS platform technology, big data systems for large-scale data processing, energy AI technology, digital twin utilization technology for EMS, and EMS technology integrated with ESS (Energy Storage System) for net-zero buildings.

* First Author : Sungkyul University, Department of Computer Engineering, passjay@sungkyul.ac.kr, 종신회원
논문번호 : 202308-028-0-SE, Received July 28, 2023; Revised September 2, 2023; Accepted September 14, 2023

I. 서 론

산업이 발달함에 따라 에너지 소비량이 증가하고 있으며 이에 따라 지구온난화가 가속화되고 기후 변화로 인한 기상 이변이 속출하고 있다. 지구온난화의 주범으로 꼽히고 있는 온실가스를 감축하고 더 나아가 탄소중립을 달성하기 위해서 전세계가 노력하고 있다. 우리나라의 온실가스 배출량은 유엔기후변화협약(UNFCCC) 당사국 중 11위에 달하므로 지구온난화에 대한 큰 책임이 요구된다. 이에 우리나라는 2030 국가온실가스감축 목표를 설정하고 2050년에는 탄소중립을 달성하는 2050 장기저탄소발전전략을 수립하였다^{1,2)}.

우리나라는 제조업 비중이 높으며, 특히 탄소 배출이 많은 철강, 석유화학 등의 비중이 높은 산업구조를 가지고 있다. 산업 부분의 에너지 소비량과 전력 소비량이 국가 전체 소비량의 절반 이상을 차지하고 있어 에너지 사용에 대한 관리 체계의 마련이 시급하다. 산업 부분의 에너지를 절감하기 위한 노력으로 스마트 그린 산업단지 구축, 재생에너지 확대 및 분산 에너지 계통 구축, 스마트 공장, 공장 에너지 관리 시스템 구축 지원 및 확산 등의 노력이 요구된다^{3,4)}.

에너지를 절감하기 위해서는 현재 소비되는 에너지 사용량을 감시하고, 비효율적이거나 과다하게 에너지가 소비되는 원인이 무엇인지 파악하여 에너지를 절감하고 최적화하는 방안을 마련해야 한다. 이를 위해서 에너지 관리 시스템 (Energy Management System, EMS)이 필수적으로 사용되어야 한다. 에너지 관리 시스템은 가정, 건물, 공장 등 다양한 분야에서 사용된다⁵⁻⁸⁾. 에너지 관리 시스템은 공통적으로는 에너지 및 환경 정보를 측정하고 수집하는 기능, 에너지 소비량 감시 기능, 수집된 데이터를 통계 처리하고 향후 에너지 소비량을 예측하는 기능, 그리고 외부 사용자 및 운영자가 시스템을 이용할 수 있는 가시화 등을 포함한다^{9,10)}. 이외에도 에너지 소비 감시 및 예측 결과를 통해 비효율적으로 운영되는 설비를 찾아내고 절감 방안을 마련하고 에너지 경영을 지원하는 기능 등을 포함할 수 있다^{5,7)}. 에너지 관리 시스템은 사용 분야와 제조 업체에 따라서 제공되는 기술이 상이하고, 이들이 제공하는 기능 및 서비스가 상이하므로 일관된 기능을 제공할 수 있도록 시스템에 대한 참조모델과 기능 요구사항에 대한 표준이 개발되고 있다^{9,10)}.

탄소 중립 달성을 위한 핵심 요소인 에너지 관리 시스템의 중요성이 높아짐에 따라 각국에서는 시스템 기술력 확보를 위해 많은 노력을 기울이고 있다. 이는 각국에서 출원된 특허 출원 현황을 통해서 확인해 볼 수

있다. 특허는 기업의 핵심 자산이자 경쟁력을 나타내는 수단이므로, 특허 동향 분석 연구는 각국의 기술 경쟁력을 파악하고 및 기술 개발 정책 수립을 위한 중요한 기반으로 활용될 수 있다. 특허 동향 분석 관련 선행 연구로써, 통신 분야의 표준 특허를 분석함으로써 국가 기술 경쟁력을 분석했다^{11,12)}. 국제특허분류(International Patent Classification, IPC)에 기반하여 사물인터넷 분야¹³⁾와 해양 수산 산업 육성 분야¹⁴⁾의 주요 기술 간의 융복합 수준을 연구하였다. 그리고 협력특허분류(Cooperative Patent Classification, CPC)를 활용해서 사물인터넷 기술 간의 연관성 규칙을 분석하였다¹⁵⁾, 또한, 특허 정보를 이용하여 그린 IT 분야의 기술 경쟁력 분석 연구가 수행되었다¹⁶⁾.

이에 본 논문은 에너지 관리 시스템 분야에서 각국의 기술 경쟁력을 파악하고 기술 개발 정책을 수립하기 위해서 각국의 에너지 관리 시스템 관련 특허 동향을 분석하고, 향후 우리나라가 중점적으로 추진해야 할 기술 분야를 도출하고자 한다. 먼저 2장에서는 에너지 관리 시스템의 주요 기술 요소들을 살펴보고, 사용 분야별 에너지 관리 시스템의 특징들을 살펴본다. 3장에서는 각국의 에너지 관리 시스템의 특허 출원 동향을 살펴본다. 최근 13년간의 특허 출원 동향 추이를 통해서 기술 개발 분야의 변화를 살펴본다. 또한 국제특허분류를 통해서 각국에서 출원된 특허의 주요 기술 분야를 파악한다. 4장에서는 3장의 특허 동향 분석 결과를 토대로 향후 우리나라에서 중점적으로 개발해야 할 에너지 관리 시스템 기술 항목을 도출한다.

II. 에너지 관리 시스템

2.1 에너지 관리 시스템의 주요 요소 기술

에너지 관리 시스템의 일차적인 기능은 에너지 소비량을 감시하는 것이므로 에너지 소비량을 측정하고 수집하는 기능이 우선되어야 한다. 에너지를 소비하는 설비에 설치되는 센서 및 계측기는 먼저 식별체계에 따라 식별되며, 실시간 또는 주기적으로 에너지 소비량 및 각종 환경 데이터를 측정하고 수집한다¹⁷⁾. 센서 및 계측기는 측정하는 대상과 사용 분야(가정, 건물, 공장 등)에 따라 달라진다.

센서와 계측기의 종류가 다양하고 수집되는 데이터의 형식, 수집 주기, 통신 방식 등이 상이할 수 있으므로 센서·계측기로부터의 수집된 데이터는 게이트웨이를 통해서 에너지 관리 시스템에 전달된다. EMS가 에너지 관리 대상 구역 내 (on-premise)에 있는 경우는 게이트웨이와 내부망으로 연결될 수 있으나, 클라우드 컴퓨팅

등 외부에 있는 경우에는 인터넷을 통해서 연결된다. 이들 간에는 데이터 보안을 위한 보안 프로토콜이 적용될 수 있다.

센서 계측기가 측정하거나 측정된 데이터를 전송하는 과정에서 데이터가 누락되거나 오류가 발생할 수 있다. 따라서 EMS는 게이트웨이로부터 수집한 데이터를 저장하기에 앞서 수집 데이터의 누락 및 오류 여부를 파악하고 보정하는 등의 전처리를 수행한다. 센서 계측기로부터 수집한 데이터 외에 날씨 등 외부 시스템으로부터 수집한 데이터를 결합하여 새로운 데이터를 생성할 수도 있다. EMS는 실시간으로 수집하는 방대한 데이터를 효율적이고 빠르게 처리할 수 있는 데이터베이스가 요구된다.

서버 플랫폼은 데이터 처리 및 분석을 위한 중앙 허브로서의 역할을 수행한다. 실시간 에너지 소비량 감시, 과거 데이터에 대한 통계 분석, 머신러닝 기술에 기반한 향후 추이 예측을 수행하고, 이들 정보를 바탕으로 에너지 절감 및 에너지 경영을 위한 정보를 제공한다^{5,7)}.

데이터 시각화는 사용자가 에너지 정보를 종합적으로 감시하고 에너지 관리 시스템을 운용할 수 있는 수단을 제공한다. 에너지 소비 패턴 및 추세 등을 표와 그래프 형태로 대시보드로 나타낸다.

2.2 분야별 에너지 관리 시스템의 특징

홈 에너지 관리 시스템 (Home Energy Management System, HEMS)은 개별 주거용 부동산에서의 에너지 감시 및 관리를 위해서 사용된다^{5,18)}. 일반적으로 에너지 소비 규모가 작고 에너지 소비 장치의 수가 제한적이다. 가정에서의 에너지 소비 패턴은 냉난방, 가전제품, 조명, 요리 등 주거 활동을 중심으로 이루어진다. 에너지는 전력을 주 대상으로 한다. HEMS는 부하별 에너지 소비, 피크 및 비피크 시간대의 에너지 사용 최적화 등이 주요 기능이다. 가정의 에너지 소비량을 감시하기 위해서 가전기기 등을 홈 네트워크로 연결한다. 태양광 등 재생에너지를 이용하는 경우에는 에너지 저장 시스템 (Energy Storage System, ESS)과 연동하여 에너지를 관리하도록 한다.

건물 에너지 관리 시스템 (Building Energy Management System, BEMS)은 건물의 쾌적한 실내 환경을 유지하고, 에너지를 효율적으로 사용하도록 건물 내의 설비를 제어, 관리, 운영하는 시스템이다⁹⁾. 공조, 냉난방, 조명, 전력 등 건물 내의 설비를 관리하고 운전 상태를 감시 및 제어하는 건물 자동화 시스템 (Building Automation System, BAS)이 수행하던 기능 외에 건물에서 소비되는 에너지를 감시 및 관리하고,

에너지 절감을 위한 장비 제어에 초점을 둔 것이 BEMS라고 할 수 있다. BEMS는 냉난방, 환기 및 공조, 급탕, 조명, 전열, 운송, 취사, 전산 등 다양한 용도로 에너지 소비가 이루어지므로 에너지 용도에 따른 감시와 관리가 이루어진다¹⁷⁾.

공장 에너지 관리 시스템 (Factory Energy Management System, FEMS)은 공장 내의 공정 및 유틸리티 설비에서 소비되는 에너지 정보를 수집 및 감시하고, 에너지원단위 분석 및 효율 진단을 통해서 공정의 에너지 효율을 향상시키고 에너지 경영을 지원할 수 있는 시스템이다¹⁰⁾. 공장에서의 에너지 관리는 에너지의 공급과 소비가 이루어지는 전과정에서 발생하는 데이터를 수집하여 에너지와 비용 측면에서 이루어져야 한다. 공장에서는 제품을 제조하는 생산 설비와 생산 설비를 구동하기 위한 에너지를 공급하는 유틸리티 설비를 운영한다. 따라서 공정별, 설비별, 에너지원별로 에너지 소비 현황을 파악하고, 각 설비의 운영 정보를 감시함으로써 효율적으로 에너지 소비를 관리하도록 한다. FEMS를 통해서 에너지 관리 기준을 정립하고, 에너지 소비 분석을 통해 공정 및 계통의 효율화를 이루도록 전사 관점의 에너지 경영을 수행하도록 한다.

III. 에너지 관리 시스템 기술 분야별 국내외 특허 동향 분석

3장에서는 에너지 관리 시스템의 기술 분야 별로 국내외 특허를 분석하였다. 특허는 특허검색서비스인 키프리스¹⁹⁾를 이용해서 검색했으며, 주요국의 특허 결과를 동일하게 얻기 위해서 동일한 영문 키워드를 사용하였다. 검색 결과는 출원되어 공개된 건에 대해서만 사용했다(거절, 취하, 소멸 등은 제외). 검색 기간은 2010년 1월부터 2022년 12월로 지정했다. 검색 결과 중에서 에너지 관리 시스템 자체에 대한 내용이 아닌 유관 분야로서 연관성이 낮은 특허는 제외하고 분석했다.

그림 1은 연도별 주요 국가의 에너지 관리 시스템의 특허 출원 건수를 나타낸다. 지난 13년간 누적 특허 출원 건수는 중국이 354건으로 가장 많고, 우리나라는 125건으로 123건인 미국보다 다소 많은 특허가 출원되었다. 다만, 유럽과 일본은 각각 31건과 18건으로 상대적으로 낮은 것으로 조사되었다. 특허를 출원하고 공개되기까지 시간이 소요되는 점을 감안할 때, 2010년 이

1) 특허 검색은 2023년 1월에 시행했으며, 이후에 추가로 공개되거나 취하되는 특허가 발생할 수 있다. 특히 논문에서 제시한 2022년 특허출원 건수는 미공개된 특허로 인해서 추후 증가될 것으로 예상된다.

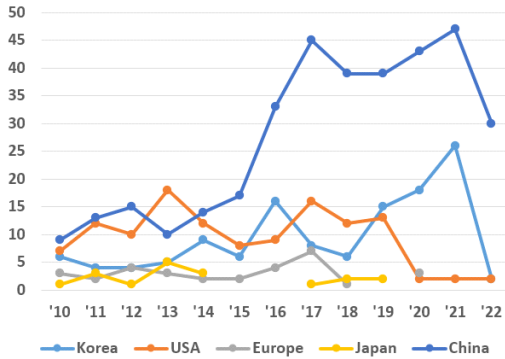


그림 1. EMS의 특허 출원 건수
Fig. 1. Patent trends of EMS

후 특허 출원이 꾸준히 증가하는 것을 볼 수 있다. 이는 에너지 감시 및 절감을 위한 중요한 장비인 에너지 관리 시스템에 대한 관심과 수요의 증가에 따른 기술력 확보에 따른 것으로 볼 수 있다.

에너지 관리 시스템은 사용 분야에 따라서 가정, 건물, 공장 등에서 활용될 수 있다. 그림 2는 주요국의 사용 분야별 에너지 관리 시스템의 특허 출원 건수를 나타낸다. 대부분의 주요국에서 BEMS 관련 특허가 443건으로 가장 많이 출원되었고, 그 다음으로 HEMS가 166건, FEMS가 40건으로 뒤를 따르고 있다. 건물의 에너지 관리는 BAS와 관련해서 오래전부터 기술 개발이 이루어지고 건물에 적용되고 있어 특허 출원이 활발하게 진행된 것으로 보여진다. 공장 에너지 관리는 그 파급효과가 크나, 공장의 공정 및 설비와 활용되는 에너지원이 다양하고, 에너지 절감보다는 생산량 증대가 주목적이다 보니 아직은 특허가 많이 출원되지 않고 있다.

그림 3은 최근 우리나라에서 출원된 에너지 관리 시스템의 사용 분야별 특허 건수를 나타낸다. 그림 2에서

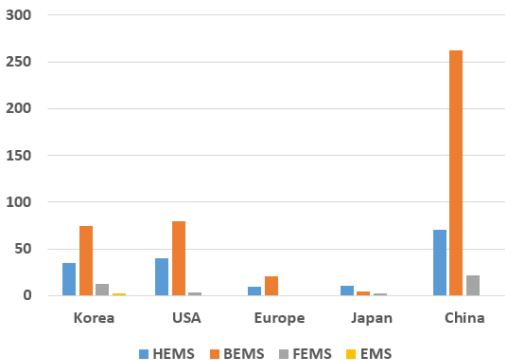


그림 2. 사용 분야별 EMS의 특허 출원 건수
Fig. 2. Patent trends of EMS in application areas

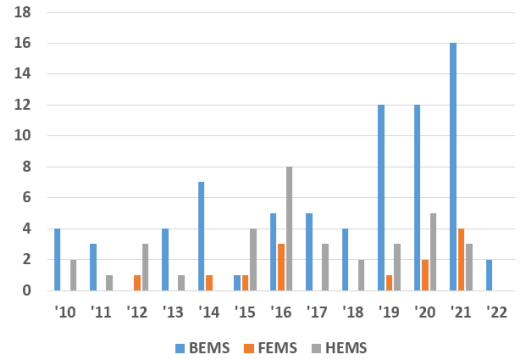


그림 3. 사용 분야별 우리나라의 EMS 특허 출원 건수
Fig. 3. Patent trends of EMS per application areas in Korea

살펴보았듯이 BEMS 관련 특허 출원이 75건으로 가장 많으며, 최근에 올수록 지속적으로 증가하는 경향이 있다. HEMS는 총 35건의 특허가 출원되었으나 이후에는 그 다소 출원 건수가 낮아지는 경향이 있다. 출원된 특허의 내용을 살펴보면, 초기에는 가정 내 에너지를 관리하는 기본적인 기능과 관련한 특허가 주로 출원되었으며, 이후에는 전기차량 충전 연계, 태양광 등 ESS 등과 연계되는 기능을 갖는 특허가 출원되었다. 한편, FEMS는 총 13건이 출원되었으나, 2020년대 후반 들어 특허 출원 건수가 증가하고 있다. FEMS도 HEMS의 특허 출원 경향과 유사하게, 초기에는 공장 에너지 관리를 위한 기본적인 기능과 관련한 특허가 주로 출원되었고, 이후에 태양광 발전소 공장 연계, 인공지능을 활용한 에너지 관리 등 다양한 기술과 연계된 특허가 출원되고 있다.

다음으로 각국의 에너지 관리 시스템의 특허 동향을 기술 분류 관점에서 살펴본다. 특허에는 출원시 특허의 기술적 분류와 검색을 위해서 국제특허분류(International Patent Classification, IPC)를 부여된다. IPC는 세계지식재산권기구(WIPO)가 공포한 특허 분류 방식으로, 체계적으로 특허 기술을 분류, 검색, 관리할 수 있도록 한 국제적인 특허 분류 체계이다²⁰⁾. IPC는 섹션 (Section) - 클래스(Class) - 서브클래스(Subclass) - 메인 그룹(Main Group) - 서브그룹(Subclass)의 코드 체계로 구성된다^{20,21)}. 섹션은 영문 대문자 A ~ H 8개로 기술 산업 분야를 구분하며, 클래스는 두 자리 숫자로, 서브 클래스는 한자리 영문 대문자로 표시한다. 각 서브 클래스는 좀 더 세분화하여 그룹(‘숫자’로 표시)과 서브 그룹(2~3자리 숫자로 표시)으로 표시한다. 특허의 서지 정보에는 기술적 범위에 따라 IPC가 하나 또는 그 이상 부여된다. 특허의 기술적 범위가 한정적인 경우

에는 하나의 ‘주분류’만을 부여하지만, 여러 기술이 활용되거나 융합 기술이 적용되는 경우는 ‘주분류’ 외에 다수의 ‘부분류’를 포함한다¹³⁾.

그림 4는 IPC의 서브클래스를 기준으로 ‘주분류’ 관점에서 각국의 EMS 관련 특허 출원 현황을 나타낸다. 전체적으로 보면 G06Q (185건)가 가장 많고, 그 다음으로 G05B (159건), H02J (66건), G06F (39건), H04L (35건), F24F (32건) 등이 뒤따른다. 우리나라는 G06Q, 분야에서 우위를 나타내고 있으며, F24F와 H02J 분야에서도 경쟁력이 있다. 미국은 F24F와 G06F 분야에서 우위를 가지고 있으며, G05B 분야에서도 중국 다음으로 경쟁력이 있다고 볼 수 있다. 중국은 G05B, H02J, H04L 분야에서 높은 우위를 나타내고 있으며, G06Q, G06F 분야에서도 경쟁력이 있다고 볼 수 있다.

한편, IPC의 서브클래스를 기준으로 ‘주분류’와 ‘부분류’를 모두 고려하고, 우리나라에서 출원된 특허를 기준으로 다시 정리한 경우는 그림 5와 같다. 아래 그림에서 제시한 서브클래스는 우리나라에서 출원한 특허 중에서 상위 10개의 기술 분류에 따른 것이다. 하나의 특허에 여러 IPC가 연관될 수 있으며, 서브클래스는 하위에 메인그룹/서브그룹으로 구분되므로 하나의 특허에 동일한 서브클래스 단위의 IPC가 설정된 경우가 있

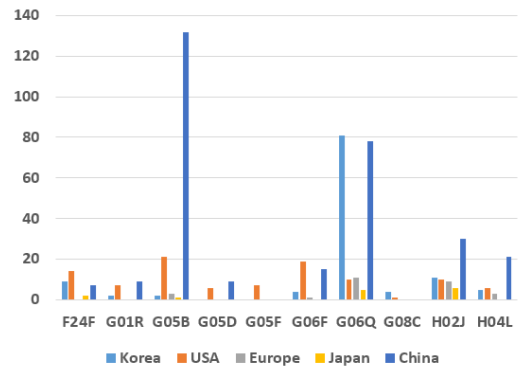


그림 4. IPC 서브클래스에 따른 EMS 특허 출원 건수
Fig. 4. Patent trends of EMS by IPC subclasses

다. 그림 4와 유사하게 그림 5에서도 우리나라에서 출원된 특허는 G06Q가 가장 많고, 그 다음으로 F24F, H02J 등이 뒤를 따른다. 한편 그림 4에서는 없던 G06N, G16Y, H05B 분야의 특허가 우리나라에서 출원되었다. 특히, H05B는 우리나라에서만 출원되었다. 그림 4와 5에 있는 IPC 코드에 대한 설명은 표 1에서 기술하였다²¹⁾.

표 2는 우리나라에서 최근 13년과 최근 4년 내에 출원된 EMS 특허를 서브 그룹 수준에서 가장 많이 연관

표 1. EMS 관련 IPC 설명
Table 1. Explanation of IPC related to EMS

Codes	Explanation
F24F	AIR-CONDITIONING; AIR-HUMIDIFICATION; VENTILATION; USE OF AIR CURRENTS FOR SCREENING
G01R	MEASURING ELECTRIC VARIABLES; MEASURING MAGNETIC VARIABLES
G05B	CONTROL OR REGULATING SYSTEMS IN GENERAL; FUNCTIONAL ELEMENTS OF SUCH SYSTEMS; MONITORING OR TESTING ARRANGEMENTS FOR SUCH SYSTEMS OR ELEMENTS
G05D	SYSTEMS FOR CONTROLLING OR REGULATING NON-ELECTRIC VARIABLES
G05F	SYSTEMS FOR REGULATING ELECTRIC OR MAGNETIC VARIABLES
G06F	ELECTRIC DIGITAL DATA PROCESSING
G06Q	INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGY [ICT] SPECIALLY ADAPTED FOR ADMINISTRATIVE, COMMERCIAL, FINANCIAL, MANAGERIAL OR SUPERVISORY PURPOSES; SYSTEMS OR METHODS SPECIALLY ADAPTED FOR ADMINISTRATIVE, COMMERCIAL, FINANCIAL, MANAGERIAL OR SUPERVISORY PURPOSES, NOT OTHERWISE PROVIDED FOR
G16Y	INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGY SPECIALLY ADAPTED FOR THE INTERNET OF THINGS
G08C	TRANSMISSION SYSTEMS FOR MEASURED VALUES, CONTROL OR SIMILAR SIGNALS
H02J	CIRCUIT ARRANGEMENTS OR SYSTEMS FOR SUPPLYING OR DISTRIBUTING ELECTRIC POWER; SYSTEMS FOR STORING ELECTRIC ENERGY
H04L	TRANSMISSION OF DIGITAL INFORMATION
H05B	ELECTRIC HEATING; ELECTRIC LIGHT SOURCES NOT OTHERWISE PROVIDED FOR; CIRCUIT ARRANGEMENTS FOR ELECTRIC LIGHT SOURCES, IN GENERAL

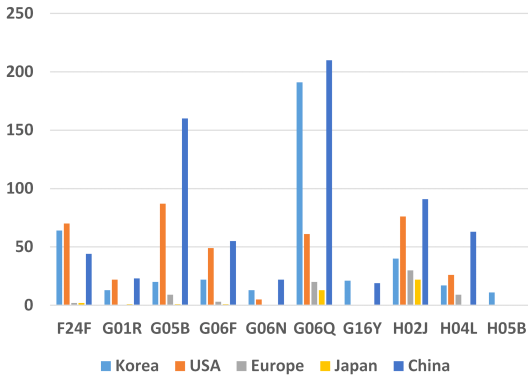


그림 5. 우리나라를 기준으로 IPC 서브클래스에 따른 EMS 특허 출원 건수
Fig. 5. Patent trends of EMS by IPC subclasses based on Korea

표 2. 서브그룹 수준에서 EMS와 관련성이 높은 IPC
Table 2. IPC most related to EMS patents at the subgroup level in Korea

Ranking	Codes (2010-2022)	Codes (2019-2022)
1	G06Q 50/06	G06Q 50/06
2	G06Q 50/10	G06Q 50/10
3	G06Q 20/14	G06N 3/08
4	G06Q 10/04	F24F 11/46
5	G06N 3/08	G06Q 10/06
6	H02J 3/00	G16Y 10/80
7	H02J 13/00	H02J 3/00
8	G06Q 10/06	G06Q 10/04
9	F24F 11/46	H05B 47/11
10	F24F 110/1	G16Y 20/10
11	H02J 3/14	G06Q 50/30
12	G05B 23/02	G16Y 40/30
13	G06Q 50/30	F24F 11/63
14	H02S 40/30	F24F 110/1
15	G16Y 10/80	G05B 23/02
16	H05B 45/00	G16Y 20/30
17	F24F 110/2	F24F 11/56
18	H04L 12/66	G06F 9/451
19	G06F 3/048	G07C 9/00
20	F24F 11/63	G06F 3/048

된 기술 분야를 각각 나타내었다. 산업 수요와 기술 개발 수준에 따라서 시기별로 출원된 특허의 기술 분야가 달라진 것을 알 수 있다. 짧은 글씨체로 표시된 코드는 두 기간 내에 모두 존재하는 기술 분류이고, 오른쪽 열

(2019-2022)의 밑줄친 기술임 글씨체로 표시된 코드는 새롭게 나타난 기술 분류이다. 특히, G16Y 서브클래스의 하위 분야로 G16Y 20/10, G16Y 40/30, G16Y 20/30이 새롭게 등장했는데, 이들의 기술 분야는 ‘사물 인터넷 (IoT)에 특히 적합한 정보 및 통신 기술 (G16Y)’ - ‘사물에 의해 감지 또는 수집되는 정보-환경에 관한 것. 예. 온도; 위치에 관한 것 (20/10)’, ‘정보처리 목적에 특징이 있는 IoT-제어 (40/30)’, ‘사물에 의해 감지 또는 수집되는 정보-자원에 관한 것. 예. 소비 전력 (20/30)’ 등으로 에너지 관리 시스템에서 에너지 및 환경 정보를 수집하기 위한 방법으로 사물 인터넷 기술을 활용하는 특허들이 최근에 출원되고 있음을 알 수 있다.

IV. 에너지 관리 시스템 분야 중점 기술 개발 항목

4.1 타국과의 경쟁력을 고려한 중점 기술 개발 항목

3장에서 살펴본 주요 국가의 특허 출원 동향을 통해서 우리나라가 중점적으로 추진해야 할 에너지 관리 시스템의 기술 개발 항목은 다음과 같다. 먼저 사용 분야 측면에서는 EMS 중에서 FEMS 관련 기술 개발이 시급하다. 산업 부문의 에너지 소비량과 전력 소비량이 국가 전체 소비량의 절반 이상을 차지하고 있으므로 탄소 중립 달성을 위해서 FEMS의 중요성이 증가하고 있으나 특허 출원 건수는 낮은 수준이다. 따라서 FEMS 기술을 개발하여 공장에 적용함으로써 효과적으로 에너지 소비량을 감시하고 절감할 수 있을 것이다. 공장은 생산하는 제품에 따라서 공정 및 설비, 소요되는 에너지원이 다양하므로 공장 환경에 적합한 기술 개발이 요구된다.

기술 항목 측면에서는 주요국 대비 다소 열세에 있는 G01R(전기변량의 측정), G05B(제어계 및 조정계 일반), G05D(비전기적 변수를 제어하거나 조절하기 위한 시스템), G06F(전기에 의한 디지털 데이터처리), H02J(전기에너지를 저장하기 위한 시스템), H04L(디지털 정보의 전송) 항목과 관련한 기술을 개발할 필요가 있다.

4.2 사회 수요 및 기술 변화를 고려한 중점 기술 개발 항목

인공지능, 빅데이터, 클라우드 컴퓨팅, 디지털 트윈 등과 같은 4차 산업혁명의 주요 기술들의 발전은 EMS 분야에도 많은 영향을 미치고 있다. 표 3은 에너지 관리 시스템 분야에 활용될 수 있는 기술 분야와 관련 내용을 정리하였다. 표 3에 기술한 바에 따라 향후 기술 경쟁력 확보를 위해서 추진해야 할 EMS 분야의 주요 기술 개발 항목은 다음과 같다.

표 3. 4차 산업혁명 기술의 에너지 관리 시스템 적용
Table 3. Applications on EMS with the 4th industrial revolution technology

Areas	Applications	Reference
AI	Perform energy consumption and demand forecasting, predict breakdowns and failures, and provide energy management information	[26][28]
Big data	Complex processing of various data such as energy, weather, environment, and manufacturing output. High-speed statistical processing of accumulated time series data	[26]
Cloud computing	Remotely manage the energy information of one or more buildings or factories and flexibly utilize computing resources as needed. Implementing an extensible platform by composing functional elements in micro service units	[27]
Digital twin	By implementing objects related to energy use in the real world as objects in the virtual world, energy data measurement, collection, analysis, diagnosis, optimization and system control performed.	[28][29][30]
ESS	Linkage between ESS and EMS to utilize renewable energy such as photovoltaic and use it as a microgrid	[31]
Net-zero building	Achieve carbon neutrality through zero energy consumption by managing energy consumption information as well as energy production information such as renewable energy	[30]
Open API	Linkage with external systems/services such as manufacturing execution systems, energy management information systems, weather information systems, etc. Support to linkage with industrial complex, community and city-level energy management.	[25][26]
Sensors/meters	Intelligent complex sensors that can supplement existing information or provide new information through AI learning inference based on multiple sensing data are required to improve data accuracy and error correction.	[23][24]

에너지 관리 및 경영을 위해서는 먼저 에너지 소비량 및 관련 데이터의 누락없는 정확한 측정과 수집 기술이 필요하다. 이를 위해서 하나 또는 그 이상의 센싱 정보를 바탕으로 인공지능 학습 추론 기술을 활용하여 수집 데이터를 보정하거나 새로운 정보를 제공할 수 있는 지능형 복합센서의 개발이 요구된다.

EMS는 대상 건물이나 공장의 상황에 따라 현장에 배치되거나 클라우드 상에서 운영될 수 있다. 운영 전문가가 부재하거나 다수의 대형 건물이나 공장의 에너지를 관리하는 경우에는 클라우드 컴퓨팅 기반의 플랫폼으로 개발해야 한다. 증가하는 수요에 대처하고 운영 관리의 용이성을 위해서 기능 요소를 마이크로서비스로 개발할 필요가 있다. 구축한 플랫폼상에서 실시간으로 수집되는 데이터의 신속한 처리와 에너지 관련 정보 외에 기상, 환경, 제조 생산량 등의 다양한 데이터를 복합적으로 처리하도록 에너지 빅데이터 기술의 개발이 필요하다.

제조 분야에서는 실세계를 가상으로 구현한 디지털 트윈 기술을 이용하여 사전 모의실험을 수행함으로써 생산성을 향상시키는 기술이 활발히 개발되고 있다. 실세계의 에너지 소비 및 생산 관련 객체를 가상 세계의 객체로 구현함으로써 데이터의 측정 및 수집, 에너지 정보의 분석 및 진단, 에너지 소비의 최적화 및 설비

제어 등을 수행할 수 있는 EMS 디지털 트윈 기술 개발이 필요하다.

건물에서 소비되는 에너지를 절감하는 것을 벗어나 이제는 탄소 중립을 위한 넷제로(Net-zero) 빌딩에 대한 요구가 증가하고 있다. 재생 에너지로 운영되어 탄소 배출량이 0인 넷제로 빌딩을 실현하기 위해서 EMS는 에너지 소비를 감시 및 관리하는 기능 외에 에너지 수요 및 공급을 관리할 수 있는 기능으로 확대되어야 한다. 따라서 태양광 등 재생에너지 발전 및 소비량을 관리하기 위해서 ESS의 연동 기술 개발이 필요하다.

EMS를 활용한 에너지 경영을 위해서는 에너지 소비 정보 외에 기상, 환경 정보가 필요하며, 공장의 경우에는 제조 관리 시스템과의 연동, 넷제로 빌딩을 위해서는 에너지 저장 시스템 등의 마이크로그리드와의 연동이 필요하다. 더불어 산업단지 내 공장의 에너지 관리, 도시 내 건물의 에너지 관리로의 확장을 위한 개방형 API 기술의 개발이 요구된다.

V. 결 론

본 논문은 탄소 중립을 실현하기 위해서 에너지를 절감하고 관리하기 위한 주요 기술로서 에너지 관리 시스템의 기술 현황을 분석하기 위해서 주요 국가의 특허

동향을 분석하였다. 사회 수요 및 기술 변화에 따라 각국에서 에너지 관리 시스템의 사용 분야와 기술 변화가 각기 다름을 확인할 수 있었다. 특히 동향 분석 결과를 토대로 향후 EMS 분야에서 중점적으로 개발해야 할 기술 항목을 다음과 같이 도출하였다. 먼저 EMS의 사용 분야로는 에너지 절감의 파급효과가 가장 큰 FEMS의 기술 개발이 시급하며, 기술 항목으로는 주요국 대비 경쟁력 제고를 위해서 IPC 기술 분류 중에서 G01R, G05B, G05D, G06F, H02J, H04L 분야의 기술 개발이 요구된다. 기술 변화를 고려하여 EMS의 핵심 기술력 확보를 위해서 지능형 복합센서, 클라우드 기반의 EMS 플랫폼 기술, 대용량 데이터 처리를 위한 빅데이터 시스템, 에너지 AI 기술, EMS의 디지털 트윈 활용 기술, 넷제로 빌딩을 위한 ESS 연계 EMS 기술, 산업단지 및 도시 수준의 에너지 관리를 위한 개방형 API 기술 등을 향후 중점적으로 개발해야 할 것이다.

References

- [1] Joint ministries, *2050 Carbon neutral promotion strategy*, 2020.12.7., <https://www.korea.kr/archive/expDocView.do?docId=39241>
- [2] S. Lee and J. Choi, "ICT standardization strategy report on green new deal and ESG," *TTA-21168-SD*, TTA, 2021.
- [3] Y. Jang and S. Cho, "Green new deal and ESG," *Inf. and Commun. Mag.*, vol. 39, no. 7, pp. 3-10, 2022.
- [4] J. Ahn, H. Yoon, and E. Shim, "*Trends and implications for European green deal*," Global Market Report 20-024, KOTRA, 2020.
- [5] B. Mahapatra and A. Nayyar, "Home energy management system (HEMS): Concept, architecture, infrastructure, challenges and energy management schemes," *Energy Syst.*, vol. 13, no. 10, pp. 643-669, 2022. (<https://doi.org/10.1007/s12667-019-00364-w>)
- [6] H. Moon, "Recent research trend on building energy management system," *Mag. SAREK*, vol. 42, no. 9, pp. 54-63, 2013.
- [7] D. Mariano-Hernández, et al., "A review of strategies for building energy management system: Model predictive control, demand side management, optimization, and fault detect & diagnosis," *J. Building Eng.*, vol. 33, 101692, 2021. (<https://doi.org/10.1016/j.jobte.2020.101692>)
- [8] C. Kim, J. Kim, S. Kim, and H. Hwang, "Technical trend and use case of factory energy management system for energy saving in manufacturing industry," *Mag. SAREK*, vol. 44, no. 1, pp. 22-27, 2015.
- [9] KS F 1800-1: 2014, *Building Energy Management System - Part 1 : Function and data processing procedure*, 2014.
- [10] KSGA-023-2-1:2022, *Factory Energy Management System - Part 1 : Reference Model*, 2022.
- [11] S. Rho and S. Kim, "Status and trends of standard patents in European Telecommunications Standards Institute," *J. KIICE*, vol. 18, no. 8, pp. 1995-2000, 2014. (<http://dx.doi.org/10.6109/jkiice.2014.18.8.199>)
- [12] S. Rho, "Analysis of RFID standard patent data for RFID technology trends," *J. Advanced Navig. Technol.*, vol. 18, no. 2, pp. 185-190, 2014. (<http://dx.doi.org/10.6109/jkiice.2014.18.8.199>)
- [13] J. Shim, "IPC code based analysis of technology convergence of the IoT patents in South Korea, China, and Japan : Focusing on PCT international applications," *J. KIICE*, vol. 24, no. 7, pp. 949-955, 2020. (<http://doi.org/10.6109/jkiice.2020.24.7.949>)
- [14] K. Kim, "Analysis of the structure and pattern of technological convergence network using international patent classification : Focused on the patents of industry nurture for oceans and fisheries," *Sci. & Technol. Policy*, vol. 3, no. 2, pp. 159-186, 2020.
- [15] J. Shim, "Analysis of technology association rules between cpc codes of the 'internet of things(IoT)' patent," *J. Korea Inst. Inf., Electron., and Commun. Technol.*, vol. 12, no. 5, pp. 493-498, 2019. (<http://dx.doi.org/10.17661/jkiiect.2019.12.5.493>)
- [16] Y. Koo, D. Jeong, and Y. Kwon, "Analysis of technology of green IT fields using patent information," *The J. Korea Inst. Electron.*

- Commun. Sci.*, vol. 8, no. 2, pp. 249-253, 2013.
- [17] KS F 1800-2: 2021, *Building energy management system – Part 2: Selection of data points, data management and determination of energy savings*, 2021.
- [18] SPS-SGSF-053-1-1-6212, *Residential Energy Management System - Part 1: General Requirements*, 2015.
- [19] <http://www.18.or.kr/khome/main.jsp>
- [20] WIPO, *Guide to the International Patent Classification*, 2022 Ed.
- [21] J. Shim, “Analysis of technology convergence of ‘internet of things’ patents by ipc code analysis,” *J. Korea Inst. Inf., Electron., and Commun. Technol.*, vol. 9, no. 3, pp. 266-272, 2016.
(<http://dx.doi.org/10.17661/jkiiect.2016.9.3.266>)
- [22] <https://www.kipro.or.kr/>
- [23] S. Kang, M. Park, Y. Kim, and D. Kang, “Development of remote monitoring system based on IoT synthetic sensor module,” in *Proc. Summer Conf. KIEE*, pp. 1664-1665, Jul. 2020.
- [24] S. An, S. Hong, K. Kim, and M. Sung, “A study on the reduction of energy consumption in WTP by using AI-driven composite sensors,” in *Proc. Symp. KICS*, pp. 56-58, 2023.
- [25] N. H. Motlagh, M. Mohammadrezaei, J. Hunt, and B. Zakeri, “Internet of Things (IoT) and the energy sector,” *Energies*, vol. 13, no. 2, 494, 2020.
(<https://doi.org/10.3390/en13020494>)
- [26] J. Li, et al., “Methods and applications for artificial intelligence, big data, internet-of-things, and blockchain in smart energy management,” *Energy and AI*, vol. 11, 100208, 2023.
(<https://doi.org/10.1016/j.egyai.2022.100208>)
- [27] D. Kwon and Y. Ji, “A study on the architecture of cloud-type factory energy data management system based on microservices,” in *Proc. Symp. KICS*, pp. 114-115, 2022.
- [28] S. Agostinelli, F. Cumo, G. Guidi, and C. Tomazzoli, “Cyber-Physical systems improving building energy management: Digital twin and artificial intelligence,” *Energies*, vol. 14, no. 8, 2338, 2021.
(<https://doi.org/10.3390/en14082338>, 2021)
- [29] C. Lee, S. Lee, Y. Doh, and T. Heo, “CARPE-DIEM: Digital twin based HEMS(Home Energy Management System) framework,” in *Proc. Symp. KICS*, pp. 44-46, 2023.
- [30] J. Kim, Y. Lee, H. Kim, J. Back, and J. Jung, “Smart building and digital twin technology for carbon neutrality,” *The KIEE*, vol. 71, no. 11, pp. 16-25, 2022.
- [31] S. Lee and D. Choi, “Energy management system of energy storage system in heterogeneous environments using federated reinforcement learning,” in *Proc. Summer Conf. KIEE*, pp. 1858-1859, Jul. 2020.

최 정 열 (JungYul Choi)



2000년 2월 : 인하대학교 전자공학과 졸업

2002년 2월 : 한국과학기술원 정보통신공학과 석사

2006년 8월 : 한국과학기술원 정보통신공학과 공학박사

2006년 9월~2011년 2월 : (주)KT 네트워크 연구소 선임연구원

2011년 3월~현재 : 성결대학교 컴퓨터공학과 교수
<관심분야> 그린ICT, EMS, 데이터센터, 사물인터넷
[ORCID:0000-0002-3635-1721]