



재실자 활동량 산출용 센서모듈 개발을 위한 기초 자료 분석

Preliminary Study for the Developing Sensor Module for Estimating Occupant Metabolic Rate

박보랑* · 최은지** · 양영권*** · 김태원**** · 문진우*****

Park, Bo Rang* · Choi, Eun Ji** · Yang, Young Kwon*** · Kim, Tae Won**** · Moon, Jin Woo*****

* School of Architecture and Building Science, Chung-Ang University, South Korea (pbr_1123@naver.com)

** School of Architecture and Building Science, Chung-Ang University, South Korea (ejchl77@gmail.com)

*** School of Architecture and Building Science, Chung-Ang University, South Korea (dora84@naver.com)

**** School of Architecture and Building Engineering, Chung-Ang University, South Korea (xnglish@naver.com)

***** Corresponding author, School of Architecture and Building Science, Chung-Ang University, South Korea (gilerbert73@cau.ac.kr)

ABSTRACT

Purpose: The purpose of this study is to investigate and analyze the possibility of sensor module aiming at estimating occupant's metabolic rate as a preliminary step for developing sensor modules. The possibility is considered by understanding not only policies but recent research trends and sensor market status. **Methods:** In order to accomplish the purpose, 1) the domestic and foreign sensor market and policy status are surveyed, 2) previous studies in the related fields are investigated, and 3) The applicability of sensors and sensor modules in the fields of architecture is investigated and theoretical concepts are studied. **Results:** Based on the analysis of the theories and technologies, the fundamental technology is determined which is applicable to estimate the occupant's metabolic rate. Through the sufficient surveys, it is possible to maximize data collection speed and extendability by utilizing various small sensors including camera sensors related to the MET output. In addition, the possibility of developing an intelligent ultra-small sensor modules consisted of open-source hardware of Raspberry Pi and Arduino with accessibility of IoT environment is identified.

KEYWORD

온열환경
활동량
센서모듈

Thermal Environment
Metabolic Rate
Sensor Module

ACCEPTANCE INFO

Received Nov 17, 2017

Final revision received Dec 6, 2017

Accepted Dec 11, 2017

© 2017 KIEAE Journal

1. 서론

1.1. 연구의 배경 및 목적

4차 산업혁명시대에 들어서면서 인공지능(Artificial Intelligent, AI), 사물인터넷(Internet of Things, IoT), 빅데이터 등 지능정보기술이 기존 산업과 서비스에 융합되거나 여러 분야의 신기술과 결합되어 대부분의 업무가 네트워크로 연결되고 있다.¹⁾ 더불어, 인간과 기기간 상호작용의 필요성이 증가함에 따라 센서기술이 주목되고 있다. 센서기술의 발달로 물리적 세계에 대한 정보 수집이 가능해지고, 네트워크 기술의 발전을 통해 다양한 사물이 연결되어 데이터 수집·분석·활용 등이 가능해짐에 따라 새로운 응용서비스를 창출할 수 있게 되었다.²⁾

건축분야에서도 IoT 기술과 그에 따른 센서의 활용이 활발해지면서 다양한 부문에 적용 중이다. 그럼에도 불구하고 현재까지는 주로 건물의 유지관리, 방범, 화재안전 분야에 한정적 적용에 그치고 있어 재실자가 실제로 필요시하는 온열환경, 실내공기질, 소음, 심리학적 요인 등 복합적인 요인을 포함하는 실내환경질(Indoor Environment Quality, IEQ) 제어에는 적용이 미흡한 실정이다.

현대인은 하루의 90% 이상을 실내에서 보내기 때문에 쾌적하고 친환경적 실내환경의 제공은 재실자 삶의 질을 결정하는 중요한 역할을 담당한다.³⁾ 열환경의 질(Thermal Quality, TQ)은 IEQ를 결정짓는 주요 요소 중 하나로써, 적절한 TQ의 제공은 재실자의 쾌적성, 건강, 생산성 등을 향상시킨다. TQ의 적절한 제공을 위한 각종 열환경 시스템 제어는 건물 에너지의 성능, 환경영향, 경제성 등과도 밀접한 관계가 있다.⁴⁾

기존 열환경 제어의 경우 온도, 습도, 기류속도, 평균복사온도 등 물리적 요소에 기반한 제어법으로서 개별요소의 만족은 가능하나 활동량(Metabolic rate, MET) 및 착의량(Clothing, CLO) 등의 주관적 요소를 배제함에 따라 예상 평균 온열감(Predicted Mean Vote, PMV) 등 통합적 열 환경의 제어에는 한계가 있다. 현재, 활동량 및 착의량에 대한 정보는 비객관적 수치 혹은 임의의 기반으로 가정하여 적용되고 있기 때문에 실제 PMV의 산출이 불가능한 상황이다.

이러한 한계점 개선을 위하여 재실자 실제 MET 및 CLO를 산출할 수 있는 객관적 방법론과 이를 반영한 모델 개발이 필요하다. 현재까지의 PMV 제어 기반의 MET 및 CLO 산출을 위한 시도는 매우 제한적이다. 기존 연구에서는 MET 및 CLO 값의 미고려 또는 임의 값 적용으로 다소 부정확한 값이 산출되었다. 또한, 지나친 기구의 사용을 필요로 하여 실제 건물로의 적용성이 확보되지 못한 상황이다.⁵⁾⁻⁸⁾

따라서 재실자의 실제 MET 산출을 위해 온도, 습도, 기류속도, 평

균복사온도, MET의 복합적 감지가 가능하고 다양한 환경변수를 저비용으로 취득할 수 있으며 단순 적용 및 재실자의 편의를 요구하지 않는 지능형 IoT 센서 개발이 필요하다. 이를 위하여 오픈소스 하드웨어(Open source hardware)를 활용한 종합적 열환경 측정 센서모듈의 개발이 필요하며 개발될 모듈은 데이터 수집의 신속성 및 확장성과 더불어 다양한 IoT환경으로의 적용성이 확보되도록 계획되어야 한다.

이러한 배경 하에 본 연구는 재실자의 실제 MET 산출용 센서 모듈 개발을 위한 기반을 마련하고자 센서 시장, 정책, 최근 연구동향을 조사·분석하는 것을 목적으로 하고 있다. 이를 바탕으로 기술의 개발 가능성 파악과 본 연구가 나아가야 할 방향 및 기술 개발 방안을 마련하고자 하였으며, 추후 IoT 활용 MET 산출 센서모듈 개발을 통해 PMV 제어에 대한 연구에 중요한 기초자료를 제공하고자 한다.

1.2. 연구의 방법 및 범위

본 연구에서는 재실자의 실제 MET 산출을 위한 센서모듈 개발 연구 및 적용 방안 분석을 위하여 기존 자료 분석이 실시되었다. 각종 문헌을 통해 이론 고찰이 실시되었으며 국내·외 시장 및 정책 현황과 관련 분야의 선행연구가 조사되었다. 또한 센서 및 센서모듈의 건축분야에서의 활용성을 조사하고 이론적 개념을 학습하였다.

2. 국내·외 센서 시장 및 정책 현황

세계 센서 시장은 '14년 기준 795억 달러에서 연평균 7.9% 성장하여 '19년에는 1,161억 달러 규모로 성장할 전망이다.⁹⁾ 센서 산업은 기술진입 장벽이 높아 선진국과 일부 기업만 산업경쟁력을 확보중이며, 특히 미국, EU, 일본이 세계시장의 70%를 점유 중이다.¹⁰⁾ 미국은 DARPA'Nano-MEMS Pro., NIH, DoD 등 정부지원 프로그램이 확대되고 있으며 일본은 마이크로머신 프로젝트 중 일환으로 NEDO시스템 제조로 MEMS (Micro Electro-Mechanical Systems)를 주요 사업으로 지원하고 있다. 유럽은 FP7, LETI(프랑스), IMTEK(독일) 등 산·학·연 간 협력연구 지원이 활발하며 중국은 MEMS 센서 신호장치, Actuator 시장 계획, 북경대 및 칭화대의 MEMS 기술 연구 지원이 확대되고 있다.¹¹⁾

국내 센서 시장은 '12년 54억 달러 규모에서 '20년 99억 달러 규모로 연평균 10.5% 성장할 전망이다. 국내기업의 내수시장 점유율은 10.5% 수준으로 매우 낮고, 기술수준은 선진국 대비 65% 수준이다.¹³⁾ 반도체나 디스플레이 분야에서는 강국이나 센서 분야는 후발주자로 기술부족과 열악한 산업기반으로 대부분의 칩을 수입하여 단순 조립하는 수준에 그쳐있다. 또한, 국내 센서 생산 평균 매출액 175억 원의 1.5%인 2.7억 원을 국가 R&D 사업에 투자하고 있어 현재 낮은 R&D사업 지원율을 보이고 있다.¹¹⁾

한편, 미국, 독일 등 일부 선진국에서는 디지털 센서 개발 단계를 지나 스마트 센서 개발에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있으며 첨단 센서의 경쟁력을 타 산업분야 경쟁력의 핵심으로 인식하여 집중 지원하고 있다. 현재 국내 정부는 첨단 스마트 센서 육성사업 등을 추진하여 '20년 기준으로 약 8조 3천억 원의 생산유발, 2조 3천억 원의

부가가치유발 및 약 2만 8천명의 고용유발효과를 가져올 것으로 전망하고 있다. 하지만, 센서 산업의 열악한 산업기반현황, 높은 기술진입 장벽, 센서기술 보호주의 강화로¹²⁾ 센서개발 및 생산에 한계가 있어 현 시점 보다 더 강화된 국가 차원의 적극적인 지원을 필요로 하는 상황이다.

3. 실내 열환경 제어 및 MET 산출을 위한 센서모듈 기술 개발 관련 기존 연구

3.1. 연도별 연구동향

본 연구에서 실내 열환경 제어 및 MET 산출을 위해 센서모듈을 개발하고 활용하기에 앞서 현재까지 건축분야에서 센서모듈의 활용에 대한 연구 동향을 살펴보았다. Fig 2는 최근 10년간의 센서모듈을 활용하여 건축분야의 접근이 이루어진 국내·외 연구를 분석한 그래프이다. 국내 논문의 경우 대한건축학회, 대한설비공학회, 등에서 발간하는 학술지와 웹사이트(한국연구정보서비스, DB-pia)에서 논문을 수집하였고 국외 논문의 경우 웹사이트 (Google Scholer, Science Direct)에 게재된 논문을 수집하였다. 조사 키워드는 'Sensor', 'IoT', 'Building', 'Security', 'Automation', 'Energy', 'PMV' 등으로 제목, 핵심어, 초록을 포함하여 수집하여 동향 분석을 실시하였다.

건축분야 센서모듈 관련 국내·외 연구논문은 총 181건으로 최근 10년간 건축분야 연구 동향은 연도별로 2008년의 1건, 2015년 20건 이후 2017년 54건까지 총 50편 이상 증가하였으므로 이를 통해 건축에서 각종 센서를 결합하여 관리 및 제어를 하는 연구가 점점 가속화되고 있음을 알 수 있었다.

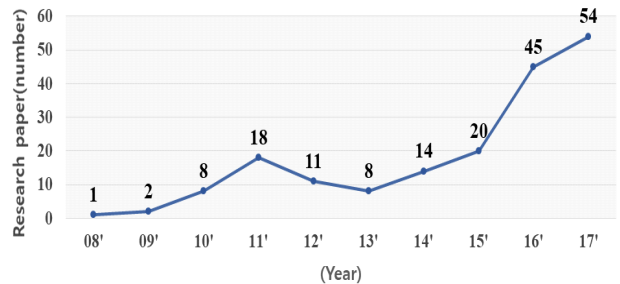


Fig. 1. Year Trends of Sensor Module Research Applied in Architecture

3.2. 주제별 연구동향

최근 트렌드가 반영된 센서모듈 관련 연구 동향 파악을 위해 최근 5년간의 연구 논문을 주제별로 조사·분석되었다. 확인된 논문의 수는 141건이며 건축과 관련된 주요 주제는 크게 센서를 활용한 방법, 화재 등의 보안 시스템, 가정용 장치의 자동화를 통한 Home Automation, 건물에너지관리, 실내 공기질 관리와 PMV 측정 및 제어 등을 포함하는 실내 열환경 제어로 Fig 2와 같이 분류되었다. 건물에너지관리를 위한 센서 활용 논문의 수가 총 49건(34%)으로 가장 많았으며 실내 열환경 제어 관련 연구가 그 뒤를 이어 36건(25%)으로 조사되었다. 또한, 본 연구와 관련이 깊은 실내 열환경 제어에는 적외선 센서를 사용해 적외선 이미지를 기반으로 실시간 재실자의 열 쾌적

성을 모니터링 한 연구(Boris Pavlin 외 5인(2017))⁹⁾, 온도, 습도, 조명 등을 감지하는 센서와 인체의 심박동 수 감지기를 통해 거주자의 상태 정보를 수집하여 신체 활동량을 측정하는 연구(김현희 외 2인(2014))¹⁰⁾, 센서로부터 측정된 근전도 신호를 통한 인체 동작의도 판별 연구(박기원 외 1인(2016))¹¹⁾, 스마트 홈 내에 설치된 환경감지 센서와 웨어러블 디바이스 내장 복합 센서를 이용한 사용자 MET 측정으로 냉난방 제어시스템 제어 연구(이혜진(2016))⁵⁾ 등이 조사되었다. 주제별 연구동향 분석을 통해 건축분야에 센서모듈을 활용한 접근이 점차 증가하고 있다는 것을 알 수 있었다. 그러나 재실자의 실제 행동패턴 인식을 통한 MET 산출이 가능한 센서모듈 기술은 개발되지 않은 것으로 파악되었다. 따라서 기존연구 논문의 센서 기술을 학습하여 이를 바탕으로 행동인식 가능 MET 산출 센서모듈 개발 방안을 마련하고자 하였다.

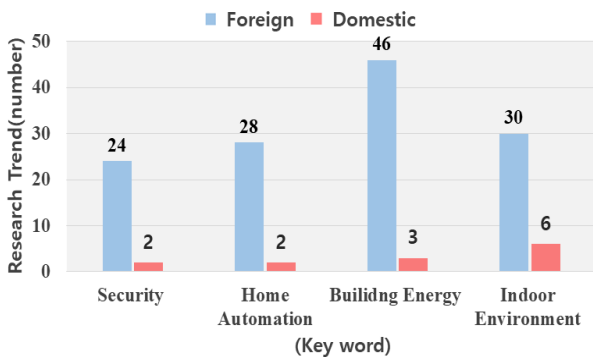


Fig. 2. Trends of Topics in Sensor Modules Applied in Architecture

3.3. 특허 동향

실내 열환경 제어를 위해 센서기술을 적용한 특허에는 온도, 습도, 기류 순환 및 복사 온도 센서가 기본적으로 포함된다. MET의 측정에는 인체의 열 방사량을 측정하는 적외선 센서를 사용하거나 몸체에 부착하는 센서를 통해 실내 공기 순환에 의한 인체의 열 변화를 감지하여 활동량을 제공하는 시스템이 있다.¹⁴⁾ 최근에는 사물인터넷과 광대역 레이더 센싱 기술을 이용한 가정용 모니터링 시스템이 출시되었으며 사람인지 기능, 어른과 아이 구분 기능, 실내 클로터 인지 기능(커튼, 의자, 청소로봇 등), 재실자 기반 자동 제어 기능을 제공한다.¹⁵⁾

위와 같이 다양한 센서기술이 반영된 특허가 조사되었지만 영상 센서를 사용하여 실시간으로 재실자의 행동을 취득하고 이의 데이터를 활용하여 정확한 MET를 산출해내는 기술을 제공하는 특허는 조사되지 않았다. 따라서 본 연구에서는 기존의 MET 산출 기술 대비, 보다 정확하고 용이한 적용성을 가진 재실자의 행동별 최적 MET 산출 모듈로서 쾌적한 실내 열환경을 제공할 수 있는 기술개발이 이루어져야 할 것으로 사료된다.

4. 센서모듈의 활용 및 개념

4.1. 건축분야에서의 센서기술 활용

다양한 환경변수를 저비용으로 취득할 수 있는 IoT센서가 발전하면서 최근 건축에서도 여러 분야에 IoT기반의 센서가 접목이 되고 있다. 건설 현장에서는 가스 센서를 활용해 유해가스를 실시간으로 파악하거나 카메라 센서를 활용한 화재 감시, 온도 센서를 통한 콘크리트 상태 파악 등 주로 정보제공 서비스와 상황 고지 및 커뮤니케이션 서비스에 센서가 접목되고 있다. 또한, 조도, 행동파악, 적외선, 온도 센서를 접목하여 건물 에너지 사용량이나 환기 등을 조절하여 쾌적한 실내공간을 유지하는 방향으로 활용되기도 한다.

국외에서는 건축·건설의 IT 기술 접목과 관련하여 센서를 활용한 구조물 진단 및 시설물 안전 모니터링에 적극적으로 적용되고 있다.¹⁶⁾ 반면, 국내의 경우 선진국에 비하여 센서 생산과 신기술 개발이 뒤쳐져 있으며 활용도 또한 낮다. 특히, 실내 온열환경에 관한 센서 기술 적용은 건물에너지 및 건물 유지관리 등 타 분야에 비해 저조한 실정으로 실내에서 대부분의 시간을 할애하는 현대인들의 실내 쾌적성 및 그로부터 발생하는 에너지 절감에 대한 요구에 적절히 대응하기 위하여 적극적인 센서기술의 도입이 시급하다. 따라서 본 연구에서는 소형 카메라 센서, 동작 인식 센서 등을 적용하여 라즈베리 파이 및 아두이노 오픈소스 하드웨어로 MET 산출용 초소형 센서모듈 개발을 최종 목표로 한다.

4.2. 센서모듈 정의

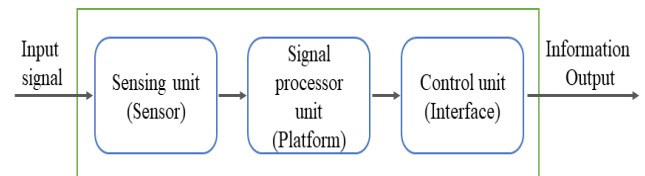


Fig. 3. Information processing Structure of sensor module

센서모듈은 Fig 4 과 같이 크게 세 부분으로 감지부, 신호처리부, 제어부로 구성된다. 그 중 감지부에 해당하는 센서(Sensor)는 입력신호를 받아 인지하고 디지털 신호로 신호처리부에 전달한다. 신호처리부는 상기 감지부로부터 수집된 데이터를 이더넷, wi-fi, HDMI를 이용하여 제어부로 전송한다. 제어부에서는 전송된 데이터로부터 각종 시스템을 제어할 수 있는 신호를 생산하여 시스템에 적용하게 된다.

센서는 감지대상, 동작방식, 재료, 구현기술 및 집적도에 따라 다양하게 분류되고 목적에 맞는 기준으로 혼용하여 사용한다. 이러한 센싱 기능에 데이터 처리, 의사결정, 통신기능 등이 결합된 형태로 첨단화, 스마트화 되어 차세대 지능화 센서의 요구와 비중이 확대되고 있다.¹³⁾

이에 따라, 현재 다양한 센서가 개발되어 활용되고 있으며 최근 나노기술이나 MEMS와 같은 초소형화 기술이 발달하면서 단일센서 모듈에서 복합센서 모듈로 구성이 가능하게 되었다. 센서모듈의 복합화는 소형 하드웨어의 발전이 이루어지면서 급속도로 확장되었다. Fig 5 은 MET 산출용 센서 모듈에 활용될 소형화된 다양한 센서의 일부를 보여준다. Fig 6의 카메라 센서는 빛 감지를 통해 그 세기를 디지털 영상 데이터로 변환해주는 기능으로 다양한 기기에 적용되고

있다. 동작인식 센서는 물체의 움직임이나 위치를 인식하며 온·습도 센서는 주변 환경의 온도, 습도를 파악하는 기능을 가진다. MET 산출과 관련된 센서로는 열, 가스, 조도, 초음파, 원격 감지, 레이더 등 주위환경으로부터 정보 획득이 가능한 다방면으로 활동할 수 있는 기능을 가지는 센서들이 존재한다.¹⁷⁾

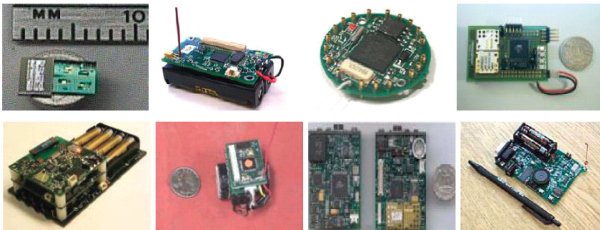


Fig. 4. Examples of Sensor module miniaturization technology²⁰⁾






Fig. 5. Examples of small sensors applicable for calculating MET (Camera sensor, motion recognition sensor)

센서모듈은 사용자의 요구에 맞는 센서를 신호처리부와 연결 하여 물리적 세계를 감지하고 제어할 수 있는 환경을 의미한다. 센서모듈을 구성하는 플랫폼과 소프트웨어 개발 환경은 신호 처리 및 제어를 위해 명령을 수행하고 처리할 수 있는 성능을 지닌다. 명령 수행 및 처리 성능을 지닌 오픈소스 하드웨어는 다양하게 개발되고 있으며 대표 예시로는 Table 1과 같다. 아두이노(Arduino)는 센서와 액츄에이터를 이용할 수 있는 여러 개의 디지털핀과 아날로그핀으로 구성되어 있어 다양한 센서 연결이 가능하며 맞춤형 제품을 저렴하게 제작 할 수 있는 장점이 있다.¹⁸⁾라즈베리 파이(Raspberry Pi)는 아두이노와 마찬가지로 센서와 액츄에이터를 연결해 다양한 기능을 구현할 수 있으며 초소형 싱글 보드 컴퓨터로 활용성이 뛰어나다.¹⁹⁾아두이노에 비해 외부 센서나 버튼이 제한적이지만 복잡한 계산 처리가 가능하다. 또한 비글보드(Beagle Board) 역시 소형 단일 보드 컴퓨터이며 아두이노와 라즈베리 파이의 중간 성능을 지니고 있는 것으로 조사되었다.

상기 센서모듈의 활용처 및 정의에 대한 학습과 국내·외 센서분야의 정책현황, 연구 및 특허동향 분석내용을 토대로 본 연구에서는 IoT 환경의 접근성을 확보한 오픈소스 하드웨어로 구성된 지능적인 초소형 MET 산출용 센서모듈 개발 가능성을 파악 하였다.

Table. 1. Open Source Hardware (OSHW) Products Images

Arduino	Raspberry Pi	Beagle Board
		

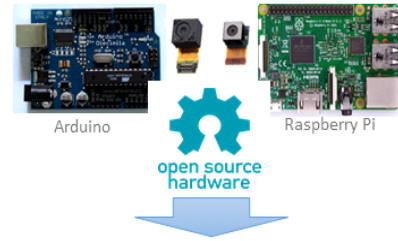


Fig. 6. Expected structure of sensor module for MET calculator

5. 결론

본 연구에서는 재실자의 실제 MET 산출을 위하여 보다 정확하고 적용이 용이한 MET 산출용 센서모듈 개발을 위해 센서 및 센서모듈의 건축분야에 활용중인 기술 동향을 분석하고 배경지식을 학습하였다. 이를 바탕으로 향후 본 연구의 개발 가능성 및 나아가야할 방향을 정립하고 기술 개발의 방안을 마련하고자 하였다. 그 결과는 다음과 같다.

첫째, 센서모듈의 주요 역할을 담당하는 국내·외 센서의 시장 및 정책 현황을 조사·분석한 결과 미국, 유럽 등 일부 선진국을 중심으로 디지털 센서 단계를 지나 스마트 센서에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있으며 첨단 센서의 경쟁력을 타산업분야 경쟁력의 핵심으로 인식하여 집중 지원하고 있다. 국내 센서 시장은 '12년 54억 달러 규모에서 '20년 99억 달러 규모로 연평균 10.5% 성장할 전망이다. 국내 기업의 내수시장 점유율은 10.5% 수준으로 매우 낮고, 기술수준은 선진국 대비 65% 수준으로 현저히 낮다. 뿐만 아니라, 센서산업의 열악한 산업기반현황, 높은 기술 진입 장벽, 센서기술 보호주의 강화 등으로 센서 개발 및 생산에 한계가 있어 현 시점 보다 더 강화된 국가 차원의 적극 지원이 필요하다.

둘째, MET 산출을 위한 센서모듈 기술과 관련한 기존 연구동향을 분석하였다. 건축분야 센서모듈 관련 국내·외 연구논문은 최근 10년간 총 181건으로 08년도 대비 17년도에는 약 50% 증가 추세를 보였다. 또한 실내 열환경 및 MET 관련 연구논문 동향 분석으로부터 건축분야에 센서모듈을 활용한 접근이 점차 증가하고 있다는 것을 알 수 있었다. 그러나 본 연구에서 목표로 하는 기술에 포함되는 활동량 인식 방안의 일원인 카메라 센서로 받아들인 이미지를 이용해 실제 MET를 측정하여 실내 열환경을 예측 제어 할 수 있는 기술은 존재하지 않는 것으로 분석 되었다. 정확한 재실자의 실제 MET를 측정하기 위해 카메라로 영상 및 이미지를 감지하여 분석 하고 각종 소형 센서를 적용한 초소형 센서모듈을 활용한 연구는 현재까지는 유일한 기술이라고 판단 할 수 있었다.

셋째, 센서 및 센서모듈의 개념과 활용처가 조사되었다. 센서모듈은 감지부, 신호처리부, 제어부의 정보처리 구조로 구성되며 목적에 맞는 센서를 혼용하여 사용한다. 현재 다양한 센서가 개발되어 적용되고 있으며 여러 환경변수를 저비용으로 취득할 수 있는 IoT센서가 발전하면서 최근 세계적으로 건축에서도 각각의 분야에 IoT기반의

센서가 접목이 되고 있다. 그러나 국내의 경우 선진국에 비하여 센서 산업에 대한 지원이 뒤쳐져 있으며 센서의 활용도도 낮다. 특히, 실내 온열환경에 기반한 센서기술 적용은 부족한 실정으로 실내에서 대부분의 시간을 할애하는 현대인들의 실내 쾌적성 및 그로부터 발생하는 에너지 절감에 대한 요구에 적절히 대응하기 위하여 적극적인 센서모듈 기술의 도입이 시급하다.

재실자의 실제 MET 산출을 위한 센서모듈 기술과 관련한 이론과 현황 및 선행연구 조사의 결과를 바탕으로 향후 본 연구에서 최종적으로 개발하고자 하는 MET 산출용 센서모듈에 적용 가능한 기술의 방향을 확립함과 동시에 그 기초적 방안이 마련되었다. 즉, 조사된 자료의 충분한 활용으로 MET 산출과 관련한 소형 센서를 사용하여 데이터 수집의 신속성 및 확장성 극대화가 가능하고 IoT 환경의 접근성을 확보한 라즈베리파이 및 아두이노 등의 오픈소스 하드웨어로 이루어진 지능적인 초소형 센서모듈 개발의 가능성이 파악되었다. 파악된 가능성을 바탕으로 MET 산출을 위하여 카메라 센서가 적용된 오픈소스 하드웨어로 초기 센서모듈을 구축할 것이다.

또한, 재실자 행동 영상 데이터를 수집하고 부가적으로 공개된 Open-source로 부터의 다양한 행동 영상을 적극 활용하여 MET 산출용 학습 데이터를 마련할 예정이다. 이는 차후 개발하고자 하는 재실자의 MET 산출 센서모듈 구축에 대한 새로운 아이디어 실현의 기간과 비용을 단축시키며 연구 결과물을 손쉽게 공유 할 수 있는 방안이라 판단된다.

Acknowledgement

This research was supported by a grant (code 17CTAP-C129762-01) from Infrastructure and Transportation Technology Promotion Research Program funded by Ministry of Land, Infrastructure and Transport of Korean government.

Reference

- [1] “제4차 산업혁명에 대응한 지능정보사회 중장기 종합대책”, 과학기술정보통신부, 2016.12 // (“Intelligent information society in response to the Fourth Industrial Revolution Mid- to long-term comprehensive measures”, Ministry of Science and ICT, 2016)
- [2] 이승민, “제4차 산업혁명의 전개와 센서산업”, 정보통신산업진흥원, 이슈리포트 2017-제11호, 2017.08 // (Lee, Seoung-Minm “The development of the fourth industrial revolution and sensor industry”, National IT Industry Promotion Agency, Issue Report 2017 vol.11, 2017.08)
- [3] 박보량, 최은지, 이효은, 김태원, 문진우, “재실자 활동량 산출을 위한 딥러닝 기반 선행연구 동향”, 한국생태환경건축학회 논문집, 제17권 제5호 pp.95-100, 2017.10 // (Park, Bo-Rang, Choi, Eun-Ji, Lee, Hyo-Eun, Kim Tae-Won, Moon Jin Woo, “Advance Research Trends for the Deep Learning-based Metabolic Rate Calculation”, KIEAE Journal, Vol.17, No.5, 2017.10)
- [4] 김순주, 나수연, “다목적 그린하우스의 실내온열환경에 관한 실측 연구”, 한국태양에너지학회 학술발표대회 논문집, 205-211, 2006.04 // (Kim, Soon-Joo, Na, Su-Yeun, “The Field Measuring Study on the Thermal Environment in the Multipurpose Greenho”, The Korea Solar Energy Society, 2006.04)
- [5] 이레진, “PMV 기반 냉난방 제어시스템을 위한 사용자 활동량 측정 및 IoT 센서 데이터 결합 프레임워크”, 석사학위논문, 2016.02 // (Lee, Hae-Jin, “Estimation of User Activity and IoT Sensor Framework for PMV based Heating system”, Thesis, 2016.02)
- [6] 이호기, “심박동을 이용한 PMV기반 냉난방 제어 시스템”, 부산대학교, 2009 // (Lee, Ho-Ki, “PMV based on Air-conditioning Control System using Resident’s Heart Rate”, Pusan University, 2009)
- [7] Psikuta Agnes, Frackiewicz-Kaczmarek Joanna, Mert Emel, Bueno Marie-Ange, Rossi Renè M, “Validation of a novel 3D scanning method for determination of the air gap in clothing,” Measurement, 2015 Vol.67. pp.61-70, 2015.02
- [8] Lu Yehu, Song Guowen, Li Jun, “A novel approach for fit analysis of thermal protective clothing using three-dimensional body scanning.”, Applied Ergonomics, Vol.45, No.6, pp.1439-1446, 2014.04
- [9] Boris Pavlin, Giovanni Pernigotto, Francesca Cappelletti, Paolo Bison, Renato Vidoni and Andrea Gasparella, “Real-Time Monitoring of Occupants’ Thermal Comfort through Infrared Imaging: A Preliminary Study”, Buildings vol 7, 2017
- [10] 김현희, 이경창, 이석, “인간 적용형 가전기기를 위한 거주자 심박동 기반 신체활동량 추정”, 제어로봇시스템학회 논문지 제20권 제5호, 2014 // (Kim, Hyun-Hee, Lee, Kyoung-Chang, Lee, Suk, “Metabolic Rate Estimation for ECG-based Human Adaptive Appliance in Smart Homes”, Journal of institute of control robotics and systems, Vol.20, No.5, 2014)
- [11] 박기원, 황건용, “인체의 동작의도 판별을 위한 퍼지 C-평균 클러스터링 기반의 근전도 신호처리 알고리즘”, 한국멀티미디어학회 논문지, 제 19권 제 1호, 2016 // (Park, Ki-won, Hwang, Gun-young, “Movement Intention Detection of Human Body on Electromyographic Single Analysis Using Fuzzy C-Means Clustering Algorithm”, Journal of multimedia information system, Vol.19, No.1, 2016)
- [12] 차철용, “첨단센서 산업화 지원센터 및 지원 내용 소개”, 전자부품연구원, 2015.10 // (Cha, Chul-Woong, “Introduction of advanced sensor industrialization support center and support contents”, Korea Electronics Technology Institute, 2015)
- [13] 박광만, 석왕현, 이광희, “센서산업과 주요 유망센서 시장 및 기술 동향 자료”, 한국전자통신연구원, 이슈리포트 2015, 2015.02 // (Park, Gwang-Man, Seok, Wang-Heon, Lee, Gwang-Hee, “Sensor industry and major promising sensor market and technology trend data”, Electronics and Telecommunications Research Institute, Issue Report 2015, 2015.02)
- [14] Jong Uk Bu, Young Cho Shim, Method for calculating PMV of air conditioning system, US 5674004 A, 1997.10
- [15] 김영환 외 5인, 사물인터넷과 광대역 레이더 센싱 기술을 이용한 가정용 인텔리전트 스마트 모니터링시스템, WO2017146313 A1, 2017.08 // (Kim, Young-Hwan, et al, “Intelligent intelligent home monitoring system using internet and broadband radar sensing technology”, WO2017146313 A1, 2017.08)
- [16] 박원준, 이승엽, 이성복, “건축분야에서의 무선센서 네트워크 기술현황과 활용”, 한국콘크리트학회 특집, 제24권 3호, 2012.05, pp.37~40 // Park, Won-Jun, Lee, Seung-Youp, Lee, Sung-Bok, “Wireless Sensor Network Technology for Building Construction”, Korea Concrete Institute, 2012)
- [17] 민경식, “사물인터넷(Internet of Things)” 한국인터넷진흥원 정책연구실, 2013.06 // (Min, Kyoung-Sik, “Internet of Things”, Korea Internet & Security Agency, 2013)
- [18] 최재규, “아두이노와 라즈베리 파이로 조명한 오픈소스 하드웨어 플랫폼”, 월간 마이크로 소프트웨어, 2013.03 // (Choi, Jae-Gyu, “Open source hardware platform powered by Arduino and Raspberry Pie”, Micro Software, 2013)
- [19] 유재필, 오픈소스 하드웨어 플랫폼(OPHW) 동향 및 전망, Internet & Security Focus, 2013.08 // (Yoo, Jae-Phil, “Open Source Hardware Platform (OPHW) Trends and Forecasts”, Internet & Security Focus, 2013)
- [20] ㈜유비알에프, <http://www.ubrf.co.kr/> // (UBRF Co., <http://www.ubrf.co.kr/>)