

사물인터넷 기반 에너지 효율 진단 솔루션의 설계 및 진단 사례

조광문*

목포대학교 전자상거래학과 교수

Design and Diagnosis Case of Energy Efficiency Diagnostic Solution based on IoT

Kwangmoon Cho*

Professor, Dept. of Electronic Commerce, Mokpo National University

요약 본 논문에서는 주택이나 건물의 에너지 손실 요인을 발견하고 이를 개선하기 위한 방안을 도출하기 위한 에너지 관리 방향을 제시하고 있다. 대중성과 편의성이 큰 강점인 스마트폰 탈부착형 열화상 카메라를 주택 전문가들만이 아닌 일반인들이 생활 속에서 활용할 수 있도록 생활 속 활용 진단 콘텐츠 앱을 설계하였다. 이 앱을 활용한 진단 결과를 에너지 효율 진단 솔루션인 에너지 파인더를 이용하여 분석하였다. 에너지 복지 사각지대 주민 및 시설 중 특히 지역 노인들이 자주 이용하는 경로당을 대상으로 진단 조사하였다. 진단 대상은 전라남도 나주시에 위치한 경로당 600여 개소 중 15년 이상 노후 시설 30개소를 선정하여 에너지 효율 진단을 실시하였다. 진단 결과는 전반적으로 양호한 편이었지만, 7등급으로 분류된 곳은 에너지 효율 개선을 위한 보완이 필요하다고 판단된다.

주제어 : 에너지 효율, 진단, 열화상 카메라, 진단 앱, 에너지 효율 진단 솔루션

Abstract This paper proposes energy management directions to discover the factors of energy loss in homes and buildings and to find ways to improve them. We designed a diagnostic content app for everyday life so that not only housing experts but also the general public can use the detachable thermal imaging camera, which is a strong point of popularity and convenience. The diagnostic results using the app were analyzed using Energy Finder, an energy efficiency diagnostic solution. The survey was conducted on the senior center which is in the blind spots and facilities of the energy welfare area. The target of diagnosis was energy efficiency diagnosis by selecting 30 senior centers for over 15 years from 600 locations located in Naju City, Jeollanam-do. The overall diagnosis was good, but it is considered that the place classified as 7th grade needs to be supplemented to improve energy efficiency.

Key Words : Energy Efficiency, Diagnosis, Thermal Imaging Camera, Energy Efficiency Diagnostics App, Energy Efficiency Diagnostic Solution

1. 서론

본 논문에서는 주택이나 건물의 에너지 손실 요인을 발견하고 이에 대한 개선 방안을 도출함으로써 효율적인 에너지 관리 방향을 제시하고자 한다. 이를 위해 휴대폰 앱과 열화상 카메라를 연동하여 활용하는 사례로서 주택의 에너지를 진단하고 관리할 수 있는 모바일 진단 앱을 설계하고, 이 결과를 에너지 효율 진단 솔루션인 에너지 파인더를 이용하여 분석한다[1, 2].

제안하는 앱은 불특정 다수의 전체 일반 대중보다는 주거취약계층의 거주지에 찾아가 대상자를 대면하고 그들에게 맞춤형 복지서비스를 제공하는 것이 주요 업무인 사회복지사를 고객층으로 설정하였다. 이 앱을 활용하여 농어촌 지역에 있는 주거 취약자들의 난방 주거상황을 파악하고, 그 정보를 기록, 관리함으로써 거주 환경의 개선 방향을 제시할 수 있다[3-5].

이러한 연구가 필요한 배경은 다음과 같다.

- 농촌 지역의 노후화된 건축물과 상대적으로 열악한 환경의 주거 및 생활 시설들에 대한 특화된 에너지효율개선 진단을 실시할 수 있는 프로세스의 정립 필요
- 이를 토대로 에너지 효율 진단 솔루션을 개발하여 활용할 필요성이 있음
- 이를 통해, 노후화된 건축물에 대한 생활 환경(냉난방, 미세먼지, 조도, 라돈 등) 개선에 기여할 수 있음

열화상 카메라는 군수용을 포함, 각종 기계설비 및 식품안전검사를 비롯한 산업 거의 전 분야에서 활용되고 있다. 하지만, 고가의 가격과 사용 전문성 때문에 전문가들만의 제품으로 사용되어 오는 실정이고 일반인들은 활용이 어려운 형편이다. 최근, 스마트폰을 비롯한 다양한 모바일 환경이 확산되면서 스마트폰에 탈부착이 가능한 경량화된 기기들이 시장에 출시되기 시작하였지만, 관련 교육 및 활용 콘텐츠의 부족으로 일반인들의 열화상카메라에 대한 접근성은 여전히 매우 낮은 상황이다. 이에, 일반 생활환경(자동차 고장, 주거환경 속 곰팡이 진단 등)에 대한 열화상 카메라를 이용한 다양한 진단 콘텐츠를 제공할 필요성이 높아지고 있다.

노후화된 건축물의 에너지 사용량 증가는 국가적인 문제를 떠나 범지구적인 이슈인 탄소 배출의 주요 원인 중 하나가 되고 있다. 최근, 제로에너지 빌딩을 통해 국내에서도 관련 규제와 법규 및 도입 기술이 발전 강화되고 있

는 반면, 사각지대에 놓인 에너지 복지 열외 대상도 많은 실정이다[6, 7].

2장에서는 관련 연구와 유사 사례를 소개하고, 3장에서는 열화상 카메라 연동 앱의 구성 및 활용 방법을 제시한다. 4장에서는 에너지 파인더를 이용한 에너지 진단 해석 사례를 제시하고, 5장에서는 결론과 향후 연구 방향을 제시한다.

2. 관련 연구 및 유사 사례

2.1 열화상 카메라 활용 사례

열화상 카메라는 적외선을 이용하여 자연 탐사, 시내의 야경 관찰, 야간 등산 등 다양한 야외 활동을 할 수 있는 방법을 제공한다[8].

사람들의 일상 생활 속에서 열화상 카메라를 활용하는 사례는 다양하지만, 그 중에서도 주거 환경과 관련된 내용들은 다음과 같이 구분할 수 있다[9].

- 건물 진단 업무 : 열화상 카메라는 수분 침투, 불량한 단열 시공 등 건물 검사 및 진단에 필수적인 도구
- 전기 및 기계 설비 검사 : 고성능 열화상 카메라 시스템은 정비 및 각종 설비 기술자에게 필수적인 장비
- 보안 시스템 : 어떤 침입자도 열화상 카메라를 피하는 것은 사실상 불가능하며, 열화상 카메라는 오경보의 염려가 거의 없음. 또한 상업용, 공업용 및 각종 핵심 기반 시설의 경계와 보안 유지에 열화상 카메라가 활용되고 있음

기존에 출시되어 현장에서 활용되고 있는 열화상 카메라는 그 종류와 분야도 다양하지만, 무엇보다 전문가들 중심으로 활용되고 있으며 높은 가격으로 인하여 일반인들의 접근이 힘든 상황이다. 그림 1은 현재 시판되고 있는 열화상 카메라의 종류를 보여주고 있다.

스마트폰 탈부착형 열화상 카메라가 등장함에 따라 시장 대중화를 앞당기고 일반인들의 생활 속 여러 문제를 해결해 줄 수 있는 솔루션으로 활용 가능성이 높아지고 있다.

Model	Flir TI400, TI200	Flir TI10, TI25, TI110
Usage	High Resolution	Industrial
Cost	7 ~ 10 million won	5 ~ 10 million won
Photo		
Model	Flir TIR125, TIR110	Flir TI05, TI100
Usage	Building Diagnosis	General Purpose
Cost	5 ~ 9 million won	3 ~ 5 million won
Photo		

[Fig. 1] Commercial Thermal Imaging Cameras

2.2 국내 에너지 진단 프로그램

1) ECO2

- 국내에서 공식적으로 건물 에너지 성능 평가 기법으로 사용하고 있는 시뮬레이션으로 ISO 13790 및 DIN V18599을 기반으로 하고 있음
- 건물의 월별 에너지 요구량 및 시스템 성능에 따른 소요량을 예측하고, 연간 단위 면적당 1차 에너지 소요량[kWh/m²·year]을 근거로 등급을 산출함
- 에너지 소비 총량제나 에너지 효율 등급 등 정책에 맞추어 개발된 프로그램으로 변화하고 있는 건물 에너지 성능 예측 기법의 패러다임 변화에 고도화가 필요함

2) CE3

- 2011년 개발된 에너지 해석 프로그램이며, 국내 실정과 엄격해지는 친환경 에너지 정책 변화에 맞추어 개발된 웹 기반 건물 에너지 성능 평가 솔루션으로 온라인 회원 가입을 통해 장소에 구애 받지 않고 사용할 수 있으며, ECO2보다 더 디테일한 정보를 입력할 수 있는 장점이 있으나, 유료 프로그램이라는 단점이 있음
- 주거 및 비주거용 건물 전반에 걸쳐 건축 또는 건축 설비적 특성에 의한 에너지 흐름의 상호작용을 종합적으로 고려해 난방, 냉방, 조명, 급탕 및 환기에 요구되는 에너지를 정량적으로 분석할 수 있음

- 신축 건축물의 경우 설계 단계에서부터 에너지 성능에 있어 문제점을 미리 파악해 최적화 방향을 제시할 수 있을 뿐만 아니라 연간 필요로 하는 에너지 비용이나 배출되는 이산화탄소량을 사전에 예측할 수 있음

2.3 국외 에너지 진단 프로그램

1) TRNSYS

- 1975년 태양열 시스템의 동적인 시뮬레이션 및 설계를 위하여 미국의 Wisconsin 대학에서 ASHRAE의 전달 함수법을 기본 알고리즘으로 적용하여 개발됨
- 가장 큰 특징 중 하나는 매우 숙달된 사용자를 전제로 하며, 새로운 구성 요소의 개발 및 변경이 가능하고, 독자적인 모델의 적용이 용이함
- 최근에는 더욱 편리해진 인터페이스의 제공 등 전반적으로 사용 환경이 개선되었으나, 여전히 사용이 어렵고 이해하기 어려운 매뉴얼로 인하여 접근성이 떨어짐

2) EnergyPlus

- 현재 가장 널리 알려진 건물 에너지 시뮬레이션 프로그램으로, 열평형 부하 계산, 동일 시간대에서 통합된 부하, 시스템, 플랜트 계산, 사용자 위주의 HVAC 시스템 해석, 다른 개발자가 새로운 시뮬레이션 모듈을 첨가하기 용이한 모듈 구조, 그래픽 작업이 용이한 간단한 입력과 출력 데이터 양식으로 사용 가능함
- 높은 정확도 산정을 위해 많은 정보를 입력해야 하며 TRNSYS와 마찬가지로 비전문가가 다루기에는 쉽지 않음
- 우리나라에는 아직 부족한 디테일한 동적 건물 성능 평가와 운영 로직 예측이 가능하다는 면에서 전문가들과 연구소에서 사용되고 있음

3) PHPP

- 독일 PHI 연구소에서 개발한 패시브 하우스 플래닝 패키지(Passive House Planning Package)라는 프로그램으로 독일 및 유럽의 패시브 하우스 건축을 위한 설계 또는 그 단계의 인증을 위한 에너지 소비량을 계산하기 위한 엑셀 기반의 가볍고 상대적으로 단순한 프로그램

- U-value, 난방에너지, 열 분배 및 공급, 전력 수요 및 1차 에너지 수요, 여름철 냉방부하 계산 등 약 30여 개의 워크시트로 구성되어 있으며, 아시아를 제외한 유럽 및 미주의 몇몇 지역에 대한 기후 데이터도 제공하고 있음
- 전 세계적 추세인 제로 에너지 빌딩의 여러 친환경 정책에 맞는 간편하고 효율적인 에너지 소요량 측정 시뮬레이션

4) IES-VE

- 영국에서 개발된 에너지 시뮬레이션 툴로서 현재 다양한 인터페이스와 자체 프로그램을 통해 상용화가 활발히 되고 있으며 디자인 컨셉 단계에서부터 실제 설계 단계까지 모든 분야에서 정밀한 데이터를 구할 수 있는 장점이 있고, 빠른 대응과 범용성, 정확성을 갖춘 동적 시뮬레이션 프로그램
- 현재 시뮬레이션의 검증으로 사용되고 있는 ASHRAE Standard 140에 대하여 2009년까지 세 차례에 걸쳐 검증되었으며, 국내 대형 건설사 및 설계 사무소, 대학 연구소 등에서 사용되고 있는 대표적인 열 해석 프로그램

3. 앱 서비스 구성

대중성과 편의성이 큰 강점인 스마트폰 탈부착형 열화상 카메라를 주택 전문가들만이 아닌 일반인들이 생활 속에서 활용할 수 있도록 생활 속 활용 진단 콘텐츠 앱을 설계하였다[10, 11].

3.1 앱의 기능 정의

표 1은 앱의 기능 정의표를 보여준다.

<Table 1> Function definition of the app

Main Menu	Sub Menu	Sub sub Menu
Housing Energy Status	Client	Name/Address List
		Search(Name or Address)
		Division(Before & After Diagnosis)
		+
		≡
Guide	How to Use	Utilization Guide
Q&A	Contact Us	Contact Us

표 1의 [이름/주소 목록] 메뉴는 목록 페이지와 클라이언트 페이지 2개로 구성되어 있다. 목록 페이지에서는 열 진단을 진행한 대상자를 이름 또는 주소 목록에서 파악할 수 있도록 한다. 대상자 선택시 클라이언트 페이지로 이동하여, 열화상 진단 사진을 이용하여 [진단 전] 및 [진단 후] 상태 등을 파악하고 필요한 내용을 저장할 수 있다.

표 1의 [활용 가이드] 메뉴는 스마트폰 열화상 카메라를 활용한 주거 열 진단 방법을 안내하는 영상을 제공하여 사용자들이 사용법을 쉽게 익힐 수 있도록 한다. 제공되는 영상은 다음과 같다.

- 스마트폰 열화상 카메라 부착 및 사용법
- 창문 외풍 진단
- 난방 진단(방바닥 배관 진단)
- 보일러 진단
- 난방용품 고장 진단

3.2 앱의 정보 구조

표 2는 진단 앱을 사용한 사용자 정보의 테이블 구조를 나타내고 있다.

<Table 2> Table structure of tbl_user

ID	Type	Null	Name	Memo
usr_idx	unsigned int	N	Member ID	PK
usr_email	varchar(50)	N	Email	
usr_name	varchar(20)	N	Name	
usr_pw	varchar(100)	N	Password	
usr_level	tinyint	N	User level	1, 5, 10
usr_mobile	varchar(20)	N	Mobile phone	

표 2에서 사용자 레벨(usr_level) 1은 일반 사용자, 5는 사회 복지사, 10은 관리자를 의미하고 있다. 추후 다른 속성들도 추가될 수 있다.

표 3은 진단 대상이 되는 클라이언트의 테이블 구조를 나타내고 있다.

<Table 3> Table structure of tbl_client

ID	Type	Null	Name	Memo
cli_idx	unsigned int	N	Client ID	PK
sw_idx	unsigned int	N	Social Worker ID	FK
cli_name	varchar(100)	N	Name	
cli_phone	varchar(50)	N	Phone	
cli_address	varchar(255)	N	Address	

cli_diagdate	datetime	Y	Initial diagnosis date & time	
cli_action	tinyint	N	Number of items requested	
cli_done	tinyint	N	Number of action completed items	
cli_cmt1	text	Y	Opinion after diagnosis	
cli_cmt2	text	Y	Comments after action	
cli_memo	text	Y	Other notes	
cli_status	tinyint	N	Client Status	1, 0
cli_regdate	datetime	Y	Initial registration date & time	
cli_moddate	datetime	Y	Last modified date & time	
cli_donedate	datetime	Y	Date & time of final diagnosis	

표 3에서 sw_idx는 테이블 tbl_user의 usr_idx를 참조하는 외래 키이다. 클라이언트 상태(cli_status) 1은 공개를 의미하고 0은 비공개를 의미한다.

표 4는 진단 이미지의 테이블 구조를 보여주고 있다.

<Table 4> Table structure of tbl_images

ID	Type	Null	Name	Memo
img_idx	unsigned int	N	Image ID	PK
cli_idx	unsigned int	N	Client ID	FK
img_type	tinyint	N	Image Class	1,2,3,4
img_action	tinyint	N	Before / after action	0, 1
img_file1	varchar(100)	N	Image file name	
img_size1	int	N	Image file size	
img_file2	varchar(100)	N	Image file name	
img_size2	int	N	Image file size	
img_regdate	datetime	Y	Date & time of registration	

표 3에서 cli_idx는 테이블 tbl_client의 cli_idx를 참조하는 외래 키이다. 이미지 유형(img_type) 1은 창문, 2는 벽, 3은 난방 용품, 4는 문을 의미하고 있다. 전/후 조치(img_action) 0은 조치 전을 의미하고 1은 조치 후를 의미한다.

3.3 앱 활용

그림 2는 앱의 메인 페이지에 나오는 이름/주소 목록의 예를 보여주고 있다. 상단의 메뉴 선택을 통하여 전체 목록 또는 조치 여부에 따른 목록을 볼 수 있다.



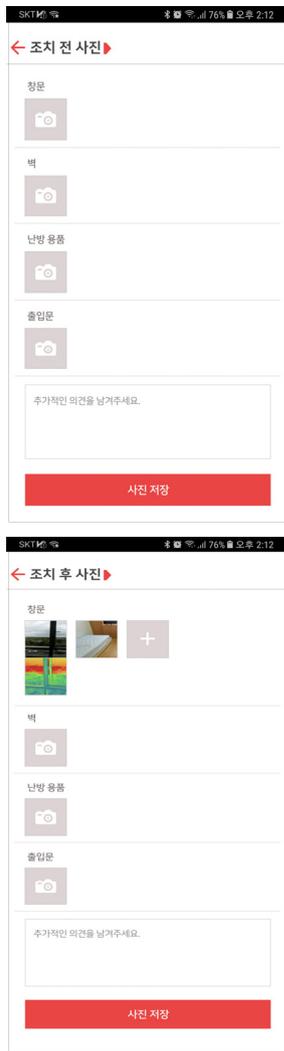
[Fig. 2] Main Page of the App

그림 3은 그림 2의 목록에서 진단 대상자를 선택했을 때 클라이언트 페이지로 이동한 것을 보여준다.



[Fig. 3] Diagnosed Client Page

그림 4는 그림 3의 클라이언트 페이지에서 [조치 전]과 [조치 후]의 카메라 버튼 메뉴를 선택하여 스마트폰에 부착된 열화상 카메라를 이용하여 열 진단을 실행할 수 있는 화면으로 이동한 것을 보여준다.



[Fig. 4] Before/After Pages of Diagnosis using Thermal Camera

4. 에너지 효율 진단 사례

4.1 진단 방법

에너지 효율 진단 방법은 다음과 같다.

- 현장 조사 : 2명이 크로스 체크, 체크 리스트와 모바일 진단 앱 사용
- 해석 소프트웨어 : 에너지 파인더 V1.1(ISO13790 기반)
- 진단 장비 : 열화상 카메라, 온습도계, 조도 측정기, 공기질 측정기, 윈도우 에너지 프로파일러, 글라스 체커 등

에너지 효율 진단의 기본 절차는 다음과 같다. 다양한 분석을 실시하였으나, 본 논문에서는 에너지 효율 등급에 대한 내용만 제시한다.

- 진단 체크 리스트에 기본 정보 입력
- 경로당 도면 그리기
- 경로당 면적, 천정고 등 내외부 면적 치수 확인(양방향 레이저 측정기 사용)
- 경로당 내외부 문 및 창문 치수 확인(줄자 사용)
- 조명 위치 확인, 사용 조명 종류 확인, 조도 측정(조도 측정기 사용)
- 실내외 온도 및 습도 확인(온습도계 사용)
- 창호 및 공기질 확인(글라스 체커, 윈도우 에너지 프로파일러, 공기질 측정기 사용)
- 단열 체크(열화상 카메라 사용)
- 개별 전기기기 사용대수 확인
- 보일러 정보 및 에어컨 전력 사용량 확인
- 경로당 내외부 사진 찍기

해석 소프트웨어로 사용한 에너지 파인더는 국내 최초로 모바일 기반으로 에너지를 측정하고 진단, 분석하는 에너지 진단 플랫폼이다. 특히 주택, 소형 건축물 등의 에너지를 측정, 진단, 분석하여 보고서를 생성해주는 에너지 진단 해석 도구로서, 주택의 기본 정보 및 열 손실, 일사량, 냉난방장비 정보 입력 후 에너지 효율성을 계산할 수 있다. 리모델링 전후의 주택 진단 후 에너지 효율과 비용에 대한 ROI 경제성 분석을 시각화된 도구를 통해 보여준다.

4.2 진단 사례

국토교통부의 『건축물 에너지효율등급 인증 및 제로에너지건축물 인증 기준』 별표 2에 따른 건축물 에너지

<Table 5> Certification Level of Building Energy Efficiency Rating

Level	Residential Building	Non-residential Building
	Primary energy requirement per unit area per year (kWh/m ² -year)	Primary energy requirement per unit area per year (kWh/m ² -year)
1+++	under 60	under 80
1++	60 ~ 90 under	80 ~ 140 under
1+	90 ~ 120 under	140 ~ 200 under
1	120 ~ 150 under	200 ~ 260 under
2	150 ~ 190 under	260 ~ 320 under
3	190 ~ 230 under	320 ~ 380 under
4	230 ~ 270 under	380 ~ 450 under
5	270 ~ 320 under	450 ~ 520 under
6	320 ~ 370 under	520 ~ 610 under
7	370 ~ 420 under	610 ~ 700 under

효율등급 인증등급은 표 5와 같다[12-15].

전라남도 내 에너지 복지 사각지대 주민 및 시설 중 특히 지역 노인들이 자율적으로 친목 도모, 공동 작업장 운영 및 각종 정보 교환과 기타 여가 활동을 영위하는 경로당을 대상으로 진단 조사하였다. 진단 대상은 나주시에 위치한 600여 개소 중 15년 이상 노후 시설 30개소를 선정하였다.

에너지 효율 진단 결과는 표 6과 같다.

<Table 6> Certification Level of Building Energy Efficiency Rating

Energy Requirements and Energy Efficiency Ratings of Senior Center					
no	A	B	C	D	E
1	146.36	4.43	164.94	2	1+
2	159.19	4.43	187.30	2	1+
3	124.57	7.96	157.91	2	1+
4	181.95	4.67	213.00	3	1
5	193.36	1.69	217.34	3	1
6	144.89	4.52	171.81	2	1+
7	217.65	1.16	601.72	over 7	6
8	204.75	0.95	227.84	3	1
9	134.65	0.61	149.78	1	1+
10	333.51	5.51	382.02	7	4
11	194.61	0.40	215.17	3	1
12	147.25	1.02	164.78	2	1+
13	182.42	2.51	207.57	3	1
14	222.61	1.40	248.72	4	1
15	306.45	0.51	338.51	6	3
16	244.24	5.57	283.99	5	2
17	211.65	0.31	233.67	4	1
18	172.17	2.90	197.37	3	1+
19	262.86	0.37	290.15	5	2
20	193.20	1.91	217.78	3	1
21	162.77	2.31	185.39	2	1+
22	212.87	2.31	240.49	4	1
23	189.45	4.17	219.88	3	1
24	123.51	7.29	155.91	2	1+
25	199.78	0.64	221.51	3	1
26	235.15	1.17	261.88	4	2
27	178.98	7.65	217.90	3	1
28	228.20	1.06	253.92	4	1
29	215.11	1.08	239.59	4	1
30	462.59	0.14	509.22	over 7	5
평균	206.23	2.69	245.90		

A: Heating energy requirement per unit area per year
 B: Cooling energy requirement per unit area per year
 C: Primary energy requirement per unit area per year
 D: Residential energy efficiency rating
 E: Non-residential energy efficiency rating

30개소의 연간 단위면적당 1차 에너지 소요량 평균값은 245.90으로 비주거용 기준으로는 1등급이지만, 주거용 기준으로는 4등급으로 분석되었다. 전반적으로 양호한 편이기는 하지만, 7등급으로 분류된 곳은 에너지 효율 개선을 위한 보완이 필요한 것으로 볼 수 있을 것이다.

5. 결론

본 논문에 제시된 정보 구조를 기반으로 휴대 전화 앱과 열화상 카메라를 연결하여 주택의 에너지 효율을 진단하고 관리할 수 있는 앱을 개발하였다.

이 앱의 주요 사용자는 사회 복지사가 될 수 있다. 이들의 주요 임무는 대다수의 일반 대중 보다는 노인들과 같은 취약한 집단의 거주자를 방문하고 그들에게 개인화 된 복지 서비스를 제공하는 것이다. 이 앱을 사용하면 농촌 지역의 취약한 주민의 난방 및 주거 상황을 식별하고 정보를 기록하고 관리하여 주거 환경의 개선 방향을 제안할 수 있을 것이다.

본 논문에서 제안하는 앱과 솔루션을 활용하면 다음과 같은 효과를 기대할 수 있을 것이다.

- 기능성 : 열화상 카메라를 통해 난방과 냉방 등 주거지의 기능을 객관적이고 수치적으로 파악
- 효과성 : 공공의 재원을 투명하고 효과적으로 사용하여 맞춤형 서비스전달을 제공 할 수 있음
- 접근성 : 스마트폰에 탈부착이 가능한 경량화 열화상카메라를 사용함으로써 언제 어디서든 효과적인 주거 에너지 진단 가능

특히 본 과제의 결과를 다음과 같이 활용할 수 있을 것이다.

- 전문가용으로 인식되던 열화상카메라의 대중화
- 생활 속 다양한 분야에 대한 과학적인 진단방법을 통한 해결책 모색
- 농촌 가구 및 지역아동센터 등의 에너지 복지 환경 개선
- 농촌 가구 및 지역아동센터에 특화된 에너지효율 개선 SW개발 및 확산
- 주택에너지 효율개선 시공 필요성의 사회적 확산
- 에너지 효율 진단사업의 전문성 확보로 주택 및 건물 진단사업 활성화
- 건물 에너지 효율 진단 시장 확보

향후 본 논문에서 설계한 앱을 개발하여 활용하게 하고, 그 이용 내역과 효과성을 분석하는 등의 연구를 추가로 진행할 계획이다.

REFERENCES

[1] J.B.Lee, "A Study on the optimized Performance Designing of the Window of the Apartment based on the Annual Energy Demand Analysis according to the Azimuth Angle applying the Solar Heat Gain Coefficient of the Window," Journal of the Architectural Institute of Korea Planning & Design, Vol.35, No.11, pp.25-34, 2019.

[2] S.Y.Huh, "Greenhouse Gas Reduction Effect of Energy Efficiency Policy," Proceedings of the Conference of the Korea Environmental Policy And Administration Society, pp.51-52, 2019.

[3] S.M.Lee, D.Y.Kim, J.H.An, C.S.Lee and U.C.Shin, "Availability Evaluation of Korea Window Energy Consumption Efficiency Rating System for the Office Building," Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol.31, No.10, pp.464-47, 2019.

[4] S.K.Im, J.C.Ku, D.H.Lee, I.T.Kim and H.J.Moon, "A Study on the Efficient Approach for Public Building Energy Audit," Proceedings of the Conference of the Society of Air-Conditioning And Refrigerating Engineers of Korea, pp.375-378, 2013.

[5] S.H.Kim, J.H.Kim, H.G.Jeong and K.D.Song, "Analysis of Energy Efficiency Improvement Project through U-value and IAQ Measurement of Low-income Households," Journal of the Korea Institute of Ecological Architecture and Environment, Vol.17, No.6, pp.73-79, 2017.

[6] D.H.Shin, "A Study on Heat Price Level Affecting Energy Consumption Efficiency Parity," Proceedings of the Conference of the Korea Society of Energy & Climate Change, p.71, 2019.

[7] J.K.Koh, "A Study on Barriers to Energy Efficiency Investment of Residential Retrofit Programs," Journal of Environmental Policy and Administration, Vol.26, No.3, pp.165-201, 2018.

[8] <http://www.flirkorea.com>

[9] Flir System Korea, Co., Thermal imaging guide book for building and renewable energy diagnosis.

[10] D.B.Kim, C.S.Park, S.T.Park, H.S.Lee, Y.S.Jeong and K.M.Cho, "Design of Energy Diagnosis Management Application using Thermal Camera," Proceedings of the Conference of the Korea Internet of Things Society, Vol.3, No.1 pp.24-26, 2018.

[11] K.M.Cho, "Information Architecture for Energy Diagnosis Management App," International Conference on Internet of Things and Convergence 2019, Vol.5, No.1 pp.11-12, 2019.

[12] Building energy efficiency level certification and zero energy building certification standard (<http://www.law.go.kr/conAdmrulByLsPop.do?&lsiSeq=208692&joNo=0002&joBrNo=00&datClsCd=010102&dg>

uBun=DEG&lnkText=%25EA%25B3%25B5%25EB%258F%2599%25EC%259C%25BC%25EB%25A1%259C%2520%25EA%25B3%25A0%25EC%258B%259C%25ED%2595%2598%25EB%258A%2594&admRulPttninfSeq=1855#AJAX

), Ministry of Land, Infrastructure and Transport.

[13] Rules for building energy efficiency rating certification and zero energy building certification (<http://www.law.go.kr/lsInfoP.do?&lsiSeq=208692#0000>) , Ministry of Land, Infrastructure and Transport.

[14] Green Building Support Act (<http://www.law.go.kr/LSW/lsLinkProc.do?&lsNm=%EB%85%B9%EC%83%89%EA%B1%B4%EC%B6%95%EB%AC%BC+%EC%A1%B0%EC%84%B1+%EC%A7%80%EC%9B%90%EB%B2%95&chrClsCd=010202&mode=20&ancYnChk=0#>), Ministry of Land, Infrastructure and Transport.

[15] Enforcement Decree of the Green Building Creation Support Act (<http://www.law.go.kr/LSW/lsLinkProc.do?&lsNm=%EB%85%B9%EC%83%89%EA%B1%B4%EC%B6%95%EB%AC%BC+%EC%A1%B0%EC%84%B1+%EC%A7%80%EC%9B%90%EB%B2%95+%EC%8B%9C%ED%96%89%EB%A0%B9&chrClsCd=010202&mode=20&ancYnChk=0#>), Ministry of Land, Infrastructure and Transport.

조 광 문(Kwangmoon Cho)

[중심회원]



- 1995년 8월 : 고려대학교 전산과 학과(이학박사)
- 1995년 9월 ~ 2000년 2월 : 삼성전자 통신연구소 선임연구원
- 2000년 3월 ~ 2005년 2월 : 백석대학교 정보통신학부 교수
- 2005년 3월 ~ 현재 : 목포대학교 전자상거래학과 교수

<관심분야>

사물인터넷, 통신 소프트웨어, 전자상거래, 콘텐츠 유통, 모바일 콘텐츠, 웹 서비스