

IoT 기반 라돈 측정 제어시스템 설계 및 구현

안 희 학* · 구 자 영** · 이 상 윤***

The Design and Implementation of IoT-Based Radon Measurement Control System

Ahn Heuihak · Gu Jayeong · Lee Sangyoon

〈Abstract〉

This paper is a IoT-based radon meter control system and a radon meter control method using it. The IoT-based radon meter control system is control system for controlling a radon meter by network-connecting radon meter and a user terminal. The radon measuring device may be provided with a radon sensor to measure a radon value of a preset management target area, it collect and store numerical data. The radon meter control system monitors the condition of the radon meter, it includes control center configured to deliver radon meter management information generated to a user terminal. Also radon measurements to determine the exact amount of radon gas. Therefore, the situation-specific actions based on radon numbers can be promptly implemented to ensure adequate protection for those who are vulnerable to radon and those who live in the area. Condition monitoring allows the radon meter to respond quickly to failure or failure of the radon meter. In addition, it is possible to secure a baseline of radon's influence and to obtain research data to cope with radon by establishing big data with radon measurements.

Key Words : IoT, Radon Measuring Device, Control System, Reduction Device, Network

1. 서론

라돈은 방사성 비활성기체로써 무색, 무미, 무취의 성질을 가지고 있으며 일반적으로 자연에서 우라늄과 토륨의 자연 붕괴에 의해 발생된다. 이러한 라돈은 건물의 미세한 균열이나 노출된 지표에 의해 지표면의 건물 안이나 건물 지하에서도 발견되기도 하며,

최근 각종 건축자재는 물론 침대 등 일반 생활 공간 상에서 발견되었다[1-3].

라돈은 공기보다 무거우므로 공기 순환이 잘 이뤄지지 않는 실내에서는 라돈이 축적될 수 있으며, 실내생활을 하는 사람들의 폐에 흡입되는 경우 비흡연자임에도 폐암의 주요 원인이 되는 심각한 문제를 야기한다. 특히 라돈이 무색, 무미, 무취의 성질을 가지므로 사람들은 자신이 라돈을 흡입하고 있는지조차 인식하지 못하는 문제가 있다[4-9].

해결 방안으로서 외부 환기를 자주하여 축적된 라

* 가톨릭관동대학교 소프트웨어학과 교수(주저자)

** 중부지방해양경찰청 청장(교신저자)

*** (주) 트라이콤텍 수석부장

돈이 공기중으로 흩어지도록 하는 것이 바람직하나, 실내에 라돈이 얼마나 있는지 알지 못한 상태에서 환기를 자주하는 것은 쉬운 일이 아니다.

본 논문에서는 라돈 수치를 자동으로 감시하고 라돈 측정기 관리가 용이하게 이뤄지는 IoT(Internet of Things) 기반 라돈 측정기 제어시스템 및 이를 이용한 라돈 측정기 제어방법을 제공하고자 한다. 또한 측정된 라돈 수치에 기초하여 라돈 수치를 저감시킬 수 있도록 하는 IoT 기반 라돈 측정기 제어시스템 및 이를 이용한 라돈 측정기 제어방법을 설계하고 구현하고자 한다.

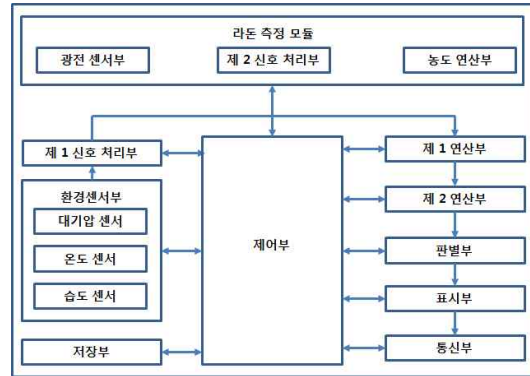
본 논문은 2장에서 관련연구에 대해 살펴보고, 3장에서는 IoT 기반 라돈 측정기 제어시스템의 구성도에 대해 제시하고, 4장에서는 IoT 기반 라돈 측정기 제어시스템의 제어센터 및 라돈 측정기의 구성도에 대해 제시하고, 5장에서는 IoT 기반 라돈 측정기를 이용한 제어방법에 대해 제시하고, 6장에서는 실험 및 결과를 제시한다.

II. 관련연구

라돈이 얼마나 축적되어 있는지를 확인하기 위해 다양한 라돈 측정장치가 개발되었으며 휴대용 라돈 측정 장치 및 그 동작 방법은 <그림 1>과 같다[10].

<그림 1>을 살펴보면 테스트 영역의 대기압, 온도 및 습도를 포함하는 환경 변수를 감지하고, 감지된 온도의 제1 보정 기압과 감지된 습도의 제2 보정 기압을 연산하며, 제1 보정 기압과 제2 보정 기압을 감지된 대기압에 적용하여 보정 대기압을 연산하는 한편, 보정 대기압과 대기압 라돈 상관 테이블을 비교하여 테스트 영역에 대한 라돈 가스 여부를 판별하도록 구성된다.

기존 기술은 소지하기 용이한 휴대용 측정 장치임



<그림 1> 휴대용 라돈 측정 장치 및 그 동작 방법

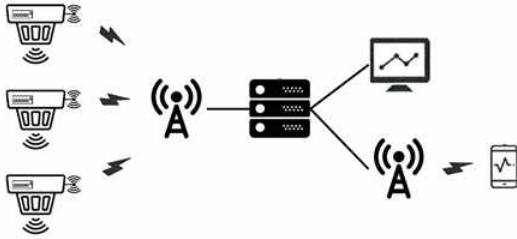
에도 환경 변수를 고려하여 해당 영역의 정확한 라돈 가스를 측정할 수 있다는 장점이 있다. 그러나 기존 기술은 해당 영역에서의 라돈 가스 양을 측정하는 것에 불과하므로, 해당 영역에 측정자가 가서 값을 측정하고 측정 값에 따라 측정자가 환기 등 라돈을 제거하는 별도의 조치를 취해야 한다는 번거로움이 있다. 특히 어린이, 아이를 돌보는 산모, 병원 및 요양 시설의 환자 등 일정 영역에 상주하는 취약계층은 정기적으로 라돈 수치(라돈 가스 양)를 측정하고 환기를 하는 것이 어려우므로, 라돈 수치를 자동으로 감시하여 거주자나 관리자 등에게 직접 경고하거나 환기가 이뤄지도록 하는 시스템이 요구되고 있다.

III. IoT 기반 라돈 측정기 제어시스템의 구성도

본 논문에서는 라돈 수치를 자동으로 감시하고 라돈 측정기 관리가 용이하게 이뤄지는 IoT 기반 라돈 측정기 제어시스템 및 이를 이용한 라돈 측정기 제어방법을 제공하고자 한다. 또한 측정된 라돈 수치에 기초하여 라돈 수치를 저감시킬 수 있도록 하는 IoT 기반 라돈 측정기 제어시스템 및 이를 이용한 라돈 측정

기 제어방법을 설계하고 구현하고자 한다.

IoT 기반 라돈 측정기 제어시스템의 구성도는 <그림 2>와 같다.



<그림 2> IoT 기반 라돈 측정기 제어시스템의 구성도

<그림 2>를 살펴보면 IoT 기반 라돈 측정기 제어시스템은 라돈 측정기 및 사용자 단말과 네트워크 연결되어 라돈 측정기 등을 네트워크를 통해 제어하는 제어시스템으로, 라돈 측정기를 이용한 라돈 수치 측정 결과 수신 및 라돈 측정기에 대한 동작 제어나 라돈 측정기를 통한 다른 장치의 동작 제어가 이뤄질 수 있도록 구성된다.

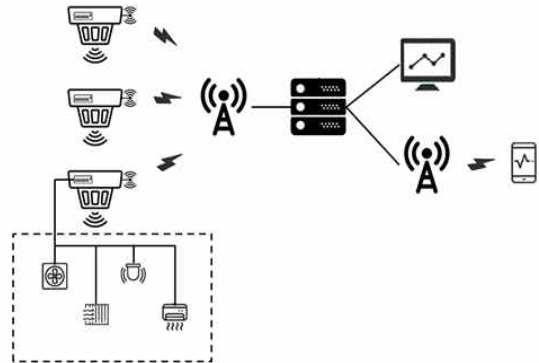
IoT, 즉 사물인터넷은 PC, 스마트폰 등 인터넷에 접속 가능한 일반적 장치들을 넘어서 자동차, 세탁기 등 사물이 인터넷에 연결되는 것을 말하며, 각종 기기에 통신장치와 감지장치 등을 구비하여 스스로 데이터를 주고 받을 수 있으며 원격으로 해당 사물을 직접 제어, 관리할 수 있다.

예를 들면 라돈 측정기와 네트워크를 통해 연결된 제어센터에서 라돈 측정기의 상태를 모니터링하면서 라돈 측정기에서 측정된 라돈 수치에 기초하여 라돈 측정기 및 라돈 저감장치가 동작하도록 제어하는 것으로 이해될 수 있다.

본 논문에서 제어시스템은 라돈 센서가 구비되어 미리 설정된 관리대상영역의 라돈 수치를 측정할 수 있는 적어도 하나 이상의 라돈 측정기 및 라돈 측정기를 관리, 제어하는 제어센터를 포함한다.

관리대상영역은 라돈 측정기가 설치된 지역으로 이해될 수 있으며 라돈이 자주 검출되거나 많은 사람들이 상주하여 라돈 측정기를 통해 라돈 수치를 지속적, 주기적으로 파악하기 위해 설정되는 것으로 하나의 관리대상영역에 2 이상의 라돈 측정기가 설치될 수도 있다.

라돈 저감장치를 포함한 IoT 기반 라돈 측정기 제어시스템의 구성도는 <그림 3>과 같다.



<그림 3> 라돈 저감장치를 포함한 IoT 기반 라돈 측정기 제어시스템의 구성도

<그림 3>을 살펴보면 라돈 저감장치를 포함한 IoT 기반 라돈 측정기 제어시스템의 구성도이다.

라돈 저감장치를 포함한 IoT 기반 라돈 측정기 제어시스템은 라돈 수치 데이터에 기초하여 생성된 라돈 수치 관리 정보를 제어센터로부터 전달 받아 동작이 이뤄지는 라돈 저감장치를 더욱 포함한다.

라돈 저감장치는 동작에 의해 라돈 수치를 낮출 수 있도록 구성된 장치로서 예를 들어 라돈 수치를 직접 저감시키는 실내 환기 장치(예, 환풍기, 라돈 흡착 기능을 가진 공기청정기)나 사용자에게 일정 레벨 이상의 라돈 수치를 알려서 사용자가 실내 환기 장치를 동작시키거나 창문 등의 개방을 통해 라돈 수치를 저감시키도록 하는 알림장치(예, 알림소리, 경고등)로 이해될 수 있다.

라돈 측정기는 라돈 수치 관리 정보에 의해 라돈 저감장치의 동작을 제어한다. 라돈 수치 관리 정보는 라돈 저감장치의 동작을 통해 라돈 수치를 저감하도록 구성되는 관리 정보로서 제어센터 및 사용자 단말에서 생성된다.

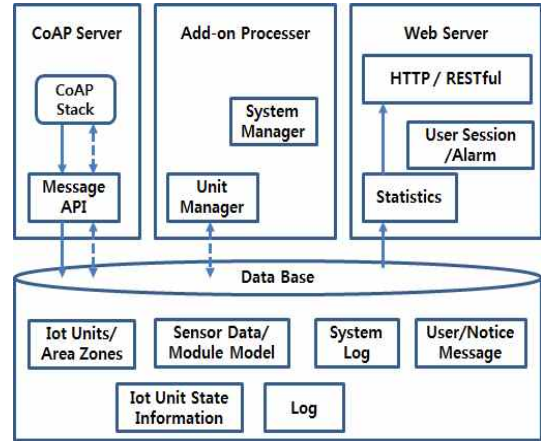
예를 들면 제어센터에서 라돈 수치 데이터를 수신하고, 수신된 라돈 수치가 미리 설정된 허용범위를 초과한 경우, 라돈 저감장치가 동작되도록 하는 동작 제어명령을 포함한 라돈 수치 관리 정보를 생성한다. 이러한 라돈 수치 관리 정보는 라돈 측정기의 통신부를 통해 제어부로 전달되며, 제어부에서 라돈 수치 관리 정보에 따라 라돈 저감장치의 동작을 제어하도록 한다. 또 다른 예로 라돈 수치 데이터를 수신한 사용자 단말에서 사용자에게 의해 수동으로 또는 미리 설정된 설정값에 의해 자동으로 생성된 라돈 수치 관리 정보가 라돈 측정기로 전달될 수도 있으며, 마찬가지로 제어부에 의한 라돈 저감장치의 동작이 이뤄질 수 있다.

IV. IoT 기반 라돈 측정기 제어시스템의 제어센터 및 라돈 측정기의 구성도

본 논문에서 제어센터는 라돈 측정기로부터 측정된 라돈 수치 데이터를 수집하여 저장하고, 라돈 측정기의 상태를 모니터링하며, 사용자 단말에 라돈 측정기의 상태에 기초하여 생성된 라돈 측정기 관리 정보를 전달하도록 구성된다.

IoT 기반 라돈 측정기 제어시스템의 제어센터 구성도는 <그림 4>와 같다.

<그림 4>를 살펴보면 제어센터는 라돈 측정기로부터 측정된 라돈 수치 데이터를 미리 설정된 분류 기준에 따라 수집, 저장하는 CoAP 서버와 라돈 수치 데이터가 저장되는 데이터베이스와 라돈 수치 데이



<그림 4> IoT 기반 라돈 측정기 제어시스템의 제어센터 구성도

터를 분석하여 라돈 측정기를 관리하는 기능을 수행하는 애드온 프로세서와 라돈 수치 데이터를 사용자 단말에 제공하는 웹서버를 포함한다.

CoAP 서버는 라돈 측정기와 통신을 위한 서버로서 라돈 측정기와 네트워크 연동하고 측정 데이터를 수집하여 데이터베이스에 저장하며, 라돈 측정기의 상태를 모니터링하거나 애드온 프로세서에서 생성된(또는 사용자 단말로부터 수신된) 제어 명령을 라돈 측정기로 전달하는 기능을 수행한다.

이러한 측정 데이터 및 제어 명령 등은 메시지 형태로 전달되며, CoAP 서버는 CoAP(Constrained Application Protocol) 메시지 형태로 라돈 측정기와 사이에 암호화 통신을 제공한다.

CoAP는 암호화 통신을 제공하는 프로토콜로서 사물인터넷(IoT)에서 기기들간의 실시간 커뮤니케이션을 위해 필요한 것으로 실시간 인스턴트 메시징 솔루션으로 이해될 수 있다.

실시간 인스턴트 메시징 솔루션으로서 프로토콜은 XMPP(eXtensible Messaging and Presence Protocol), CoAP(Constrained Application Protocol), MQTT(Message Queue Telemetry Transport) 등이

있으며, 본 실시예에 따른 제어시스템은 바람직하게 CoAP 프로토콜을 이용한다.

CoAP 프로토콜은 리소스 제약이 있는 기기들이 인터넷 상에서 TCP(Transmission Control Protocol) 대신 UDP(User Datagram Protocol)를 사용해 커뮤니케이션할 수 있도록 개발된 것으로, 레스트풀(Restful) 개념이나 응답 코드 등이 HTTP(Hypertext Transfer Protocol)와 유사하게 동작하며, 특히 인터넷을 통해 제어해야 하는 저출력 센서 및 기기와의 커뮤니케이션을 위해 이용될 수 있다. 또한 XMPP나 MQTT에 비해 IoT 기기의 암호화가 가능하면서도 매우 작은 램이 장착된 마이크로 컨트롤러에서도 동작이 가능하다는 장점이 있다.

CoAP 프로토콜은 통신의 부하를 줄이기 위해 UDP 기반으로 동작하면서도 신뢰성을 보장할 수 있다.

CoAP 프로토콜은 메시지 타입이 확인이 가능한 메시지(CON, Confirmable), 확인할 수 없는 메시지(NON, Non-confirmable), 승인(ACK, Acknowledgement), 초기화(RST, Reset)로 간단하게 이루어지며, 라돈 측정기에서 측정된 라돈 수치 데이터 정보나 라돈 측정기 관리 정보를 제어센터와 송수신하는데 적합한 환경을 제공한다.

예를 들면 제어센터는 CoAP 프로토콜을 통해 라돈 측정기로부터 전송되는 메시지를 구별하여 확인이 가능한(응답이 필요한) 메시지와 확인할 수 없는 메시지를 구별한다. 메시지가 확인이 가능한 메시지인 경우 라돈 측정기의 고유정보(ID)를 사용하여 라돈 측정기를 식별한다.

이때 라돈 측정기가 제어시스템에 등록된 라돈 측정기인 경우, 메시지를 분석하여 측정된 라돈 수치 데이터가 미리 설정된 주기 또는 시간에 측정된 데이터인지를 파악하여 유효 데이터 여부를 파악하며, 라돈 수치 데이터가 유효 데이터에 해당하는 경우 해당

라돈 수치 데이터를 데이터베이스에 저장한다.

만일 라돈 수치 데이터가 중복된 메시지에 포함된 데이터 이거나 요청하지 않는 데이터에 해당하여 유효하지 않은 데이터에 해당하는 경우 해당 라돈 수치 데이터를 과기하거나 해당 로그를 저장할 수 있다. 애드온 프로세서는 라돈 측정기를 관리하는 유닛 관리부와 제어시스템 전반을 관리하는 시스템 관리부로 이뤄진다.

유닛 관리부는 CoAP 서버에서 수신되는 메시지(예, 라돈 측정기 정보)로부터 라돈 측정기의 상태 정보를 수집하고, 라돈 측정기의 상태에 따라 라돈 측정기 관리 정보를 생성하여 데이터베이스에 저장하는 한편, 라돈 측정기 관리 정보를 CoAP 서버를 통해 라돈 측정기로 전달하여 라돈 측정기를 제어하는 기능을 수행한다.

시스템 관리부는 제어센터를 포함한 제어시스템의 안정적인 동작을 위해 각각의 서버, 애드온 프로세서 및 데이터베이스의 상태, 용량 등을 모니터링하고 시스템 관리자 권한이 부여된 사용자에게 의한 제어시스템 운영 설정 변경에 관련된 기능을 수행한다.

애드온 프로세서는 공지의 CPU(Central Processing Unit)나 MCU(Micro Controller Unit) 또는 MPU(Micro Processor Unit) 중 어느 하나로 이해될 수 있다.

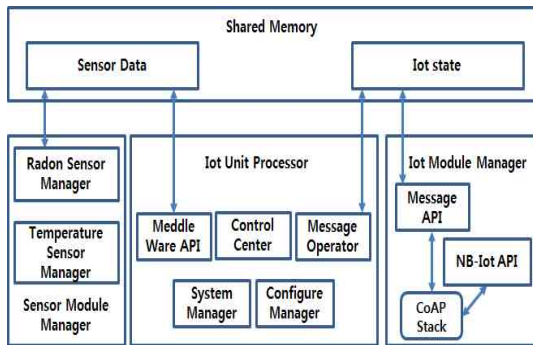
데이터베이스는 네트워크 연결된 각각의 라돈 측정기의 위치 및 고유정보를 포함한 라돈 측정기 정보, 라돈 측정기 상태 정보, 라돈 측정기에서 측정된 라돈 수치 데이터 정보, 라돈 측정기 및 사용자 단말의 로그 정보, 제어시스템의 로그 정보, 사용자 단말 고유정보 및 알림 메시지 등을 저장하도록 구성된다.

웹서버는 사용자 단말에 웹기반의 데이터 그래프나 데이터 테이블 형태로 라돈 측정 수치, 분석 정보 등을 제공하도록 구성되며, 사용자 단말의 접속이 이뤄질 수 있도록 하는 UI를 제공하는 한편, 관리자 권

한이 있는 사용자 단말에 의한 접속 상태에서 라돈 측정기를 제어하거나 각각의 라돈 측정기 상태 정보를 제공하여 동작 상태를 모니터링할 수 있도록 한다.

웹서버는 RESTful(Representational State Transfer) API(Application Programming Interface)를 제공하며, 사용자의 권한(예, 시스템 관리자, 라돈 측정기 관리자, 일반 사용자 등)에 따라 차별화된 정보를 제공하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 일반 사용자는 웹서버에 로그인 접속하여 측정된 라돈 수치를 그래프로 확인하거나 라돈 수치 데이터를 내려받기할 수 있으며, 라돈 측정기 관리자 권한의 사용자는 라돈 측정기를 등록 및 해제하거나 라돈 측정기의 측정 모드 변경, 동작 상태 감시 등의 권한을 부여받을 수 있다. 또한 시스템 관리자 권한의 사용자는 모든 사용자(사용자 단말)를 등록 및 해제할 수 있으며, 제어시스템 설정을 변경할 수 있도록 설정될 수 있다.

IoT 기반 라돈 측정기 제어시스템의 라돈 측정기 구성도는 <그림 5>와 같다.



<그림 5> IoT 기반 라돈 측정기 제어시스템의 라돈 측정기 구성도

<그림 5>를 살펴보면 일례로, 라돈 측정기는, 라돈을 감지하고 라돈 수치를 측정하는 라돈 센서부와, 라돈 수치를 제어센터로 네트워크를 통해 전달하는 통신부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

라돈 센서부는 라돈 측정기의 라돈 센서 및 기타 센서(예, 온도 센서, 습도 센서 등)를 관리하고 각각의 센서에서 측정된 데이터를 수집하도록 구성된다.

통신부는 라돈 센서부에서 수집된 데이터를 제어센터의 CoAP 서버로 전달할 수 있다. 이를 위해 통신부는 라돈 수치 데이터를 CoAP 메시지 형태로 전달하기 위한 메시지 API(Application Programming Interface), NB-IoT API 및 CoAP stack을 포함하여 이뤄진다. NB-IoT API는 NB-IoT를 이용한 API를 의미한다.

라돈 측정기는 라돈 센서부 및 통신부를 제어하고 수집된 데이터를 관리, 라돈 측정기의 상태 모니터링을 포함한 일반적인 관리를 수행하는 제어부를 포함한다.

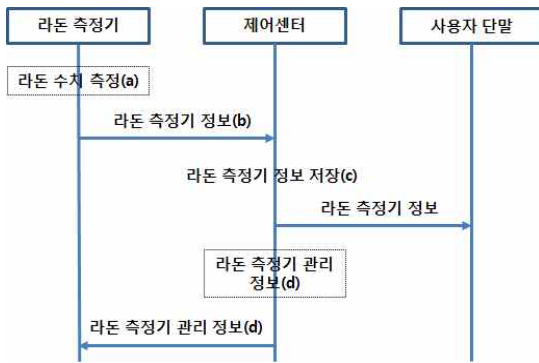
제어시스템의 구성을 통해 라돈 수치 데이터의 수집 및 라돈 측정기의 상태 모니터링이 자동적으로 이뤄질 수 있으며, 라돈 측정기의 원격 제어는 물론 라돈 측정기의 불량이나 고장 발생시 라돈 측정기를 재부팅하거나 경고 알림 등을 통해 신속하게 대처할 수 있다.

사용자 단말은 제어센터와 네트워크 연결되며, 라돈 측정기에서 측정되고 제어센터에서 가공된 라돈 수치 데이터를 표시하기 위한 표시장치(부호 미도시)와 후술하는 웹서버로의 로그인 접속이나 후술하는 라돈 수치 관리 정보 또는 라돈 측정기 관리 정보 등을 입력할 수 있도록 하는 입력장치(미도시)를 포함하며, 제어센터 등을 제어하기 위한 소프트웨어가 설치될 수 있다.

사용자 단말은 유선으로 네트워크 연결된 PC나 광대역 통신 등의 무선으로 네트워크 연결된 스마트폰, 태블릿 PC 등으로 이해될 수 있다.

IV. IoT 기반 라돈 측정기를 이용한 제어방법

IoT 기반 라돈 측정기를 이용한 제어방법은 <그림 6>, <그림 7>과 같다.



<그림 6> IoT 기반 라돈 측정기를 이용한 제어방법



<그림 7> 라돈 저장장치를 포함한 IoT 기반 라돈 측정기를 이용한 제어방법

<그림 6>과 <그림 7>을 살펴보면 IoT 기반 라돈 측정기를 이용한 제어방법은 <그림 5>와 같이 라돈 측정기 및 사용자 단말과 네트워크 연결된 제어센터에서 라돈 측정기를 제어하는 방법으로 미리 설정된 측정 조건에 따라 라돈 측정기가 라돈 수치를 측정하는 단계(a 단계), 라돈 측정기가 라돈 수치 데이터를 포함한 라돈 측정기 정보를 암호화 통신 프로토콜을

이용하여 제어센터로 전달하는 단계(b 단계), 제어센터가 측정 시간 정보 및 라돈 측정기 고유정보에 기초하여 라돈 측정기 정보를 수집하고, 데이터베이스에 저장하는 단계(c 단계) 및 제어센터가 라돈 측정기 정보에 기초하여 라돈 측정기의 이상 상태를 파악하고, 라돈 측정기로 라돈 측정기 관리 정보를 제공하는 단계(d 단계)를 포함한다.

미리 설정된 측정 조건은 매시간마다 라돈 수치를 측정하는 조건이거나 다른 예로 관리대상영역에 위치한 사용자(예, 상주자/거주자)를 감지하여 사용자가 주로 위치하는 시간대에 집중적으로 라돈 수치를 측정하도록 하는 조건일 수 있다.

라돈 측정기 정보는 라돈 측정기의 시간에 따른 라돈 수치 데이터, 라돈 측정기 고유정보, 라돈 측정기 상태정보 중 적어도 어느 하나를 포함하며, 라돈 측정기 정보를 통해서 해당 라돈 측정기의 이상 상태를 파악할 수 있다.

라돈 측정기 관리 정보는 제어센터 및/또는 사용자 단말에서 생성될 수 있으며, 이상 상태가 파악된 라돈 측정기를 재부팅(reboot) 또는 리셋(reset)하는 명령이나 해당 라돈 측정기 자체 또는 주변에 구비된 알람장치를 통해서 해당 라돈 측정기에 문제가 발생하였음을 거주자나 관리자 등에게 인지시키는 명령일 수 있다.

또한 d 단계에서 제어센터는 사용자 단말로 라돈 측정기 관리 정보를 제공할 수도 있으며, 이 경우 사용자에게 의해 직접 라돈 측정기의 이상 상태 해결(예, 수리)이 이뤄질 수도 있다.

<그림 7>과 같은 제어방법은 c 단계 이후 제어센터가 라돈 수치 데이터에 기초하여 라돈 측정기로 라돈 저장 제어명령을 전송하는 단계(c1 단계) 및 라돈 측정기가 수신된 라돈 저장 제어명령에 기초하여 라돈 측정기와 연결된 라돈 저장장치를 동작시키는 단계(c2 단계)를 더욱 포함한다.

V. 실험 및 결과

IoT 기반 라돈 측정 제어시스템을 구현하고 실험한 서버의 사양은 <표 1>과 같다.

<표 1> 서버의 사양

CPU	RAM	Hard Disk
2.1GHz/8-core/85W	16GB 2R x1ea	300GB

IoT 기반 라돈 측정 제어시스템을 웹으로 구현한 서버의 사양은 <표 2>와 같다.

<표 2> 웹서버 구현 사양

웹서버	NGINX 1.12.2
웹 템플릿 엔진	Flask 1.0.3
데이터베이스	MariaDB 5.5.64
CoAP 프로토콜	CoAPthon 4.0.2

IoT 기반 라돈 측정 제어시스템을 이용하여 서버에 측정된 라돈 측정 통계 데이터와 라돈 측정 통계 그래프를 실제 구현한 화면은 <그림 8>, <그림 9>와 같다.

<그림 8>과 <그림 9>를 살펴보면 테스트 지역 10개 중 테스트4_(14), 포항동해-X_(15), 테스트10_(20), 테스트11_(21), 테스트12_(22), 테스트13_(23), 테스트14_(24), 테스트15·베터리_(25), 테스트16·파이프_(26), 테스트17·파이프_(27)의 라돈 측정기_ 고유정보(ID) 측정 하였다. 측정은 날짜 별로 하였으며, 포항동해-X_(15)는 2019년 12월 31일에 설치되었다.

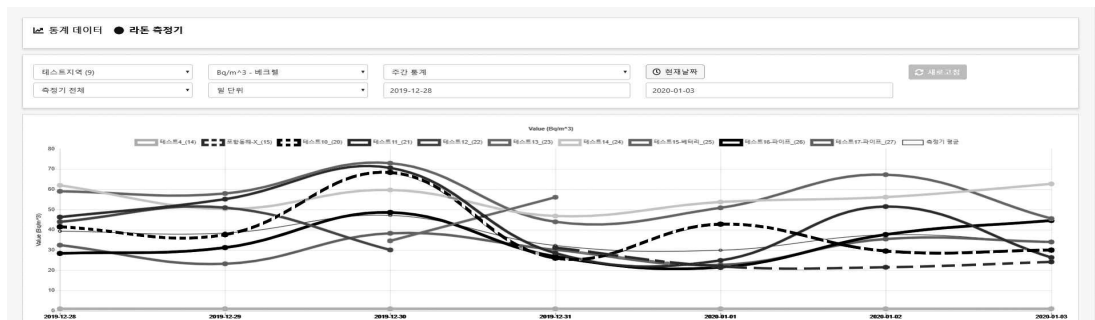
본 논문에서는 서버 및 IoT 블록과 연계한 라돈 측정을 통해 정확한 라돈 가스 양을 측정하고, 라돈 수치(라돈 가스 양)에 따른 상황별 조치가 신속하게 이뤄짐으로써 라돈에 취약한 사람들 및 해당 영역 상주자에 대한 보호가 적절히 이뤄질 수 있는 장점이 있다.

Download

측정날짜	테스트4_(14)	포항동해-X_(15)	테스트10_(20)	테스트11_(21)	테스트12_(22)	테스트13_(23)	테스트14_(24)	테스트15-베터리_(25)	테스트16-파이프_(26)	테스트17-파이프_(27)	측정기 평균
평균	1.0	24.7	39.28	43.32	41.66	45.33	55.93	56.81	34.09	30.88	36.87
2019-12-28	1.0	-	41.52	46.29	43.96	-	62.0	59.04	28.33	32.44	39.32
2019-12-29	1.0	-	37.6	55.17	50.96	-	50.33	37.96	31.21	23.21	38.43
2019-12-30	1.0	-	68.38	70.62	30.06	34.56	59.71	72.96	48.6	38.29	47.13
2019-12-31	1.0	31.23	25.98	38.46	-	56.1	48.83	43.96	28.77	30.12	32.27
2020-01-01	1.0	21.9	42.81	34.88	-	-	53.75	50.9	21.46	22.67	29.92
2020-01-02	1.0	21.5	29.3	51.5	-	-	36.17	87.27	37.87	35.46	37.51
2020-01-03	1.0	24.15	29.97	28.29	-	-	62.71	45.56	44.62	34.0	33.54

Value (Bq/m³)

<그림 8> 라돈 측정 통계 데이터



<그림 9> 라돈 측정 통계 그래프

특히 라돈 측정 데이터의 수집 및 라돈 측정기의 상태 모니터링이 자동적으로 이뤄져 라돈 측정기의 원격 제어는 물론 라돈 측정기의 불량이나 고장 발생 시 신속하게 대처할 수 있다는 장점이 있다.

또한 본 발명은 라돈 측정값 빅데이터 구축을 통해 라돈의 영향력에 대한 기준선을 확보하고 라돈을 대처하기 위한 연구자료를 얻을 수 있다는 장점이 있다.

참고문헌

[1] 주거용, 차동원, “건축물의 실내 라돈농도 경감방안에 관한 연구(I),” 한국생태환경 건축학회 논문집, 제1권 제2호, 2001, pp.21-28.

[2] 김정수, “대학 내 학습공간과 공동 생활공간에 대한 실내 라돈 농도 측정과 유효선량 산출,” 한국방사선학회 논문지, 제12권, 제3호, 2018, pp.329-334.

[3] 송보영, “지역 내 공공시설의 실내 라돈 농도 분석 및 선량평가,” 호서대학교 벤처대학원 박사학위 논문, 2018.

[4] 윤성하 · 김재학 · 김규식, “핀 포토다이오드를 이용한 보급형 라돈 검출기의 구현,” 전자공학회 논문지, 제53권, 제11호, 2016, pp.99-106.

[5] 김규범 · 임우석, “PIN 포토다이오드를 활용한 지하수내 라돈 베타입자 측정장치의 적용성 평가,” 대한지질학회 지질학회지, 제53권, 제6호, 2017, pp.797-804.

[6] 정재원 · 김형민 · 윤성현 · 김준용 · 김현갑 · 김규식, “핀 포토다이오드 라돈 검출기 민감도에 미치는 습도 및 온도의 영향,” 대한전기학회정보 및 제어 논문집, 2019, pp.95-96.

[7] 김준현 · 윤현식 · 서강진 · 우희영 · 김만화 · 박종현,

“5678 서울시철도 지하역사의 라돈 관리 현황,” 한국철도학회한국철도학회 학술발표대회논문집, 2011, pp.1306-1312.

[8] 민동운 · 정광섭 · 김영일, “공동주택에서 환기 유무에 따른 실내 라돈 농도 변화에 관한 연구,” 대한설비공학회 학술발표대회논문집, 2015, pp.431-434.

[9] 정재원 · 김규식, “아날로그 CMOS 이미지 센서를 이용한 라돈 검출기의 구현,” 대한전자공학회, 전자공학회논문지 제55권, 제9호, 2018, pp.95-100.

[10] 임우석 · 주명식, “휴대용 라돈 측정 장치 및 그 동작 방법,” 대한민국 특허청, 10월, 2016.

■ 저자소개 ■



안 희 학
Ahn Heuihak

1984년 4월-현재
기톨릭관동대학교 소프트웨어학과 교수
1981년 2월 송실대학교 전자계산학과(공학사)
1983년 2월 송실대학교 전자계산학과(공학석사)
1994년 8월 송실대학교 전자계산학과(공학박사)
관심분야 : 시스템소프트웨어, 컴퓨터통신, IoT융합, 컴퓨터보안
E-mail : hhahn@cku.ac.kr



구 자 영
Gu Jayeong

1997년 8월-현재
해양경찰청 근무
1986년 2월 한국해양대학교 항해학과(공학사)
1994년 2월 한국해양대학교 해사산업공학전공(공학석사)
1997년 3월 일본 도호쿠대학 정보과학연구과(정보과학박사)
관심분야 : 멀티미디어, 데이터베이스, 경영정보
E-mail : kly1136@korea.kr



이 상 윤
Lee Sangyoon

1999년 월~현재
쥘트라이콤텍 엔지니어 총괄
수석부장
1996년 월~1999년 월
델넛코리아 연구원
1989년 1월~1997년 2월
Postech 학술정보원 S/W개발팀장
1984년 1월~1988년 12월
KCC S/W개발팀장
1995년 2월
충북대학교 통계학과(이학사)
2015년 8월
한국방송통신대학교 정보과학과
(이학석사)

관심분야 : 무선/이동 전송, 차세대 이동통신,
데이터통신, IoT융합, 네트워크
보안

E-mail : SangYoon@tricomtcom.com

논문접수일 : 2020년 1월 6일
수 정 일 : 2020년 2월 3일
게재확정일 : 2020년 2월 12일