

IoT 기반 SW 품질평가 모델

정수민 · 최재현 · 박제원*

Design of Software Quality Evaluation Model for IoT

Su-min Chung · Jae-hyun Choi · Jea-won Park*

Graduate School of Software, Soongsil University, Seoul 06978, Korea

요 약

정보기술인 인터넷과 하드웨어기술의 급진적인 발전에 따라 모든 사물에 인터넷을 연결하여 사물끼리 또는 사람과 사람 사이에 의사소통을 하는 사물인터넷의 보급률과 이용률이 지속적으로 증가하고 있다. 이미 스마트 워치를 중심으로 한차레 사물인터넷 돌풍이 일어난 상태이며, 냉장고, 세탁기, 전구, 스위치 등 집안의 모든 사물을 스마트폰으로 조작하는 스마트 홈 키트가 현실화되고 있다. 각각의 디바이스는 자체적인 기능 구현이 가능하고, 중심 역할을 처리하는 허브를 통해 좀 더 지능화되고 협력적인 기능을 제공한다. 하지만 사물인터넷 디바이스의 양이 급증하는 것에 비해 사물인터넷 기반 소프트웨어의 품질 평가에 관한 연구는 매우 부족하여 그 품질기준이 명확하지 않다. 특히 IoT 기반 SW는 사물인터넷 디바이스를 통해 활용되기에 이동성과 휴대성, 실시간 접근성과 같은 특징과 디바이스라는 것에 대한 하드웨어적인 특징을 포괄하고 있기 때문에 포함하기에 일반적인 소프트웨어와는 차별화된 품질 기준과 평가모델이 필요하다. 본 논문에서는 이러한 필요성에 따라 사물인터넷 소프트웨어 평가모델을 제안하고자 한다. 국제표준 ISO/IEC 25000의 품질 특성을 바탕으로 본 논문의 평가 모델을 제시하고, 시나리오 기반 사례 연구를 수행하여 검증하였다.

ABSTRACT

As Internet, and hardware technology are in rapid process, using rate and penetration rate of Internet of Things are increasing. Internet of Things is the physical objects with network which embedded with electronics, software, sensors, and network. Smart Home-kit to operate refrigerators, washing machines, light bulbs, and such internet of things by a smartphone has been realized. However, it is difficult to use a good quality of software based on IoT. It is because that the study related to quality evaluation of software based on IoT is deficient compared with increase amount of IoT devices. Software based on IoT includes mobility, transportability, real time accessibility and hardware characteristics. Therefore, it is necessary to have differentiated quality standards and quality model. Software quality evaluation model for IoT is proposed to satisfy these needs. Evaluation model is mapped by characteristics of IoT software based on ISO/IEC 25000's quality characteristics. Scenario based studies were applied to quality model for verification.

키워드 : 사물인터넷, Internet of Things, IoT, ISO/IEC 25000, 품질 평가, 사례 연구

Key word : Internet of Things, IoT, ISO/IEC 25000, Quality Evaluation, Case study

Received 26 May 2016, Revised 09 June 2016, Accepted 21 June 2016

* Corresponding Author Jea-won Park(E-mail:jwpark@ssu.ac.kr, Tel:+82-2-828-7014)

Graduate School of Software, Soongsil University, Seoul 06978, Korea

Open Access <http://dx.doi.org/10.6109/jkice.2016.20.7.1342>

print ISSN: 2234-4772 online ISSN: 2288-4165

©This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.
Copyright © The Korea Institute of Information and Communication Engineering.

I. 서 론

구글의 부사장 빈트서프는 2014년 9월 전자신문 창간 특집 인터뷰를 통해 월드와이드웹 (World Wide Web) 애플리케이션은 여러 방향으로 변화하고 있고, 스마트폰은 사람들을 인터넷에 접근할 수 있도록 만들었는데 그 다음 주자는 사물인터넷이라고 하였다. 기존의 스마트폰, 태블릿PC와 같은 지능형 기기의 개발로 사용자는 다양한 디바이스를 통한 애플리케이션의 사용이 가능해졌다.

이는 사물인터넷의 소통성, 지능성 등이 다수의 사용자들을 사물인터넷시장에 뛰어 들게 만드는 계기가 된다. IoT (Internet of things) 라고도 부르는, 사물인터넷은 모든 사물을 인터넷을 바탕으로 연결하여 사물과 사람, 사물과 사물 간의 정보를 상호 교류하고 수집 및 저장하는 지능형 기술 및 서비스이다.

이는 기존의 정보통신 기술인 인터넷이나 무선통신 기술인 모바일 무선 인터넷보다 한 발 더 나아간 기술로서, 사물인터넷 기기가 인터넷에 연결만 되었다면, 사람의 유무에 상관없이 자체적으로 정보를 상호작용하고 처리한다.

이를 테면 '직장인 A씨는 아침에 일어나서 스마트폰을 통해 커피포트를 전원을 키고, 아침식사를 하며 알아서 부족한 재료를 보고해주는 냉장고를 통해 배달을 예약한다. 또한 회사로 나가면서 스마트폰 내비게이션을 통해 회사로 가는 최적화된 교통상황을 보고 받고, 운전중이지만 스마트 위치가 알아서 스마트폰으로 걸려온 전화를 대신 받아준다.' 이처럼 다양한 형태로 사물인터넷은 우리 삶속에 실존한다.

2016년 1월 CNET 글로벌 IT 뉴스에 따르면, 집안 온도를 자동으로 조절해주는 사물인터넷 기기인 네스트 운영체제에 숨은 버그 때문에 기기가 완전히 꺼지는 일이 벌어졌다. 이 때문에 네스트를 집에 설치했던 일부 소비자들이 추위에 시달려야 했다. 이처럼 검증되지 않은 사물인터넷 기기의 증가는 곧 IoT 기반 소프트웨어가 질이 아닌 단순히 양으로서 증가하게 되는 문제를 발생시켰고, 이는 곧 소프트웨어 품질이 저하되는 문제로 이어지게 되었다.

또한 IoT 소프트웨어는 일반적인 소프트웨어와 달리 사람의 개입이 의무적이지 않다는 특징과 기기 홀로 다른 기기와 상호작용한다는 특징을 통해 기존의 소프트

웨어적 특징들과 함께 고려해야 한다. 하지만 이와 같은 특성들을 반영한 IoT 품질 관련 기준 및 연구는 매우 부족하다. 본 논문에서는 이러한 필요성을 더욱 다양한 관점에서 접근하고 분류하여 IoT 기반 SW의 특징을 투명한 품질 평가 모델을 제시한다.

품질평가를 위한 가이드라인으로는 국제 표준인 ISO/IEC 14598 과 ISO/IEC 9126 의 통합 표준인 ISO/IEC 25000 을 통해, IoT 기반 소프트웨어에서 제품 품질에 대한 평가 모델을 제시한다.

II. 관련 연구

2.1. IoT 소프트웨어 선행연구

선행 연구중 "A Study on Matrix Model for Core Quality Measurement Based on the Structure and Function Diagnosis of IoT Networks, S. C. Noh, and J. G. Kim"에서 IoT 소프트웨어의 구조를 경량 마이크로 스프레드 운영체제, 임베디드 소프트웨어, 게이트웨이 소프트웨어로 나누었다. 특히, 구조와 기능을 바탕으로 핵심기능에 관한 품질측정 모델을 설계하였다[1].

선행 연구 중 "IoT with Software - aware Issues, K. S. Kwak"에서 IoT 가 소프트웨어적으로 가지는 해결 과제와 향후 방향을 IoT 의 구성요소를 바탕으로 제시하였다. 특히, IoT 특유의 과제인 클라우드 컴퓨팅, GIS 기반 시각화 등에 논하였다[2].

선행 연구 중 "Mutual Authentication Scheme for IoT Application, G. Usha. Devi, E. Vishnu. Balan, M. K. Priyan, and C. Gokulnath"에서는 IoT는 수천만 개의 사물이 사물과 연결이 되어있고, 또한 그 정보를 서버에 저장하기에 사용자가 해당 서버에 접속되기 위한 새로운 인증 방식을 제안하였다. 같은 장소에 다양한 사물과 다수의 사용자가 존재하기 때문에 가벼운 인증 방식이 필요함과 언제 어디서나 즉시 연결이 가능해야함을 강조했다[3].

IoT 기반 소프트웨어에 관한 연구는 IoT가 가지는 특성에 의하여 IoT의 구성요소와 구조를 기반으로 취약점과 해결과제에 관한 연구가 주를 이루고 있다.

그간의 연구는 IoT 에 대한 초점을 과제와 해결책을 중심으로 고려하고 있으며, 기술 자체에 대한 취약점만을 식별하고 있다. IoT 환경을 기반으로 안전한 소프트

웨어를 제공하기 위해서는 제품 및 서비스의 특징을 취약점과 함께 고려하여 개발될 수 있는 연구가 필요한 시점이다.

2.2. IoT 품질평가 관련 선행연구

선행 연구중 “A Quality Model for Evaluating IoT Applications, M. Kim, and Department of Computer Science”는 ISO/IEC 9126을 기반으로 소프트웨어 품질 평가 모델과 품질평가 메트릭을 설정하였다. ISO/IEC 9126의 기능성, 신뢰성, 효율성, 이식성을 소프트웨어 품질특성으로 제시했다. 이를 기반으로 정량적인 품질 측정을 하였고, 사례연구를 하여 정확도를 높였다. 그러나 Kim의 연구는 ISO/IEC 9126에서 저자만의 품질 속성을 도출해냈지만 ISO/IEC 9126을 통해서 IoT 소프트웨어의 품질 평가에 적용하기에는 부족하다[4]. 그 이유는 ISO/IEC 9126은 ISO/IEC 25000과 비교해서 그 품질 평가 항목의 양이 부족하며, 전체적으로 구분이 포괄적이다. ISO/IEC 25000은 더욱 다양한 품질 평가 항목을 가지고 있다. 국제 표준 문서인 ISO/IEC 25000은 품질관리, 품질모델, 품질측정, 품질 요구사항, 품질 평가로 총 5가지의 부문으로 구성되어있다.

선행 연구중 “A Study on Matrix Model for Core Quality Measurement Based on the Structure and Function Diagnosis of IoT Networks, S. C. Noh, and J. G. Kim”에서는 IoT 환경의 서비스 향상을 위해 체계적인 품질관리와 운용관리, 프로토콜 취약성에 대처하는 측정모델을 제시하였다[1]. 기능과 품질 요구사항을 단일 통합 테이블에 취합하여 품질평가를 시행했다. 그러나 이 연구는 IoT의 구조와 기능에 초점을 두어 측정항목이 부족하고, 품질항목과 세부항목의 설계에 대한 설명이 미흡하다.

III. IoT 기반 소프트웨어의 특징

본 장에서는 IoT 기반 소프트웨어의 주요특징을 7가지로 구분하고 서술하였다. 사물인터넷이 가지는 하드웨어적인 요소와 이를 바탕으로 하는 근간기술, 임베디드 소프트웨어가 가지는 특징, 네트워크의 특징 등을 고려하여 주요특징을 도출하였다. 이렇게 도출된 특징들은 4.5장에서 IoT 기반 소프트웨어 품질 특성을 도출

하는 요소로서 활용된다. 다음 그림 1은 IoT 기반 소프트웨어의 특징이다.

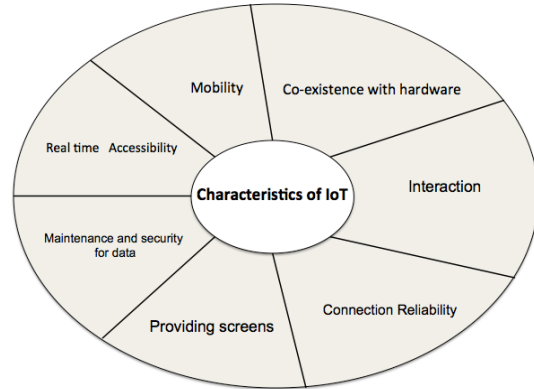


Fig. 1 Characteristics of IoT Software

3.1. 이동성

이동성은 사용자가 사물인터넷 디바이스를 이용해서 다양한 장소 및 환경에 관계없이 사물인터넷이 제공하는 서비스를 제공 받을 수 있는가를 뜻한다.

사물인터넷 디바이스(스마트폰, 태블릿PC, 스마트 워치 등)를 통해 사물인터넷에 저장된 정보를 네트워크 환경 안에서 자유롭게 주고받을 수 있다[5]. 또한, 사물인터넷 디바이스인 스마트 워치는 개발 기술이 향상됨에 따라 스마트폰에서 제공하는 문서 작성 및 자료 검색 기능에 시계로서의 기능을 넘어서 이동 중 편리하게 사용가능한 길안내 서비스까지 제공하고 있다[6].

3.2. 하드웨어와의 공존성

하드웨어와의 공존성은 사물인터넷이 가지는 하드웨어적인 특징을 의미한다. 기존 임베디드 시스템의 특징을 바탕으로 사물인터넷이 태어났기 때문이다. 사물인터넷이 하나의 ‘사물’이 되기 위해서는 운영체제와 네트워크를 담을 수 있는 상자 역할을 하는 하드웨어가 필요하다.

일반적인 핵심 하드웨어는 센서 인터페이스 장치, 처리 장치, 송수신 장치, 전원 공급 장치를 포함한다[2,7].

3.3. 실시간 접근성

실시간 접근성은 사물인터넷이 가지는 휴대성에 의해 장소와 시간에 구애받지 않고 원하는 서비스에 접근

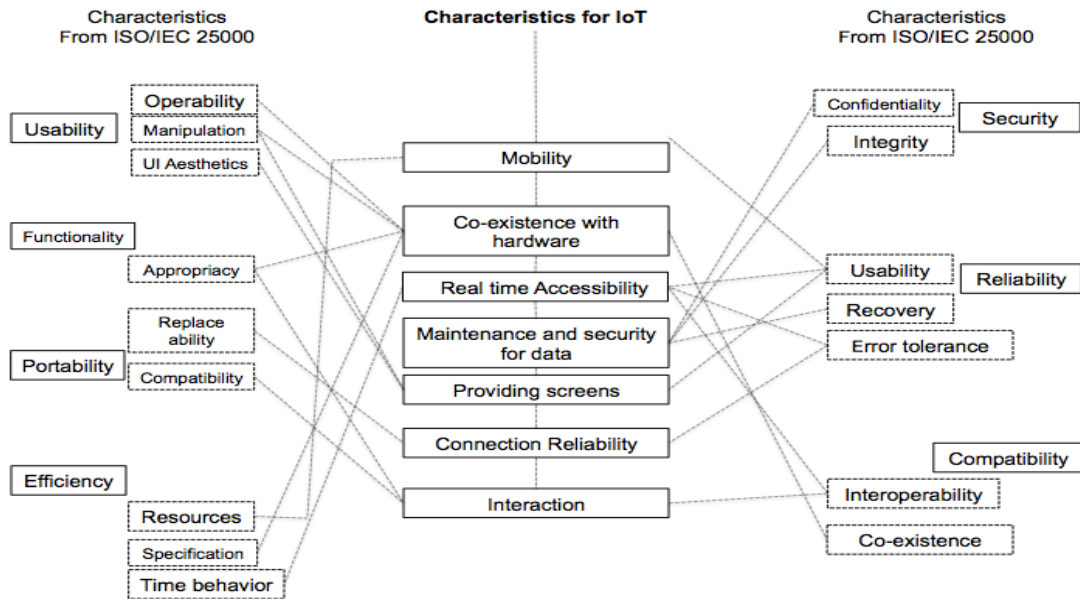


Fig. 2 Mapping of IoT characteristics and quality characteristics

가능한 특징을 의미한다. 네트워크 환경이 구성된 곳에서는 실시간으로 사물과 사물이 통신되어야 하고, 또한 사용자는 해당 데이터에 실시간으로 접근이 가능하도록 서비스되어야 한다.

3.4. 데이터의 유지 및 보안

데이터의 유지 및 보안은 사물인터넷이 스스로 데이터를 확보하고 처리하는 과정 중에 데이터를 유지하고 외부 사이버 공격으로부터 노출이 되지 않아야 하는 특징을 의미한다. IoT는 단말장치, 센서 네트워크, 서비스, 서버에서 보안 위협이 발생할 수 있는데, 각각 파손, 통신교란, 데이터 위조/변조, 악성코드 등의 결과를 초래할 수 있다[8]. 그러므로 세부적이고 섬세한 대응책을 통해 데이터의 유지 및 보안에 대한 관리가 필요하다.

3.5. 화면 제공성

화면 제공성은 사물인터넷이 수집한 데이터를 사용자에게 보여줄 수 있는 화면을 노출 및 제공한다는 의미이다. 사용자는 스마트폰, 스마트 워치 등의 디바이스의 화면을 통해 원하는 정보를 검색, 수정, 확인할 수 있다. 사용자는 이러한 창을 통해 사물인터넷의 원시 자료를 잘 가공된 형태로 이해하기 쉽게 볼 수 있어야

한다[2]. 화면이라는 것은 시각의 창이거나 원형이 될 수 있으며, 해당 화면을 통해 사용자가 조작이 가능할 수도 있다. 또한 다양한 디바이스, 운영체제 환경에 충돌 없이 화면 제공성이 요구되며, 한정된 화면에서 얼마나 잘 가공된 정보를 사용자에게 제공하는지가 좋은 사물인터넷 기기의 척도가 된다.

3.6. 연결 신뢰성

연결 신뢰성은 IoT 환경에서 수집된 데이터를 데이터베이스나 메인 서버에 저장시키는 센서 게이트웨이와 같은 미들웨어 시스템의 연결 상태를 의미한다. NFC, 블루투스, 무선 데이터 연결과 같은 다양한 형태의 센서로 구성되는 사물인터넷은 센서 게이트웨이를 통해 센서를 확장/축소하여 사물인터넷의 지속적인 운영을 보장한다[9]. 특히, 대규모 센서들로 구성된 IoT 환경에서는 각 센서들과의 신호 탈락 없는 네트워크 연결 성능이 요구되는 실정이다[10].

3.7. 상호작용성

상호작용성은 사물인터넷이 다른 사물인터넷과 서로 소통하고 작용하며 정보를 주고받는 특징을 의미한다. 예를 들어, 스마트폰으로 오는 문자를 손목에 차고

있는 스마트 워치로 받아서 답장이 가능하다. 이처럼 냉장고, 세탁기, 건조기, 오븐과 같은 가전제품들이 스마트폰이나 태블릿 PC 와 연결되어 서로 커뮤니케이션이 가능하다. 가전산업 분야뿐만 아니라 미래의 자동차 산업에서도 사물인터넷의 상호작용성은 더욱 확대되고 구체화되고 있다[11].

IV. 품질 모델의 주특징과 부특징 도출

본 장에서는 3장에서 나열한 IoT의 특징들을 기반으로 하여 품질 속성들을 도출하였다. 품질 속성은 국제 표준인 ISO/IEC 25000을 이용하였고, IoT 소프트웨어와 관련된 특성들을 정의한다. 각 주특징을 기준으로 주의 깊게 고려하여 사물인터넷과 관련이 있는 부특징을 선정했다.

4.1. 사용성

사용성의 주특징은 사물인터넷 사용자가 사물인터넷 기기를 사용하고 접근하는데 있어 간단하고 쉽게 이용할 수 있는지를 평가한다. 특히 사물인터넷은 스마트폰뿐만 아니라 스마트 워치 등 다양한 형태로 존재하기 때문에 누구나 사용하기 편리하도록 제작되어야 한다. 그러므로 세대와 장에 상관없이 조작이 가능한가에 대한 측정이 필요하다.

4.1.1. 사용성의 부특징

운용성: 운용성을 도출한 이유는 사용자가 IoT 환경에서 디바이스를 통해 제어하기 때문이다. 사물인터넷 사용자는 쉽게 사물인터넷을 실행하고 사용할 수 있어야 한다.

조작성: 조작성을 도출한 이유는 사물인터넷이 저장하고 있는 정보를 사용자가 요구할 때 쉽고 빠르게 조작 가능해야 하기 때문이다. 남녀노소에 관계없이 모든 사용자들이 큰 어려움 없이 사물인터넷을 이용할 수 있어야 한다.

사용자 인터페이스 미학: 사용자 인터페이스 미학을 도출한 이유는 사물인터넷은 디바이스를 통해 시각적으로 사용자에게 정보를 노출시키기 때문이다. 모든 사용자는 직관적이고 가독성 좋은 인터페이스를 이용해 원하는 정보를 얻을 수 있다.

4.2. 기능성

기능성은 사물인터넷이 사물과 소통할 때, 소통에 필요한 기능을 적절히 지니고 있는지를 평가하기 위한 항목이다. 사물인터넷 기기는 다른 기기와 연결되기 위해 블루투스, 비콘 같은 무선 네트워크와 올바른 기기와의 연결을 위한 센서가 필요하다. 다양하고 많은 수의 사물인터넷 기기가 존재하기 때문에 서로에게 적합한 기기가 연결되는지의 여부는 매우 중요하다. 그러므로 해당 기능들이 사용가능한지에 대한 측정이 필요하다.

4.2.1. 기능성의 부특징

적절성: 적절성을 도출한 이유는 사물인터넷 기기가 다른 사물인터넷 기기와 한정된 자원 속에서 적절한 퍼포먼스로 소통되어야 하기 때문이다. 그러므로 사물인터넷에서 적절성의 평가는 중요한 품질 평가 항목이다.

4.3. 이식성

이식성은 기존 IoT 환경에서 다른 환경으로 변화되어도 기능수행의 오류 없이 다시 적응이 가능한지를 평가한다. 사물인터넷이 센서 연결을 수행하는 중에 일시적인 네트워크 탈락이 발생했을 때에도 정해진 임무를 수행가능한지에 대한 측정이 필요하다. 사용자는 기기의 결합을 빠르게 파악할 수 있어야 하고, 무선 데이터 환경을 블루투스 환경으로 바꾸는 등의 상황에 적합한 형태로 네트워크 환경이 대체가능해야 한다.

4.3.1. 이식성의 부특징

대체성: 대체성을 도출한 이유는 사물인터넷 기기는 네트워크 연결 불량 속에서도 다른 연결 기술로 대체가 가능 해야 하기 때문이다. 그러므로 사물인터넷은 항상 네트워크 연결이 이루어져야 한다.

적합성: 적합성을 도출한 이유는 사물인터넷 기기가 다양한 환경 안에서 그 상황에 알맞은 연결을 해야 하기 때문이다.

4.4. 효율성

효율성은 스마트폰, 스마트 워치와 같은 낮은 전력 자원을 이용하는 사물인터넷 기기가 데이터 저장, 다른 기기와의 연결과 같은 기능을 제대로 수행하는지 여부

를 측정하기 위한 기본적인 항목이다. 사물인터넷 기기는 사용자가 이동 중이어도 작동해야 하며, 실시간으로 접근이 가능해야 한다. 또한 사물인터넷 기기의 사양(cpu, 메모리)이 성능의 차이를 만드는 주요 원인으로 작용한다. 특히 최소한의 사양으로 최대의 효율을 내는 것이 가장 중요한 목표이다.

4.4.1. 효율성의 부특징

자원효율성: 자원효율성을 도출한 이유는 사물인터넷 기기에서 한정된 자원을 효율적으로 활용하여 사용자의 요구사항에 빠르게 대처 가능해야 하기 때문이다.

사양효율성: 사양효율성을 도출한 이유는 사물인터넷 기기의 CPU사양이나 메모리 크기에 따라 사물인터넷 기기가 낼 수 있는 퍼포먼스가 달라지기 때문이다.

시간효율성: 시간효율성을 도출한 이유는 사물인터넷 기기는 사용자의 유무에 상관없이 데이터를 유지해야 하고, 실시간으로 사용자의 요구사항을 처리해야 하기 때문이다.

4.5. 보안성

보안성은 IoT 소프트웨어의 안전성과 직결되는 항목으로서 소프트웨어 사용으로 인한 사용자 보호와 소프트웨어 보호를 모두 포함한다. 특히, 사물인터넷 기기는 스스로 데이터를 유지하고 서버로 저장할 수 있기 때문에, 프라이버시에 대한 보장이 매우 중요시된다. 또한, 사물인터넷 기기와의 연결 중에 해킹된 바이러스 기기가 아닌 올바른 기기와 연결되었는가와 같은 문제는 보안성을 선정한 주요 원인이다.

4.5.1. 보안성의 부특징

기밀성: 기밀성을 도출한 이유는 개인적인 정보를 포함하는 사물인터넷 기기는 데이터가 유출 될 경우 사용자는 피해를 입을 수 있기 때문이다. 그러므로 사물인터넷에서 기밀성의 평가는 중요한 평가 항목이다.

무결성: 무결성을 도출한 이유는 사물인터넷 기기나 그 데이터에 타인이나 다른 사물인터넷 기기가 접근하고 변경할 수 있기 때문이다. 그러므로 사물인터넷에서 무결성은 개인 프라이버시와 직결되며 좋은 품질의 소프트웨어 인지를 평가하는 핵심 평가 항목이다.

4.6. 신뢰성

신뢰성은 IoT소프트웨어가 실행 될 때, 사용가능성, 결함 허용성, 복구성에 대한 특성을 사물인터넷이 갖추고 있는가를 측정하기 위한 항목이다. 사물인터넷 기기는 언제 어디서나, 사용자가 이동 중에 있어도 정해진 임무를 수행 가능해야 한다. 또한 문제가 발생 되었을 경우, 빠르게 원상태로 복구 가능해야 한다.

4.6.1. 신뢰성의 부특징

사용가능성: 사용가능성을 도출한 이유는 사물인터넷 기기 사용자는 언제 어디서나, 사용자가 이동 중이거나 아니거나, 원하는 시간에 원하는 정보를 제대로 실행 및 획득할 수 있어야 하기 때문이다. 그러므로 요구사항이 있을 때 해당 요구사항에 대한 서비스를 빠르게 제공할 수 있어야 한다.

복구성: 복구성을 도출한 이유는 사물인터넷이 수집하는 정보가 유지되어야 하고, 해당 정보에 오류가 있을 경우, 복구가 가능해야 하기 때문이다.

결함 허용성: 결함 허용성을 도출한 이유는 사물인터넷은 소프트웨어뿐만 아니라 하드웨어적인 디바이스와 같이 운용이 되기 때문에, 실행 중 결함이나 충돌이 발생할 수 있다. 또한, 네트워크 누락에 의한 결함이 발생할 경우에도 이를 잘 극복하고, 요구된 기능을 잘 실행할 수 있어야 한다.

4.7. 호환성

호환성은 사물인터넷의 가장 기본이 되는 기능인 소통에 해당하는 상호운용성을 갖추고 있는가를 측정하기 위한 항목이다. 사물인터넷은 다른 사물인터넷 기기와 데이터를 이상 없이 주고 받아야 한다.

4.7.1. 호환성의 부특징

공존성: 사물인터넷은 홀로 존재하여 데이터를 수집하거나 다른 사물인터넷 기기와 연결되어 데이터를 주고받는다. 사물인터넷이 홀로 존재하기 위해서는 운영체제와 이를 보관할 수 있는 하드웨어적인 그릇이 필요하다.

상호운용성: 상호운용성을 도출한 이유는 사물인터넷은 다른 소프트웨어와 사물인터넷 기기와 서로 정보를 공유하고 커뮤니케이션하기 때문이다. 사물인터넷 기기끼리 이상 없이 서비스를 제공하고, 사용자에게 보

여줄 수 있어야 한다.

V. 품질 모델의 메트릭 정의

본 장은 제안한 IoT 기반 소프트웨어에 특화된 품질 속성을 가지고 메트릭을 정의한다. 품질 속성별로 메트릭의 정의와 계산법, 범위 등을 설명한다. IoT 기반 소프트웨어의 품질 속성은 ISO/IEC 25000을 기반으로 분류하였지만, 해당 기준은 메트릭의 정의가 확실치 않은 실정이다. 본 논문에서는 이미 대중적인 방식인 ISO/IEC 9126을 통해 메트릭을 계산하고, 공존성, 상호운영성, 복구성에 대한 메트릭을 제안한다. ISO/IEC 25000에 새롭게 추가된 조작성, 사용가능성은 해당 속성이 가지는 품질 특성에 맞추어 메트릭을 새롭게 정의했다.

메트릭은 분류했던 특징 중 사물인터넷이 가지는 차별화된 특성으로 선정하였다. 시간 효율성, 자원 활용성, 결함 허용성, 운영성, 성숙성, 기밀성, 무결성, 설치성과 같은 8개의 항목은 일반적인 소프트웨어라면 모두 기본적으로 포괄되는 특성이다. 그러므로 이 항목들에 대해서는 기본 값으로 고정하고 평가에 적용한다. 그리고 사물인터넷과 관련이 깊은 품질평가 특성을 그림 3과 같이 설정했다.

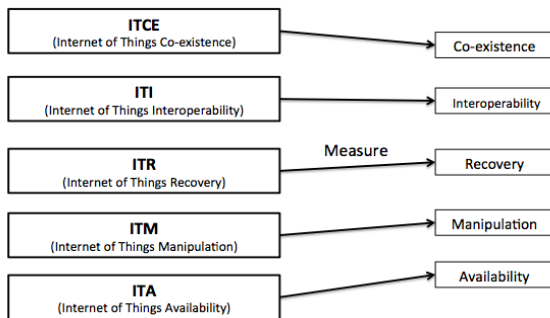


Fig. 3 Mapping of metrics and quality characteristics

5.1. 공존성

이 메트릭은 사물인터넷의 구성요소인 소프트웨어와 하드웨어가 이상 없이 정보 교환 및 교환된 정보를 이용할 수 있는지를 측정하는 메트릭이다.

$$ITCE = 1 - (A/B)$$

A = 사용자가 사물인터넷 기기와 정보 교환에 실패하는 경우의 수

B = 사용자가 정보 교환을 시도하는 경우의 수

이 메트릭에서는 정보 교환의 실패는 내부적 시스템 충돌, 외부적 환경 오류와 같은 문제를 모두 포함한다. 사물인터넷이 센서 인터페이스 장치, 처리 장치, 송수신 장치, 전원 공급 장치를 포함하는 하드웨어적 요소의 정상 작동 하에 얼마나 효율적으로 확실하게 데이터를 주고받는지를 평가한다. 즉, 공존성은 시스템 상에서 전체 정보 교환 횟수와 정보 교환 실패 횟수를 정확하게 측정해야 한다. 따라서 ITCE는 0~1의 범위를 가진다. 측정된 값이 1에 가까워질수록 공존성이 높다.

5.2. 상호 운영성

이 메트릭은 사물인터넷이 다른 사물인터넷과 서로 작동 할 때에 유해한 영향을 주지 않고, 정해진 기능을 올바르게 수행하는지를 측정하는 메트릭이다. 이 계산식은 다음과 같다.

$$ITI = 1 - (A/T)$$

A = 사물인터넷이 다른 기기와 작동 될 때, 사용자가 겪을 수 있는 예상치 못하거나 한정적인 사항의 수

T = 사물인터넷이 다른 기기와 작동되는 동안의 실행 시간

이 메트릭에서는 사물인터넷이 다른 사물인터넷 기기와 함께 작동하는 동안 발생하는 의도치 않은 사항(기기 멈춤, 화면 정지, 에러, 기기 재시작)또는 정보 교환 실패 등의 횟수를 측정한다. 그리고 다른 기기와 얼마나 문제없이 기능을 작동가능한지 평가한다. 즉, 상호 운영성은 다른 사물인터넷 기기와 함께 운용되는 시간과 실패 횟수를 측정해야한다. 따라서 ITI는 0~1의 범위를 가진다. 측정된 값이 1에 가까워질수록 상호 운영성이 높다.

5.3. 복구성

이 메트릭은 사물인터넷이 한번 기능상의 오류를 보인 후 얼마나 정확하게 오류를 회복하는지를 측정하는 메트릭이다. 이 메트릭의 계산식은 다음과 같다.

$$ITR = 1 - (A/B)$$

A = 사물인터넷이 오류로 회복에 실패한 기능의 수

B = 오류가 발생했을 때 문제가 생긴 기능의 수

이 메트릭에서 사물인터넷의 기능상의 오류는 내, 외부적인 문제를 모두 포함한다. 사물인터넷이 얼마나 정확하게 원상태로 회복가능한지를 측정한다. 즉, 복구성은 회복에 실패한 기능의 수와 문제가 발생한 기능의 수를 측정해야 한다. 따라서 ITR은 0~1의 범위를 가진다. 측정된 값이 1에 가까워질수록 복구성이 높다는 뜻이다.

5.4. 조작성

이 메트릭은 사물인터넷이 사용자의 나이 대와 개인이 지니고 있는 특수한 장애 사항에 관계없이 조작이 가능한지를 측정하는 메트릭이다. 이 메트릭의 계산식은 다음과 같다.

$$ITM = 1 - (A/B)$$

A = 사물인터넷 조작에 실패한 횟수

B = 유아부터 노인까지의 연령대 또는 기기 사용에 대해 장애를 가진 사용자가 사물인터넷 사용을 시도한 횟수

이 메트릭에서 사물인터넷 사용의 실패는 사용자의 연령이나 장애에 의해 방해되거나 실패하는 문제를 의미한다. 사물인터넷 조작에 실패한다는 것은 연령과 장애에 관하여 사물인터넷 인터페이스에 대해 특정 소프트웨어를 실행하는데 있어 얼마나 직관적으로 사용이 가능한지 여부를 말한다. 일정 시간에서의 조작을 통해 성공/실패 여부를 판단한다. 사용자들이 얼마나 쉽게 사물인터넷을 사용할 수 있는지를 평가한다. 즉, 조작성은 사물인터넷 사용 시도 횟수와 사용실패 횟수를 측정해야 한다. 따라서 ITM은 0~1의 범위를 가진다. 측정된 값이 1에 가까울수록 조작성이 높다는 뜻이다.

5.5. 사용가능성

이 메트릭은 사물인터넷을 사용자가 요구하는 시간에 사물인터넷 기기에 접근 및 정보 교환이 가능한지

를 측정하는 메트릭이다. 이 메트릭의 계산식은 다음과 같다.

$$ITA = 1 - (A/B)$$

A = 사용자가 요구하는 시간에 사물인터넷 사용에 실패한 횟수

B = 사용자가 요구하는 시간에 사물인터넷 사용을 시도한 횟수

사물인터넷 사용에 실패한다는 것은 사용자가 사용을 요구하는 경우 내부적 시스템 충돌이나 외부적인 오류로 서비스를 제공받지 못하는 문제를 말한다. 사용자가 이동 중을 포함하여 원하는 시간에 사물인터넷을 실시간으로 사용할 수 있는지를 평가한다. 즉, 사용가능성은 사물인터넷 사용 시도 횟수와 사용실패 횟수를 측정해야 한다. 따라서 ITA는 0~1의 범위를 가진다. 측정된 값이 1에 가까울수록 사용가능성이 높다는 뜻이다.

VI. 사례 연구

본 장에서는 사물인터넷의 실증적인 검증을 위해 시나리오를 바탕으로 하는 사례연구를 진행하였다. 검증에 필요한 일련의 시나리오는 사물인터넷 평가를 위해 임의적으로 작성한 가상 환경으로 본 연구의 평가를 위해 설정하였다. 사물인터넷 디바이스의 선정은 사용자들이 일상생활에서 많이 사용하는 스마트폰, 스마트 워치, 헬스케어 제품, 스마트 냉장고, 스마트 전구, 스마트 커피포트 등을 선정하였다. 선정 근거로는 전 세대에 걸치는 높은 사용 빈도, 특정한 목적성을 기준으로 하였고, 상대적으로 사용자의 빈도가 낮은 게임, 오피스 분야는 선정범위에서 제외하였다.

6.1. 사물인터넷 서비스 환경

6.1.1. 사물인터넷 디바이스 선정

사물인터넷 디바이스의 선정 근거는 특정한 목적성을 바탕으로 높은 사용 빈도를 보이는 디바이스를 연구 대상으로 선정했다. 선정된 디바이스는 다음 그림 4와 같이 냉장고, 커피포트, 스마트폰, 워치, 헬스케어 내복, 스마트 전구이다.

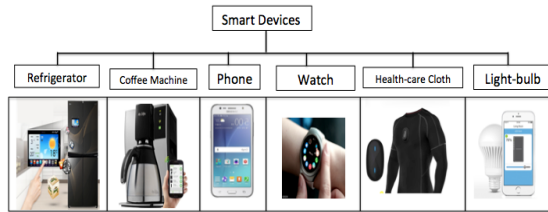


Fig. 4 Selected devices for IoT

6.1.2. 시나리오

#1. 집(스마트 커피포트, 스마트 냉장고)

A씨는 아침에 일어나 샤워를 하러 가는 길에 1)블루투스 연결을 통해 스마트폰으로 스마트 커피포트의 전원을 켜다. 2) 스마트 커피포트는 미리 A씨가 조작한 대로 원두를 갈고 물을 데우고 커피를 내린다. 출근하기 전, 3)스마트 냉장고로부터 스마트폰으로 현재 냉장고 내부 재료상황을 전달받는다. 우유, 시리얼, 계란이 부족한 것으로 나왔다. 4)또한, 스마트 냉장고의 인터페이스 화면에는 A씨의 나이, 성별, 식습관이 고려된 추천 재료와 가까운 거리별 가격이 노출되어 A씨는 고민 없이 바로 주문하였다.

#2. 출근(스마트 위치)

A씨는 5)스마트폰으로 집안에 켜진 전등은 없는지, 가스불은 제대로 켜는지 등을 간단히 손가락 터치 한 두 번으로 확인하며 집을 나간다. A씨는 6)스마트폰의 내비게이션 어플리케이션을 이용해 전에 검색했던 목적지를 초기화 하고, 회사로 가는 교통상황이 최적화된 길을 검색하였다. 스마트폰과 블루투스로 연결되어있는 7)스마트 위치의 음성안내를 통해 운전애 방해 받지 않고 길을 안내받는다. 8)운전 중이었지만, B씨에게 걸려온 전화를 스마트 위치의 스피커폰 기능으로 연결해서 다리를 건너거나, 터널을 지나거나에 상관없이 전화 연결을 이용한다.

#3. 퇴근(헬스케어 센서, 스마트 전구)

회사에서 퇴근한 A씨는 집에 가기 전에 헬스장에 간다. 9)근육량, 칼로리 소모량, 올바른 운동자세 등을 스마트 위치로 알 수 있는 헬스케어 센서가 장착된 운동복을 입고 벤치프레스, 윗몸 일으키기, 스쿼트 등의 반복운동과 유산소운동을 한다. 10)운동 중간, 잠시 쉬는 시간에 A씨는 헬스케어 운동복이 스마트 위치가 아니라 스마트폰과 연동되었다는 사실을 깨닫고, 바로 기존 연결을 끊고 스마트 위치로 연결시켰다. 운동을 마치고,

집에 들어가자 11)조도 센서에 의해 스마트 전구가 알아서 집안에 불을 켜주었다.

Table. 1 Subcharacteristics list for quality evaluating based on IoT

NO.	Subcharacteristics	NO.	Subcharacteristics
1	Manipulation	7	Compatibility
2	Time behavior	8	Integrity
3	Appropriacy	9	Confidentiality
4	Error tolerance	10	Resources
5	Interoperability	11	Specifications
6	Recovery	12	Co-existence

표 1은 사물인터넷 품질평가를 위한 부특성을 번호를 붙여 나열한 것으로, 이를 바탕으로 각각의 시나리오의 상황번호와 맵핑을 시켰다. 다음 표 2와 같이 설정이 되었다.

Table. 2 Mapping Subcharacteristics with scenario case number

Case Number	Subcharacteristics number
1	1, 4, 5
2	1, 8, 9
3	3, 5, 12
4	1, 7, 8, 9
5	1, 12
6	3, 5
7	11
8	2, 10
9	5, 7
10	6
11	5

6.2. 공존성 계산

공존성은 사물인터넷의 구성요소인 소프트웨어와 하드웨어가 이상 없이 정보 교환 및 교환된 정보를 이용할 수 있는지를 측정하며 두 개의 변수로 계산된다. 우선 사용자가 다른 디바이스와 데이터 교환을 시도하는 총 횟수를 측정한 후 그 중 데이터 교환에 실패하는 횟수를 측정한다.

공존성의 계산을 위해서는 시나리오 번호 #1, #2, #3

변을 적용하여 계산한다. #1, #2, #3에서는 사물인터넷 기기가 다른 기기와 데이터를 교환하고, 센서 인터페이스, 처리 장치, 송수신 장치 같은 하드웨어의 정상 작동 아래 교환된 정보를 이상 없이 사용하는지에 대한 내용이다.

A씨는 스마트폰을 이용해 스마트 커피포트에 연결(3회), 스마트 냉장고에 연결(2회), 스마트 전구에 연결(1회), 스마트 위치를 통해 교통상황 안내(120회), 운동정보 확인(30회) 등의 이유로 모든 스마트 디바이스에 대해 총 156회의 데이터 교환을 시도했고, 그 중 무선 데이터 네트워크 접속 불안정, 부정확한 운동 자세로 인한 헬스케어 센서 오류의 이유로 17회 정보 교환에 실패했다. 따라서 ITCE는 $1 - (17/156)$ 으로 계산되며, 0.89의 값을 갖는다.

6.3. 상호 운영성 계산

상호 운영성은 사물인터넷이 다른 사물인터넷과 서로 작동 할 때에 서로가 서로에게 유해한 영향을 주지 않고, 정해진 기능을 올바르게 수행하는지를 측정하며, 두 개의 변수가 필요하다. 우선 사물인터넷 기기가 다른 기기와 동시에 작동하는 경우가 발생하게 되는데 이때, 작동이 지속되는 시간을 측정한다. 그리고 해당 사물인터넷 기기가 다른 기기와 작동하면서 사용자가 마주치게 되는 제약 사항이나 실패하는 경우의 수를 측정한다.

상호 운영성의 계산을 위해서는 시나리오 번호 #1, #2, #3번을 적용하여 계산한다. 스마트폰으로 다른 기기의 전원을 켜는 행위와 안내받은 교통상황을 다른 기기로 연결하는 행위와 같이 디바이스끼리 서로 오류 없이 잘 실행되는지에 대한 내용이다.

A씨는 스마트폰으로 스마트 커피포트의 전원을 키고, 스마트 커피포트가 원두를 갈고, 물을 데우고, 한잔의 커피를 완성하기까지 총 8분의 시간이 걸렸다. 또한, 집을 나서기까지 총 2분의 시간동안 스마트폰과 스마트 전구의 연결로 전등 및 가스불 전원 켜짐 유무를 성공적으로 확인했다. 그러나 스마트폰 내비게이션 어플리케이션을 이용해 30분의 교통상황 안내를 받는 중 무선 네트워크의 탈락으로 3분간 교통안내를 받지 못했다. 3분 동안 실패한 데이터 교환의 수는 15회이다. 제약 사항이나 실패의 수가 15회이고, 총 시도된 시간은 40분이다. 그러므로 ITO는 $1 - (15/40)$ 으로 계산되며 0.63의 값을 갖는다.

6.4. 복구성의 계산

복구성은 사물인터넷이 한번 기능상의 오류를 보인 후 얼마나 정확하게 오류를 회복하는지를 측정하며, 두 개의 변수로 계산된다. 우선 사물인터넷 기기에 기능상의 오류가 발생한 후, 문제가 발생한 기능의 수를 측정하고, 이 때 사물인터넷이 스스로 오류로부터 회복에 성공한 기능의 수를 측정한다. 복구성의 계산을 위해서는 시나리오 번호 #1, #2, #3번을 적용하여 계산한다. 이미 공존성에서 기술한 네트워크 접속 불안정과 헬스케어 센서 인식 오류를 통해 평가하였다.

네트워크 접속 불안정의 오류에는 A씨와 기기간의 데이터 교환 실패로 요구하는 모든 기능이 정지하였다. 그러나 사물인터넷 기기가 지속적으로 재연결을 시도했고, 총 4회의 경우 재연결에 성공하였고, 1회의 경우 지속적인 재연결 시도로 메모리 과부하를 초래하여 기기 자체가 재시작되었다. 헬스케어 센서의 인식 오류는 해당 시간동안 근육량, 칼로리 소모량 등의 정보가 노출되지 않았지만 A씨의 자세교정으로 인해 바로 해결되었다. 따라서 복구성은 $1 - (0/2)$ 로 계산되며, 복구에 시간은 소요 되었지만, 완벽하게 성공했다고 할 수 있다. 따라서 ITR은 1의 값을 갖는다.

Table. 3 Selection of standard group

Group		Number
Handicapped		10
Age	10's	30
	20's	40
	30's	50
	40~50's	40
Total		170

Table. 4 The failure number for each position at manipulation ability

Group		Failure number
Handicapped		48
Age	10's	33
	20's	35
	30's	54
	40~50's	167
Total		337

6.5. 조작성의 계산

조작성은 사물인터넷 사용에 관해 사용자의 나이 대와 조작과 관련된 일반적인 장애와 관계없이 조작 될 수 있는지를 측정하며, 두 개의 변수가 필요하다. 우선 다양한 연령의 사용자와 장애를 가진 사용자가 사물인터넷 기기를 사용하기 위해 시도한 경우의 수를 측정 한 뒤 사용자가 사물인터넷 사용에 실패한 수를 측정한다. 조작성은 작성된 시나리오를 통해 계산을 할 수 없다.

본 논문은 사물인터넷의 공통적인 특징으로부터 품질 특성을 기준으로 하여 품질을 평가하기 때문에 시나리오를 세분화하여 나이, 성별, 장애여부로 나누어 작성하는 것은 올바르지 않기 때문이다.

그러므로 조작성에 대한 평가는 표준 집단을 통한 실험을 통해 결과를 적용한다. 표 3과 같이 표준 집단을 설정한 상태에서 각 세대별로 전원을 키고 끄고, 내비게이션을 이용하는 등의 일련의 작업을 테스트했다. 총 170명을 대상으로 10개의 작업(화면 조작, 주문, 전원, 검색, 네트워크 연결 등)을 수행했다. 그 결과 표 4와 같이 총 1700회의 이용 시도 중 337회의 작업실행에 어려움을 겪었다. 그러므로 1 - (337 / 1700)으로 계산되며 ITM은 0.8의 값을 갖는다.

6.6. 사용가능성의 계산

사용가능성은 사물인터넷을 사용자가 요구하는 시간에 사물인터넷 기기 사용이 가능한지를 측정하며 두 개의 변수가 필요하다. 우선 사용자가 원하는 시간에 사물인터넷을 사용 시도한 경우의 수를 측정하고, 그 시도가 실패한 수를 측정한다. 시나리오 번호 #2, #3번에서 사용자가 정보 교환을 요구할 때 언제든지 이용이 가능한지에 대한 내용이다.

A씨는 교통 안내(120회), 운전 중 전화사용(1회), 운동 정보 확인(30회) 등을 위해 151회 접근을 시도했고, 그 중 네트워크 불안정의 이유로 10회, 센서 인식 오류로 20회 정보 접근에 실패했다. 그러므로 ITA는 1 - (30/151)으로 계산되며 0.8의 값을 갖는다.

6.7. 사물인터넷 기반 SW 품질평가의 검증

7장에서는 사물인터넷에 관한 시나리오를 기반으로 하는 사례를 제안하고 6장에서 제안했던 매트릭에 적용하여 품질 속성의 결과를 얻었다. 이 결과에 가중치를 적용하여 최종 IoT 기반 SW 품질 평가를 한다. 가중치에 대한 근거는 그림 2를 그 근거로 하여 정의한다. 중요도는 그림 2에 그려진 사물인터넷의 특징과 ISO/IEC 25000의 품질 속성 사이에 연결된 선의 수를 기준으로

Table. 5 Calculation of IoT software quality model

Subcharacteristics Quality attribution	Metric	Weight	Subcharacteristics Figure	Characteristics Quality attribution	Characteristics Figure
Operability	1	1	1	Usability	0.93
Manipulation	0.8	1	0.8		
UI Aesthetics	1	1	1		
Appropriacy	1	1	1	Functionality	1
Replace ability	1	1	1	Portability	1
Compatibility	1	1	1		
Resources	1	1	1	Efficiency	1
Specification	1	1	1		
Time behavior	1	1	1		
Confidentiality	1	1	1	Security	1
Integrity	1	1	1		
Usability	0.8	1.1	0.88	Reliability	0.93
Recovery	1	0.9	0.9		
Error tolerance	1	1	1		
Co-existence	0.89	0.9	0.8	Compatibility	0.72
Interoperability	0.63	1	0.63		
Total	15.12	15.9	15.01	Total	0.94

한다. 연결된 선의 수가 1개이면 중요도 1, 연결된 선의 수가 2개이면 중요도 2이다. 중요도가 1인 품질 특성의 가중치는 0.90, 중요도가 2인 품질 특성의 가중치는 1.00, 중요도가 3인 품질 특성의 가중치는 1.10으로 적용했다. 그리고 소프트웨어의 일반적인 특성으로 분류했던 품질 속성에는 기본 값인 1.00을 적용했다. 그리고 표 5는 다음 표 6과 같이 가중치를 적용하여 최종 값을 계산한 결과이다.

Table. 6 The importance on specific quality characteristics

Quality Characteristics	Weight
Co-existence	1
Interoperability	2
Recovery	1
Manipulation	2
Usability	3

위의 표 5와 같이 IoT 소프트웨어의 품질 평가 점수는 0.94이며, 이것은 곧 1에 가까울수록 품질이 높다는 결론을 가진다. 따라서 제안된 시나리오의 품질이 우수한 것으로 나타난다.

VII. 결 론

사물인터넷은 스마트 폰, 태블릿PC 와 같은 과거의 디바이스부터 현재의 스마트 워치, 스마트 냉장고 등 사물에 인터넷이 연결되어 있으면, 모든 것을 포함한다. 사물인터넷은 인터넷이 보급되면 될수록, 하드웨어 성능이 발전할수록 그 사용환경이 확대되고 있고 앞으로 가전에서부터 자동차, 산업, 게임 분야까지 거의 모든 분야에 확대될 전망이다.

본 논문에서는 이러한 사물인터넷의 품질 평가를 위해서 IoT 기반 SW의 특징을 정의했다. 정의된 7개의 특징을 기반으로 국제 표준인 ISO/IEC 25000에 정의된 품질 특성을 주특성 7개, 부특성 16개로 도출했다. 도출된 각 품질특성의 정확한 측정을 위해 메트릭을 정의했고, 사례 연구를 하기위한 가상 시나리오에 상황을 부여 및 적용하여 사물 인터넷을 평가했다. 본 논문에서 제안한 평가모델은 사물인터넷 소프트웨어특징에 맞게 설계되어 일반적인 소프트웨어 평가모델보다 사

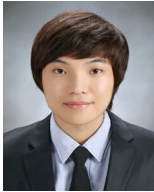
물인터넷 소프트웨어를 평가하는데 효율적이고 정확한 품질 평가를 가능하게 할 것으로 사료된다.

이후 연구에서는 이 논문에서 수행한 가상의 실험들을 바탕으로 하여 실제적이고 다양한 스마트디바이스를 활용해 사용자들이 실제 사용하면서 느끼는 사용성적인 측면도 충분히 반영하여야 할 것이다. 특히 설문 조사를 활용한 방법을 사용하는 경우, 다양한 표본 설정 방법에 대한 고찰이 필요 할 것이다.

REFERENCES

- [1] S. C. Noh, and J. G. Kim, "A Study of Matrix Model for Core Quality Measurement Based on the Structure and Function Diagnosis of IoT Networks," *Journal of Information and Security*, vol. 14, no. 7, pp. 45-51, Dec. 2014.
- [2] K. S. Kwak, "IoT with Software - aware Issues," *Journal of Korea Information Science society*, vol. 32, no. 6, pp. 9-18, Jul. 2014.
- [3] G. Usha. Devi, E. Vishnu. Balan, M. K. Priyan, and C. Gokulnath, "Mutual Authentication Scheme for IoT Application," *Indian Journal of Science and Technology*, vol. 8, no. 26, Oct. 2015.
- [4] M. Kim, and Department of Computer Science, "A Quality Model for Evaluating IoT Applications," *International Journal of Computer and Electrical Engineering*, vol. 8, no. 1, pp. 66-76, Oct. 2016.
- [5] K. H. Jeong, H. E. Kang, K. Y. Lee and S. Y. Park, "Remote binder: Remote Procedure Call between Android Devices," *Journal of Korea Information Science society*, vol. 15, no. 5, pp. 359-364, May. 2015.
- [6] S. H. Jo, Y. H. Kim, T. Y. Yang, K. S. Kong and K. I. Jun, "Personal Navigation for the Visually Impaired using a Smart Watch," *Journal of Korea Information Science society*, pp 1476-1478, Dec. 2015.
- [7] R. Buyya, C. S. Yeo, S. Venugopal, J. Broberg, and I. Brandic, "Cloud Computing and Emerging IT Platforms: Vision, Hype, and Reality for Delivering Computing as the 5th Utility," *Future Generation Computer Systems*, vol. 25, no. 6, pp. 599-616, Dec. 2008.
- [8] S. J. Kim and D. E. Cho, "Technology Trends for IOT Security," *The korea contents association*, vol. 13, no. 1, pp.31-35, Mar. 2015.

- [9] M. K. Min, "A Comparative Study of the Sensor Network Middleware Technologies", *Journal of Institute of Industrial Technology*, vol. 31, no. 0, pp. 67-77, Dec. 2013.
- [10] S. H. Shin, "Study on Sensor Gateway for Reliable Connection Guarantee on Large IoT Environment," *Korea Knowledge information Technology Society*, vol. 13, no. 9, pp.131-136, Sep. 2015.
- [11] S. H. Lee and D. W. Lee, "A study on Internet of Things in IT Convergence Period," *journal of digital convergence*, vol. 2, no. 7, pp. 267-272, Jul. 2014.



정수민(Su-min Chung)

2014년 2월 가천대학교 컴퓨터미디어학과 학사
2014년 ~ 현재 송실대학교 SW특성화대학원 석사과정
※관심분야 : 운영체제, 시스템 소프트웨어, IoT



최재현(Jae-hyun Choi)

2006년 2월 송실대학교 대학원 컴퓨터학과 석사
2012년 2월 송실대학교 대학원 컴퓨터학과 박사
2012년 2월 ~ 2013년 2월 송실대학교 SW특성화대학원 연구교수
2013년 ~ 현재 송실대학교 SW특성화대학원 교수
※관심분야 : SW공학, 정보보호, 품질보증 등



박제원(Jea-won Park)

2006년 2월 송실대학교 대학원 컴퓨터학과 석사
2011년 8월 송실대학교 대학원 컴퓨터학과 박사
2012년 2월 ~ 2013년 2월 송실대학교 SW특성화대학원 연구교수
2013년 ~ 현재 송실대학교 SW특성화대학원 교수
※관심분야 : SW공학, 정보보호, SW품질보증, 오픈소스SW 등