

A Study on the Design of a Test Item Framework for Securing Reliability of Laundry Home Appliances Using IoT Functions

Cho Kyoung-Rok[†] · Park Woo Jung^{††} · Lee Eun-Ser^{†††}

ABSTRACT

Recently, many laundry home appliances have been released with Internet of Things (IoT) functions, but there are few quality evaluation tests for IoT functions. In particular, since IoT test items are not prepared for laundry home appliances applied with IoT functions, it is difficult to find the cause even if defects occur, and test institutions are limited in selecting test items related to IoT and conducting proper performance tests. In this paper, we design a test item framework that separates IoT test items into commonality and variability to identify product defects and causes for laundry home appliances with IoT features among products in the field of home appliances. Through the proposed research, manufacturers and test institutions can test the proper performance of laundry products with IoT functions, which can improve the completeness of the products and ensure reliability.

Keywords : IoT Function, Quality Assurance, Commonality, Variability, Importance, Priority, t-Test Statistics Analysis, Evaluation

IoT 기능을 적용한 세탁 가전제품의 신뢰성 확보를 위한 시험항목 프레임워크 설계에 관한 연구

조 경 록[†] · 박 우 정^{††} · 이 은 서^{†††}

요 약

최근 들어 세탁 가전제품은 사물인터넷(IoT) 기능을 적용한 제품이 많이 출시되고 있으나 IoT 기능에 대한 품질평가 시험은 거의 없는 게 현실이다. 특히 기존의 시험체제에서는 IoT 기능을 적용한 세탁 가전제품에 대해 IoT 시험항목이 마련되어 있지 않기 때문에 제품을 제조하는 제조사의 경우에는 결함이 발생하더라도 원인을 쉽게 찾기가 어려우며, 시험기관의 경우에도 IoT와 관련한 시험항목 선정 및 방법의 부재로 올바른 성능시험 수행에 제약이 있다. 본 논문에서는 가전기기 분야의 제품 중 IoT 기능을 적용한 세탁 가전제품에 대해 성능시험 프로세스에서 제품 결함을 찾아내고 그 원인을 식별할 수 있도록 IoT 시험항목을 공용성과 가변성으로 구분한 시험항목 프레임워크를 설계하고, 이를 이용한 시험방법 및 관리방안을 제안한다. 제안하는 연구를 통해 제조사 및 시험기관은 IoT 기능을 적용한 세탁 제품의 올바른 성능시험이 가능하며, 제품의 완성도를 높이고 신뢰성을 확보할 수 있다.

키워드 : IoT 기능, 품질보증, 공용성, 가변성, 중요도, 우선도, t검정 통계 분석, 평가점수

1. 서 론

세탁 가전제품은 주부들의 가사 노동시간을 줄일 있는 장점 때문에 소비자들로부터 많은 관심을 받고 있는 가전제품이다. 세탁 가전제품은 제품 형태에 따라 세탁물을 제품 위에서 넣고 빨 수 있는 일명, 통들이라고 불리는 세탁 가전제품도 있고, 세탁물을 전면에서 넣고 빨 수 있는 드럼세탁기가 있다. 최근 들어서는 세탁만 하는 제품과 건조만 하는 제품

등의 전용제품 뿐만 아니라 드럼세탁기 위에 건조기를 설치한 세탁-건조 겸용 제품도 출시되고 있다. 그러나 세탁 가전제품은 매년 대형화 되는 추세로 다양한 신제품이 출시되고 있으나 객관적인 품질정보는 부족하다[1,2]. 특히 최근에 시판 되고 있는 세탁 가전제품들은 사물인터넷(IoT) 기능을 적용한 제품이 출시되고 있다. 그러나 IoT 기능에 대한 품질성능 평가에 대한 보고서는 없는 게 현실이다. 따라서 본 연구에서는 IoT 기능을 적용한 세탁 가전제품을 대상으로 품질성능 시험 진행 중에 IoT 기능에 대한 시험항목 및 시험방법 등 프로세스 관리 측면[3-6]에서 어떤 결함이 있는지를 찾아내어 그 원인을 분석한다. 그리고 검출된 원인을 기반으로 하여 세탁 가전제품에 대한 신뢰성 확보를 위해 시험항목 프레임워크를 제안한다.

※ 이 논문은 안동대학교 기본연구지원 사업에 의하여 연구되었음.

† 준 회 원 : 안동대학교 컴퓨터공학과 박사과정

†† 비 회 원 : LG전자 리빙어플라이언스 모듈러개발1팀 책임연구원

††† 중신회원 : 안동대학교 컴퓨터공학과 교수

Manuscript Received : June 17, 2021

Accepted : July 2, 2021

* Corresponding Author : Lee Eun-Ser(eslee@anu.ac.kr)

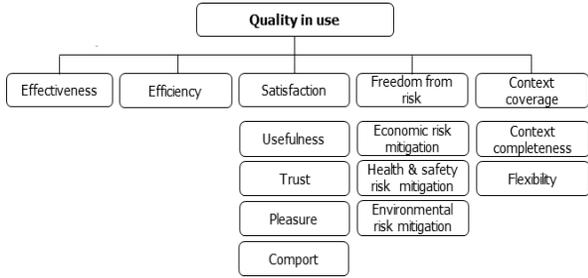


Fig. 1. Quality of use of ISO/IEC 25010 Models

2. 기반 연구

2.1 ISO/IEC 25010

ISO/IEC 25010은 품질 모델 부분, 즉 컴퓨터 시스템 및 소프트웨어 제품의 데이터와 사용상 품질에 대한 구체적인 품질 모델을 제시한다. 사용 모델의 품질은 시스템 및 상호작용의 결과와 연관된 유효성, 효율성, 충족성, 위험요소로부터의 자유, 환경 범위 등 다섯 가지 특징을 정의한다. 시스템의 사용상 품질은 제품이 이해관계자에게 미치는 영향을 특징으로 묘사한다. 이것은 소프트웨어, 하드웨어, 작업환경의 품질로 결정된다. 그리고 사회적 환경, 작업 및 사용자의 특성 등 이러한 모든 요인들은 시스템의 사용상 품질에 기여한다. Fig. 1은 ISO/IEC 25010 모델의 사용품질 구조도이다[7-12].

2.2 국내 품질평가

세탁 가전제품에 대해 국내에서 발표된 품질시험 결과보고서에서는 Table 1과 같이 품질을 평가하고 있다.

1) 품질 성능

세탁 가전제품에 대한 품질성능은 다음의 시험항목으로 평가하고 있다.

a) 세탁 성능

세탁 가전제품의 세탁 성능은 실사용 세탁 조건(세탁 코스, 수온 40℃, 냉수) 등을 감안하여 다양하게 시험을 하고 세탁이 잘 되는지 종합적으로 평가하고 있다[13-15].

b) 행균 성능

세탁 가전제품의 행균 성능은 세탁이 끝난 후, 세탁물에 세제가 어느 정도 남아있는지를 확인하여 평가하고 있다[1,2].

c) 탈수 성능

세탁 가전제품의 탈수 성능은 세탁물을 표준코스로 작동시킨다. 그리고 세탁물의 세탁 전 건조한 초기 무게 대비 세탁 후 무게(잔여 수분 함량)를 측정하여 탈수 비율로 환산하여 평가하고 있다[13-15].

d) 세탁시간

세탁 가전제품의 세탁시간은 제품을 작동시킨 후 세탁이 완료될 때까지 소요된 시간을 측정한다. 다양한 시험조건(표

Table 1. Quality Characteristics of Washing Appliances

Quality	- Washing Performance - Rinse Performance - Dehydration performance - Washing time - Water Usage - Power consumption - Energy consumption efficiency rating - Noise
Safety	- Electric shock protection · Leakage current · Insulation resistance - Appearance · Door opening and closing
Marking	- Statutory indications
Retention function	- Retention function

준코스, 이불코스, 수온 40℃, 냉수)에서 시험을 하고 종합적으로 평가하고 있다[13-15].

e) 물 사용량

세탁 가전제품의 물 사용량은 세탁물을 표준코스와 이불코스)에서 세탁할 때 소요되는 물 사용량을 측정한다. 실사용 조건과 사용 환경을 고려하여 표준코스(수온 40℃, 냉수)와 이불코스에 대해 평가하고 있다[13-15].

f) 소비전력량

세탁 가전제품을 작동 시킬 때 소비되는 전력량을 측정한다 후, 소비전력량과 연간에너지비용으로 평가하고 있다[1,15].

g) 에너지소비효율등급

세탁 가전제품에 대해 에너지소비효율등급이 표시등급과 일치하는지 확인하여 평가한다[13-15].

h) 소음

세탁 가전제품을 작동 시켜 사용 중인 상태에서 소음을 측정하고 그 결과를 평가한다[16].

2) 안전성

세탁 가전제품의 안전성 시험은 감전보호(누설전류, 절연내력)와 구조(도어 개폐의 구조적 안전성)를 시험한다. 적합여부는 기준의 적합여부로 판정한다[17,18].

3) 표시

세탁 가전제품의 “표시사항은 제품을 선택하거나 사용 중 문제가 생겼을 때 적절한 보상이나 A/S를 받기 위해서 꼭 필요한 정보이다. KC마크, 인증번호, 연락처, 에너지소비효율 등급라벨 등 법정표시사항을 확인하여 평가 한다”[17,18].

4) 보유기능

세탁 가전제품의 특징으로 세탁코스 중 표준코스 이외에도 쾌속, 삶음, 울/란제리/섬세, 이불, 아기 옷 등 세탁 용도나 목적에 맞는 다양한 세탁코스를 제공하고 있다. 또한 보유기

능 중에는 예약 기능, 코스저장, 구김 방지, 통 살균, 리모콘 사용기능, IoT 기능 등 다양한 기능을 보유하고 있다[1].

2.3 공용성과 가변성

공용성이란 같은 패밀리의 모든 멤버에 대하여 항상 공통적으로 수용 가능한 것으로, 도메인에 속한 모든 소프트웨어 제품들이 가지는 공통적인 특징이다. 반면에 가변성이란 같은 도메인에 속한 제품들 중에서 일부 제품들이 가지는 특징이다[19,20].

2.4 체크리스트

체크리스트는 어떤 개선 점을 찾고자 할 때, 질문사항을 표로 만들어 정리하고 하나씩 정리해 가며 아이디어를 뽑아내는 것을 말한다[21]. “프로젝트 진행 중에 발견하지 못한 결함에 대해 체크리스트 방법을 활용하여 결함을 분석하고 관리하는 기법에 관한 연구”[22]와 “국내의 S/W Inspection 사례를 통해 체크리스트 강제화 방안을 통한 리스크 기반의 Inspection 프로세스가 결함 검출능력에서 효과가 있음을 제시”한 연구[23], 그리고 “체크리스트들로부터 다양한 테스트 케이스를 생성하고 임베디드 시스템을 테스트할 수 있는 방법에 대한 연구”[24] 등 결함관리를 위한 체크리스트 방법을 활용하는 다양한 연구보고서가 있다.

2.5 요인분석

요인분석은 측정하고자 하는 변수들을 상관관계가 높은 것끼리 묶어서 변수를 단순화 시키는데 사용하는 것이다. 즉, 수많은 변수들 중에서 잠재된 몇 개의 변수(요인, 문항)를 찾아내는 것이다[25,26].

2.6 신뢰도 분석

신뢰도 분석은 측정하고자 하는 개념이 설문 응답자로부터 정확하고 일괄되게 측정되었는가를 확인하는 것으로, 동일한 개념에 대해 측정을 반복했을 때 동일한 측정값을 얻을 수 있는 가능성을 말한다[25-27].

2.7 t검정

t검정은 “두 집단 간의 평균을 비교하는 분석방법”으로 독립표본 t검정과 대응표본 t검정이 있다. 독립 표본 t검정은 두 집단의 평균의 차이를 비교하는 방법이고, 대응표본 t검정은 동일표본에서 측정된 두 변수 값의 평균 차이를 비교하는 방법이다[28,29].

3. 연구 방법

최근에 시판 되고 있는 세탁 가전제품은 사물인터넷(IoT) 기능을 적용한 제품이 출시되고 있다. 제품에 따라 다양한 기능과 다양한 용량의 많은 모델이 판매되고 있으나 IoT 기능 등에 대한 정보를 제공하고 있지는 않는 실정이다. 따라서 이 장에서는 세탁 가전제품을 대상으로 하여 품질성능 시험을

하는 경우 IoT와 관련된 시험항목 및 시험방법 등에 대해 시험과정 중에 프로세스 관리 측면에서 어떤 결함이 있는지를 찾아내어 그 원인을 분석한다. 그리고 검출된 원인을 기반으로 하여 세탁 가전제품에 대한 신뢰성 확보를 위해 시험항목 프레임워크 구축 설계에 관한 연구방법을 제시하고자 한다.

3.1 기본 개념

세탁 가전제품의 품질성능에 대해 국내시험기관에서는 안전성능과 품질성능으로 구분하여 평가하고 있다. 따라서 이번 연구에서는 ISO/IEC 25010의 품질특성과 국내시험기관의 품질비교시험 결과보고서 자료를 참고하였다. 즉, 세탁 가전제품의 품질테스트 중에서 IoT와 관련된 시험항목을 중심으로 하여 시험과정 중에 프로세스 관리 측면에서 결함항목을 추출하고 세탁 가전제품에 대한 신뢰성 확보를 위해 각 시험에 대해 공용성과 가변성으로 구분하는 것을 기본으로 하여 시험항목 프레임워크 구축 설계에 관한 연구방법을 제시하고자 한다.

1) 공용성(Commonality)

공용성은 세탁 가전제품의 시험항목 중에서 공통적으로 적용되는 시험항목을 의미한다. 국내시험기관의 자료와 Table 1의 시험항목을 참고하여 Table 2와 같이 공용성 시험 항목으로 구분하였고, 공용성의 하위시험항목으로 기능성(Functionality)과 사용성(usability)으로 구분하여 적용하였다.

공용성의 하위시험항목인 기능성 시험 항목은 Table 2와 같이 기능성으로 정의하였는데, 그 이유는 세탁 가전제품과 같이 전기를 이용하는 제품은 사용 중에 감전이나 누전 등으로 인한 인체 위험성이 기본적으로 없어야 하고 제품의 구조도 안전한 상태를 갖추고 있어야 한다. 따라서 세탁 가전제품에 대해 전기적 안전성을 확인하는 감전보호와 구조와 같은 시험 항목은 기본 품질 시험항목이라고 볼 수 있다.

공용성의 하위시험항목인 사용성 시험 항목은 Table 2와 같이 사용성으로 정의하였는데, 그 이유는 세탁 가전제품에 대한 소비자들의 상품선택 정보를 제공하기 위해 세탁 성능, 에너지소비량, 에너지소비효율등급, 소음 등과 같은 시험항목으로 품질성능 정보를 제공하고 있기 때문이다. 따라서 세탁 가전제품에 대한 품질성능은 상품을 구입하거나 사용하는 소비자들의 입장을 고려하여 ISO/IEC 25010 품질 특성을 참고하였다. 세탁 가전제품의 품질과 연관되는 시험항목들 중 사용 측면을 고려하여 시험 항목은 Table 2와 같이 사용성으로 정의하였다.

2) 가변성(Variability)

가변성은 세탁 가전제품의 시험항목 중 공통적으로 사용하

Table 2. Commonality Test Items for Washing Home Appliances

Functionality	Usability
- Electrical shock protection • leak current • Insulation resistance	- Washing Performance - Energy Consumption
- Statutory indication	- Energy consumption efficiency rating - Noise

Table 3. Variability Test Items for Washing Home Appliances

Functionality	Usability
- Rinse Performance	- Reservation Capabilities
- Dehydration Performance	- Save Course
- Washing time	- Anti-crease
- Water Usage	- Sterilization
	- IoT capabilities

지 않는 시험항목을 말한다. 즉, 세탁 가전제품은 세탁성능이나, 소비전력, 소음 등과 같은 기본적인 성능이외에도 예약기능, 코스저장, 구김방지, 통 살균, 리모콘 사용기능, IoT 기능 등 보유기능도 제품에 따라 차이가 있다. 따라서 이러한 기능들을 중심으로 하여 가변성 항목으로 정하였다. 국내시험기관에서는 다양한 보유기능에 대해 정보를 제공하고 있다. 국내시험기관의 자료와 Table 1를 참고하였다. Table 3은 세탁 가전제품의 보유기능을 가변성 시험항목으로 구분하고, 가변성의 하위시험항목으로 기능성(Functionality)과 사용성(usability)으로 구분하여 적용하였다.

가변성의 하위시험항목인 기능성 시험 항목은 부가기능 중에서 세탁 제품의 기본 기능에 해당되는 시험항목을 적용하였는데, 세탁과 관련하여 행균 성능과 탈수 성능 및 세탁시간과 물 사용량 시험항목이 해당된다. 한편, 사용성 시험 항목은 사용자 편의를 위해 제공되는 부가기능을 중심으로 하여 예약기능, 코스저장, 구김방지, 통 살균, IoT 기능이 해당된다.

3.2 시험항목 설계

결함 처리 프레임워크에서 각 항목을 가시화하고 해당 항목을 해결하기 위한 활동과 방향을 제시하고자 한다. 따라서 결함 항목은 구조화된 형태로 제시되어야 전체 구조의 이해가 가능할 수 있다[30,31]. Fig. 2는 결함관리 프레임워크의 구축 설계 연구를 위한 구조도이다.

1) 분야·대상 선정 프로세스

분야·대상 선정은 시험항목의 프레임워크 구축을 위한 실질적인 출발단계로 이 단계에서 결함관리를 위한 분야·대상을 최종적으로 결정하고 다음 단계인 설문지 조사 프로세스 단계로 유도한다.

어떤 분야나 대상에 대한 결함관리를 위해서는 자료조사나 시장조사, 각종 보고서 등 사전 조사를 통해 필요한 분야 또는 대상을 결정할 수 있다. 이를 위해서는 국내외 품질성능 테스트 정보지[1]을 이용하여 필요한 정보를 수집하고, 이렇게 사전 조사를 통해 얻은 1차 결과물이 결함관리가 필요한 적용 분야 및 대상이 될 수 있는지 검토하고 분석한다. 그리고 일단 적용 분야 및 대상으로 결정되었다면, 다음에는 해당 분야 및 대상에 대해 결함관리가 필요한 시험항목이 무엇인지 검토 분석한다.

2) 설문지 조사 프로세스

전(前) 단계인 분야·대상 선정 프로세스로부터 받은 1차 결과물에 대해 설문지를 작성하고 요구사항 분석 프로세스 단계로 유도한다.

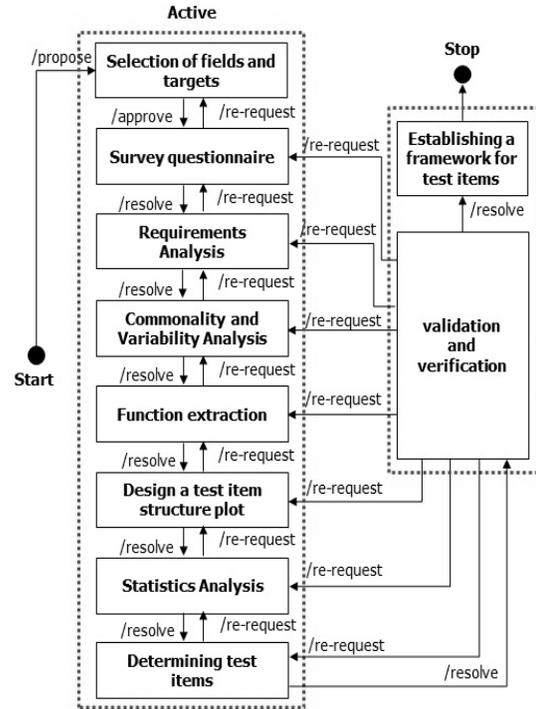


Fig. 2. Structure Diagram of IoT Test Item Framework Construction Design

결함 검출 설문서의 목적은 제품 성능에 대한 프로젝트를 수행하는 과정에서 발생하는 결함 항목을 검출하기 위해 작성한다. 따라서 적용 분야 및 대상에서 선정된 모든 해당업체를 대상으로 설문지를 만든다. 설문지의 내용은 IoT 기능의 중요도(IoT 기능이 시스템에 영향을 끼치는지의 여부를 확인)와 우선도(IoT 기능들 간에 상대적으로 우선순위가 어느 기능이 높은지를 확인)를 대상으로 한다. 그리고 각각에 대해 리커트 척도 5단계(매우 낮음, 낮음, 보통, 높음, 매우 높음)로 구분하여 조사한다. 또한, 각 기능별로 표준화된(사내 표준 포함) 시험방법과 기준의 유무 여부도 조사한다. 설문지의 내용은 확인·검증 프로세스에서 확인 및 검증을 통해 설문지 조사가 잘못된 것으로 판명되는 경우 설문조사가 다시 되어야 하기 때문에 처음부터 설문지 내용은 꼼꼼하게 작성해야 한다. 설문지 조사의 결과물로 설문조사 집계표가 생성된다.

3) 요구사항 분석 프로세스

전(前) 단계인 설문지 조사 프로세스로부터 받은 설문조사 집계표를 이용하여 요구사항을 분석하고 공용성·가변성 프로세스로 유도한다.

설문조사 집계표에 대해 각 IoT 시험항목별로 요구사항을 분석하고 요구사항 항목 분석표를 생성한다.

4) 공용성·가변성 분석 프로세스

전(前) 단계인 요구사항 분석 프로세스로부터 받은 요구사항 항목 분석표를 분석하고 기능 추출 프로세스로 유도한다. 요구사항 항목 분석표를 분석하여 IoT 시험항목별로 공용성과 가변성에 대한 시험항목 분석 결과표를 생성한다.

5) 기능추출 프로세스

전(前) 단계인 공용성·가변성 프로세스에서 받은 시험항목 분석결과표를 이용하여 공용성과 가변성 시험항목을 추출하고 시험항목 구조도 설계 프로세스로 유도한다.

공용성·가변성 분석 프로세스에서 생성된 시험항목 분석결과표에 대해 공용성·가변성 시험항목별로 IoT 기능의 결합관리 항목을 추출한다.

6) 시험항목 구조도 설계 프로세스

전(前) 단계인 기능추출 프로세스에서 받은 결합관리 항목을 분석하여 통계 분석 프로세스 단계로 유도한다.

결합관리 항목에 대한 분석과 결합관리 항목별로 공용성과 가변성으로 구분하여 시험항목 구조도 설계를 실시한다.

7) 통계 분석 프로세스

전(前) 단계인 시험항목 구조도 설계 프로세스에서 받은 시험항목 구조도에 따른 시험항목을 분석하여 시험항목 결정 프로세스 단계로 유도한다.

결합관리 항목에 대해 통계 툴을 이용하여 요인분석과 신뢰도분석 및 t검정 통계분석을 실시한다. 그리고 분석을 통해 얻어진 IoT 결합관리 항목에 대해 평가방법과 기준을 설정한다.

8) 시험항목 결정 프로세스

전(前) 단계인 통계 분석 프로세스에서 추출된 결합관리 항목에 대해 최종적으로 결합 항목으로 결정하고 확인·검증 프로세스 단계로 유도한다.

최종 시험항목을 결정하는 단계이기 때문에 정확하고 필요한 IoT 결합관리 시험항목을 결정해야 한다.

9) 확인·검증 프로세스

전(前) 단계인 시험항목 결정 프로세스로부터 받은 IoT 결합관리 시험항목이 제대로 결합관리가 되고 있는지를 확인과 검증을 한다. 최종 시험항목으로 결정되면 프레임워크 구축 프로세스로 유도한다. 그러나 확인·검증 단계에서 오류가 발생하는 경우 전 단계인 프로세스 별로 각각 피드백 시킨다.

10) 시험항목의 프레임워크 구축

최종 시험항목이 결정되어 확인과 검증이 완료되면 시험항목의 프레임워크가 구축되고 완료 단계로 유도한다.

3.3 오류 검출기

세탁 가전제품은 기본적인 성능 이외에도 IoT 기능, 예약 기능, 코스저장, 구김방지 및 주름방지, 통 살균, 리모콘 사용 기능, 등 다양한 부가기능을 갖고 있다. 특히 “최근에는 사물인터넷(IoT) 기능이 추가된 제품이 출시되는 등 다양한 기능·용량대의 모델이 판매되고 있으나, 신제품에 대한 정보는 부족한 실정”이다[1]. 따라서 IoT 기능과 관련된 세탁 가전제품의 품질정보는 거의 전무한 상태이다. 따라서 소비자 상품선택을 위해 IoT 기능에 대한 품질정보를 제공할 필요가 있다.

이를 위해서 세탁 가전제품 중 IoT 기능을 적용하고 있는 제품들을 대상으로 하여 IoT 기능과 관련한 시험항목을 추출하기 위하여 설문서를 작성하였다. 결합을 검출하기 위한 설문서의 구조와 내용을 설명하고 결과를 통계기법에 의하여 분석하게 된다. 이번 설문서의 내용은 세탁 가전제품을 제조·판매하는 업체를 대상으로 하여, IoT 기능을 보유한 제품(모델)에 대해 IoT 기능의 품질 테스트 항목을 중심으로 설문서를 작성하였다. 설문서 프로젝트는 122건을 대상으로 하였다.

3.4 오류 검출을 위한 설문서

결함 검출 설문서의 목적은 세탁 가전제품에 대한 성능 시험에 대해 프로젝트를 수행하는 과정에서 발생하는 결함을 검출하기 위해 작성하였다. 또한 결함을 찾아서 각 결함간의 원인을 분석하는데 목적이 있다. IoT 시험항목 프레임워크 구축을 위한 추출 설문서는 Table 4와 같다.

Table 4. Extraction Questionnaire for IoT Test Item Framework Construction

Extraction Questionnaire for the Establishment of IoT Testing Item Framework	
1. General points	
(1) Model name	
2. Issues in Defect Management	
(1) According to the importance of IoT functions (system impact diagram), we investigate them by dividing them into five stages (very low, low, moderate, high, and very high) by IoT functions.	
(2) According to the priority of IoT functions (relative priority among all IoT functions), we investigate each IoT function in five stages (very low, low, moderate, high, and very high).	
(3) We investigated the presence of standardized (including in-house standards) testing methods for each IoT detail function.	
IoT Detail Functions	
1. Reservation function	
2. Reservation cancellation function	
3. Reservation time change function	
4. Remote Control Start	
5. Remote control pause	
6. Restart Remote Control	
7. Remote Control termination	
8. Remote Control Course/Options Change	
9. Automatic setting remote control at the start of operation	
10. Power usage monitoring	
11. Power usage monitoring per hour	
12. Monitoring laundry count management	
13. Course Information Monitoring	
14. Operating information monitoring	
15. Course/option information monitoring	
16. Monitor Time Remaining	
17. Remote start setting filter knitting	
18. Container Cleaning Count Monitoring	
19. Laundry completion Alarm	
20. Error Alarm	
21. Weather Information Alarm	
22. Container cleaning Alarm	
23. Automatic detergent bin open Alarm	
24. Automatic detergent shortage Alarm	
25. Course Download	
26. Cloud Course	
27. Drying linkage preheating function	
28. Automatic washing/drying course setting	
29. Smart Diagnostics function	
30. Product Firmware Update Function	

결함관리의 이슈 사항 1번 설문 내용은 세탁 가전제품에 대해 기존 기능과 연관되는 항목이 무엇인지를 조사하기 위한 것이다. 따라서 결함 처리를 위하여 요구되어지는 사항들 중에서 IoT 기능별로 중요도(IoT 기능이 시스템에 영향을 끼치는지의 여부를 확인)에 따라 리커트 척도 5단계(매우 낮음, 낮음, 보통, 높음, 매우 높음)로 구분하여 체크하였다. 2번 설문 내용은 IoT 기능의 우선도(IoT 기능들 간에 상대적으로 우선순위가 어느 기능이 높은지를 확인)에 따라 IoT 기능별로 리커트 척도 5단계(매우 낮음, 낮음, 보통, 높음, 매우 높음)로 구분하여 조사하였다. 또한 3번 설문 내용은 IoT 세부 기능별로 표준화된(사내 표준 포함) 시험방법의 유무에 대해 조사하였는데 그 이유는 세탁 가전제품에 대한 시험평가 시 중요하기 때문이다.

3.5 체크리스트를 활용한 공용성과 가변성 분석

공용성과 가변성 항목으로 추출하기 위해 (2.4절)의 체크리스트 방법을 활용하여 분석한 결과 Table 5와 같다.

각각의 IoT 기능에 대해 속성과 행위, 변경가능성, 인터페이스 공용성, 독립성 등 5개의 카테고리로 구성된 체크리스트를 활용하였다.

세탁 가전제품의 품질은 세탁이나 행균, 탈수 등이 주요 성능이라고 할 수 있다. Table 5에서 보듯이 각각의 IoT 기능에 대해 세탁 가전제품의 주요 성능과 관련하여 ‘① 속성, ② 행위, ③변경가능성, ④인터페이스 공용성, ⑤독립성’ 등의 5개 체크리스트를 활용하였고, 각각의 IoT 기능 측면을 고려하여 공용성과 가변성으로 나누기로 했다. 체크리스트에서 ‘속성’은 객체의 상태나 성질을 나타내는 자료 값으로 객체에 대한

Table 5. Results of Commonality and Variability Analysis using Checklist

Sort	IoT Detail Function	Categorize					Commonality or Variability Status
		① Attribute	② Operation	③ Changeability Variability	④ Interface Commonality	⑤ Independence	
Reservation	Reservation function	○	○	○	○	×	C
	Reservation cancellation function	○	○	○	○	×	C
	Reservation time change function	○	○	○	○	×	C
Remote Control	Remote Control Start	○	○	○	○	×	C
	Remote control pause	○	○	○	○	×	C
	Restart Remote Control	○	○	○	○	×	C
	Remote Control termination	○	○	○	○	×	C
	Remote Control Course/Options Change	○	○	○	○	×	C
	Automatic setting remote control at the start of operation	○	○	○	○	×	C
Monitoring	Power usage monitoring	○	○	○	○	○	V
	Power usage monitoring per hour	○	○	○	○	○	V
	Monitoring laundry count management	○	○	×	○	○	V
	Course Information Monitoring	○	○	○	○	×	C
	Operating information monitoring	○	○	○	○	×	C
	Course/option information monitoring	○	○	○	○	×	C
	Monitor Time Remaining	○	○	○	○	×	C
	Remote start setting filter knitting	○	○	○	○	×	C
	Container Cleaning Count Monitoring	○	○	×	○	×	C
Alarm	Laundry completion Alarm	○	○	×	○	×	C
	Error Alarm	○	○	○	○	×	C
	Weather Information Alarm	○	○	○	○	○	V
	Container cleaning Alarm	○	○	×	○	×	C
	Automatic detergent bin open Alarm	○	○	×	○	○	V
	Automatic detergent shortage Alarm	○	○	×	○	○	V
Other	Course Download	○	○	○	○	×	V
	Cloud Course	○	○	○	○	×	V
	Drying linkage preheating function	○	○	○	○	○	V
	Automatic washing/drying course setting	○	○	×	○	○	V
	Smart Diagnostics function	○	○	○	○	×	C
	Product Firmware Update Function	○	○	○	○	×	C

- C : Commonality, V : Variability

정보를 나타낸다. 즉, 클래스 안에 있는 데이터를 정의하는데, 예를 들면 클래스 인스턴스에서 발견할 수 있는 데이터의 타입이다. '행위'는 객체의 행동에 해당하는 것으로, 예를 들면, 프로그래머가 준 값을 지시대로 처리하여 결과를 내는 것과 같다. '변경가능성'은 다른 기능을 함께 사용할 수 있는지 여부를 확인하는 것이며, '인터페이스 공용성'은 기능들 간의 연동성이 있는지 여부를 확인하는 것이다. 그리고 '독립성'은 자체적인 기능으로, 특정기능을 수행하는 것을 의미한다. 즉, 소스 코드 관점에서 혼자 사용할 수 있는지를 확인하는 것이다.

각 IoT 기능별로 체크리스트를 활용하여 공용성과 가변성 분석을 한 결과, 공용성으로 추출된 항목은 20개 항목이었고 가변성 항목은 10개로 추출되었다.

공용성 항목으로 추출된 20개 항목을 세부적으로 보면, 3개의 예약 기능(예약 기능, 예약 취소 기능, 예약 시간변경)과 6개의 원격제어 기능(원격제어 시작, 원격제어 일시정지, 원격제어 재시작, 원격제어 종료, 원격제어 코스/옵션 변경, 작동 시작 시 자동설정 원격제어), 그리고 6개의 모니터링 기능(코스정보 모니터링, 작동정보 모니터링, 코스/옵션정보 모니터링, 남은시간 모니터링, 원격 시작설정여부 모니터링, 통세척 카운트 모니터링)과 3개의 알람기능(세탁완료 알람, 예러 알람, 통세척 알람) 또한, 2개의 기타 기능(스마트진단 기능, 제품 펌웨어 업데이트 기능)등이 해당된다.

한편, 가변성 항목으로 추출된 10개 항목을 세부적으로 보면, 3개의 모니터링 기능(전력사용량 모니터링, 시간당 전력사용량 모니터링, 세탁회수관리 모니터링)과 3개의 알람기능(날씨정보 알람, 자동 세제통 열림 알람, 자동 세제부족 알람) 그리고 기타기능 4개(코스 다운로드, 클라우드 코스, 건조연동 예열기능, 세탁/건조 코스 연동자동세팅 기능) 등이 해당된다.

3.6 IoT 적용한 세탁가전제품의 공용성과 가변성 시험항목 구조

세탁 가전제품에 대한 국내시험기관의 품질시험보고서에 서는 IoT 기능에 대해 평가하고 있지는 않았다. 따라서 Fig. 1를 참고하여 IoT를 적용하고 있는 세탁 가전제품에 대해 공용성과 가변성시험항목 프레임워크 구축 설계를 Fig. 3과 같이 하였다.

각 IoT 기능별로 체크리스트를 활용하여 공용성과 가변성 분석을 한 결과, 공용성 항목으로는 예약기능(3), 원격제어(6), 모니터링(6), 알람(3), 기타(2) 등 5개의 카테고리로 구분되며, 가변성 항목으로는 모니터링(3), 알람(3), 기타(4) 등 3개의 카테고리로 구분된다.

3.7 IoT 시험항목 분석

결함관리의 이슈 사항인 IoT 기능에 대해 IoT 기능과 연관되는 항목이 무엇인지를 조사하고 분석한 결과, 다음과 같은 자료를 추출하였다. 업체의 응답으로 전체 122건에 대해 수행했으며 IoT 기능의 중요도와 우선도는 Table 6과 같다.

먼저, IoT 기능의 중요도와 우선도의 평균 산출을 위해 각 IoT 기능에 대해 단계별로 가중치를 부여하여 합계 점수를 구한 후, 총 응답건수(122건)로 나누는 방법을 사용하였다. 예를 들면, 설문지의 내용을 IoT 기능의 중요 정도에 따라 5

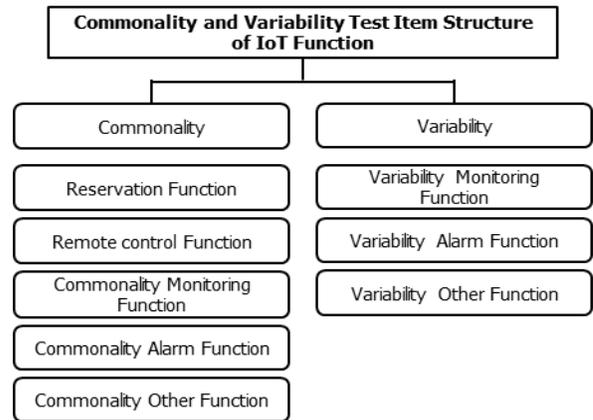


Fig. 3. Commonality and Variability Test Item Structure of Laundry Home Appliances Using IoT

Table 6. Results of Importance and Priority Response by IoT Function

Sort	IoT Detail Functions	Importance [Average]	Priority [Average]
Reservation	Reservation function	3.26	3.46
	Reservation cancellation function	2.65	3.12
	Reservation time change function	2.99	3.47
Remote Control	Remote Control Start	3.34	3.75
	Remote control pause	3.06	3.66
	Restart Remote Control	3.07	3.66
	Remote Control termination	2.86	3.14
	Remote Control Course/Options Change	3.14	3.26
	Automatic setting remote control at the start of operation	3.19	3.45
Monitoring	Power usage monitoring	3.47	3.43
	Power usage monitoring per hour	3.25	2.83
	Monitoring laundry count management	3.36	3.41
	Course Information Monitoring	3.52	3.88
	Operating information monitoring	3.52	3.74
	Course/option information monitoring	3.52	3.60
	Monitor Time Remaining	3.94	4.14
	Remote start setting filter knitting	2.87	3.40
	Container Cleaning Count Monitoring	3.77	3.25
Alarm	Laundry completion Alarm	4.38	4.58
	Error Alarm	3.99	4.39
	Weather Information Alarm	2.37	2.86
	Container cleaning Alarm	3.55	4.01
	Automatic detergent bin open Alarm	3.30	3.42
	Automatic detergent shortage Alarm	3.54	3.98
Other	Course Download	3.76	4.30
	Cloud Course	3.35	3.38
	Drying linkage preheating function	3.62	3.55
	Automatic washing/drying course setting	3.52	3.03
	Smart Diagnostics function	3.26	3.25
	Product Firmware Update Function	3.69	3.89

단계(매우 낮음, 낮음, 보통, 높음, 매우 높음)로 구분하여 조사하였고, 각 단계별로 가중치를 부여하였다. 즉, '매우 낮음은 1점', '낮음은 2점', '보통은 3점', '높음은 4점', '매우 높음은 5점'으로 하여 합계 점수인 중요도 점수를 산출하게 된다. 그리고 중요도 점수를 총 설문 응답자수 122으로 나누어

평균을 구하면 된다. 중요도는 평균 점수가 클수록 중요도가 크다는 것을 의미한다. 실제 예약기능의 중요도에 대한 평균을 산출해 보면, (매우 낮음 2건×1점)+(낮음 26건×2점)+(보통 49건×3점)+(높음 28건×4점)+(매우 높음 17건×5점)=398점으로 합계점수가 계산되고, 이 합계 점수를 122건으로 나누어 평균을 구하면 3.26점이 된다.

다음 IoT 기능의 우선도의 경우, 실제 예약기능의 우선도에 대한 평균을 산출해 보면, (매우 낮음 2건×1점)+(낮음 26건×2점)+(보통 50건×3점)+(높음 2건×4점)+(매우 높음 42건×5점)=422점으로 합계점수가 계산되고, 이 합계 점수를 122건으로 나누어 평균을 구하면 3.46점이 된다.

3.8 요인분석

세탁 가전제품의 IoT 기능 30개를 대상으로 각각의 IoT 기능에 대해 IoT 기능별로 중요도와 우선도에 대한 요인분석을 실시하였다.

각 IoT 기능들에 대한 수치는 요인적재량이라고 하며, 요인적재량의 기준은“보통 ±0.3 이상이면 된다고 한다. 다만, 보수적인 기준으로는 ±0.4 이상으로 보는 견해가 지배적이다”[25]. 각 요인별 요인적재량의 수치는 큰 수치부터 작은 수치까지 내림차순으로 나타나 있는데, 이것은 요인분석을 실행할 때 크기순 정렬로 했기 때문이다. 그리고 요인분석 시 요인추출 방법은 주성분 분석으로 하고, 회전 방법은 카이저 정규화가 있는 베리맥스로 하며 8회 반복계산에서 요인회전이 수렴되었다.

1) 중요도 요인분석

IoT 기능의 중요도에 대한 요인분석을 실시한 결과, 30개의 IoT 기능들은 5개의 요인으로 나누어진다.

a) 중요도 요인분석의 요인1 결과

요인적재량이 0.4 이상 되는 IoT 시험 항목은 Table 7과 같이 코스/옵션정보 모니터링(.954), 코스정보 모니터링(.954), 작동정보 모니터링(.954), 세탁/건조 코스 연동자동세팅(.890), 자동세제 통열림 알림(.851), 전력사용량모니터링(.797), 날씨정보알림(.779), 자동세제부족알림(.748), 남은시간 모니터링(.716), 시간당전력사용량 모니터링(.702), 원격시작설정여부 모니터링(.642) 등 11개 항목이 해당된다.

b) 중요도 요인분석의 요인2 결과

요인적재량이 0.4 이상 되는 IoT 시험 항목은 Table 8과 같이 예러 알림(.904), 스마트진단 기능(.879), 건조연동에열기능(.820), 통세척 알림(.767), 세탁완료알림(.713), 코스다운로드(.701), 클라우드코스(.698) 등 7개의 항목이 해당된다.

c) 중요도 요인분석의 요인3 결과

요인적재량이 0.4 이상 되는 IoT 시험 항목은 Table 9와 같이 통세척 카운트모니터링(.898), 세탁 횟수관리 모니터링(.892), 원격제어코스/옵션변경(.742), 원격제어시작(.708), 제품 펌웨어 업데이트 기능(.646), 작동 시작 시 자동설정원격제어(.623) 등 6개 항목이 해당된다.

Table 7. Factor1 Results for Analysis of Importance Factors

IoT function	Factors 1
Course/option information monitoring	.954
Course Information Monitoring	.954
Operating information monitoring	.954
Automatic washing/drying course setting	.890
Automatic detergent bin open Alarm	.851
Power usage monitoring	.797
Weather Information Alarm	.779
Automatic detergent shortage Alarm	.748
Monitor Time Remaining	.716
Power usage monitoring per hour	.702
Remote start setting filter knitting	.642

Table 8. Factor2 Results for Analysis of Importance Factors

IoT function	Factors 2
Error Alarm	.904
Smart Diagnostics function	.879
Drying linkage preheating function	.820
Container cleaning Alarm	.767
Laundry completion Alarm	.713
Course Download	.701
Cloud Course	.698

Table 9. Factor3 Results for Analysis of Importance Factors

IoT function	Factors 3
Container Cleaning Count Monitoring	.898
Monitoring laundry count management	.892
Remote Control Course/Options Change	.742
Remote Control Start	.708
Product Firmware Update Function	.646
Automatic setting remote control at the start of operation	.623

Table 10. Factor4 Results for Analysis of Importance Factors

IoT function	Factors 4
Remote Control termination	.879
Restart Remote Control	.874
Remote control pause	.866
Reservation function	.495

d) 중요도 요인분석의 요인4 결과

요인적재량이 0.4 이상 되는 IoT 시험 항목은 Table 10과 같이 원격제어종료(.879), 원격제어 재시작(.874), 원격제어 일시정지(.866), 예약기능(.495) 등 4개 항목이 해당된다.

e) 중요도 요인분석의 요인5 결과

요인적재량이 0.4 이상 되는 IoT 시험 항목은 Table 11과 같이 예약취소기능(.934), 예약시간변경기능(.839) 등 나머지 2개 항목이 해당된다.

Table 11. Factor5 Results for Analysis of Importance Factors

IoT function	Factors 5
Reservation cancellation function	.934
Reservation time change function	.839

Table 12. Factor1 Results in Priority Factor Analysis

IoT function	Factors 1
Operating information monitoring	.979
Course/option information monitoring	.952
Smart Diagnostics function	.925
Monitor Time Remaining	.905
Course Information Monitoring	.904
Drying linkage preheating function	.888
Product Firmware Update Function	.886
Automatic detergent bin open Alarm	.873
Remote start setting filter knitting	.825
Automatic washing/drying course setting	.818
Container Cleaning Count Monitoring	.797
Course Download	.794
Weather Information Alarm	.645

2) 우선도 요인분석

IoT 기능의 우선도에 대한 요인분석을 실시한 결과, 30개의 IoT 기능들은 4개의 요인으로 나누어진다.

a) 우선도 요인분석의 요인1 결과

요인적재량이 0.4 이상 되는 IoT 시험 항목은 Table 12와 같이 작동정보 모니터링(.979), 코스/옵션정보 모니터링(.952), 스마트진단 기능(.925), 남은시간 모니터링(.905), 코스정보 모니터링(.904), 건조연동예열기능(.888), 제품 펌웨어 업데이트 기능(.886), 자동 세제통열림 알림(.873), 원격시작설정 여부 모니터링(.825), 세탁/건조코스 연동자동세팅(.818), 통 세척 카운트모니터링(.797), 코스다운로드(.794), 날씨정보알림(.645) 등 13개의 항목이 해당된다.

b) 우선도 요인분석의 요인2 결과

요인적재량이 0.4 이상 되는 IoT 시험 항목은 Table 13과 같다. 원격제어시작(.967), 원격제어재시작(.965), 원격제어일시정지(.965), 에러 알림(.922), 예약기능(.893), 예약시간변경기능(.893), 예약취소기능(.862), 세탁완료알림(.794), 작동시작시 자동설정원격제어(.789), 원격제어코스/옵션변경(.773), 자동세제부족알림(.748), 원격제어종료(.714) 등 12개의 항목이 해당된다.

c) 우선도 요인분석의 요인3 결과

요인적재량이 0.4 이상 되는 IoT 시험 항목은 Table 14와 같이 세탁횟수관리모니터링(.919), 통 세척 알림(.850), 전력사용량모니터링(.822) 등 3개의 항목으로 구성된다.

Table 13. Factor2 Results in Priority Factor Analysis

IoT function	Factors 1
Remote Control Start	.967
Restart Remote Control	.965
Remote control pause	.965
Error Alarm	.922
Reservation function	.893
Reservation time change function	.893
Reservation cancellation function	.862
Laundry completion Alarm	.794
Automatic setting remote control at the start of operation	.789
Remote Control Course/Options Change	.773
Automatic detergent shortage Alarm	.748
Remote Control termination	.714

Table 14. Factor3 Results in Priority Factor Analysis

IoT function	Factors 1
Monitoring laundry count management	.919
Container cleaning Alarm	.850
Power usage monitoring	.822

Table 15. Factor4 Results in Priority Factor Analysis

IoT function	Factors 1
Cloud Course	.907
Power usage monitoring per hour	.885

d) 우선도 요인분석의 요인4 결과

요인적재량이 0.4 이상 되는 IoT 시험 항목은 Table 15와 같이 클라우드 코스(.907), 시간당전력사용량 모니터링(.885) 등 2개의 항목이 해당된다.

3.9 신뢰도 분석

30개의 IoT 기능을 대상으로 하여 '중요도'와 '우선도' 각각에 대해 신뢰도 분석을 하였다.

먼저, IoT 기능 30개 전체를 대상으로 신뢰도 분석을 해본 결과, 신뢰수준은 Table 16과 같다.

신뢰도 분석에서 신뢰도의 수준은 크론바흐 알파계수로 판단한다. 즉, 크론바흐 알파계수는 사회과학분야에서는 통상 '0.6 이상'이면 신뢰도가 있다고 본다. 그리고 신뢰도에 대한 크론바흐 알파계수에 대해 '알파가 0.9 이상은 매우 높은 신뢰도', '알파가 0.8 이상이면 높은 신뢰도', '알파가 0.7 이상이면 어느 정도 신뢰도', '알파가 0.6 이상이면 신뢰도가 있다' 라고 한다[25-27]. 따라서 세탁 가전제품과 관련된 IoT 기능 30개 전체에 대한 설문 응답결과는 상대적으로 매우 높은 신뢰가 있는 것으로 사료된다.

다음으로 30개의 IoT 기능에 대해 Fig. 3과 같이 공용성과 가변성으로 구분하여 신뢰도 분석을 하였다.

Table 16. Reliability Analysis Results for All IoT Functions

Sort	Importance	Priority
Cronbach Alpha Coefficient	.921	.928
Number of Items [Number]	30	30

Table 17. Reliability Analysis of the Commonality of IoT Functions

IoT function(Number)		Cronbach Alpha Coefficient	
		Importance	Priority
Commonality (20)	Reservation function(3)	.819	.982
	Remote Control function(6)	.952	.950
	Monitoring function(6)	.741	.955
	Alarm function(3)	.931	.793
	Other function(2)	.621	.851

1) 공용성 신뢰도 분석

예약 기능, 원격조정 기능, 모니터링 기능, 알람 기능, 기타 기능 등 5개 카테고리 별로 공용성에 대한 신뢰도 분석을 실시한 결과, 신뢰수준은 Table 17과 같다.

a) 예약 기능의 신뢰도 분석

예약 기능(예약 기능, 예약취소기능, 예약시간변경 기능) 3개에 대한 신뢰도 분석결과, Table 17과 같이 크론바흐 알파 계수가 중요도는 0.819이었고, 우선도는 0.982로 신뢰도가 높은 수준이었다.

b) 원격제어 기능의 신뢰도 분석

원격제어 기능(원격제어시작, 원격제어 일시정지, 원격제어재시작, 원격제어종료, 원격제어코스/옵션 변경, 작동시작 시 자동설정원격제어) 6개에 대한 신뢰도 분석결과, Table 17과 같이 크론바흐 알파 계수가 중요도는 0.952이었고, 우선도는 0.950로 신뢰도가 매우 높은 수준이었다.

c) 모니터링 기능의 신뢰도 분석

모니터링 기능(코스정보 모니터링, 작동정보 모니터링, 코스/옵션정보 모니터링, 남은시간 모니터링, 원격시작설정여부 모니터링, 통세척 카운트 모니터링) 6개에 대한 신뢰도 분석결과, Table 17과 같이 크론바흐 알파 계수가 중요도는 0.741이었고, 우선도는 0.955로 신뢰도가 매우 높았다.

d) 알람 기능의 신뢰도 분석

알람 기능(세탁완료 알림, 에러 알림, 통세척 알림) 3개에 대한 신뢰도 분석결과, Table 17과 같이 크론바흐 알파 계수가 중요도는 0.931로 신뢰도가 매우 높았고, 우선도는 0.793이었다.

e) 기타 기능

기타 기능(스마트진단기능, 제품 펌웨어 업데이트) 2개에 대한 신뢰도 분석결과, Table 17과 같이 크론바흐 알파 계수가 중요도는 0.621로, 우선도는 0.851로 신뢰도가 높았다.

Table 18. Reliability Analysis of the Variability of IoT Functions

IoT function(Number)		Cronbach Alpha Coefficient	
		Importance	Priority
Variability (10)	Monitoring function(3)	.805	.718
	Alarm function(3)	.928	.545
	Other function(4)	.782	.666

2) 가변성 신뢰도 분석

모니터링 기능, 알람 기능, 기타 기능 등 3개 카테고리 별로 가변성에 대한 신뢰도 분석을 실시한 결과, 신뢰수준은 Table 18과 같다.

a) 모니터링 기능의 신뢰도 분석

모니터링 기능(전력사용량모니터링, 시간당전력사용량 모니터링, 세탁횟수관리 모니터링) 3개에 대한 신뢰도 분석결과, Table 18과 같이 크론바흐 알파 계수가 중요도는 0.805이었고, 우선도는 0.718의 신뢰수준이었다.

b) 알람 기능의 신뢰도 분석

알람 기능(날씨정보알림, 자동세제통 열림알림, 자동세제 부족알림) 3개에 대한 신뢰도 분석결과, Table 18과 같이 크론바흐 알파 계수가 중요도는 0.928로 신뢰도가 매우 높았으나, 우선도는 0.545로 신뢰도가 낮았다.

c) 기타 기능

기타 기능(코스다운로드, 클라우드 코스, 건조연동예열, 세탁/건조코스 연동자동세팅) 4개에 대한 신뢰도 분석결과, Table 18과 같이 크론바흐 알파 계수가 중요도는 0.782로, 우선도는 0.666으로 나타났다.

3.10 t검정 통계 분석

IoT 기능의 중요도와 우선도 간에 차이가 있는지를 알아보기 위해 대응표본 t검정을 해보았다. 대응표본 t검정은 동일표본에서 측정된 두 변수(중요도, 우선도)값의 평균 차이를 비교하는 방법이다. 대응표본 t검정을 통해 중요도와 우선도 간에 평균의 차이가 있는지 계산해 보면 알 수 있다. 즉, t값 계산식 (1)을 이용하여 t값을 구한 다음, 이때 구해진 t값이 유의확률(p<0.05)을 만족하는 경우 중요도와 우선도에는 유의미한 차이가 있다고 통계적으로 해석한다[28].

$$t = \frac{\sum_{i=1}^n (I-P)}{n} \quad (1)$$

$$\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (I-P)^2 - \frac{(\sum_{i=1}^n (I-P))^2}{n}}{(n-1)n}}$$

I : Importance Value
 P : Priority Value
 n : Sample Size

실제로 Table 6의 '예약기능'에 대해 '중요도'와 '우선도'간에 차이가 있는지 Equation (1)을 이용하여 계산해 본 결과, t값은 5.181이 되었고, 유의확률(p)은 0.000로 나타나, 예약기능의 중요도와 우선도에는 통계적으로 유의미한 차이가 있다.

3.11 t값에 대한 평가점수 기준 선정

IoT 기능에 대한 결함관리를 효율적으로 처리하기 위해 대응표본 t검정을 통해 구해진 t값을 대상으로 각각의 IoT 기능별로 평가방법과 기준 및 평가점수를 산정하는 방법을 정했다.

먼저, t검정을 통해 30개 IoT 기능 각각에 대해 t값을 구한 다음, t값 전체에 대한 평균과 표준편차를 구한다. IoT 기능에 대해 (3.10절)의 대응표본 t검정을 통해 구한 t값의 평균과 표준편차를 구한 결과는 Table 19와 같다.

그리고 다음에 평가 단계를 3단계로 구분하고 각 단계별로 평가기준을 적용하여 평가점수를 부여한다. 평가단계는 정규분포를 적용하여 3단계로 하였다. 그 이유는 정규분포는 통계학에서 가장 중요한 확률분포로서 정규분포에 따르는 정규 확률변수 X가 어느 구간 내에 있을 확률이 '(평균±표준편차) 이내가 68%'이고, '(평균±2×표준편차) 이내가 95%'이다[29]. 이런 점을 참고하여 Table 19의 t값 평균을 중심으로 3계로 나누었다. 즉 '(평균+표준편차)초과'를 'Major', '(평균±표준편차)이내'를 'Nominal', '(평균-표준편차)미만'을 'minor'로 하여 3단계로 구분하였다. Table 20은 t값에 따른 평가방법과 기준이다.

IoT 기능의 중요도와 우선도 간에 차이를 알아보기 위해 Table 19와 Table 20을 이용하여 평가기준을 구한 결과는 Table 21과 같다.

4. 사례 연구

4.1 환경 설정

하드웨어와 소프트웨어의 제원은 다음과 같다.

- ① CPU : Intel(R) Core(TM) i5-8250u, 1.60GHz, 1.80GHz
- ② RAM : 8.0GB
- ③ 시스템 종류 : 64비트윈영체제, X64 기반프로세서
- ④ 디스플레이 어댑터 : Intel(R) HD Graphics 620
- ⑤ 소프트웨어 : Windows 10pro
- ⑥ 통계 툴 : SPSS 18
- ⑦ 세탁 제품의 사양
 - 용량 : 14 kg~28 kg 급
 - 세탁방식 : 드럼세탁기 및 통통이 세탁기
 - 형태 : 세탁전용, 세탁건조 겸용제품
 - IoT 기능이 있는 제품

4.2 중요도와 우선도 간의 분석

세탁 제품의 IoT 기능에 대해 중요도와 우선도 간에 차이를 알아보기 위해 (3.10절)의 대응표본 t검정과 Table 21에 따라 평가점수를 조사한 결과 t값과 평가점수는 Table 22와 같다.

30개의 IoT 기능 중 t값이 최소 0.161에서 최대 11.378

Table 19. Average and Standard Deviation of t-values

Sort	Average	Standard Deviation
Differences between importance and priority	4.20	2.84

Table 20. Methods and Criteria for Evaluating t-values

Evaluation Score	Evaluation Criteria
Major	(Average+Standard deviation) Exceeded
Nominal	(Average-Standard deviation) More than ~(Average+Standard deviation) Less than
Minor	(Average-Standard deviation) Less than

Table 21. Evaluation Scores and Evaluation Criteria between Importance and Priority

Evaluation Score	Evaluation criteria according to t-value
Major	7.05 More than
Nominal	1.36 More than~7.04 Less than
Minor	1.35 Less than

까지 차이가 있었는데, 통계적으로 유의한 차이(P<.05)를 보이고 있는 IoT 기능은 22개가 해당된다. 결함관리를 위해서는 유의수준(P<.05)과 평가점수를 고려해야 한다. 특히 17개 IoT 기능은 유의수준(P<.001)로 나타나는 등 유의수준에도 차이가 있었다. 따라서 평가점수가 높은 IoT 기능들에 대해 집중적으로 관리가 필요할 것으로 사료된다.

5. 평가 및 결과

IoT 기능을 적용하고 있는 세탁 가전제품에 대한 시험항목을 Fig. 4와 같은 공용성과 가변성으로 구분하여 관리할 수 있는 시험항목 구조를 설계하였다. Fig. 4와 같은 프레임워크는 IoT 기능을 적용한 세탁 가전제품에 대해 새로운 시험 체계를 구축할 수 있다. 즉, Fig. 4와 같이 IoT 기능을 적용한 세탁가전제품의 시험항목 구조를 설계함으로써 IoT 기능에 대한 시험이 가능하고 공용성과 가변성으로 구분하여 시험항목을 관리할 수 있다.

또한, IoT 기능에 대해 표준화 시험방법 여부를 비교하면 Table 23과 같이 비교할 수 있다. 즉, Table 23을 보면 기존의 시험체제에서는 IoT 기능을 적용한 세탁 가전제품에 대해 IoT 시험항목이 마련되어 있지 않음을 확인할 수 있다. 이러한 결과는 제품을 제조하는 업체의 경우에는 결함이 발생 하더라도 원인을 쉽게 찾기는 어려울 것이며, 시험기관의 경우에도 IoT와 관련한 시험항목을 선정하거나 시험방법의 부재로 올바른 성능 시험 수행에 제약이 있을 것으로 사료된다.

따라서 Table 23과 같이 기존 시험체제에서는 IoT 기능에 대해 명확하지는 않지만 적합한 시험을 할 수 없었으나 Fig. 4와 같이 IoT 기능을 적용한 세탁 가전제품의 시험항목 구조를 설계함으로써 IoT 기능에 대한 시험이 가능하고 시험항목도 관리할 수 있다.

Table 22. Analysis Results between Importance and Priority

Sort	IoT Detail Functions	Importance[Average]	Priority[Average]	t-value	Evaluation-core
Reservation	Reservation function	3.26	3.46	5.181***	N
	Reservation cancellation function	2.65	3.12	7.087***	M
	Reservation time change function	2.99	3.47	7.087***	M
Remote Control	Remote Control Start	3.34	3.75	4.291***	N
	Remote control pause	3.06	3.66	5.460***	N
	Restart Remote Control	3.07	3.66	5.460***	N
	Remote Control termination	2.86	3.14	2.673**	N
	Remote Control Course/Options Change	3.14	3.26	1.018	m
	Automatic setting remote control at the start of operation	3.19	3.45	2.538*	N
	Power usage monitoring	3.47	3.43	0.280	m
Monitoring	Power usage monitoring per hour	3.25	2.83	3.118**	N
	Monitoring laundry count management	3.36	3.41	0.925	m
	Course Information Monitoring	3.52	3.88	4.917***	N
	Operating information monitoring	3.52	3.74	3.129**	N
	Course/option information monitoring	3.52	3.60	0.943	m
	Monitor Time Remaining	3.94	4.14	2.872**	N
	Remote start setting filter knitting	2.87	3.40	4.284***	N
	Container Cleaning Count Monitoring	3.77	3.25	4.169***	N
	Laundry completion Alarm	4.38	4.58	5.584***	N
Alarm	Error Alarm	3.99	4.39	8.859***	M
	Weather Information Alarm	2.37	2.86	7.441***	M
	Container cleaning Alarm	3.55	4.01	6.955***	N
	Automatic detergent bin open Alarm	3.30	3.42	1.304	m
	Automatic detergent shortage Alarm	3.54	3.98	5.035***	N
Other	Course Download	3.76	4.30	11.378***	M
	Cloud Course	3.35	3.38	0.161	m
	Drying linkage preheating function	3.62	3.55	0.943	m
	Automatic washing/drying course setting	3.52	3.03	7.441***	M
	Smart Diagnostics function	3.26	3.25	0.276	m
	Product Firmware Update Function	3.69	3.89	5.181***	N

- ***p<.001, **p<.01, *p<.05
 - M : Major, N : Nominal, m : minor

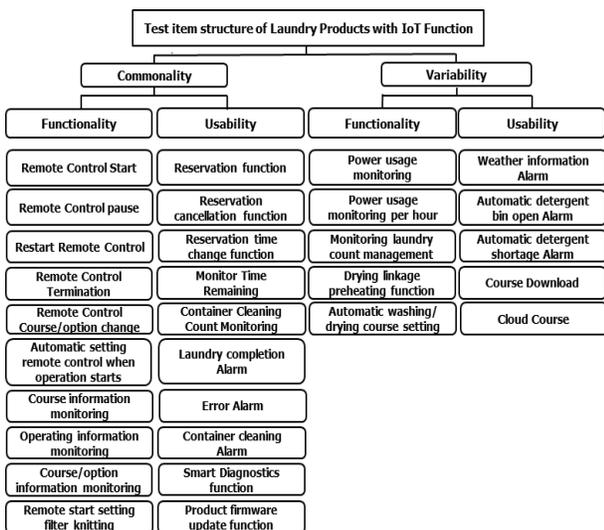


Fig. 4. Test Item Structure of Laundry Appliances with IoT Function

6. 결론

본 연구는 IoT 기능을 적용한 세탁 가전제품의 시험항목 프레임워크 설계 및 시험방법을 제안하였다. 제안하는 시험체제 프레임워크는 IoT 기능을 적용한 세탁 가전제품에 대해 IoT 시험항목을 공용성과 가변성으로 구분하여 설계한 것으로 IoT 기능의 품질성능 시험 시 제약이 있는 기존 시험체제의 한계를 극복하고, IoT 기능에 대한 제품 시험이 가능하며, 시험항목을 추출하고 관리할 수 있다. 따라서 제안 연구는 제조사에게 IoT 기능을 적용한 제품의 시험 프로세스 설계를 지원하고, 관련 연구 및 품질성능 시험에 도움을 줄 수 있다.

향후 연구에서는 IoT 기능을 적용한 많은 기타 가전제품에 대한 IoT 기능의 시험항목을 추출할 수 있는 알고리즘 개발과 시험항목 및 방법의 체계화와 표준화 연구를 진행하고자 한다.

Table 23. Whether to Apply the Test Method for IoT Functions or Not

Sort	IoT Detail Functions	Whether IoT Capabilities are Testable		
		Existing Test System		New Test System
		Manufacturer's Standard	KS/ ISO Standard	
Reservation	Reservation function	△	×	○
	Reservation cancellation function	△	×	○
	Reservation time change function	×	×	○
Remote Control	Remote Control Start	△	×	○
	Remote control pause	△	×	○
	Restart Remote Control	△	×	○
	Remote Control termination	△	×	○
	Remote Control Course/Options Change	△	×	○
	Automatic setting remote control at the start of operation	△	×	○
Monitoring	Power usage monitoring	△	×	○
	Power usage monitoring per hour	×	×	○
	Monitoring laundry count management	△	×	○
	Course Information Monitoring	△	×	○
	Operating information monitoring	△	×	○
	Course/option information monitoring	△	×	○
	Monitor Time Remaining	△	×	○
	Remote start setting filter knitting	△	×	○
Alarm	Container Cleaning Count Monitoring	△	×	○
	Laundry completion Alarm	△	×	○
	Error Alarm	△	×	○
	Weather Information Alarm	△	×	○
	Container cleaning Alarm	△	×	○
	Automatic detergent bin open Alarm	×	×	○
Other	Automatic detergent shortage Alarm	△	×	○
	Course Download	△	×	○
	Cloud Course	△	×	○
	Drying linkage preheating function	△	×	○
	Automatic washing/ drying course setting	△	×	○
	Smart Diagnostics function	△	×	○
	Product Firmware Update Function	△	×	○

○ : IoT function can be tested and test items can be managed

△ : Presence or absence of standards varies depending on the manufacturer's business part

× : means that there are no test items in the domestic (KS) and international (ISO) standards

References

- [1] Korea Consumer Agency, "Drum washing machine quality test results report," *KCA Report, Department of Test & Inspection*, No.361, pp.1-19, 2020.
- [2] Korea Consumer Agency, "Drum washing machine quality test," *KCA Report, Department of Test & Inspection*, No.52, pp.1-13, 2006.
- [3] C. W. Park and S. D. Kim, "Practical methods for managing faults in IoT computing," *Journal of Internet Computing and Service(IICS)*, Vol.16, No.5, pp.75-86, 2015.
- [4] D. H. Lee, J. K. Oh, and J. J. Kim, "A study on S/W development process improvement based on CMMI's quantitative project management," *The Journal of the Institute of Internet, Broadcasting and Communication (IIBC)*, Vol.18, No.3, pp.101-110, 2018.
- [5] Y. G. Choi, H. J. Jung, and J. C. Lee, "On the CMMI-based development of SE & PM integration process architecture," *Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society*, Vol.16, No.6, pp.4137-4146, 2015.
- [6] S. M. Cho and H. S. Han, "Development of a defect analysis and control system based on CMMI," *Journal of Internet Computing and Service*, Vol.8, No.2, pp.15-22, 2007.
- [7] Korea Standards Association, "KS X ISO/IEC 25010: Systems and Software Engineering - System and Software Quality Requirements and Assessment(QuaRE) - System and Software Quality Models," Industrial Standards Council, 2017.
- [8] Korea Standards Association, "KS X ISO/IEC 25000: Information Technology - Software Engineering - Software Product Quality Requirements and Assessments(QuaRE) - SQuaRE Guide," Industrial Standards Council, 2018.
- [9] Korea Standards Association, "KS X ISO/IEC 9126-1: Software engineering - Product Quality - Part 1: Quality Model," Industrial Standards Council, 2017.
- [10] Korea Standards Association, "KS X ISO/IEC 14598-1: Information Technology - Software Product Assessment - Part 1: General Overview," Industrial Standards Council, 2008.
- [11] Korea Standards Association, "KS X ISO/IEC 14598-4: Information Technology - Software Product Evaluation - Part 4: Process for Acquirers," Industrial Standards Council, 2011.

[12] Korea Standards Association, "KS X ISO/IEC 14598-6 : Information Technology - Software Product Assessment - Part 6: Assessment Module," Industrial Standards Council, 2008.

[13] Korea Standards Association, "KS C IEC 60456: Performance measurement method of electric washing machines for home," Industrial Standards Council, 2015.

[14] Korea Standards Association, "KS C 9608 : electric washing machines," Industrial Standards Council, 2018.

[15] Regulations for the Operation of Efficiency Management Equipment, "Electric Washing machine," Korea Energy Agency, 2017.

[16] Korea Standards Association, "KS C IEC 60704-2-4: Noise measurement methods for home and similar electrical devices - Part 2-4: Individual requirements for electric washing machines and dehydrators," Industrial Standards Council, 2020.

[17] Korea Agency for Technology and Standards, "KC 60335-1: Household and similar electrical appliance - Safety, Part 1: General requirements," Electrical equipment safety standards, 2015.

[18] Korea Agency for Technology and Standards, "KC 60335-2-7: Safety of home and similar electrical devices-Individual requirements for washing machines," Electrical Equipment Safety Standards, 2015..

[19] E. Y. Cheon, Y. J. Seo, J. S. Lee, S. J. Kim, J. A. Kim, and H. S. Kim, "Software product line development and test process based on CVL," *Journal of Korea Institute of Information Scientists and Engineers*, Vol.42, No.1, pp.76-85, 2015.

[20] S. H. Kim and J. A. Kim, "Consistency checking rules of variability between feature model and elements in software product lines," *Journal of the Korean Society for Information Processing*, Vol.3, No.1, pp.1-6, 2014.

[21] WEBSTORMING, "What is the check list method?" [Internet], https://www.wowideas.co.kr/web/idea_cl.html, 2021.

[22] M. Y. Joon, and R. S. Yul, "A study on software fault analysis and management method using defect tracking system," *Journal of the Korean Society for Information Processing*, Vol.15D, No.3, pp.321-326, 2008.

[23] J. S. Young, "Risk based inspection thought deliverables check list forced," *Sogang University Graduate School of Information and Communication Majoring in Information Processing*, 2009.

[24] D. J. Kim, K. H. Chung, and K. H. Choi, "A hierarchical checklist to automatically generate test scripts," *Journal of the Korean Society for Information Processing*, Vol.6, No.5, pp.245-256, 2017.

[25] G. J. Song, "Statistical analysis of SPSS/AMOS required for preparation of revised and augmented paper," 21cbook, Gyeonggi-do, 2019.

[26] H. J. No and Xinshengxyz, "Survey and statistics," Hakhyunsa, Gyeonggi-do, 2016.

[27] SPSS Reliability Analysis [Internet], http://blog.naver.com/PostView.nhn?blogId=sub_om&logNo=220742995520, 2016

[28] Tool Excel Pull Statistics [Internet], <https://statools.tistory.com/131>, 2020.

[29] J. S. Bae, et al., "Statistics using SPSS," KM, Seoul, 2016.

[30] S. H. Lee and S. J. Lee, "A study on the importance of risk management for software development projects success," *Thesis Collection of the 2015 Autumn Conference*, Vol.22, No.2, pp.1031-1034, 2015.

[31] K. Lim, "Manage the Software Defects using Opportunity Tree Framework," *Korea Society of Computer Information*, Vol.9, No.4, pp.1-4, 2004



조 경 록

<https://orcid.org/0000-0002-2174-5525>

e-mail : chokr0216@naver.com

2009년 한국방송통신대학교 정보통신학과 (석사)

2018년 ~ 현 재 안동대학교 컴퓨터공학과 박사과정

1988년 ~ 현 재 한국소비자원 전기전자팀 연구위원

관심분야 : Defect Management, Software Process, Statistical Analysis



박 우 정

<https://orcid.org/0000-0002-8164-8882>

e-mail : johnson.park@lge.com

2016년 부산대학교 지능기계시스템학과 (석사)

2007년 ~ 현 재 LG전자 리빙어플라이언스 모듈러개발1팀 책임연구원

관심분야 : 세탁기 성능, 식스 시그마



이 은 서

<https://orcid.org/0000-0002-7637-3036>

e-mail : eslee@anu.ac.kr

2001년 ~ 현 재 ISO/IEC 15504 국제 선임심사원

2004년 중앙대학교 컴퓨터공학과(박사)

2008년 ~ 현 재 안동대학교 컴퓨터공학과 교수

관심분야 : CBD, Formal Method, Quality Model, SPI(Defect Analysis)