

A Study on the Design of Test Item Framework for the Reliability of Frozen and Refrigerated Products with IoT Function

Cho Kyoung Rok[†] · Lee Jung Jae^{**} · Lee Eun-Ser^{***}

ABSTRACT

Recently, frozen and refrigerated appliances on the market are being released with additional IoT functions, but there are few tests on IoT functions. In particular, the existing test system does not have IoT test items for IoT-based frozen and refrigerated appliances, making it difficult for companies to find the cause even if defects occur, and test institutions are also restricted from selecting IoT-related test items and conducting correct performance tests. In this paper, we design a test item framework that can identify product defects and identify causes in the performance test process of frozen and refrigerated products with IoT functions among products in the home appliance field, and propose test methods and management measures using them. Through the proposed research, manufacturers and testing institutions can test the correct performance of IoT-based frozen and refrigerated products, thereby enhancing the completeness and securing reliability of the products.

Keywords : IoT Function, Quality Assurance, Importance, Priority, t-value, Evaluation Score

IoT 기능을 보유한 냉동·냉장 제품의 신뢰성 확보를 위한 시험항목 프레임워크 설계에 관한 연구

조 경 록[†] · 이 정 재^{**} · 이 은 서^{***}

요 약

최근에 시판 되고 있는 냉동·냉장 가전제품은 사물인터넷(IoT) 기능이 추가된 제품이 출시되고 있으나, IoT 기능에 대한 시험은 거의 없는 실정이다. 특히 기존의 시험체제에서는 IoT 기반의 냉동·냉장 가전제품에 대해 IoT 시험항목이 마련되어 있지 않아 제품을 제조하는 업체의 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 기능이 포함된 냉동·냉장 제품의 성능시험 프로세스에서 제품 결함을 찾아내고 그 원인을 식별할 수 있는 시험항목 프레임워크를 설계하고, 이를 이용한 시험방법 및 관리방안을 제안한다. 제안하는 연구를 통해 제조사 및 시험기관은 IoT 기반의 냉동·냉장 제품의 올바른 성능시험이 가능하며, 제품의 완성도를 높이고 신뢰성을 확보할 수 있다.

키워드 : IoT 기능, 품질 보증, 중요도, 우선도, t값, 평가점수

1. 서 론

대표적인 주방 가전제품인 냉동·냉장 제품은 신규 수요와 더불어 노후 제품의 교체 수요도 꾸준히 발생하고 있어 소비자들의 관심이 높은 제품이다[1,2].

냉동·냉장 제품과 관련하여 소비자 상담은 매년 5,000건 이상 지속적으로 접수되고 있으며, 불만유형 중 냉장·냉동 불만 등 품질에 관한 상담 사례가 전체의 64%로 가장 많았다[1]. 최근에 시판 되고 있는 냉동·냉장 가전제품은 사물인터넷(IoT) 기능이 추가된 제품이 출시[1]되고 있으나, IoT 기능에 대한 시험은 거의 없는 실정이다.

따라서 본 연구에서는 가전기기 중 냉동·냉장 제품을 대상으로 품질 성능 시험 시 시험항목 및 시험방법 등 시험 과정 중에 프로세스 관리 측면[3,4]에서 어떤 결함이 있는지를 찾아내어 원인을 분석한다. 그리고 검출된 원인을 기반으로 하여 냉동·냉장 제품에 대한 신뢰성 확보를 위해 시험항목 프레임워크를 제안한다.

2. 기반 연구

2.1 ISO/IEC 9126

ISO/IEC 9126은 S/W의 품질을 평가하기 위한 표준 품질 모델이며 기능성, 신뢰성, 사용성, 효율성, 유지보수성, 이식성 등의 6개 특성과 세분화된 부특성으로 구성된 매트릭스를 이용하여 품질을 평가한다.

ISO/IEC 9126은 사용자를 위한 표준으로 제품이 고객에

[†] 준 회 원 : 안동대학교 컴퓨터공학과 박사과정

^{**} 비 회 원 : LG전자 냉장고/워터케어제어개발1팀 책임연구원

^{***} 종신회원 : 안동대학교 컴퓨터공학과 교수

Manuscript Received : March 3, 2021

Accepted : April 12, 2021

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

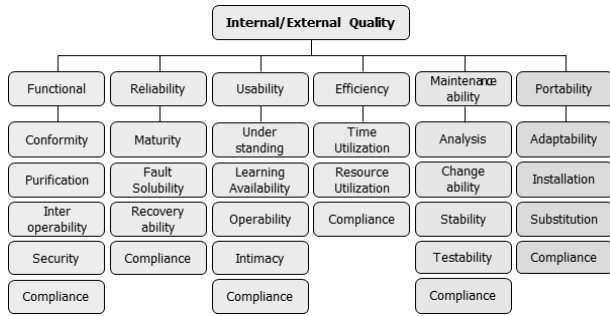


Fig. 1. Internal/external Quality of ISO/IEC 9126 Models

게 인도된 후 SW 자체의 특성보다 사용해 본 결과를 토대로 사용자가 측정하며, 평가 자료는 향후 수정 작업이나 유사 프로젝트의 기초 자료로 사용한다. Fig. 1은 ISO/IEC 9126 모델의 내부/외부 품질 구조도이다[5].

2.2 국내 품질평가

냉동·냉장 가전제품에 대해 국내에서 발표된 품질시험 결과보고서에서는 Table 1과 같이 품질을 평가하고 있다[1,2].

1) 안전성

냉동·냉장 가전제품의 안전성 시험은 감전보호와 구조/외관의 이상여부 확인을 위해 시험한다. 적합여부는 기준의 적합여부로 판정한다[1,2,6,7].

2) 품질 성능

냉동·냉장 가전제품에 대한 품질성능은 다음의 시험 항목으로 평가하고 있다.

a) 저장 성능(Storage Performance)

냉동·냉장 가전제품의 저장 성능은 저장실 내의 설정 온도 유지가 잘 되는지 종합적으로 평가하고 있다[1,2,8].

b) 냉각속도(Cooling speed)

냉동·냉장 가전제품의 초기 동작 시 저장실 내부 온도를 일정온도 이하로 냉각시키는데 소요되는 시간으로 평가하고 있다[1,2,8].

c) 보습률(Moisturizing rate)

무부하의 야채실에 100g의 물을 넣고, 3일 이후의 수분증발량을 측정하여 보습률로 환산하여 평가하고 있다[2,8].

d) 냉기보존(Preservation of cold air)

무부하, 표준안정 상태에서 냉장고의 전원을 종료한 후 3시간 이후의 내부온도 상승량을 평가한다[2,8].

e) 에너지소비량(Energy consumption)

냉동·냉장 가전제품을 실사용 조건과 사용 환경을 고려하여 에너지소비량을 시험한다. 평가는 월간소비전력량, 단위월간소비전력량, 연간에너지비용으로 평가하고 있다[1,2,8].

Table 1. Characteristics of the Quality of Frozen and Refrigerated Home Appliances

| | |
|--------------------|--|
| Safety | - Electrical shock protection · leak current · Insulation resistance - Structure / appearance |
| Quality | - Storage Performance - Cooling speed - Moisturizing rate - Preservation of cold air - Energy consumption - Energy consumption efficiency rating - Noise |
| Marking | - Statutory indication - User's Guide |
| Retention function | - Retention function |

f) 에너지소비효율등급(Energy consumption efficiency rate)
냉동·냉장 가전제품에 대해 에너지소비효율등급이 표시 등급과 일치하는지 확인하여 평가한다[1,2,10].

g) 소음(Noise)

냉동·냉장 가전제품이 작동 중에 발생하는 소음을 시험하여 평가한다[1,2,9].

3) 표시(Marking)

냉동·냉장 가전제품의 표시사항은 제품을 선택하거나 사용 중 문제가 생겼을 때 적절한 보상이나 A/S를 받기 위해서 꼭 필요한 정보이다. KC 마크, 인증번호, 연락처, 에너지소비효율등급라벨 등 법정표시사항을 확인하여 평가 한다[1,6,7].

4) 제품보유기능 현황

냉동·냉장 가전제품에 대해 제품별로 냉장/냉동 이외에, 김치보관, 급속냉동, 급속냉장, 신선, 생동, 살얼음, 육류/생선 등 기타 저장기능과 사용자 편의를 위해 제공되는 제균·탈취, 보조 수납공간, 저장실 온도 조절, 문 열림 알람, 설정기억 등의 부가기능 유무를 평가 하고 있다[1,2]. 또한 IoT 부가기능에 대해 스마트폰 어플리케이션을 통해 설정 온도 확인, 설정온도 제어, 개별 기능 ON/OFF, 식품 관리, 자가 진단 등을 할 수 있으며, 제품별로 지원되는 개별 기능을 확인하여 평가하고 있다[1].

2.3 공통성과 가변성

공통성이란 같은 도메인에 속한 모든 소프트웨어 제품들이 가지는 공통적인 특징이고, 가변성이란 같은 도메인에 속한 제품들 중에서 일부 제품들이 가지는 특징이다[11].

2.4 t검정

t검정은 두 집단 간의 평균을 비교하는 분석방법이다. t검정은 크게 대응표본 t검정과 독립표본 t검정으로 구분된다. 대응표본 t검정은 서로 쌍을 이루는 두 집단의 평균을 비교한다. 예를 들어 어떤 처리 전과 후의 평균을 비교하는 것이며,

독립표본 t검정은 서로 독립인 두 집단의 평균을 비교하는 방법이다[12-17].

3. 연구 방법

최근에 시판 되고 있는 냉동·냉장 가전제품은 사물인터넷(IoT) 기능이 추가된 제품이 출시되는 등 다양한 기능과 용량의 모델이 판매되고 있으나, 신제품에 대한 정보는 부족한 실정이다[1]. 따라서 이 장에서는 냉동·냉장 가전제품을 대상으로 품질시험을 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 냉동·냉장 제품에 대한 신뢰성 확보를 위해 시험항목 프레임워크 구축 설계에 관한 연구방법을 제안하고자 한다.

3.1 기본 개념

냉동·냉장 가전제품의 품질성능에 대해 국내시험기관에서는 크게 안전성능과 품질성능으로 구분하여 평가하고 있다[1,2]. 이번 연구에서는 ISO/IEC 9126의 품질특성[5]과 국내시험기관의 품질비교시험 평가자료[1,2]를 참고하였다. 즉, 냉동·냉장 제품의 품질테스트 중에서 IoT와 관련된 시험항목을 중심으로 하여 시험과정 중에 프로세스 관리 측면에서 결함항목을 추출하고 냉동·냉장 제품에 대한 신뢰성 확보를 위해 시험항목 프레임워크 구축 설계에 관한 연구방법을 제안하고자 한다.

1) 공용성(Commonality)

공용성은 냉동·냉장 가전제품의 시험항목 중에서 공통적으로 적용되는 시험항목을 의미한다. 국내시험기관의 자료[1,2]와 Table 1의 시험항목을 참고하여 Table 2와 같이 공용성 시험 항목으로 구분하였다. 그리고 공용성의 하위시험항목으로 기능성(Functionality)과 사용성(usability)으로 구분하여 적용하였다.

공용성의 하위시험항목인 기능성 시험 항목은 Table 2와 같이 기능성으로 정의하였다. 기능성으로 정의한 이유는 냉동·냉장 제품과 같이 전기를 이용하는 제품은 사용 중에 감전이나 누전 등으로 인한 인체 위험성이 기본적으로 없어야 하고 제품의 구조 및 외관도 안전해야 한다[1,2]. 따라서 냉동·냉장 제품에 대해 전기적 안전성을 확인하는 감전보호와 구조 및 외관 등과 같은 시험 항목은 기본 품질시험 항목이라고 볼 수 있기 때문이다.

공용성의 하위시험항목인 사용성 시험 항목은 Table 2와 같이 사용성으로 정의하였다. 그 이유는 냉동·냉장 제품에 대한 소비자들의 상품선택 정보를 제공하기 위해 저장실의 저장 온도와 냉각속도, 에너지소비량, 소음 등과 같은 시험항목으로 품질성능 정보를 제공하고 있다[1,2]. 그리고 냉동·냉장 제품에 대한 품질성능은 상품을 구입하거나 사용하는 소비자들의 입장을 고려하여 ISO/IEC 9126의 내부/외부

Table 2. Test Items for Commonality of Frozen and Refrigerated Home Appliances

| Functionality | Usability |
|-------------------------------|--|
| - Electrical shock protection | - Storage Performance |
| - leak current | - Cooling speed |
| - Insulation resistance | - Energy consumption |
| - Structure and appearance | - Energy consumption efficiency rating |
| - Statutory indication | - Noise |
| - User's Guide | |

Table 3. Test Items for Variability of Frozen and Refrigerated Home Appliances

| Functionality | Usability |
|------------------------------------|---------------------------------|
| - Fast Refrigeration Storage | - Homebar |
| - Fresh Storage | - Secondary Shelf Space |
| - Save Alive | - Germination and deodorization |
| - Save thin ice | - IoT |
| - Meat/Fish Storage | - Setting memory |
| - Save Kimchi function | - Open Door Alarm |
| - Storage room temperature control | |

품질 특성을 참고하였다[5]. 따라서 냉동·냉장 제품의 품질과 연관되는 시험항목들 중 사용 측면을 고려하여 시험 항목은 Table 2와 같이 사용성으로 정의하였다.

2) 가변성(Variability)

가변성은 냉동·냉장 가전제품의 시험항목 중 공통적으로 사용되지 않는 시험항목을 말한다. 예를 들면, 냉동·냉장 가전제품은 저장 성능이나 소비전력, 소음 등이 기본적인 기능이라고 할 수 있다. 그러나 냉동·냉장 가전제품은 모델에 따라 다양한 기능을 보유하고 있다. 보유기능에 따라 어떤 모델은 정수기능이 있거나 없고, 제빙기능과 흠바 기능, 저장온도 조절기능, 문 열림 알람기능, IoT 기능 등 보유기능이 모델에 따라 차이가 있다. 국내시험기관에서는 다양한 보유기능에 대해 정보를 제공하고 있다[1,2]. 국내시험기관의 자료[1,2]와 Table 1를 참고하여 Table 3과 같이 냉동·냉장 가전제품의 보유기능을 가변성 시험항목으로 구분하였고, 가변성의 하위시험항목으로 기능성(Functionality)과 사용성(usability)으로 구분하여 적용하였다.

가변성의 하위시험항목인 기능성 시험 항목은 부가기능 중에서 냉동·냉장 제품의 기본 기능인 저장기능과 연관이 되는 기능을 중심으로 하여 기능성 시험항목으로 정하였고, 사용성 시험 항목은 사용자 편의를 위해 제공되는 부가기능을 중심으로 하여 구분하였다.

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[18-22]. Fig. 2는 결함관리 프레임워크의 구축 설계 연구를 위한 구조도이다.

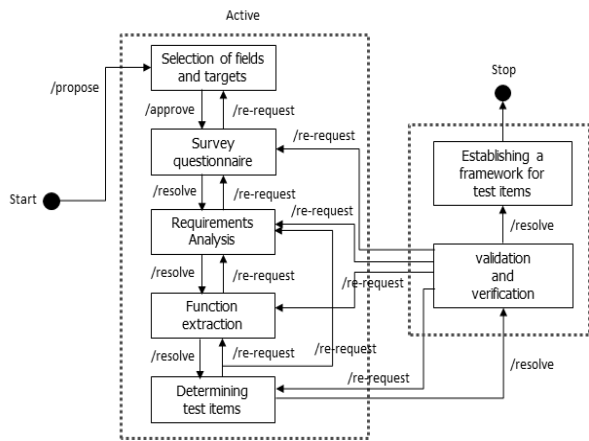


Fig. 2. Design Structure Diagram of IoT Test Item Framework

1) 분야·대상(Selection of fields and target process)

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

어떤 분야 또는 대상에 대한 결함관리를 할 것인지는 사전 조사를 통해야 가능하다. 즉 자료조사나 시장조사, 각종 보고서 등을 통해 필요한 분야·대상을 결정할 수 있다. 따라서 국내외 품질성능테스트 정보지를 이용하여 필요한 정보를 수집한다[1,2]. 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(Survey questionnaire process)

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

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 하여 설문지를 만든다. 설문지의 내용은 IoT 기능의 중요 정도(시스템에 영향도)에 따라 5단계(매우 낮음, 낮음, 보통, 높음, 매우 높음)로 구분하여 조사하고 IoT 기능별로 우선도를 조사한다. 그리고 각 기능별로 자체시험 방법이 가능한지의 여부도 조사한다. 설문지의 내용은 확인·검증 프로세스에서 확인 및 검증을 통해 설문지 조사가 잘못된 것으로 판명되는 경우 설문조사가 다시 되어야하기 때문에 초기부터 꼼꼼한 설문지 작성이 필요하다. 설문지 조사로부터 설문조사 집계표가 생성된다.

3) 요구사항 분석 프로세스(Requirements Analysis process)

전(前) 단계인 설문지 조사 프로세스로부터 받은 설문조사

집계표를 이용하여 요구사항을 분석하고 기능 추출 프로세스로 유도한다.

설문조사 집계표는 통계 툴을 이용하여 t검정 통계분석을 실시한다. 통계분석을 통해 얻어진 IoT와 관련된 시험항목들에 대해 결함치리를 위한 요구사항 항목 분석표를 생성한다.

4) 기능추출 프로세스(Function extraction process)

전(前) 단계인 요구사항 분석 프로세스에서 받은 결함치리를 위한 요구사항 항목 분석표 이용하여 기능을 추출하고 시험항목 결정 프로세스 단계로 유도한다.

요구사항 분석 프로세스에서 생성된 요구사항 항목 분석표에 대해 평가방법 및 기준을 설정하여 IoT 기능에 대해 결함관리 항목을 추출한다.

5) 시험항목 결정 프로세스(Determining test item process)

전(前) 단계인 기능추출 프로세스에서 추출된 결함관리 항목에 대해 최종 결함 항목을 결정하고 확인·검증 프로세스 단계로 유도한다.

최종 시험항목을 결정하는 단계인 만큼 정확하고 필요한 결함관리 시험항목을 결정할 수 있어야 한다.

6) 확인/검증 프로세스(Validation/Verification process)

전(前) 단계인 시험항목 결정 프로세스로부터 받은 시험항목에 대해 결함관리가 제대로 되고 있는지를 확인 및 검증을 한다. 최종 시험항목으로 결정되면 프레임워크 구축 프로세스로 유도한다. 확인·검증 단계에서 확인 및 검증을 통해 오류가 발생하는 경우 전 단계인 프로세스 별로 각각 피드백 시킨다.

7) 시험항목의 프레임워크 구축 프로세스(Design a framework for test items process)

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

3.3 오류 검출기

냉동·냉장 가전제품은 기본적인 성능 이외에도 IoT 기능, 제균·탈취 기능, 홈바 기능, 열림 알람 기능, 저장온도 조절 기능, 오작동 경보 등 다양한 부가기능을 갖고 있다.

여기에서는 냉동·냉장 가전제품 중 IoT 기능을 보유한 제품들을 대상으로 하여 IoT 기능과 관련한 시험항목을 추출하기 위하여 설문서를 작성하였다. 결함을 검출하기 위한 설문서의 구조와 내용을 설명하고 결과를 통계기법에 의하여 분석하게 된다. 이번 설문서의 내용은 냉동·냉장 가전제품을 제조·판매하는 업체를 대상으로 하여, IoT 기능을 보유한 제품(모델)에 대해 IoT 기능의 품질 테스트 항목을 중심으로 설문서를 작성하였다. 설문서 프로젝트는 57건을 대상으로 하였다.

3.4 오류 검출을 위한 설문서

결함 검출 설문서의 목적은 냉동·냉장 제품에 대한 성능 시험에 대해 프로젝트를 수행하는 과정에서 발생하는 결함을

Table 4. Extraction Questionnaire for the Establishment of IoT Test Item

| Extraction Questionnaire for the Establishment of IoT Test Item |
|--|
| 1. General points |
| (1) Model name |
| 2. Issues in defect management |
| (1) Depending on the importance of IoT functions, we investigated them by dividing them into five stages (very low, low, medium, high, very high). |
| (2) The priority level of each IoT function was investigated. |
| (3) The existence of self-test methods for each IoT function was investigated. |
| IoT Detailed Functions |
| 1. Refrigerated Storage Room Monitoring |
| 2. Refrigeration Storage Monitoring |
| 3. Special Refrigeration Monitoring |
| 4. Air Purification Filter Monitoring |
| 5. Water filter Monitoring |
| 6. Rest function Monitoring |
| 7. Smart Monitoring |
| 8. Smart Care Monitoring |
| 9. Remote adjustment in the refrigerated storage room |
| 10. Remote adjustment in the freezer |
| 11. Special Freeze Remote Adjustment |
| 12. Remote adjustment of rest function |
| 13. Remotely adjust the rest schedule |
| 14. Smart Care Remote Adjustment |
| 15. Smart Remote Adjustment |
| 16. Storage Room Safe Storage |
| 17. Storage Room Fresh Storage |
| 18. Storage Room Fresh Storage Markings |
| 19. Storage Room Power Saving Operation |
| 20. Adjustment of ice usage time |
| 21. Compression Stop |
| 22. Delay in ritual operation |
| 23. Consumption power calculation |
| 24. Door Status Alarm |
| 25. Special Refrigeration Alarm |
| 26. Air purification filter status Alarm |
| 27. Water filter status Alarm |
| 28. Smart Care status Alarm |
| 29. Temperature sensor failure |
| 30. Evaporator defrost failure |
| 31. Fan motor failure |
| 32. Water supply failure |
| 33. Door Open Fault |
| 34. Ice maker failure |

검출하기 위해 작성하였다. 또한 결함을 찾아서 각 결함간의 원인을 분석하는데 목적이 있다. IoT 시험항목 프레임워크 구축을 위한 추출 설문서는 Table 4와 같다.

결함관리의 이슈 사항 1번 설문 내용은 냉동·냉장에 대해 기존 기능과 연관되는 항목이 무엇인지를 조사하기 위한 것이다. 따라서 결함 처리를 위하여 요구되어지는 사항들 중에서 IoT 기능별로 중요 정도(시스템에 영향도)에 따라 5단계(매우 낮음, 낮음, 보통, 높음, 매우 높음)로 구분하여 체크하였다. 그리고 2번 설문 내용은 IoT 기능별로 어떤 기능이

더 우선순위가 높인지를 알아보기 위해 우선도를 체크하도록 했다. 또한, 3번 설문 내용은 IoT 기능별 시험항목에 대한 자체시험방법이 있는지를 조사하였는데, 그 이유는 IoT 시험항목에 대한 평가를 위해 필요하기 때문이다.

3.5 IoT 기반의 냉동·냉장 제품의 시험항목 구조

최근까지 발표된 냉동·냉장 제품에 대한 국내 시험기관의 품질시험보고서[1,2]에서 IoT 기능 중 일부 기능에 대해서는 평가하고 있었으나 IoT 기능 모두를 평가하고 있지는 않았다. 따라서 IoT 기반의 냉동·냉장 제품에 대한 시험항목 프레임워크 구축 설계를 Fig. 1을 참고하여 Fig. 3과 같이 구축하였다.

IoT 기반의 냉동·냉장 제품의 시험항목 프레임워크 구축을 위해 시험 항목은 공용성(Commonality)과 가변성(Variability)으로 구분하고, 하위시험항목으로 공용성과 가변성 각각에 대해 기능성(Functional)과 사용성(Usability)으로 구분하였다.

IoT 기반 냉동·냉장 가전제품의 공용성(Commonality)은 Table 4와 같은 IoT 세부기능 중에서 냉동·냉장 가전제품의 기본 기능이라고 할 수 있는 저장 성능과 공통적으로 사용하는 시험항목을 대상으로 구성된다(Fig. 3).

공용성의 하위 시험항목인 기능성 시험 항목은 냉동·냉장 가전제품의 기본 기능인 저장실의 저장 성능과 연관되는 항목을 중심으로 하였다. 따라서 저장실의 온도설정을 모니터링하거나 저장실의 온도설정을 원격으로 조절할 수 있는 기능 등을 대상으로 하여 IoT 세부기능으로 적용하였다.

공용성의 하위 시험항목인 사용성은 사용측면[23]을 고려하여 Fig. 3과 같이 문 상태 알림과 특별냉동상태 알림을 적용시켰다. 그리고 온도센서 고장, 증발기제상 고장, 팬 모터 고장, 문 열림 고장 등의 고장진단기능을 포함시켰다.

IoT 기반 냉동·냉장 가전제품의 가변성(Variability)은 냉동·냉장 가전제품에서 특정 모델에만 적용할 수 있거나

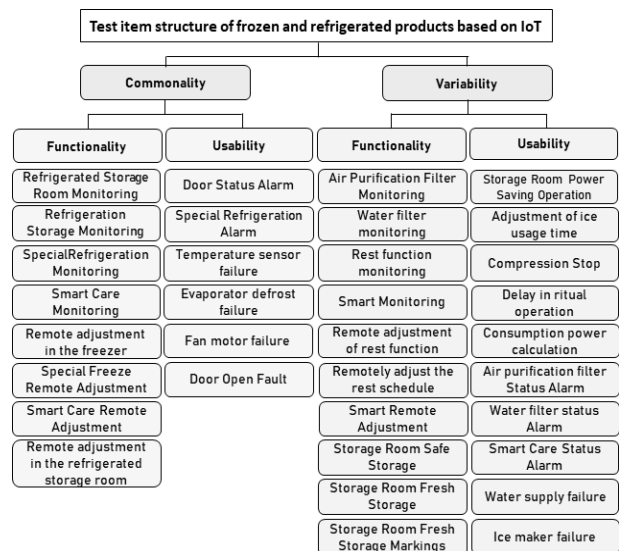


Fig. 3. Test Item Structure of Frozen and Refrigerated Products Based on IoT

공통적으로 적용할 수 없는 경우에 해당된다(Fig. 3).

가변성의 하위시험항목인 기능성에는 특정 모델에 적용되는 공기정화필터 모니터링, 워터필터 모니터링, 휴식기능 모니터링, 스마트 모니터링과 휴식기능 원격조정, 휴식스케줄 원격조정, 스마트 원격조정 그리고 스마트기능인 저장실 안심보관, 저장실 신선보관, 저장실 신선보관표시를 포함시켰다.

한편, 가변성의 하위 시험항목인 사용성은 사용측면[23]을 고려하여 Fig. 3과 같이 스마트기능인 냉장실 절전 작동, 얼음사용시간 조절, 콤프작동멈춤, 제상운전지연, 소비전력계산과 알림기능인 공기정화필터상태 알림, 워터필터상태 알림, 스마트케어상태 알림 그리고 고장진단기능인 정수기급수공급 고장, 제빙기 고장 등을 포함시켰다.

3.6 IoT 시험항목 분석

결함관리의 이슈 사항인 IoT 기능에 대해 IoT 기능과 연관되는 항목이 무엇인지를 조사하고 분석한 결과, Table 5와 같은 자료를 추출하였다. 업체의 응답으로 전체 57건에 대해 수행했으며, IoT 기능의 중요도(Importance)와 우선도(Priority)에 대한 결과이다.

먼저, IoT 기능의 중요도 평균 산출을 위해 각 IoT 기능에 대해 단계별로 가중치를 부여하여 합계 점수를 구한 후, 총 응답건수(57건)로 나누는 방법을 사용하였다. 예를 들면, 설문지의 내용을 IoT 기능의 중요 정도에 따라 5단계(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 57로 나누어 평균을 구하면 된다. 중요도는 평균 점수가 클수록 중요도가 크다는 것을 의미한다.

실제 냉장저장실 모니터링의 중요도에 대한 평균을 산출해 보면, (낮음 8건×2점)+(보통 40건×3점)+(높음은 5건×4점)+(매우 높음 4건×5점)=176점으로 합계점수가 계산되고, 이 합계 점수를 57건으로 나누어 평균을 구하면 3.09점이 된다.

다음 IoT 기능의 우선도는 5단계(우선순위가 높은 것 1 ~ 우선순위 낮은 것 5)로 구분하여 조사하였고, '1순위는 1점', '2순위는 2점', '3순위는 3점', '4순위는 4점', '5순위는 5점'으로 하여 합계 점수인 우선도 점수를 산출하게 된다. 그리고 합계점수를 구한 후, 총 응답건수(57건)로 나누어 평균으로 산출하였다. 우선도는 수치가 작을수록 순위가 높다는 것을 의미한다. 그러나 이번 논문에서는 우선도와 중요도를 비교하는데 동일한 방법을 취하기 위해 우선도에 대해서 IoT 기능별 취득한 우선순위를 역점수화를 하였다. 예를 들면 우선순위가 높은 '1순위는 5점', '2순위는 4점', '3순위는 3점', '4순위는 2점', '5순위는 1점'으로 하여 평균을 구하였다. 실제 냉장저장실 모니터링의 우선도에 대한 평균을 산출해 보면, (1순위 9건×5점)+(2순위 1건×4점)+(3순위 39건×3점) +(4순위 8건×2점)=182점으로 합계점수가 계산되고, 이 합계 점수를 57건으로 나누어 평균을 구하면 3.19점이 된다. Table 5는 업체의 IoT 기능별 중요도 및 우선도 응답결과이다.

Table 5. The Results of the Company's Response to the Importance and Priority of Each IoT Function

| Sort | IoT Detailed Functions | Importance [Average] | priority [Average] |
|-------------------|--|----------------------|--------------------|
| Monitoring | Refrigerated Storage Room Monitoring | 3.09 | 3.19 |
| | Refrigeration Storage Room Monitoring | 3.05 | 3.14 |
| | Special Refrigeration Monitoring | 2.91 | 2.93 |
| | Air Purification Filter Monitoring | 2.96 | 3.04 |
| | Water filter Monitoring | 3.00 | 3.09 |
| | Rest function Monitoring | 2.75 | 2.70 |
| | Smart Monitoring | 3.07 | 3.05 |
| | Smart Care Monitoring | 3.07 | 3.16 |
| Remote Adjustment | Remote adjustment in the refrigerated storage room | 3.21 | 3.51 |
| | Remote adjustment in the freezer | 3.07 | 3.39 |
| | Special Freeze Remote Adjustment | 3.51 | 3.77 |
| | Remote adjustment of rest function | 3.56 | 3.42 |
| | Remotely adjust the rest schedule | 3.63 | 3.67 |
| | Smart Care Remote Adjustment | 3.49 | 3.72 |
| | Smart Remote Adjustment | 3.49 | 3.65 |
| Smart | Storage Room Safe Storage | 2.79 | 3.00 |
| | Storage Room Fresh Storage | 2.79 | 3.00 |
| | Storage Room Fresh Storage Markings | 2.79 | 3.00 |
| | Storage Room Power Saving Operation | 3.18 | 2.96 |
| | Adjustment of ice usage time | 3.26 | 3.33 |
| | Compression Stop | 3.63 | 3.65 |
| | Delay in ritual operation | 3.40 | 3.65 |
| | Consumption power calculation | 3.32 | 3.63 |
| Alarm | Door Status Alarm | 3.49 | 3.70 |
| | Special Refrigeration Alarm | 2.91 | 3.05 |
| | Air purification filter status Alarm | 3.33 | 3.60 |
| | Water filter status Alarm | 3.33 | 3.54 |
| | Smart Care status Alarm | 2.89 | 2.93 |
| Fault diagnosis | Temperature sensor failure | 3.51 | 3.53 |
| | Evaporator defrost failure | 3.51 | 3.53 |
| | Fan motor failure | 3.51 | 3.53 |
| | Water supply failure | 3.23 | 3.19 |
| | Door Open Fault | 3.37 | 3.35 |
| | Ice maker failure | 3.37 | 3.37 |

한편, 냉동·냉장 제품을 품질비교시험을 하는 국내 시험기관의 시험업무 종사자들부터 IoT 기능의 중요도와 우선도를 알아보기 위해 10건에 대해 설문조사하였다. 시험기관의 중요도와 우선도에 대한 평균을 구하는 방법은 앞에서 구한 업체의 방법과 동일하게 하였다. 실제 냉장저장실 모니터링의 중요도에 대한 평균을 산출해 보면, (보통 2건×3점)+(높음은 3건×4점)+(매우 높음 5건×5점)=43점으로 합계점수가 계산되고, 이 합계 점수를 10건으로 나누어 평균을 구하면 4.30점이 된다. 그리고 실제 냉장저장실 모니터링의 우선도에 대한 평균을 산출해 보면, (1순위 5건×5점)+(2순위 4건×4점)+(3순위 1건×3점)=44점으로 합계점수가 계산되고, 이 합계 점수를 10건으로 나누어 평균을 구하면 4.40점이 된다. Table 6은 시험기관의 IoT 기능별 중요도 및 우선도 응답결과이다.

Table 6. The Results of the Response to the Importance and Priority of Each IoT Function of the Testing Institution

| Sort | IoT Detailed Functions | Importance [Average] | priority [Average] |
|-------------------|--|----------------------|--------------------|
| Monitoring | Refrigerated Storage Room Monitoring | 4.30 | 4.40 |
| | Refrigeration Storage Room Monitoring | 4.30 | 4.40 |
| | Special Refrigeration Monitoring | 3.40 | 3.60 |
| | Air Purification Filter Monitoring | 3.50 | 3.50 |
| | Water filter Monitoring | 3.70 | 3.70 |
| | Rest function Monitoring | 1.60 | 1.80 |
| | Smart Monitoring | 2.20 | 2.30 |
| | Smart Care Monitoring | 2.60 | 2.40 |
| Remote Adjustment | Remote adjustment in the refrigerated storage room | 3.60 | 4.00 |
| | Remote adjustment in the freezer | 3.60 | 3.90 |
| | Special Freeze Remote Adjustment | 3.30 | 3.60 |
| | Remote adjustment of rest function | 1.80 | 1.70 |
| | Remotely adjust the rest schedule | 1.90 | 1.80 |
| | Smart Care Remote Adjustment | 2.70 | 2.50 |
| Smart | Smart Remote Adjustment | 2.30 | 2.30 |
| | Storage Room Safe Storage | 3.50 | 3.90 |
| | Storage Room Fresh Storage | 3.60 | 4.00 |
| | Storage Room Fresh Storage Markings | 3.50 | 3.70 |
| | Storage Room Power Saving Operation | 3.10 | 3.20 |
| | Adjustment of ice usage time | 3.10 | 3.10 |
| | Compression Stop | 2.60 | 2.30 |
| | Delay in ritual operation | 2.50 | 2.30 |
| Alarm | Consumption power calculation | 2.60 | 2.50 |
| | Door Status Alarm | 4.70 | 4.90 |
| | Special Refrigeration Alarm | 2.90 | 2.70 |
| | Air purification filter status Alarm | 3.90 | 4.10 |
| | Water filter status Alarm | 4.00 | 4.10 |
| Fault diagnosis | Smart Care status Alarm | 2.90 | 3.00 |
| | Temperature sensor failure | 4.80 | 4.90 |
| | Evaporator defrost failure | 4.70 | 5.00 |
| | Fan motor failure | 5.00 | 5.00 |
| | Water supply failure | 4.30 | 4.20 |
| | Door Open Fault | 4.80 | 5.00 |
| | Ice maker failure | 4.10 | 4.40 |

3.7 t검정 통계 분석

IoT 기능의 중요도(Importance)와 우선도(Priority) 간에 차이가 있는지를 알아보기 위해 업체와 시험기관 각각에 대해 대응표본 t검정을 실시하였다. 또한 IoT 기능의 중요도에 대해 업체와 시험기관 간에 차이가 있는지, 그리고 IoT 기능의 우선도에 대해 업체와 시험기관 간에 차이가 있는지를 알아보기 위해 독립표본 t검정을 실시하였다.

먼저, 대응표본 t검정은 서로 쌍을 이루는 두 집단의 평균 차이를 검증할 때 사용되는 방법이다[12-15]. 대응표본 t검

정을 통해 중요도와 우선도 사이의 평균 차이에 대해 t값이 구해지고, 이때 구해진 t값이 유의확률($p < 0.05$)을 만족하는 경우에 중요도와 우선도에는 유의미한 차이가 있다고 통계적으로 해석한다[12-15]. 따라서 중요도와 우선도 간에 차이가 있는지 t값을 가지고 결정하게 되는데, 대응표본 t검정을 하는 경우 t값 계산식[12,15]은 Equation (1)과 같다.

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

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

I.A : Importance Average
P.A : Priority Average
n : Sample Size

실제로 Table 5의 냉장실 모니터링에 대해 업체의 중요도와 우선도 간에 차이가 있는지 Equation (1)을 이용하여 계산하면 t값은 -1.943이 된다. 그리고 통계분석을 했을 때 냉장실 모니터링의 유의확률은 0.057로 나타났다. 그러나 t값은 유의확률($p < 0.05$)을 만족하지 못해 중요도와 우선도에는 통계적으로 유의미한 차이가 있지는 않다[12,17]. 여기서 t값에 음수(-) 부호가 붙은 것은 Equation (1)의 중요도(평균 3.09)에서 우선도(평균 3.9)를 빼기 때문이다. 즉, Equation (1)과 같이 평균이 작은 중요도에서 평균이 큰 우선도를 빼주면서 계산을 하기 때문에 발생한 것이다. 만약에 우선도를 기준으로 한다면 Equation (1)에서 '우선도-중요도'로 계산되어야 하며, t값의 부호도 1.943으로 바뀌게 된다. 따라서 t값은 절대 값으로 수치만 보면 된다. 중요한 것은 t값이 큰 경우는 중요도와 우선도 간의 차이가 많다는 것이고, 차이가 많은 경우에는 유의확률($p < 0.05$)을 만족할 경우가 더 많아질 수 있다는 것이다.

다음, 독립표본 t검정은 서로 독립인 두 집단의 평균을 비교하는 방법이다[12-14,16,17]. IoT 기능의 중요도에 대해 업체와 시험기관 간에 차이가 있는지, 그리고 IoT 기능의 우선도에 대해 업체와 시험기관 간에 차이가 있는지를 알아보았다. 독립표본 t검정을 하는 경우 t값 계산식[12-14,16,17]은 Equation (2)를 이용하면 된다. 그리고 Equation (3)은 Equation (2)의 S^2 (공동분산) 풀기 위해 필요한 식이다.

$$t = \frac{\text{Company Average} - \text{Test Institution Average}}{\sqrt{S^2 \left(\frac{1}{\text{Company Sample Size}} + \frac{1}{\text{Test Institution Sample Size}} \right)}} \quad (2)$$

$$S^2 = \frac{[(\text{Company Sample Size} - 1) \times \text{Company Variance}] + [(\text{Test Institution Sample Size} - 1) \times \text{Test Institution Variance}]}{\text{Company Sample Size} + \text{Test Institution Sample Size} - 2} \quad (3)$$

S^2 : Joint Variance

실제로 냉장저장실 모니터링의 중요도에 대한 업체(평균 3.10)와 시험기관(평균 4.30)간에 얼마나 있는지를 알아보기 위해 Equation (2)을 이용하여 계산하면 t값은 -3.795가 된다. 그리고 통계분석을 했을 때 유의확률은 0.001로 나타났다. 따라서 업체와 시험기관 간에는 t값의 수치인 3.795 만큼 차이가 나고, 유의확률($p < 0.05$)을 만족하여 업체와 시험기관 간에는 통계적으로 유의미한 차이가 있다[12,16,17]. 즉, 냉장저장실 모니터링의 기능에 대해 업체(평균 3.10)보다 시험기관(평균 4.30)이 더 중요하게 보고 있었다.

3.8 t값에 대한 평가점수 기준 선정

IoT 기능에 대한 결함관리를 효율적으로 하려고 대응표본 t검정과 독립표본 t검정을 통해 구해진 t값을 대상으로 각각 IoT 기능별로 평가방법 및 기준과 평가점수를 산정하는 방법을 정했다.

먼저, t검정을 통해 구해진 34개 IoT 기능에 대한 t값의 평균과 표준편차를 구한다. 그리고 평가 단계를 5단계로 구분하여 평가점수를 부여한다. 평가단계를 5단계로 한 이유는 정규분포를 적용하였다. “정규분포는 통계학에서 가장 중요한 확률분포이다. 정규분포에 따르는 정규 확률변수 X가 어느 구간 내에 있을 확률은 (평균±표준편차) 이내가 68%이고, (평균±2×표준편차) 이내가 95%, (평균±3×표준편차)이내 99%이다[14]. 이런 점을 참고하여 t값의 평균을 중심으로 하여 5단계로 나누어 평가하였다. 즉, (평균±표준편차) 이내를 3점, (평균+표준편차) 초과를 4점, (평균+2×표준편차) 초과를 5점, 그리고 (평균-표준편차) 미만을 2점, (평균-2×표준편차) 미만을 1점으로 하여 5단계로 구분하였다. Table 7은 t값에 따른 평가방법 및 기준이다.

IoT 기능에 대해 3.7절의 대응표본 t검정과 독립표본 t검정을 통해 구해진 t값을 대상으로 평균과 표준편차의 결과는 Table 8과 같다.

Table 7. Evaluation Method and Criteria for t-values

| Evaluation Score [Point] | Evaluation Criteria |
|--------------------------|---|
| 5 | (Average+2×Standard deviation) Exceeded |
| 4 | (Average+Standard deviation) Exceeded |
| 3 | (Average-Standard deviation) More than ~ (Average+Standard deviation) Less than |
| 2 | (Average-Standard deviation) Less than |
| 1 | (Average-2×Standard deviation) Less than |

Table 8. Average and Standard deviation of t-values

| Sort | Average | Standard Deviation |
|---|---------|--------------------|
| Differences between company importance and priority | 1.87 | 1.15 |
| Difference between importance and priority of testing agency | 1.07 | 0.73 |
| Differences between companies and testing agencies on importance | 2.15 | 1.21 |
| Differences between companies and testing institutions for priority | 2.12 | 1.16 |

IoT 기능의 중요도와 우선도 간에 차이를 알아보기 위해 Table 7과 Table 8을 이용하여 업체의 평가기준을 구한 결과는 Table 9와 같다.

IoT 기능에 대한 중요도와 우선도의 차이를 알아보기 위해 Table 7과 Table 8을 이용하여 시험기관의 평가기준을 구한 결과는 Table 10과 같다.

IoT 기능의 중요도에 대한 업체와 시험기관 간에 차이를 알아보기 위해 Table 7과 Table 8을 이용하여 업체와 시험기관의 평가기준을 구한 결과는 Table 11과 같다.

IoT 기능의 우선도에 대한 업체와 시험기관 간에 차이를 알아보기 위해 Table 7과 Table 8을 이용하여 업체와 시험기관의 평가기준을 구한 결과는 Table 12와 같다.

Table 9. Differences between Company Importance and Priority

| Evaluation score [Point] | Evaluation criteria according to t-value |
|--------------------------|--|
| 5 | 4.18 More than |
| 4 | 3.03 More than ~ 4.17 Less than |
| 3 | 0.72 More than ~ 3.02 Less than |
| 2 | -0.43 More than ~ 0.71 Less than |
| 1 | -0.44 Less than |

Table 10. Difference between Importance and Priority of Testing Agency

| Evaluation score [Point] | Evaluation criteria according to t-value |
|--------------------------|--|
| 5 | 2.53 More than |
| 4 | 1.80 More than ~ 2.52 Less than |
| 3 | 0.34 More than ~ 1.79 Less than |
| 2 | -0.39 More than ~ 0.33 Less than |
| 1 | -0.40 Less than |

Table 11. Differences between Companies and Testing Institutions on Importance

| Evaluation score [Point] | Evaluation criteria according to t-value |
|--------------------------|--|
| 5 | 4.59 More than |
| 4 | 3.38 More than ~ 4.58 Less than |
| 3 | 0.94 More than ~ 3.37 Less than |
| 2 | -0.27 More than ~ 0.93 Less than |
| 1 | -0.28 Less than |

Table 12. Differences between Companies and Testing Institutions for Priority

| Evaluation score [Point] | Evaluation criteria according to t-value |
|--------------------------|--|
| 5 | 4.44 More than |
| 4 | 3.28 More than ~ 4.43 Less than |
| 3 | 0.96 More than ~ 3.27 Less than |
| 2 | -0.19 More than ~ 0.95 Less than |
| 1 | -0.20 Less than |

4. 사례 연구

4.1 환경 설정

하드웨어와 소프트웨어의 제원은 다음과 같다.

- CPU : Intel(R) Core(TM) i5-8250u, 1.60GHz, 1.80GHz
- RAM : 8.0GB
- 시스템 종류 : 64비트운영체제, X64 기반프로세서
- 디스플레이 어댑터 : Intel(R) HD Graphics 620
- 소프트웨어 : Windows 10pro
- 통계 툴 : SPSS 18
- 냉동·냉장 제품의 사양
 - 용량 : 800리터 급
 - 형태 : 4도어(상/하/좌/우)
 - IoT 기능이 있는 제품

4.2 업체의 중요도와 우선도 간의 차이

냉동·냉장 제품의 IoT 기능에 대해 업체에서 생각하는 중요도와 우선도 간에 차이를 알아보기 위해 3.7절의 대응표본 t검정과 Table 9에 따라 평가점수를 조사한 결과 t값과 평가점수는 Table 13과 같다.

34개의 IoT 기능 중 통계적으로 유의한 차이($P<.05$)를 보이고 있는 IoT 기능은 15개였다. 이 중에서 가장 큰 것은 ‘공기 정화필터상태 알림’이었으며, ‘소비전력계산’, ‘저장실 안심보관’, ‘저장실 신선보관’, ‘저장실 신선보관표시’, ‘제상운전지연’, ‘스마트 케어 원격조정’, ‘저장실 절전 작동’, ‘문 상태 알림’, ‘워터필터상태 알림’, ‘냉동저장실 원격조정’, ‘냉장저장실 원격조정’, ‘특별냉동 원격조정’, ‘스마트 원격조정’, ‘특별냉동상태 알림’ 순으로 나타났다.

결합관리를 위해서는 유의수준($P<.05$)과 평가점수를 고려해야 한다. 즉, 유의수준에 차이가 있거나 평가점수가 높은 IoT 기능들에 대해 집중적으로 관리가 필요할 것으로 사료된다.

다. 예를 들면, Table 13에서 t값이 유의수준($P<.05$)을 만족하면서 평가점수가 상대적으로 높은 IoT 기능들은 결합관리 항목으로 관리가 필요하다.

4.3 시험기관의 중요도와 우선도 간의 차이

냉동·냉장 제품의 IoT 기능에 대해 시험기관에서 생각하는 중요도와 우선도 간에 차이를 알아보기 위해 3.7절의 대응표본 t검정과 Table 10에 따라 평가점수를 조사한 결과, 통계적으로 유의한 차이($P<.05$)를 보이는 IoT 기능은 ‘냉장저장실 원격조정’, ‘저장실 안심보관’, ‘저장실 신선보관’ 등 세 개의 기능이었다. 각각의 기능은 t값이 2.449이고 평가점수는 4점으로 동일하였다. 결합관리를 위해서 유의수준($P<.05$)과 평가점수를 고려하여 유의수준에 차이가 있거나 평가점수가 높은 IoT 기능들에 대해 집중적으로 관리가 필요할 것으로 사료된다.

4.4 중요도에 대한 업체와 시험기관 간의 차이

냉동냉장 제품의 IoT 기능 중 중요도에 대해 업체와 시험기관 간에 차이를 알아보기 위해 3.7절의 독립표본 t검정과 Table 11에 따라 평가점수를 조사한 결과 t값과 평가점수는 Table 14와 같다.

34개의 IoT 기능 중 통계적으로 유의한 차이($P<.05$)를 보이고 있는 IoT 기능은 17개였다. 이 중에서 가장 큰 것은 ‘팬 모터 고장’이었으며, ‘문 열림 고장’, ‘냉장저장실 모니터링’, ‘냉동저장실 모니터링’, ‘휴식기능 모니터링’, ‘휴식기능 원격조정’, ‘문 상태 알림’, ‘휴식스케줄 원격조정’, ‘온도센서 고장’, ‘증발기제상 고장’, ‘스마트 모니터링’, ‘스마트 원격조정’, ‘소비전력계산’, ‘컴프작동멈춤’, ‘제상운전지연’, ‘정수기급수공급 고장’, ‘저장실 신선보관’ 순으로 나타났다. 결합관리를 위해서는 유의수준($P<.05$)과 평가점수를 고려해야 한다. 즉, 유의수준에 차이가 있거나 평가점수가 높은 IoT 기능들에 대해 집중적으로 관리가 필요할 것으로 사료된다.

Table 13. t-values and Evaluation Scores for the Difference between Importance and Priority of the Company

| Sort | IoT Detailed Functions | Importance [Average] | priority [Average] | t-value | Evaluation score [Point] |
|-------------------|--|----------------------|--------------------|-----------|--------------------------|
| Remote Adjustment | Remote adjustment in the refrigerated storage room | 3.21 | 3.51 | -2.602* | 3 |
| | Remote adjustment in the freezer | 3.07 | 3.39 | -2.680** | 3 |
| | Special Freeze Remote Adjustment | 3.51 | 3.77 | -2.379* | 3 |
| | Smart Care Remote Adjustment | 3.49 | 3.72 | -3.034** | 4 |
| | Smart Remote Adjustment | 3.49 | 3.65 | -2.260* | 3 |
| Smart | Storage Room Safe Storage | 2.79 | 3.00 | -3.511** | 4 |
| | Storage Room Fresh Storage | 2.79 | 3.00 | -3.511** | 4 |
| | Storage Room Fresh Storage Markings | 2.79 | 3.00 | -3.511** | 4 |
| | Storage Room Power Saving Operation | 3.18 | 2.96 | 2.845** | 3 |
| | Delay in ritual operation | 3.40 | 3.65 | -3.221** | 4 |
| | Consumption power calculation | 3.32 | 3.63 | -3.777*** | 4 |
| Alarm | Door Status Alarm | 3.49 | 3.70 | -2.695** | 3 |
| | Special Refrigeration Alarm | 2.91 | 3.05 | -2.210* | 3 |
| | Air purification filter status Alarm | 3.33 | 3.60 | -3.832*** | 4 |
| | Water filter status Alarm | 3.33 | 3.54 | -2.695** | 3 |

*** $p<.001$, ** $p<.01$, * $p<.05$

Table 14. Differences between Companies and Testing Institutions on Importance: t-values and Evaluation Scores

| Sort | IoT Detailed Functions | Company [Average] | Test institutions [Average] | t-value | Evaluation score [Point] |
|-------------------|---------------------------------------|-------------------|-----------------------------|----------|--------------------------|
| Monitoring | Refrigerated Storage Room Monitoring | 3.10 | 4.30 | -3.795** | 4 |
| | Refrigeration Storage Room Monitoring | 3.10 | 4.30 | -3.795** | 4 |
| | Rest function Monitoring | 2.90 | 1.60 | 3.669** | 4 |
| | Smart Monitoring | 3.00 | 2.20 | 2.753* | 3 |
| Remote Adjustment | Remote adjustment of rest function | 3.50 | 1.80 | 3.597** | 4 |
| | Remotely adjust the rest schedule | 3.50 | 1.90 | 3.446** | 4 |
| | Smart Remote Adjustment | 3.40 | 2.30 | 2.741* | 3 |
| Smart | Storage Room Fresh Storage | 2.90 | 3.60 | -2.178* | 3 |
| | Compression Stop | 3.60 | 2.60 | 2.466* | 3 |
| | Delay in ritual operation | 3.50 | 2.50 | 2.449* | 3 |
| | Consumption power calculation | 3.40 | 2.60 | 2.558* | 3 |
| Alarm | Door Status Alarm | 3.50 | 4.70 | -3.497** | 4 |
| Fault diagnosis | Temperature sensor failure | 3.70 | 4.80 | -3.351** | 3 |
| | Evaporator defrost failure | 3.70 | 4.70 | -2.970** | 3 |
| | Fan motor failure | 3.70 | 5.00 | -4.333** | 4 |
| | Water supply failure | 3.50 | 4.30 | -2.331* | 3 |
| | Door Open Fault | 3.60 | 4.80 | -4.025** | 4 |

** $p < .01$, * $p < .05$

Table 15. Differences between Companies and Testing Institutions on Priority Level: t-values and Evaluation Scores

| Sort | IoT Detailed Functions | Company [Average] | Test institutions [Average] | t-value | Evaluation score [Point] |
|-------------------|---------------------------------------|-------------------|-----------------------------|----------|--------------------------|
| Monitoring | Refrigerated Storage Room Monitoring | 3.20 | 4.40 | -3.043** | 3 |
| | Refrigeration Storage Room Monitoring | 3.20 | 4.40 | -3.043** | 3 |
| | Rest function Monitoring | 2.60 | 1.80 | 2.400* | 3 |
| Remote Adjustment | Remote adjustment of rest function | 3.20 | 1.70 | 2.807* | 3 |
| | Remotely adjust the rest schedule | 3.60 | 1.80 | 3.019** | 3 |
| Smart | Storage Room Safe Storage | 2.90 | 3.90 | -2.762* | 3 |
| | Storage Room Fresh Storage | 2.90 | 4.00 | -2.905** | 3 |
| | Compression Stop | 3.60 | 2.30 | 3.239** | 3 |
| | Delay in ritual operation | 3.60 | 2.30 | 3.239** | 3 |
| | Consumption power calculation | 3.70 | 2.50 | 2.207* | 3 |
| Alarm | Door Status Alarm | 3.90 | 4.90 | -3.030** | 3 |
| Fault diagnosis | Temperature sensor failure | 3.80 | 4.90 | -3.220** | 3 |
| | Evaporator defrost failure | 3.80 | 5.00 | -3.674** | 4 |
| | Fan motor failure | 3.80 | 5.00 | -3.674** | 4 |
| | Door Open Fault | 3.60 | 5.00 | -5.250** | 5 |
| | Ice maker failure | 3.60 | 4.40 | -2.121* | 3 |

** $p < .01$, * $p < .05$

4.5 우선도에 대한 업체와 시험기관 간의 차이

냉동냉장 제품의 IoT 기능 중 우선도에 대해 업체와 시험기관 간에 차이를 알아보기 위해 3.7절의 독립표본 t검정과 Table 12에 따라 평가점수를 조사한 결과 t값과 평가점수는 Table 15와 같다.

34개의 IoT 기능 중 통계적으로 유의한 차이($p < .05$)를 보이고 있는 IoT 기능은 16개였다. 이 중에서 가장 큰 것은 ‘문 열림 고장’이었으며 평가 점수도 5점으로 가장 높았다. 그리고, ‘증발기제상 고장’과 ‘팬 모터 고장’은 t값과 평가점수가 4점으로 뒤를 이었고, ‘콤팩트동 멈춤’, ‘제상온전지연’, ‘온도센서 고장’, ‘냉장저장실 모니터링’, ‘냉동저장실 모니터링’, ‘문 상태 알림’,

‘휴식스케줄 원격조정’, ‘저장실 신선보관’, ‘휴식기능 원격조정’, ‘저장실 안심보관’, ‘휴식기능 모니터링’, ‘소비전력계산’, ‘제빙기 고장’순으로 나타났다. 결함관리를 위해서는 유의수준 ($p < .05$)과 평가점수를 고려하여 유의수준에 차이가 있거나 평가점수가 높은 해당되는 IoT 기능들에 대해 집중적으로 관리가 필요할 것으로 사료된다.

5. 평가 및 결과

실제 IoT 기능에 대해 기존 시험체제와 새로운 시험체제를 비교하면 Table 16과 같이 비교할 수 있다.

Table 16. Differences in Testability of IoT Function Test Items

| Sort | IoT Detailed Functions | Testability of IoT functionality | |
|-------------------|--|----------------------------------|-----------------|
| | | Existing Test System | New Test System |
| Monitoring | Refrigerated Storage Room Monitoring | ○ | ○ |
| | Refrigeration Storage Room Monitoring | ○ | ○ |
| | Special Refrigeration Monitoring | × | ○ |
| | Air Purification Filter Monitoring | × | ○ |
| | Water filter monitoring | × | ○ |
| | Rest function Monitoring | × | ○ |
| | Smart Monitoring | × | ○ |
| Remote Adjustment | Smart Care Monitoring | × | ○ |
| | Remote adjustment in the refrigerated storage room | ○ | ○ |
| | Remote adjustment in the freezer | ○ | ○ |
| | Special Freeze Remote Adjustment | × | ○ |
| | Remote adjustment of rest function | × | ○ |
| | Remotely adjust the rest schedule | × | ○ |
| | Smart Care Remote Adjustment | × | ○ |
| Smart | Smart Remote Adjustment | × | ○ |
| | Storage Room Safe Storage | × | ○ |
| | Storage Room Fresh Storage | × | ○ |
| | Storage Room Fresh Storage Markings | × | ○ |
| | Storage Room Power Saving Operation | × | ○ |
| | Adjustment of ice usage time | × | ○ |
| | Compression Stop | × | ○ |
| Alarm | Delay in ritual operation | × | ○ |
| | Consumption power calculation | × | ○ |
| | Door Status Alarm | × | ○ |
| | Special Refrigeration Alarm | × | ○ |
| | Air purification filter status Alarm | × | ○ |
| Fault diagnosis | Water filter status Alarm | × | ○ |
| | Smart Care status Alarm | × | ○ |
| | Temperature sensor failure | × | ○ |
| | Evaporator defrost failure | × | ○ |
| | Fan motor failure | × | ○ |
| | Water supply failure | × | ○ |
| | Door Open Fault | × | ○ |
| | Ice maker failure | × | ○ |

Table 16을 보면 기존의 시험체제에서는 IoT 기반의 냉동·냉장 가전제품에 대해 IoT 시험항목이 마련되어 있지 않아 제품을 제조하는 업체의 경우에는 결함이 발생하더라도 원인을 쉽게 찾기가 어려울 것이며, 시험기관의 경우에도 IoT와 관련한 시험항목을 선정하거나 시험방법의 부재로 올바른 성능 시험 수행에 제약이 있을 것으로 사료된다.

따라서 Fig. 3과 같은 IoT 기반의 냉동·냉장 제품에 대해 시험항목 구조를 설계하였다. Fig. 3과 같은 프레임워크는 IoT 기반의 냉동냉장 제품에 대해 새로운 시험체제를 구축할 수 있다. 즉, Table 16과 같이 기존 시험체제에서는 IoT 기능에 대해 명확하지는 않지만 적합한 시험을 할 수 없었으나 Fig. 3과 같은 IoT 기반의 냉동·냉장 제품의 시험항목 구조를 설계함으로써 IoT 기능에 대한 시험을 통하여 가능하고 시험항목을 관리할 수 있다.

6. 결 론

본 연구는 IoT 기반 냉동·냉장 제품의 시험항목 프레임워크 설계 및 시험방법을 제안하였다. 제안하는 시험체제 프

레이프워크는 IoT기반 냉동·냉장 제품 시험에 제약이 있는 기존 시험체제의 한계를 극복하고, IoT 기능을 포함한 제품 시험이 가능하며, 시험항목을 추출하고 관리할 수 있다. 따라서 제안 연구는 제조사에게 IoT 기반 제품 시험 프로세스 설계를 지원하고, 관련 연구 및 실험에 도움을 줄 수 있다.

향후 연구에서는 분야를 넓혀 IoT 기반의 기타 가전제품에 대한 IoT 기반의 시험항목을 추출할 수 있는 알고리즘 개발과 시험항목 및 방법의 체계화와 표준화 연구를 진행하고자 한다.

References

- [1] Korea Consumer Agency, "Report the results of the refrigerator quality test," *KCA Report, Department of Test & Inspection*, No.319, pp.1-18, 2019.
- [2] Korea Consumer Agency, "Report the results of the electric refrigerator quality test," Mechanical and Electrical Team, *KCA Report*, No.252, pp.1-19, 2015.
- [3] M. J. Lee, "CMMI for Development Manual" Hanteemedia, Seoul, 2013.

[4] J. E. Lee, and J. C. Park, "Research on a Streamlined Software Project Management Model for Small-sized Software Enterprises," *Department of Industrial Engineering, University of Ulsan*, Vol.21, No.2, pp.198-208, 2008.

[5] Korea Standards Association, "KS X ISO/IEC 9126-1: Software engineering - Product Quality - Part 1 : Quality Model," Industrial Standards Council, 2017.

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

[7] Korea Agency for Technology and Standards, "KC 60335-2-24 : Particular requirements for refrigerating appliances, ice-cream appliance and ice makers," Electrical Equipment Safety Standards, 2015.

[8] Korea Standards Association, "KS C IEC 62552 : Household refrigerating appliance - Characteristics and test methods," Industrial Standards Council, 2019.

[9] Korea Standards Association, "KS I ISO 3744 : Acoustics - Determination of sound power levels and sound energy levels of noise sources using sound pressure - Engineering methods for an essentially free field over a reflecting plane," Industrial Standards Council, 2019.

[10] Regulations for the Operation of Efficiency Management Equipment, "Electric refrigerator," Korea Energy Agency, 2017.

[11] 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.

[12] G. J. Song, "Statistical Analysis of SPSS/AMOS Required for Preparation of Revised and Augmented Paper," 21cbook, Gyeonggi-do, 2019.

[13] Hyeong Jin No and Xinshengxyz, "Survey and Statistics," Hakhyunsa, Gyeonggi-do, 2016.

[14] J. S. Bae, W. H. Cho, Y. S. Son, J. S. Park, J. S. Beak, M. H. Na, E. S. Park, and M. S. Kim, "Statistics using SPSS," KM, Seoul, 2016.

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

[16] Tool Excel Pull Statistics [Internet], <https://statools.tistory.com/129>, 2020.

[17] Tool Excel Pull Statistics [Internet], <https://statools.tistory.com/130>, 2020.

[18] Jim Nindel-Edwards and Gerhard Steinke, "A Full Life Cycle Defect Process Model That Support Defect Tracking, Software Product Cycle, And Test Iterations," *Communications of the IIMA*, Vol.6, Iss.1, 2006.

[19] M. S. Kim, D. S. Kang, and D. K. Baik "A Design of Fault Prediction Model for Software Integration Test," *Journal of the Korean Society for Information Processing*, Vol.17, No.1, pp.969-972, 2010.

[20] J. W. Jang, "Study of the Improvement Measurement of Test project through Software Defect trend analysis," *Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society*, Vol.16, No.1, pp.691-696, 2015.

[21] Y. W. Ahn, S. Kim, and H. J. Huh, "Managing testing function and defects using a Bug Tracking System," *Journal of the Korea Information Processing Association, Software Quality Management Symposium*, pp.457-464, 2004.

[22] H. S. Han and S. W. Oh, "A Defect Management Process based on Open Source Software for Small Organizations," *Journal of Korean Institute of Information Scientists and Engineers*, Vol.45, No.3, pp.242-250, 2018.

[23] K. O., Huh, "Analysis and Comparability of the Subjective and Objective Evaluation for Home Appliances' Quality," Dept. of Family & Consumer Science, Sungshin Women's Univ. Vol.27, No.3, pp.213-224, 2009.



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



이 정 재

<https://orcid.org/0000-0002-1546-1526>

e-mail : jungjae.lee@lge.com

2009년 한양대학교 전자통신컴퓨터공학과 (석사)

2009년 ~ 현 재 LG전자 냉장고/위터케어 제어개발1팀 책임연구원

관심분야 : Software Architecture 설계, 임베디드 Software 설계



이 은 서

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

e-mail : eslee@anu.ac.kr

2001년 ~ 현 재 ISO/IEC 15504 국제 선임 심사원

2004년 중앙대학교 컴퓨터공학과(박사)

2008년 ~ 현 재 안동대학교 컴퓨터공학과 교수

관심분야 : CBD, Formal method, Quality model, SPI(Defect Analysis)