

실용적 웨어러블 컴퓨터 품질평가모델

오 천 석*, 최 재 현*, 김 중 배**, 박 제 원^o

Quality Assessment Model for Practical Wearable Computers

Cheon-seok Oh*, Jae-hyun Choi*, Jong-bae Kim**, Jea-won Park^o

요 약

스마트폰 시장이 성숙기에 들어서면서 새로운 성장동력으로 웨어러블 컴퓨터가 주목받고 있다. 웨어러블 컴퓨팅 시스템은 무선 네트워크 기술, 임베디드 기술, 센서 기술, 신소재 기술 등 다양한 기술의 복합적인 융합체이다. 이러한 특징들은 기존의 소프트웨어가 가지고 있는 품질특성 이외에 활용성, 이동성 등의 특성을 내포하고 있기 때문에 국제표준인 ISO/IEC 9126의 표준만으로 정확한 품질 평가를 하기에는 어려움이 따른다. 본 논문에서는 이러한 필요성에 따라 기존의 ISO/IEC 9126과 웨어러블 컴퓨팅의 특징에 의해 도출된 품질특성을 추가해 웨어러블 컴퓨터 품질평가모델을 제안하였다. 웨어러블 컴퓨터 품질평가모델의 개발을 위해 웨어러블 컴퓨터의 기능적 요구 사항과 품질특성을 도출하여 메트릭과 품질 기준을 제안하였다. 본 연구에서는 시나리오에 제안된 모델을 적용하고 S사, L사, G사의 웨어러블 기기의 품질을 비교하여 품질평가모델의 실용성을 확인하였다. 본 연구에서 제안한 평가모델은 웨어러블 컴퓨터의 품질평가를 위한 가이드라인으로 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

Key Words : Wearable Computer, Quality model, Quality attribute, Metric, ISO/IEC 9126

ABSTRACT

Recently, the progress of smart phone market has retarded by oversupply therefore wearable computer has been the focus of new growth engine. Wearable computing system is a complex fusion of a variety of technologies such as wireless network, embedded, sensor and new material. Because these technologies involves utilization and mobility in addition to quality characteristic in existing software, application of ISO/IEC 9126 is not perfect when assessing quality of wearable computer. In this study, author suggested new quality assessment model for wearable computer by sorting quality attribute in ISO/IEC 9126 and adding new quality attribute. For this, author investigated features and functional requirements related to wearable computer. and then author suggested quality standard and metrics by identifying quality characteristic. Author confirmed practicality of quality assessment model by using suggested model in scenario and comparing quality assessment of three goods such as company S, L, G. This quality assessment model is expected to use guidelines for assessing quality of wearable computer.

* First Author : Graduate School of Software, Soongsil University, csoh5@naver.com, 학생회원

^o Corresponding Author : Graduate School of Software, Soongsil University, jwpark@ssu.ac.kr, 정희원

* Graduate School of Software, Soongsil University, jaehyun@ssu.ac.kr

** Graduate School of Software, Soongsil University, kjb123@ssu.ac.kr, 정희원

논문번호 : KICS2014-07-259, Received July 9, 2014; Revised September 19, 2014; Accepted November 12, 2014

I. 서 론

스마트폰 보급률이 70%를 육박하면서 고사양 스마트폰 시장은 성숙기에 접어들었다. 가까운 시일 내에 스마트폰 시장 성장률이 둔화될 것으로 전망되기 때문에 새로운 성장동력을 찾기 위한 노력이 최근 활발히 이루어지고 있다. 이러한 상황에서 웨어러블 컴퓨팅 기술은 스마트폰 시장의 정체를 극복할 수 있는 새로운 수익원으로 주목 받기 시작했다. MIT 미디어랩에서는 웨어러블 컴퓨터를 ‘신체에 부착하여 컴퓨팅 행위를 할 수 있는 모든 것을 지칭하며 일부 컴퓨팅 기능을 수행할 수 있는 어플리케이션까지 포함하고 있다.’ 라고 정의했다¹⁾. 웨어러블 컴퓨팅 시스템을 구현하기 위해서는 무선네트워크, RFID 초소형 칩, 센서 기술을 통해 유비쿼터스 환경을 제공해야 한다. 여기에 웨어러블 컴퓨터의 이동성을 위해 초소형, 저전력화 기술, 플렉서블 기술, 인터랙션 기술, 웨어러블 통신 기술, 신소재 기술, 센서 기술 등이 필요하다²⁻⁴⁾. 웨어러블 컴퓨터는 기존의 스마트폰과는 차별화되어 사용자들에게 일체감을 주고 증강현실과 같은 기술을 통해 사용의 편의를 제공한다. 이러한 특징들은 기존의 소프트웨어가 가지고 있는 품질특성 외에 활용성, 이동성 등의 특성을 내포하고 있다. 현재 IT기술의 융합체인 웨어러블 컴퓨터는 상용화를 위한 품질평가모델이 부재한 상태이며, 기존의 모델로는 품질측정에 한계가 따른다.

본 논문에서는 웨어러블 컴퓨터의 품질을 평가하기 위한 모델을 제시하고자 한다. 이를 위해 웨어러블컴퓨팅의 특징을 도출하고 ISO/IEC 9126과의 연관성을 고려해 품질평가를 위한 특성을 제시한다. ISO/IEC 9126은 소프트웨어의 품질을 측정하기 위한 국제표준으로 6개의 주특성과 27개의 부특성을 정의하고, 정량적인 평가를 위한 내, 외부 및 사용자 메트릭을 제시하고 있다. 하지만 웨어러블 컴퓨터는 기존의 레거시 시스템처럼 단독으로 작동하는 소프트웨어 기술이 아닌 무선네트워크, 센서, 초소형 칩 기술을 통해 복합적으로 운용되는 기술이기 때문에 ISO/IEC 9126만으로 평가하기에는 부족하다고 할 수 있다. 따라서 본 논문에서는 웨어러블 컴퓨터의 품질을 평가하기 위해 기존의 ISO/IEC 9126을 활용하고, 추가되는 품질 기준을 도출해 새로운 품질평가모델을 제안한다.

II. 관련 연구

2.1 품질 평가 모델에 관한 연구

“Billinghurst”의 연구는 웨어러블 컴퓨터의 기본 원리에 대하여 설명하고, 웨어러블 컴퓨터가 초소형 PC, 이용자의 눈 앞에 직접 영상을 제시할 수 있는 HMD, 무선 커뮤니케이션 하드웨어, 인풋장치를 갖추어야만 한다고 하였다. 이 연구에서는 이동성, 증강현실, 주변환경지각 등 세 가지를 만족시켜야 한다고 하였으며, 실제 환경에 적용했을 시 생산성, 업무효율성 등에 큰 이점을 줄 것이라고 주장하였다. 그러나 웨어러블 컴퓨터의 품질에 대한 요소들만 언급했을 뿐 구체적인 품질 결정요인과 메트릭에 대한 가이드라인이 자세히 설명되어 있지 않았다⁵⁾.

“Park”의 연구를 보면 스마트 셔츠를 통한 건강관리 이점과 어플리케이션의 다양한 필드를 설명했으며, 웨어러블 마더보드 아키텍처를 제시하였다. 이 연구에서는 스마트 셔츠를 예로 들어 이를 사용하는 사용자들의 요구사항을 기능성, 착용성, 내구성, 사용성, 유지보수성, 수행 메트릭으로 구성하고 각 항목에 대한 세부 항목을 제시하였다. 그러나 이 연구의 사용자 요구사항은 추상적이고, 스마트 셔츠라는 좁은 영역에만 초점을 맞췄으며, 이용성 측면에서만 요구사항을 도출해 웨어러블 컴퓨터의 소프트웨어적인 평가가 부족했다⁶⁾.

“Chua”의 연구를 보면 ISO/IEC 9126 기반으로 e-learning 시스템 Blackboard version 6.1의 품질을 평가했다. 이 연구에서는 ISO/IEC 9126을 e-learning 시스템에 적용했을 시 사용성 부분에서 교육자들이 직접 평가에 활용하기 복잡하다고 문제점을 제기하고 일관성, 단순성, 가독성, 가시성 등을 추가해 사용성을 확장하고자 하였다. 그러나 이 연구에서는 추가한 속성들에 대한 명확한 메트릭의 제시가 미흡하다⁷⁾.

2.2 ISO/IEC 9126

ISO/IEC 9126은 사용자와 개발자 관점에서 본 소프트웨어 품질의 주특성, 부특성과 품질 평가의 메트릭을 정의한 국제 표준이다. 이 표준에서는 소프트웨어의 품질을 측정하기 위한 품질 결정 요인과 특성을 정의하고, 개발공정에서 품질을 객관적으로 정량화할 수 있는 품질 모형을 결정하였다. 다음 그림 1은 ISO/IEC 9126의 상위 주특성과 하위 부특성을 보여 주는 표이다.

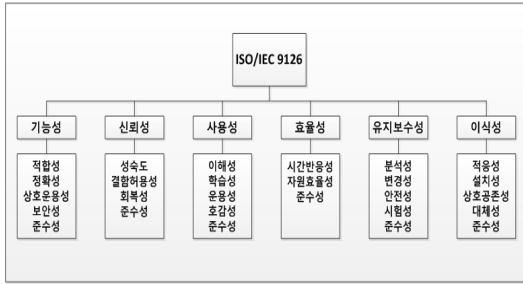


그림 1. ISO/IEC 9126 품질 평가 모델
Fig. 1. ISO/IEC 9126 quality assessment model

III. 웨어러블 컴퓨터의 품질 특성 분석

본 장에서는 웨어러블 컴퓨터의 품질을 측정할 수 있는 표준을 만들기 위해 웨어러블 컴퓨터의 특징을 도출한다. 그림 2는 웨어러블 컴퓨터 서비스가 제공되기 위해 필요한 기능과 특징을 보여준다. 웨어러블 컴퓨팅 시스템의 정의와 특징은 다음과 같다.

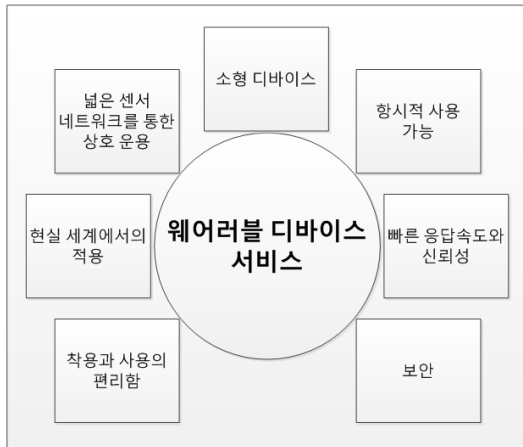


그림 2. 웨어러블 디바이스 서비스의 특징
Fig. 2. Characteristic of wearable device service

3.1 웨어러블 컴퓨터의 정의

현재 널리 보급된 스마트폰은 기존의 휴대폰 기능은 물론 어플리케이션을 통해 사용자들이 다양한 기능을 사용할 수 있으나, 기존의 휴대폰 틀을 벗어나지 못했다. 앞으로는 사물과 사물, 사람을 넘어 가상세계와 융합된 지능화된 만물 인터넷의 세상(Intelligent IoE)으로 진화할 것이다. 웨어러블 컴퓨터는 기존의 컴퓨터, 휴대폰 등의 틀을 벗어나 입거나, 의복에 착용이 가능한 작은 컴퓨터를 말한다. 웨어러블 디바이스는 신체에 부착하여 컴퓨팅 행위를 할 수 있는 모든

것을 지칭하며 일부 컴퓨팅 기능을 수행할 수 있는 어플리케이션까지 포함한다. 따라서 스마트폰의 뒤를 이어 웨어러블 컴퓨터 시장은 급격히 성장할 것으로 전망된다. 웨어러블 컴퓨터는 RFID, USN, SoC기술과 같은 임베디드 기술, 무선 네트워크 기술 등을 적용하여 유비쿼터스 환경에서 의복에 장착된 컴퓨터 기능을 가진 장치이다^{2,3,8,9}.

3.1.1 착용과 사용의 편의성

웨어러블 컴퓨터는 착용할 수 있는 컴퓨터로서, 사용자에게 부담이 되지 않는 일체감을 제공해 가벼운 무게감과 자연스러운 착용감으로 일상적인 생활에 불편함을 느끼지 않는 것에 초점을 맞추어야 한다. 장시간 착용, 전자파 노출에 의한 육체적 피로감이 적어야 하며, 착용 시 문화적 신념과 개인의 프라이버시를 보호할 수 있어야 한다. 또한, 인간 친화적인 인터페이스를 통해 사용자가 보다 쉽게 시스템과 커뮤니케이션 할 수 있고, 사용자의 요구사항을 만족시켜 주어야 한다¹⁰.

3.1.2 현실 세계에서의 적용

웨어러블 컴퓨터는 일반 컴퓨터에서 나타나는 스크린 이미지, 오디오 기능을 현실에서도 구현해 증강현실을 실현해야 한다. 시각, 청각, 촉각 등의 감각을 기반으로 한 사용자 인터페이스로 사용자에게 실감 정보서비스를 제공해야 한다. 사용자의 상황에 따라 개인의 서비스가 적합하게 적용되어야 한다. 변동성이 큰 상황에 따라 사용자의 요구사항과 사용자가 원하는 정보가 무엇인지를 잘 파악해야 하고 인지해야 한다¹¹.

3.1.3 넓은 센서 네트워크를 통한 상호 운용

웨어러블 컴퓨터 서비스를 제공하기 위해서는 RFID, USN, WBAN 등의 기술을 통한 센서 네트워크 인프라를 구축해야 한다^{2,3,8,9}. RFID는 무선통신 방식으로 데이터를 자동으로 인식하고 처리하는 시스템이며, USN은 다양한 위치에 설치된 태그와 센서노드를 통해 사람과 사물, 환경정보를 인식하고 그 정보를 무선으로 수집해 언제 어디서나 자유롭게 이용할 수 있도록 구성된 정보 네트워크이다. WBAN은 인체에 부착된 여러 디바이스를 인체를 기준을 3m 이내에서 무선통신할 수 있는 기술이다. 이러한 센서 네트워크를 통해 서로 무선으로 연결되어 주변 장치와 상호 작용하고, 하루 종일 동작이 가능해야 한다. 웨어러블 컴퓨터 단독으로 사용될 수도 있지만, 다른 시스템과

의 상호운용을 통해 보다 다양한 서비스를 제공해 주어야 한다.

3.1.4 소형 디바이스

웨어러블 컴퓨터는 기존의 스마트폰보다 더 작은 컴퓨터이기 때문에 낮은 전력에서 오랫동안 작동할 수 있어야 하며 사용자가 사용하고 착용하기에 불편함이 없는 적당한 사이즈의 기기이어야만 한다. 저전력 프로세서 기반으로 동적 재구성이 가능해야 하며, 초소형, 초절전 시스템 소프트웨어 기반으로 하는 플랫폼 구조를 가져야 한다. 대용량, 저전력, 초소형 저장매체를 가지고 있어야 한다^{4,12)}.

3.1.5 항시적 사용 가능

웨어러블 컴퓨터는 무선 네트워크와 블루투스과 같은 무선전송기술을 구축해 주변기기와의 무선통신 인터페이스를 제공해야 하며, 다른 시스템에 대한 접근과 정보공유가 원활하게 이루어져야 한다. 언제 어디서나 사용이 가능해야 하며, 외부에서 입력된 데이터나 이벤트들을 주어진 시한 내에 처리, 완료해야 한다. 사용자는 일상생활에서 시간, 위치에 관계없이 웨어러블 컴퓨터를 사용하기 때문에 사용자 요구에 즉각적인 반응을 제공할 수 있는 채널이 존재해야 한다.

3.1.6 빠른 응답속도와 신뢰성

웨어러블 컴퓨터는 저전력, 초소형 디바이스를 통해 서비스가 제공되며, 사용자의 요구사항을 불편함

없이 제공하기 위해 고사양 서비스를 제공하기에는 무리가 있다. 빠른 서비스를 위해 네트워크와 리소스의 원활한 접근과 응답시간, 데이터의 중복성을 최소화 하는 노력을 해야 한다. 동시 다발적으로 발생하는 상황에서 각각 다른 처리시간을 다루기 위해 병행처리가 가능해야 한다. 어떠한 상황에서도 소프트웨어의 성능이 일정 수준 이상을 유지해야 하며, 데이터의 무결성과 일관성을 유지해야 한다¹³⁾.

3.1.7 개인정보 보안

웨어러블 컴퓨터에 사용자의 모든 정보가 들어 있을 수 있고, 유비쿼터스 환경이 기본이 되기 때문에 침입경로가 다양할 수 있다. 또한, 웨어러블 컴퓨터는 입을 수 있는 컴퓨터로 사용자가 일상생활에서 항상 소지하는 컴퓨터이기 때문에 물리적으로 도난을 당하는 경우가 있을 수 있다. 이러한 보안과 프라이버시 측면의 문제를 해결하기 위해 ID/PW, 지문 인식 등의 제품 사용, 시스템 접근에 대한 권한 설정이 잘 되어 있어야 한다¹⁴⁾.

IV. 웨어러블 컴퓨터의 품질특징 도출

본 장에서는 도출된 웨어러블 컴퓨터의 특징을 기반으로 하여 표준화된 품질모델을 제시하기 위해 ISO/IEC 9126 주특성과 새로이 추가된 특성을 알아 본다. 또한, 웨어러블 컴퓨터의 특징에 맞춰 제시된 품질 모델의 부특징에 대하여 새롭게 정의한다. 그림

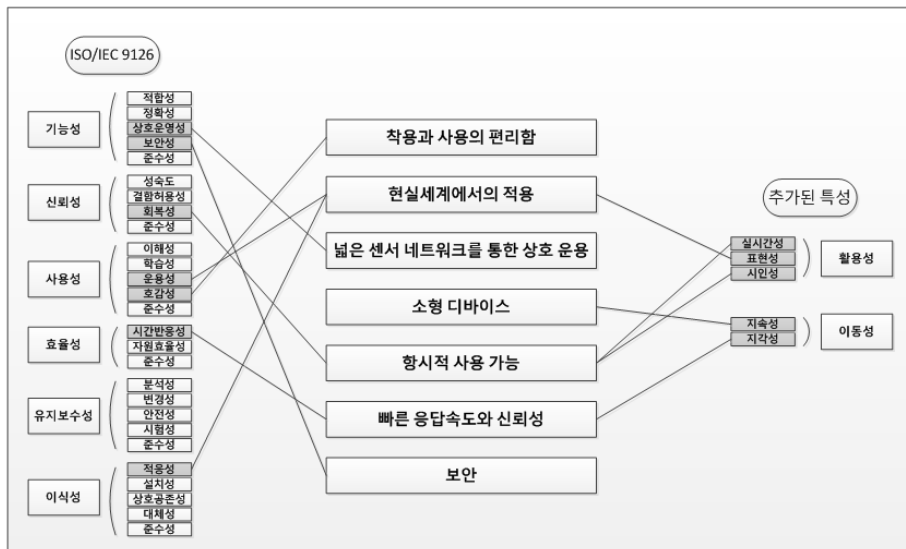


그림 3. 웨어러블 컴퓨터 서비스의 특징과 품질 특성들 간의 맵핑
Fig. 3. Characteristic of wearable device service and mapping between quality features

3은 품질 평가를 위해 웨어러블 컴퓨터의 특징과 품질 특성을 연관시켰다. 기능성, 신뢰성, 사용성, 효율성, 이식성을 ISO/IEC 9126에서 추출하였고, ISO/IEC 9126으로의 연결이 어려운 특징들을 평가하기 위해 활용성, 이동성이라는 새로운 특성을 추출하였다.

ISO/IEC 9126 품질 특성 중 유지보수성은 배제시킨다. 웨어러블 컴퓨터 환경에서 활용되는 핵심적인 기술은 무선 네트워크, 센서 네트워크, 초소형 배터리와 같은 검증된 최첨단 기술이다. 또한, 서로 다른 시스템들 간의 통신이 자주 발생하며 다양한 기술이 적용되는 만큼 유지보수성에 관하여 객관적인 평가를 하기에는 어려움이 따른다.

4.1 주특성 및 부특성 도출

4.1.1 기능성

상호운영성은 하나 이상의 시스템과 상호작용 할 수 있는 능력을 말한다. 웨어러블 컴퓨터의 목적은 인체에 근접한 정보기기 간의 통신으로 인체에 관한 정보나 주변상황을 해결하는 것이다. 이러한 웨어러블 컴퓨팅 분야에서 핵심적인 네트워크 역할을 하는 것이 WBAN(Wireless Body Area Network)이다^[15]. 또한, 정보에 대한 관리와 인식을 위한 RFID 방식을 통해 극소형 칩에 상품 정보를 저장하고 무선으로 데이터를 송신할 수 있는 장치가 필요하다. 웨어러블 컴퓨터는 이러한 네트워크 기술과 초소형 칩 기술을 통해 다른 시스템과의 상호운영이 실현되어야 한다.

보안성은 권한에 따라 정보에 대한 접근을 차단하거나 허용하는 능력을 말한다. 보안성은 무선 네트워크 기술, 가상화 기술과 같은 사용자가 데이터 이동의 실체를 확인할 수 없는 기술에서는 필수적이므로 웨어러블 컴퓨터 환경에서 중요시해야 하는 품질특성 중 하나이다. 이러한 환경에서는 천재지변, 외부 침입과 같은 보안 문제뿐만 아니라 소프트웨어적인 내부 보안문제에도 신경을 써야 한다. 보안 문제는 사용자의 신뢰도에 큰 영향을 미치는 요소인 만큼 중요한 품질 특성이다.

4.1.2 신뢰성

회복성은 결함 발생 시 성능수준과 데이터를 복구하는 능력을 나타낸다. 웨어러블 컴퓨터는 센서 네트워크, RFID와 같은 초소형 칩을 사용함으로써 데이터의 축적을 통해 사용자들에게 서비스를 제공한다. 웨어러블 컴퓨터는 사용자와 주위 환경의 순간순간의

상태를 데이터화하고 데이터의 요구에 맞는 서비스를 제공해야하기 때문에 결함 발생 시 복구 능력은 중요한 품질 평가 요인이 된다.

4.1.3 사용성

운용성은 사용자가 소프트웨어를 운영하고 제어할 수 있도록 하는 능력을 나타낸다. 웨어러블 컴퓨터 서비스는 사용자들의 이용편의를 위해 입출력 인터페이스뿐만 아니라 인터랙션 기술에 신경을 써야 한다. 사용자 인터랙션 기술은 사용자의 음성, 동작 등을 인식하여 기기와 인터페이스 하는 기술로 음성, 터치, 동작, 상황인식 등의 기술이 있다.

호감성은 사용자가 선호할 수 있는 능력을 나타낸다. 웨어러블 컴퓨터는 몸에 착용하는 컴퓨터이기 때문에 실용성뿐만 아니라 디자인, 크기, 무게 등 사용자의 호감성과 관련된 요소들이 일반 시스템과 비교하여 더 많다. 의류 및 패션 아이템으로서 웨어러블 컴퓨터는 디자인 관점에서 대중들의 호감을 얻는 것은 어려운 부분이다. 그렇기 때문에 호감성은 웨어러블 컴퓨터가 대중성을 가지기 위해 중요한 품질 특성이 된다.

4.1.4 효율성

시간 반응성은 기능을 수행할 때 적절한 반응 및 처리시간과 처리율에 관한 능력을 말한다. 웨어러블 컴퓨터는 실용적인 작동을 위해 초소형, 초절전 시스템 소프트웨어 기반의 플랫폼 구조를 가져야 하며, 대용량, 저전력, 초소형 저장매체를 가지고 있어야 한다. 크기에 제약이 있는 만큼 고사양의 성능을 웨어러블 컴퓨터에 탑재하는 데에는 무리가 따를 수 있다. 저사양 장치를 사용하는 만큼 처리시간, 반응 등의 제약이 따를 수 있다. 그렇기 때문에 효율적인 자원 활용에 따라 처리시간, 처리율에 차이를 보일 수 있으므로 시간 반응성은 웨어러블 컴퓨터에 중요한 품질 특성이 된다.

4.1.5 이식성

적응성은 다른 환경으로 변경될 수 있는 능력을 말한다. 웨어러블 컴퓨터가 기존의 스마트 기기들에 의한 서비스와 차별화될 수 있는 것은 플렉서블 디스플레이, 플렉서블 배터리, 전자섬유, 신소재 기술을 이용하여 어떠한 환경에서도 활용할 수 있다는 것이다. 여기에 증강현실이라는 기술을 더해 스마트폰이 담당하지 못하는 영역들에서 네트워크, 컴퓨팅 능력, 센서를 통해 새로운 가치를 창출해야 한다. 증강현실은 주변

환경을 감지하는 기술을 바탕으로 외부와 소통하는 기술이라고 할 수 있으므로 적응성은 웨어러블 컴퓨터의 다양한 환경에서의 능력을 점검할 수 있는 품질 특성이다.

4.1.6 활용성

본 절에서는 ISO/IEC 9126으로 평가하기 힘든 요인들을 평가하기 위해 추가된 특성 중 활용성의 부특징과 웨어러블 컴퓨터와의 연관성에 대하여 논한다.

실시간성은 실시간으로 기능을 제공할 수 있는 능력을 말한다. 웨어러블 컴퓨터의 기능을 제공하는 데 있어서 시간과 장소의 제약이 있을 수 있다. 언제 어디서나 사용자들이 서비스를 이용할 수 있도록 하는 유비쿼터스 환경을 필수적으로 제공해야 하는 웨어러블 컴퓨터의 특성을 고려해 실시간성이라는 품질 특성을 도출했다¹⁶⁾.

표현성은 가상정보를 실시간으로 결합하여 이미지를 보여주는 능력을 말한다. 웨어러블 컴퓨터는 센서와 네트워크를 통해 실시간으로 발생하는 데이터를 처리하여 사용자에게 필요한 정보를 보여줄 수 있는 수단이 필요하다¹⁷⁾. 사용자의 오감에 의한 데이터 처리 결과를 디스플레이 기술로 잘 표현해야 사용자들은 제품에 대한 만족감과 신뢰감을 느낄 수 있다.

시인성은 대상물의 존재나 모양이 원거리에서도 식별이 가능하게 하는 능력을 말한다. 웨어러블 컴퓨터의 품질을 고급화하기 위해 필요한 증강현실과 같은 기술을 통해 사용자들은 시각, 촉각적인 디스플레이 수단을 제공받게 된다. 이러한 디스플레이 수단은 사용자에게 불편함을 주어서는 안 되며, 확실한 식별이 가능해야 한다¹⁸⁾.

4.1.7 이동성

본 절에서는 ISO/IEC 9126으로 평가하기 힘든 요인들을 평가하기 위해 추가된 특성 중 이동성의 부특징과 웨어러블 컴퓨터와의 연관성에 대하여 논한다.

지속성은 충전된 제한적 전력에 의해 웨어러블 디바이스가 작동하는 정도를 나타낸다. 웨어러블 컴퓨터는 초소형, 저전력 디바이스로 증강현실과 고사양의 이미지 표현 기술을 이용하고 데이터의 이동의 빈번하기 때문에 배터리 소모가 많다. 배터리 소모가 많게 되면 웨어러블 컴퓨터의 실용성과 이동성에 제약이 따르게 되므로 지속성을 품질속성으로 도출했다.

지각성은 외부환경에 대한 감지와 반응에 대한 정도를 측정하기 위한 품질특성이다. 웨어러블 컴퓨터에서 유비쿼터스 환경을 구성하는 것은 필수적이기 때

문에 RFID 센서, 네트워크 기술, 블루투스 무선전송 방식을 활용한다¹⁸⁾. 이러한 기술을 통해 외부 환경에 지능적으로 반응할 수 있는 기술을 가지고 있어야 한다¹⁹⁾.

4.2 웨어러블 컴퓨터의 품질 특성

본 절에서는 4.1절에서 도출한 품질 특성 요인을 제시한다. 웨어러블 컴퓨터는 이동성을 극대화하여 다른 시스템과 상호 운영될 수 있고, 주변 환경과 주변기기를 지각할 수 있기 때문에 실용적일 수 있다. 도출한 품질 특성 중 보안성, 회복성, 호감성, 표현성, 시인성은 이러한 웨어러블 컴퓨터의 사용 목적과는 거리가 있는 단일 소프트웨어 품질 평가에 초점이 맞추어져 있고, 구현 단계에서 품질 관리가 가능한 품질특성들이기 때문에, 웨어러블 컴퓨터 품질 평가에서는 Default 값으로 간주한다. 보안성은 침해사고의 원인이 다양하지만 예방, 조기발견과 조치, 사후처리를 통해 충분히 대비 가능한 품질 속성이기 때문에 일정 값을 준다. 회복성은 결합 발생 시의 복구 능력으로 서비스 제공업체는 테스트를 통해 웨어러블 서비스를 제공하는 과정에서 일정한 수준의 회복능력을 제공할 수 있기 때문에 일정 값을 준다. 호감성은 웨어러블 컴퓨터의 경우 사용자 개인의 성향에 따라 성능뿐만 아니라 디자인, 크기, 무게 등 객관적인 호감성을 측정하기에는 어려움이 따르기 때문에 일정 값을 준다. 표현성과 시인성의 경우 상황에 따라 다양한 형태의 서비스가 나타날 수 있기 때문에 객관적인 품질 평가를 하기에는 어려움이 따르므로 일정 값을 준다. 이 품질 속성들을 제외한 상호운영성, 운용성, 시간반응성, 적응성, 실시간성, 지속성, 지각성을 웨어러블 컴퓨터 품질 평가의 핵심 요인으로 제시한다.

4.3 품질 속성들 간의 연관관계와 가중치

본 절에서는 제시한 품질 속성인 상호운영성, 운용성, 시간반응성, 적응성, 실시간성, 지속성, 지각성의 연관관계를 제시하고, 품질 평가 결과에 영향을 고려한다. 그림 4는 7개의 품질속성들간의 관련성을 보여준다.

웨어러블 컴퓨터 서비스를 제공하기 위해서는 데이터 교환이 필수적으로 이루어져야 한다. 상호운영성은 웨어러블 컴퓨터와 주변기기와의 데이터 교환의 정도를 나타내기 때문에 운용성, 시간반응성, 적응성, 실시간성, 지속성, 지각성 모두에 영향을 준다. 데이터의 교환의 정도는 무선센서네트워크 환경에서 얼마만큼

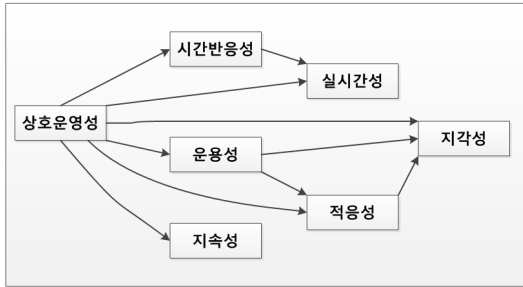


그림 4. 웨어러블 컴퓨터 품질 속성 간 연관관계
Fig. 4. Correlation of quality attributes

스마트 객체들이 반응할 수 있는가를 뜻한다. 품질 측정 을 위해서는 스마트 객체들의 반응은 우선되어야 하므로 상호운영성은 다른 품질특성들에 영향을 준다. 시간반응성이 실시간성에 영향을 주는 이유는 사용자 들은 가변적인 상황에서 일정 시간 안에 기능이 제공 되어야만 실용성 측면에서 만족을 느끼기 때문이다. 응용성은 사용자가 제어할 수 있는 기능 수를 나타내 며 적응성은 사용자의 요구사항에 맞는 기능을 나타 낸다. 응용성이 적응성에 영향을 주는 이유는 적응성 을 측정하기 위해서는 일정 수준의 제공되는 기능이 존재해야하기 때문이다. 응용성과 적응성은 지각성에 영향을 준다. 지각성은 가변적인 상황에서 사용가능한 기능 수이기 때문에 응용성과 적응성의 품질이 일정 수준을 유지해야만 측정이 가능하다. 다음 표 1은 품 질 속성들간의 연관관계를 고려한 품질 속성의 가중 치이며, 본 논문에서는 5장에서 제시할 통합 메트릭 계산 시 적용된다.

표 1. 품질 속성 중요도
Table 1. Importance of quality attribute

품질속성	영향받는 품질특성	가중치
상호운영성	응용성, 시간반응성, 적응성, 실시간성, 지속성, 지각성	★★★★★
응용성	지각성, 적응성	★★★
시간반응성	실시간성	★★
적응성	지각성	★★
실시간성	해당 없음	★
지속성	해당 없음	★
지각성	해당 없음	★

V. 품질 평가 메트릭

본 장에서는 4장에서 도출한 품질 특성 요인에 대

한 메트릭을 정의한다. ISO/IEC 9126에 기반하여 도 출된 상호운영성, 응용성, 적응성의 경우에는 품질 표 준에 제시된 메트릭이며, 본 연구에서 추가된 특성인 실시간성, 지속성, 지각성은 웨어러블 컴퓨터 서비스 상에서 얻어지는 변수 값을 사용해 새로이 정의한다. 그림 5는 메트릭의 이름과 맵핑을 보여준다.

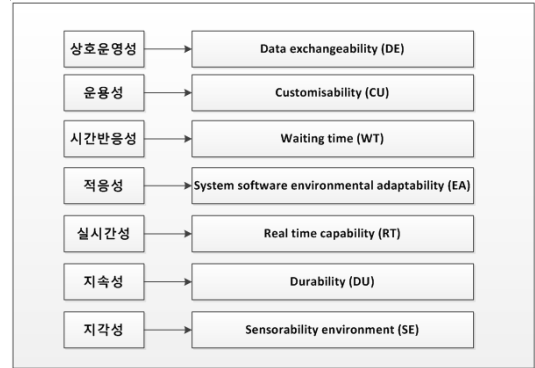


그림 5. 웨어러블 컴퓨터 품질 메트릭
Fig. 5. Quality metric of wearable computer

5.1 상호 운영성

이 메트릭은 웨어러블 컴퓨터 서비스 사용자가 디바이스와 주변기기와의 상호운영성을 측정하는 메트릭이다. 이 메트릭의 측정 식은 다음과 같다.

$$DE = 1 - A/B$$

A는 웨어러블 컴퓨터와 주변기기 간 데이터 교환 실패 수이며, B는 사용자가 웨어러블 컴퓨터와 주변 기기 간 데이터 교환을 요청한 수이다.

5.2 응용성

이 메트릭은 웨어러블 컴퓨터를 사용자가 운영하고 제어하여 알맞은 기능을 얼마만큼 제공하는가를 측정 하는 메트릭이다. 이 메트릭의 측정 식은 다음과 같다.

$$CU = A/B$$

A는 사용자의 웨어러블 컴퓨터 기능사용 시 성공 적으로 실행된 수이며, B는 사용자가 웨어러블 컴퓨 터의 원하는 기능사용을 위해 실행한 수이다.

5.3 시간 반응성

이 메트릭은 웨어러블 컴퓨터 사용자가 기능사용, 업무처리에 있어서 얼마만큼 기다리는 시간이 있었는

가를 측정하는 메트릭이다. 이 메트릭의 측정 식은 다음과 같다.

$$WT = 1 - A/B$$

A는 사용자가 기능사용을 위해 기다린 시간이며, B는 사용자가 기능사용한 전체 시간이다.

5.4 적응성

이 메트릭은 웨어러블 컴퓨터가 얼마나 다양한 시스템 환경에서 사용자의 요구사항을 만족시킬 수 있는가를 측정하는 메트릭이다. 이 메트릭의 측정 식은 다음과 같다.

$$EA = 1 - A/B$$

A는 테스트 과정에서 일정 수준의 만족되는 값을 보여주지 못한 기능의 수이며, B는 테스트 되는 전체 기능의 수이다.

5.5 실시간성

이 메트릭은 웨어러블 컴퓨터가 얼마나 유비쿼터스 환경을 제공하고 가변적인 상황에서 기능사용을 빠르게 제공할 수 있는지를 측정하는 메트릭이다. 이 메트릭의 측정 식은 다음과 같다.

$$RT = 1 - A/B$$

A는 가변적인 상황에서 기능사용을 위해 기다린 시간의 총합이며, B는 사용시간의 총합이다.

5.6 지속성

이 메트릭은 초소형, 저전력 환경에서 데이터 교환이 많은 웨어러블 디바이스의 지속능력을 측정하는 메트릭이다. 이 메트릭의 측정 식은 다음과 같다.

$$DU = A/B$$

A는 배터리 지속시간이며, B는 사용자 요구사항에 명시된 배터리 지속시간이다.

5.7 지각성

이 메트릭은 외부 환경에 감지와 반응에 대한 것으로 가변적인 상황에 대해 얼마만큼 기능사용이 가능한지를 측정하는 메트릭이다. 이 메트릭의 측정 식은 다음과 같다.

$$SE = A/B$$

A는 가변적인 상황에서 사용가능한 기능 수의 총합이며, B는 웨어러블 컴퓨터의 전체 기능 수의 총합이다.

5.8 웨어러블 컴퓨터 통합 메트릭 (WCQA)

본 논문에서 정의된 i번째 품질속성을 Q_i 라고 정의한다. i의 범위는 1부터 7이 될 것이다. 4.3절에서 제시된 각 품질속성 별 가중치가 적용된다. 각 Q_i 에 해당하는 가중치는 W_i 이고 가중치 값은 ★★★★★는 0.39, ★★★는 0.2, ★★는 0.1, ★은 0.07로 준다. 각 가중치들의 총합은 1이 된다.

표 2. 품질 속성 가중치
Table 2. Weighting of quality attribute

품질속성	가중치	품질속성	가중치
상호운영성	0.39	실시간성	0.07
운용성	0.2	지속성	0.07
시간반응성	0.1	지각성	0.07
적응성	0.1	합계	1

웨어러블 컴퓨터 통합 메트릭의 이름은 WCQA(Wearable Computer Quality Assessment)라 하고, 값의 범위는 0에서 1 사이의 값을 가지고, 1에 가까울수록 좋은 품질을 가진다. WCQA는 다음과 같이 계산된다.

$$WCQA = \sum_{i=1}^7 W_i \cdot Q_i$$

VI. 사례 연구

본 장에서는 5장에서 정의한 웨어러블 컴퓨터의 품질평가 메트릭을 특정 시나리오에 적용하여 품질 모델의 유용성을 검증한다.

6.1 시나리오 기반의 품질평가 검증

본 절에서는 스마트워치 사용자 A, B, C의 웨어러블 서비스 기능을 사용하는 시나리오를 기반으로 품질 평가를 수행하고자 한다. 이에 대한 시나리오는 표 3과 같다.

표 3. 시나리오
Table 3. Scenario

서비스 및 환경	시나리오
조건 및 환경	<ul style="list-style-type: none"> - 본 논문에서 논의된 내용으로 품질평가를 하기 위해 임의의 시나리오를 작성, 활용여부를 검증한다. - 웨어러블 디바이스인 스마트워치를 사용하는 A, B, C는 각각 S사, L사, G사의 제품을 사용한다. - 시나리오 상에서 A, B, C는 직장동료로 함께 등산을 한다. - 시나리오 상에서 기기 사용 환경은 지상, 도로 위, 산 중턱, 산 정상 총 4곳이다. - 시나리오 상에서 날씨, 네비게이션, 메신저, 맵서비스 등의 기능을 사용한다. <p>시나리오 상의 사용시간은 기능사용을 위해 실행 시부터 기능사용을 중지한 시간이다. 데이터교환 성공은 클라이언트에서 요청한 기능을 서버에서 정확히 제공한 것이다.</p>
① 시나리오 1 날씨서비스 지상	<p>사용자 A, B, C는 휴일을 맞아 등산을하기로 계획하고, 오전 9시에 등산로 입구에서 만나기로 약속을 하였다. 약속 장소로 출발하면서 A, B, C는 스마트폰과 스마트워치를 블루투스로 연동시켜 오늘의 날씨를 확인하였다.</p> <ul style="list-style-type: none"> - A는 두 기기를 연결시키는 데 약 2초가 소요되었고, 날씨를 확인 하는데 8초를 사용하였다. 데이터 교환은 2번 시도하여 모두 성공하였다. - B는 두 기기를 연결시키는 데 약 4초가 소요되었고, 날씨를 확인 하는데 9초를 사용하였다. 데이터 교환은 2번 시도하여 모두 성공하였다. - C는 두 기기를 연결시키는 데 약 5초가 소요되었고, 날씨를 확인 하는데 9초를 사용하였다. 데이터 교환은 3번 시도하여 1번 실패하였다.
② 시나리오 2 네비게이션 도로 위	<p>사용자 A, B, C는 목적지로 가기 위해 차를 타고 스마트워치로 네비게이션을 실행하였다.</p> <ul style="list-style-type: none"> - A는 네비게이션 실행에 6초가 소요되었으며, 주행 중 주변 상황에 따라 데이터교환 95번 중 9번의 데이터교환 실패가 이루어졌다. 기다린 시간의 합은 215초였으며, 서비스 사용시간은 3560초였다. - B는 네비게이션 실행에 9초가 소요되었으며, 주행 중 주변 상황에 따라 데이터교환 132번 중 27번의 데이터교환 실패가 이루어졌다. 기다린 시간의 합은 752초였으며, 서비스 사용시간은 5880초였다. - C는 네비게이션 실행에 11초가 소요되었으며, 주행 중 주변 상황에 따라 데이터교환 80번 중 21번의 데이터교환 실패가 이루어졌다. 기다린 시간의 합은 186초였으며, 서비스 사용시간은 2560초였다.

서비스 및 환경	시나리오
③ 시나리오 3 메신저 산 중턱	<p>사용자 A, B, C는 목적지에 모이는 과정에서 서로 스마트워치로 메신저 앱을 사용해 메시지를 주고받았다.</p> <ul style="list-style-type: none"> - A는 어플 실행에 2초가 소요, 메시지교환 시도 32회 중 2회를 실패하였으며, 메시지를 전송하는데 걸린 시간은 총 12초였으며, 사용시간은 255초였다. - B는 어플 실행에 5초가 소요, 메시지교환 시도 41회 중 7회를 실패하였으며, 메시지를 전송하는데 걸린 시간은 총 25초였으며, 사용시간은 331초였다. - C는 어플 실행에 10초가 소요, 메시지교환 시도 27회 중 5회를 실패하였으며, 메시지를 전송하는데 걸린 시간은 총 23초였으며, 사용시간은 252초였다.
④ 시나리오 4 맵서비스 산 정상	<p>사용자 A, B, C는 산 정상에 올라 휴식 중 하산 후 식사를 하기 위한 식당 정보를 얻기 위해 스마트워치로 맵서비스를 이용한다.</p> <ul style="list-style-type: none"> - A는 연결을 위해 대기시간 10초를 소요했으며, 사용시간은 약 32초였다. 데이터교환 시도 6회 중 1회 실패했다. - B는 연결을 위해 대기시간 15초를 소요했으며, 사용시간은 약 35초였다. 데이터교환 시도 8회 중 2회 실패했다. - C는 연결을 위해 대기시간 19초를 소요했으며, 사용시간은 약 38초였다. 데이터교환 시도 11회 중 5회 실패했다.
⑤ 시나리오 5 테스팅 모든 환경	<p>사용자 A, B, C는 각자의 스마트워치의 성능을 점검하기 위해 가변적인 환경에서의 사용가능 기능 수를 점검하고, 배터리 지속시간을 확인했다.</p> <ul style="list-style-type: none"> - S사의 기기는 테스트 과정에서 개발된 기능 27개 중 25개가 사용자의 요구사항을 만족했고, 서비스에 추가시켰다. A는 전체 기능 수 25개 중 지상에서 25개, 도로위에서 18개의 기능을 사용할 수 있었고, 배터리 지속시간은 18시간이었다. - L사의 기기는 테스트 과정에서 개발된 기능 26개 중 22개가 사용자의 요구사항을 만족했고, 서비스에 추가시켰다. B는 전체 기능 수 22개 중 지상에서 22개, 도로위에서 20개, 산 중턱에서 15개, 산 정상에서 10개의 기능을 사용할 수 있었고, 배터리 지속시간은 15시간이었다. - G사의 기기는 테스트 과정에서 개발된 기능 35개 중 29개가 사용자의 요구사항을 만족했고, 서비스에 추가시켰다. C는 전체 기능 수 29개 중 지상에서 29개, 도로위에서 21개, 산 중턱에서 10개, 산 정상에서 7개의 기능을 사용할 수 있었고, 배터리 지속시간은 12시간이었다.

6.2 시나리오 기반의 품질평가

본 절에서는 표 3의 시나리오를 본 논문에서 제시한 품질평가 메트릭에 적용한다.

6.2.1 상호운영성 메트릭

시나리오 상 웨어러블 기기의 상호운영성을 측정하기 위해 5.1절에서 정의한 DE를 적용한다. 표 4는 A, B, C가 사용한 웨어러블 기기의 데이터 교환과 관련된 변수 값들을 보여준다.

시나리오를 기반으로 상호운영성의 품질을 나타내는 DE값은 S사의 경우 0.911, L사의 경우 0.790, G사의 경우 0.736으로 계산된다.

표 4. 상호운영성 메트릭의 계산
Table 4. Calculation of interoperability metrics

사용자	시나리오	데이터교환 시도	교환 실패
A (S사)	①	2	0
	②	95	9
	③	32	2
	④	6	1
	합계	135	12
DE			0.911
B (L사)	①	2	0
	②	132	27
	③	41	7
	④	11	5
	합계	186	39
DE			0.790
C (G사)	①	3	1
	②	80	21
	③	27	5
	④	11	5
	합계	121	32
DE			0.736

6.2.2 운용성 메트릭

시나리오 상 웨어러블 기기의 운용성을 측정하기 위해 5.2절에서 정의한 CU를 적용한다. 시나리오 1에서 A, B, C는 지상에서 기기 사용 시 A의 경우 25개 중 25개, B의 경우 22개 중 22개, C의 경우 29개 중 29개 모두 사용 가능했다. 따라서 운용성의 품질을 나타내는 CU값은 S사, L사, G사 모두 1.000으로 계산된다.

6.2.3 시간반응성 메트릭

시나리오 상 웨어러블 기기의 시간반응성을 측정하기 위해 5.3절에서 정의한 WT를 적용한다. 표 5는 시나리오 1에서 A, B, C가 지상에서 기능사용을 위한

표 5. 시간반응성 메트릭의 계산
Table 5. Calculation of time behaviour metrics

사용자	대기 시간	사용 시간
A (S사)	2	8
	WT	0.750
B (L사)	4	9
	WT	0.556
C (G사)	5	9
	WT	0.445

대기시간, 사용시간과 관련된 변수 값들을 보여준다.

시나리오를 기반으로 시간반응성의 품질을 나타내는 WT값은 S사의 경우 0.750, L사의 경우 0.556, G사의 경우 0.445로 계산된다.

6.2.4 적응성 메트릭

시나리오 상 웨어러블 기기의 적응성을 측정하기 위해 5.4절에서 정의한 EA를 적용한다. 다음 표 6은 시나리오 5에서 S사, L사, G사가 테스트 과정에서 사용자의 요구사항을 만족시킨 기능과 관련된 변수 값들이다.

시나리오를 기반으로 적응성의 품질을 나타내는 EA값은 S사의 경우 0.926, L사의 경우 0.846, G사의 경우 0.829로 계산된다.

표 6. 적응성 메트릭의 계산
Table 6. Calculation of adaptability metrics

사용자	개발 기능 수	사용자 요구사항 충족 기능 수
A (S사)	27	25
	EA	0.926
B (L사)	26	22
	EA	0.846
C (G사)	35	29
	EA	0.829

6.2.5 실시간성 메트릭

시나리오 상 웨어러블 기기의 실시간성을 측정하기 위해 5.5절에서 정의한 RT를 적용한다. 표 7은 A, B, C가 가변적인 상황에서 사용한 4가지 기능의 대기시간, 사용시간에 관련된 변수 값들을 보여준다.

시나리오를 기반으로 실시간성의 품질을 나타내는 RT값은 S사의 경우 0.936, L사의 경우 0.871, G사의 경우 0.911으로 계산된다.

6.2.6 지속성 메트릭

시나리오 상 웨어러블 기기의 지속성을 측정하기

표 7. 실시간성 메트릭의 계산
Table 7. Calculation of realtime metrics

사용자	시나리오	대기 시간	사용 시간
A (S사)	①	2	8
	②	6+215	3560
	③	2+12	255
	④	10	32
	합계	247	3855
	RT		0.936
B (L사)	①	4	9
	②	9+752	5880
	③	5+25	331
	④	15	35
	합계	810	6255
	RT		0.871
C (G사)	①	5	9
	②	11+186	2560
	③	10+23	252
	④	19	38
	합계	254	2859
	RT		0.911

위해 5.6절에서 정의한 DU를 적용한다. 사용자 요구 사항을 만족하는 배터리 지속시간을 24시간으로 가정하고, DU 값을 계산한다. 시나리오 5에서 측정된 A, B, C의 배터리 지속시간은 각각 18시간, 15시간, 12시간이었다. DU값은 S사의 경우 0.750, L사의 경우 0.625, G사의 경우 0.500으로 계산된다.

6.2.7 지각성 메트릭

시나리오 상 웨어러블 기기의 지각성을 측정하기

표 8. 지각성 메트릭의 계산
Table 8. Calculation of perception metrics

사용자	환경	전체 기능 수	사용 가능 기능 수
A (S사)	지상	25	25
	도로 위	25	25
	산 중턱	25	20
	산 정상	25	18
	합계	100	88
	SE		0.880
B (L사)	지상	22	22
	도로 위	22	20
	산 중턱	22	15
	산 정상	22	10
	합계	88	67
	SE		0.761
C (G사)	지상	29	29
	도로 위	29	21
	산 중턱	29	10
	산 정상	29	7
	합계	116	67
	SE		0.578

위해 5.7절에서 정의한 SE를 적용한다. 표 8은 시나리오 5에서 A, B, C가 가변적인 상황에서 점점한 사용 가능 기능과 관련된 변수값들을 보여준다.

6.2.8 웨어러블 컴퓨터 통합 품질 평가

6.2.1절에서 6.2.7절까지 6.1절에서 명세한 시나리오에 품질 평가 메트릭을 적용하여 각 품질 속성의 메트릭 값을 정량적으로 계산했다. 계산된 메트릭들에 가중치를 적용하여 웨어러블 컴퓨터 통합 품질 메트릭 WCQA를 계산했다. 표 9는 품질 속성의 가중치와 메트릭 값의 계산을 보여준다.

최종적으로 시나리오 상의 웨어러블 컴퓨터의 통합 품질 메트릭 WCQA는 S사의 경우 0.904로 7가지 속성에서 전반적으로 높은 평가를 받았다. L사의 경우 0.807로 좋은 평가를 받았지만, 시간반응성 측면에서 부족한 부분이 있었다. G사의 경우 0.754로 시간반응

표 9. WCQA의 계산
Table 9. Calculation of WCQA

사용자	품질 속성	가중치	품질 속성 값	계산 값
A (S사)	상호운영성(DE)	0.39	0.911	0.355
	운용성(CU)	0.2	1.000	0.200
	시간반응성(WT)	0.1	0.750	0.075
	적응성(EA)	0.1	0.926	0.093
	실시간성(RT)	0.07	0.936	0.066
	지속성(DU)	0.07	0.750	0.053
	지각성(SE)	0.07	0.880	0.062
WCQA				0.904
B (L사)	상호운영성(DE)	0.39	0.790	0.308
	운용성(CU)	0.2	1.000	0.200
	시간반응성(WT)	0.1	0.556	0.056
	적응성(EA)	0.1	0.846	0.085
	실시간성(RT)	0.07	0.871	0.061
	지속성(DU)	0.07	0.625	0.044
	지각성(SE)	0.07	0.761	0.053
WCQA				0.807
C (G사)	상호운영성(DE)	0.39	0.736	0.287
	운용성(CU)	0.2	1.000	0.200
	시간반응성(WT)	0.1	0.445	0.045
	적응성(EA)	0.1	0.829	0.083
	실시간성(RT)	0.07	0.911	0.064
	지속성(DU)	0.07	0.500	0.035
	지각성(SE)	0.07	0.578	0.040
WCQA				0.754

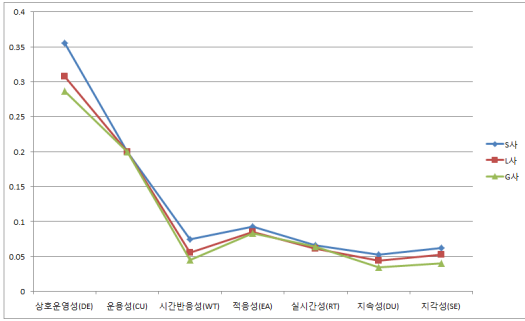


그림 6. 각 메트릭 별 품질측정수치 비교
Fig. 6. Comparison of quality assessment value by each metrics

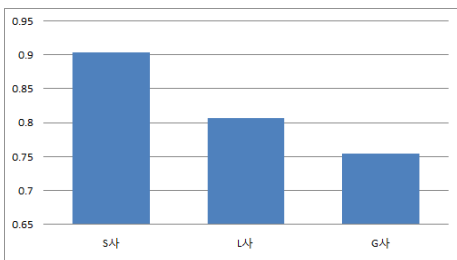


그림 7. WCQA 비교
Fig. 7. Comparison of WCQA

성, 지속성, 지각성 측면에서 부족한 부분이 많았다. 그림 6, 7은 세 제품의 웨어러블 품질측정수치 결과를 보여주고 있다.

VII. 결 론

웨어러블 디바이스는 스마트폰이 담당하지 못하는 영역에서 무선네트워크, 센서, 컴퓨팅 능력을 통해 이용될 수 있다. 웨어러블 디바이스가 실용성을 가지기 위해서는 안정적인 배터리기술과 광대역 통신이 지원되어야 한다. 최근의 웨어러블 컴퓨터는 스마트폰과 같은 다른 객체의 기기에 의존할 수밖에 없는 수준이다. 광대역 통신을 통한 원활한 데이터교환을 보장해야만 스마트기기들과 연동함으로써 서비스가 가능하다. 따라서 좋은 품질을 유지하기 위해서는 웨어러블 컴퓨터와 스마트 객체와의 상호연동이 가장 중요하다고 할 수 있다. 본 논문에서는 웨어러블 컴퓨터의 품질평가모델을 제안하였다. 웨어러블 컴퓨터의 특징을 7가지를 제시하고, ISO/IEC 9126에서 주특성 5개, 부특성 7개, 추가된 품질특성에서 주특성 2개, 부특성 5개를 도출했다. 총 12개의 부특성 중 보안성, 회복성, 호감성, 표현성, 시인성은 개발, 테스트링 과정에서 일정

품질을 보장하기 때문에 Default 값으로 간주하고, 상호운영성, 운용성, 시간반응성, 적응성, 실시간성, 지속성, 지각성을 품질 부특성으로 결정했다. 7가지 품질 부특성의 메트릭과 웨어러블 컴퓨터 통합 품질 평가 메트릭 WCQA를 정의했다. 또한, 시나리오 기반의 사례연구를 통해 품질 평가 모델의 유효성을 검증했다. 결과적으로 제안된 WCQA를 사용하여 웨어러블 컴퓨터의 품질을 비교적 정확하게 측정할 수 있다.

References

- [1] M. Steve, "Wearable computing: A first step toward personal imaging," *Computer*, vol. 30, no. 2, pp. 25-32, Feb. 1997.
- [2] F. Jonny, A. J. Moore, N. Tilbury, J. Church, and P. D. Biemond, "Wearable sensor badge and sensor jacket for context awareness," *IEEE 3rd Int. Symp. Wearable Computers, Digest of Papers*, pp. 107-113, San Francisco, USA, Oct. 1999.
- [3] G. Tia, D. Greenspan, M. Welsh, R. Juang, and A. Alm, "Vital signs monitoring and patient tracking over a wireless network," *IEEE 27th Annu. Int. Conf. Eng. Medicine and Biology Soc.(IEEE-EMBS 2005)*, pp 102-105, Shanghai, China, Jan. 2006.
- [4] J. Pouwelse, K. Langendoen, and H. Sips, "Dynamic voltage scaling on a low-power microprocessor," in *Proc. MobiCom '01*, pp. 251-259, New York, USA, Jul. 2001.
- [5] M. Billinghurst and T. Starner, "Wearable devices: new ways to manage information," *Computer*, vol. 32, no. 1, pp 57-64, Jan. 1999.
- [6] S. Park and S. Jayaraman, "Enhancing the quality of life through wearable technology," *IEEE Eng. Medicine and Biology Mag.*, vol. 22, no. 3, pp. 41-48, May-Jun. 2003.
- [7] B. B. Chua and L. E. Dyson, "Applying the ISO 9126 model to the evaluation of an e-learning system," in *Proc. ASCILITE*, pp. 184-190, Perth, Australia, Dec. 2004.
- [8] Su, Yu-Chi, et al., "A 52 mW full HD 160-degree object viewpoint recognition SoC with visual vocabulary processor for wearable vision applications," *IEEE J. Solid-State*

Circuits, vol. 47, no. 4, pp. 797-809, Apr. 2012.

[9] A. Pantelopoulos and N. G. Bourbakis, "A survey on wearable sensor-based systems for health monitoring and prognosis," *IEEE Trans. Syst., Man, Cybernetics, Part C: Appl. Rev.*, vol. 40, no. 1, pp. 1-12, Jan. 2010.

[10] D. A. Ross and B. B. Blasch, "Wearable interfaces for orientation and wayfinding," in *Proc. 4th Int. ACM Conf. Assistive Technol. ACM*, pp. 193-200, New York, USA, Jul. 2000.

[11] H. M. Park, S. H. Lee, and J. S. Choi, "Wearable augmented reality system using gaze interaction," in *Proc. 7th IEEE/ACM ISMAR 2008*, pp. 175-176, Washington, USA, Sept. 2008.

[12] W. Y. Kim and U. N. Heo, "Super Resolution Processing Model in Cloud for Wearable Device," in *Proc. KICS Int. Conf. Commun. 2014(KICS ICC Winter)*, pp. 124-125, Pyeong Chang, Korea, Jan. 2014.

[13] L. E. Dunne, P. Walsh, B. Smyth, and B. Caulfield, "Design and evaluation of a wearable optical sensor for monitoring seated spinal posture," *IEEE Wearable Computers*, pp. 65-68, Montreux, Swiss, Oct. 2006.

[14] D. P. Roberto and L. V. Mancini, "Security and privacy issues of handheld and wearable wireless devices," *Commun. ACM*, vol. 46, no. 9, pp. 74-79, Sept. 2003.

[15] J. H. Lee and D. S. Um, "An energy-efficient MAC protocol for wearable device WBAN environment through asymmetric method and QoS," *J. KICS*, vol. 37, no. 6, pp. 394-404, Jun. 2012.

[16] B. J. Rhodes, N. Minar, and J. Weaver, "Wearable computing meets ubiquitous computing: Reaping the best of both worlds," *IEEE Wearable Computers*, pp. 141-149, San Francisco, USA, Oct. 1999.

[17] M. Page and A. V. Moere, "Evaluating a wearable display jersey for augmenting team sports awareness," *Pervasive Computing*, LNCS 4480, pp. 91-108, Toronto, Canada,

May 2007.

[18] Y. H. Oh, J. S. Lee, and S. J. Kang, "Protocol Design for Opportunistic Direct M2M Communication in Wearable Computing Environment," *J. KICS*, vol. 39, no. 2, pp. 151-163, Feb. 2014.

[19] S. H. Oh, S. D. Kim, and S. Y. Kim, "UCQM: A Quality Model for Practical Evaluation of Ubiquitous Computing Systems," *J. KIISE*, vol. 34, no. 4, pp. 342-358, Apr. 2007.

오 천 석 (Cheon-seok Oh)



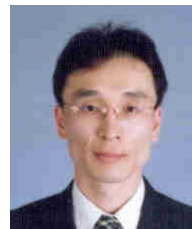
2013년 2월 : 인하대학교 토목 공학과 졸업
 2013년 3월~현재 : 숭실대학교 SW특성화대학원 석사과정
 <관심분야> 소프트웨어 품질, 데이터 마이닝, 빅데이터

최 재 현 (Jae-hyun Choi)



2004년 2월 : 숭실대학교 대학원 컴퓨터학과(석사)
 2011년 3월 : 숭실대학교 대학원 컴퓨터학과(박사)
 2013년 4월~현재 : 숭실대학교 SW특성화대학원 교수
 <관심분야> 분산컴퓨팅, SOA

김 종 배 (Jong-bae Kim)



2002년 8월 : 숭실대학교 정보과학대학원(석사)
 2006년 8월 : 숭실대학교 대학원 컴퓨터학과(박사)
 2012년 11월~현재 : 숭실대학교 SW특성화대학원 교수
 <관심분야> 오픈소스, 보안

박 제 원 (Jea-won Park)



2004년 2월 : 숭실대학교 대학
원 컴퓨터학과(석사)

2011년 8월 : 숭실대학교 대학
원 컴퓨터학과(박사)

2013년 4월~현재 : 숭실대학교
SW특성화대학원 교수

<관심분야> 테스트, SOA/ESB