

초음파진단기기의 보조적 매체인 터치스크린 패널  
유저인터페이스 디자인 사용성 평가연구

A Study on the Usability Evaluation for Touch Screen Panel User  
Interface Design which is an subsidiary media of diagnostic ultrasound  
device

주저자

이 호 경 Lee, Ho-kyoung

성균관대학교 대학원 박사과정 | Sungkyunkwan University of Ph D course

scorpii18@naver.com

투고일	2018.04.18	심사일	2018.07.16	게재확정일	2018.07.25
-----	------------	-----	------------	-------	------------

- 1. 서론
  - 1.1. 연구의 배경 및 목적
  - 1.2. 연구의 방법 및 범위
- 2. 초음파진단기기의 터치스크린 패널  
유저인터페이스 현황
  - 2.1. 초음파진단기기의 정의 및 특성
  - 2.2. 초음파진단기기의 터치스크린 패널 사용현황
  - 2.3. 초음파진단기기의 터치스크린 패널  
유저인터페이스 디자인 현황
- 3. 초음파진단기기의 터치스크린 패널  
유저인터페이스 사용성 연구
  - 3.1. 분석범위 및 평가방법
  - 3.2. 초음파진단기기의 터치스크린패널  
유저인터페이스 Task Process분석
  - 3.3. 초음파진단기기의 터치스크린 패널  
유저인터페이스 화면 구성요소분석
- 4. 사용성 평가
  - 4.1. 평가 대상의 선정 및 방법
  - 4.2. 결과 분석
- 5. 결론
- 참고문헌

**Keyword**

Touch screens, Medical devices, Ultrasonic diagnostic devices, UX&UI

As the convergence era with enhanced multimedia functions has been developed, various devices have been developed in the form of touch screens for efficient operation of the users, and these changes have also affected the medical devices, and the touch screen panels have been used. The purpose of this paper is to analyze the interface design of the touch screen panel, which has been used from the ultrasonic diagnostic equipment, and to propose a design improvement.

First, we set up a Task Process through a FGI interview with a group of experts using ultrasonic diagnostic devices and then perform usability evaluation by task process. The usability evaluation of each screen element was made based on Jakob Nielsen 's heuristic evaluation, Norman's evaluation and HIMSS usability evaluation.

As a result, firstly, it was found that GE and Philips products showed high evaluation results in usability test evaluation by task process, so they developed products considering usability for each task process considering user 's workflow. Secondly, in the evaluation of Graphic Uer Interface elements, Medison and Alpinion products were highly evaluated in terms of the emotional element which shows the overall aesthetics.

논문요약

멀티미디어 기능이 강화된 컨버전스 시대로 변화하면서 서 각종 디바이스들이 사용자의 효율적인 조작을 위해 터치스크린의 형태로 개발되어지고 이러한 변화는 의 료기기에도 영향을 주어 터치스크린 패널을 부분적으로 차용한 형태로 발전하기 시작했다. 본 논문에서는 초음파 진단기기 에서 부분적으로 차용하기 시작한 터치스크린패널의 인터페이스 디자인을 사용자관점에서 분석하고 디자인개선점을 제안하는데 목적이 있다. 먼저 초음파진단기기를 사용하는 전문가 집단과의 사전 FGI 인터뷰를 통해 테스트 프로세스(Task Process)를 설정 후 테스트 프로세스별 사용성 평가를 실시한다. 그리고 화면구성요소별 사용성 평가는 제이콥 닐슨의 휴리스틱평가와 도널드노먼의 사용성 평가이론. HIMSS 의 사용성 평가원칙을 바탕으로 평가 지표를 새로이 정립 후 사용성 평가를 실시하였다. 그 결과 첫째, 테

스크 프로세스별 사용성 테스트 평가 결과 지이(GE)와 필립스(Philips)제품이 높은 평가 결과를 나타내어 국내 업체 제품보다 사용자들의 워크플로우를 고려한 스크 프로세스별 사용성을 고려하여 제품을 개발한 것을 알 수 있었다. 둘째, 디자인적 요소인 화면구성별 평가에서는 전체적인 심미성을 나타내는 감성적 요소 부분에서 국내 업체인 삼성메디슨과 알피니언메디컬시스템의 제품이 높은 평가를 얻었고 학습성과 일관성을 나타내는 기능적인 요소와 조작에 관한 상호 작용적인 부분에서는 해외업체가 좀 더 높은 평가결과가 나왔다.

## 1. 서론

### 1.1. 연구배경 및 목적

오늘날 과학기술의 발전으로 현대인들은 과거 몇십년 전과 비교할 수 없을 만큼 삶이 다양화되고 빠르게 변화해왔다. 이런 시대적 변화와 흐름은 의료기기 또한 예외일수가 없듯이 날로 발전하여 이동성이 좋은 Hand Carry 사이즈로 점차 스마트, 소형화 되고 있는 추세이다. 현재의 이러한 디지털 기기들의 정보전달 중심에서 멀티미디어 기능이 강화된 컨버전스 시대로 변화됨에 따라 스마트폰의 디스플레이 또한 사용자의 효율적인 조작을 위해 터치스크린의 형태로 개발이 되었고 이런 디지털 기기의 변화는 의료기기에도 영향을 주어 기본적인 물리적 버튼을 제외한 나머지 조작 버튼을 위한 터치스크린 패널을 부분적으로 차용한 형태로 발전하게 되었다. 일부 HCI분야 학자들은 사용성에 대한 관점으로 볼 때 움직임 자극이 오히려 조작의 효율성을 저해한다고 지적했으나 현재 산업계에서는 이러한 움직임에 대한 효과를 사용자 입장에서 조사하고 예측하여 다양한 디지털기기에 활용하고 있다. 영상진단의료기기에서의 터치스크린 패널은 현재 고가의 라인업 장비에만 부분적으로 차용되어지고 있으며 점차 그 활용범위가 확대되어가고 있는 추세이다. 그러므로 본 연구에서는 터치스크린과 물리적 버튼 조작 기능을 제공하는 컨트롤 패널과의 병행배치와 의료기기의 정보를 나타내는 모니터와의 상호관계 속에서 터치스크린의 활용의 범위를 파악하고 영상진단의료기기 중 초음파 진단기기를 중심으로 터치스크린을 활용

한 인터페이스 디자인 개발을 위한 시각 구성 요소 및 사용성 평가를 통해 문제점을 분석하고 개선점을 제시하는데 목적이 있다.

### 1.2. 연구의 범위 및 방법

본 연구는 영상진단 의료기기 중 초음파 진단기기의 보조적인 조작기능을 제공하는 터치스크린 인터페이스의 Task Process와 시각구성 요소의 사용성 평가를 위해 2016년 식품의약품통계연보 제 18호와 한국보건산업진흥원 발행하는 의료기기 주요 품목 시장분석 자료의 분석을 통해 국내의 매출순위 30위 순위내의 국내 2개 업체, 해외 2개 업체 총4개 업체를 선정하여 진행한다.

연구는 다음과 같은 순서로 진행되었다.

첫째, 초음파진단기기를 이해하고 사용 환경과 아울러 전문 사용자들에 대한 충분한 이해를 바탕으로 조사를 실시하여 기본적으로 사용되는 컨트롤패널의 보조적 역할인 터치스크린 패널의 기술적 정의 및 이론적 배경에 대하여 알아 본다.

둘째, 병원에서 영상진단기기를 전문적으로 활용하는 전문가들을 사전 조사하여 초음파진단기기 터치스크린 패널의 유저인터페이스의 디자인 시각 구성 요소와 터치스크린패널의 주요 워크플로우를 도출하고 그 도출된 항목의 사용성 평가원칙을 제시한다.

셋째, 디자인 시각 구성요소와 워크플로우를 토대로 제시된 사용성 평가원칙에 맞춰 국내 2개 업체 해외2개 업체의 제품을 대상으로 주요 기능별 사용성을 평가한다.

## 2. 초음파 진단기기의 터치스크린패널

### 유저인터페이스 현황

#### 2.1. 초음파진단기기의 정의 및 특성

‘초음파 영상 진단장치는 인간의 가청음역(20~20,000Hz)보다 주파수가 높은 20,000Hz이상의 초음파를 인체 내부에 투과하여 확산, 흡수, 산란을 통해 나타나는 영상을 제공하는 의료기기를 말하며 초음파 영상을 표시하는 방법으로 2차원 영상으로 보는 B모드, 심장등 대상체의 움직임을 보는 M모드, 도플러 효과를 이용하여 움직이는 혈류의 속도를 보는 도플러모드, 대상체의 속도를 컬러로 보는 C모

드, 태아 등 입체적으로 보는 3D모드가 있다. 또한 초음파 영상 진단장치는 X-ray, CT, MRI등의 다른 영상진단기기에 비해 소형이고 저렴하며, 방사선 노출이 없어서 인체에 무해하다. 주로 심장, 복부, 산부인과 및 혈관의 진단 등에 널리 사용된다.<sup>1)</sup> 또한 초음파 영상 진단장치는 크게 트랜스듀서, 컴퓨터, 모니터로 구성되었으며 그 중 주요 구성요소인 트랜스듀서에 따라 진단영역 및 사용목적이 구분되어지는데 Liner array는 갑상선, 근 골격계, 미세혈관에 사용되어지고, 영상이 부채꼴 모양인 Curved array는 주로 복부 검사용으로 많이 사용되어진다. 심장검사용인 Phased array와 정맥, 전립선등 특수 부위에 사용하는 특수 array 등이 있다.

## 2.2. 초음파진단기기의 터치스크린 패널 사용현황

### 2.2.1 초음파진단기기의 터치스크린 매체 특징

터치스크린은 1971년도에 발명되었고 그 후 10년이 지난 1983년에 상용화되기 시작해서 무려 20여년이 지난 현재에서야 새롭게 각광을 받고 있는 매체이다. ‘터치스크린은 은행의 ATM기나 안내/전시용 KIOSK등에서 흔히 접할 수 있고 PDA나 태블릿 PC등에 키패드와 결합되어 제한적으로 사용되어왔다. 최근 들어 애플에서 출시한 아이폰을 필두로 전면 터치스크린 휴대폰들이 속속 출시되고 다양한 분야의 제품들이 터치스크린 기술을 채용하여 새로운 UI와 디자인을 선보이고 있다. 이 오래된 기술이 최근 들어서 다양한 분야에 활발히 적용되는 것은 첫째, 터치스크린 기술의 발달이다. 초기 기술은 터치를 인식하는 범위가 최소한이라 인식 오류가 많았다. 그러나 근래 들어 인식이 획기적으로 개선됨에 따라 작은 화면에서 손가락 터치 인식도 문제없게 되었고 이로 인해 소형디지털 기기에도 활발히 채용되는 경우가 크게 확대되었다. 둘째, 터치스크린 기술의 발달과 이를 뒷받침해 줄 수 있는 디바이스 하드웨어 스펙의 향상을 들 수 있다. 아무리 기술이 발달한다 하더라도 이를 구현할 수 있도록 하드웨어 기능이 따라 주지 않는다면 아무 소용이 없을 것이다. 셋째, 가장 중요한 요

인으로 모바일 기기의 소형화와 컨버저스화가 이루어지면서 작은 화면에서 다양한 기능을 효과적으로 구현할 수 있는 인터페이스를 위해 터치스크린이 부각된 점을 들 수 있다.’<sup>2)</sup>

### 2.2.2 초음파진단기기의 터치스크린 기술 현황

‘버튼 같은 단순 터치 기능에 적용되었던 터치 센서 기술은 20인치 이상의 디스플레이에 적용 가능한 대형 터치 센서 기술, 여러 개의 터치신호를 동시에 감지할 수 있는 멀티 터치 센서기술, 플렉시블 디스플레이에 적용 가능한 플렉시블 터치 센서 기술, 그리고 햅틱 피드백이 가능한 촉각 센서 기술 등 다양한 기술들에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 터치 센서 기술 구현방식으로는 크게 저항막 방식, 정전용량 방식, 적외선 방식 등 다양한 기술이 있으나 부드러운 터치와 멀티 터치 기능 구현이 용이한 정전용량 방식이 향후 확대될 것으로 예상된다. 대형 디스플레이를 제어할 수 있는 멀티 터치센서 기술은 대만의 TPK사가 2011년 정전용량 방식의 제품 발표했고 그 뒤 삼성전자와 마이크로소프트사와 공동 개발한 40인치 제품을 발표하였으며 현재는 100인치 이상의 대면적 터치 패널이 개발되어지고 있다. 단순터치만 인식하는 것 외에 터치 뿐 아니라 압력, 즉 누르는 힘을 동시에 측정할 수 있는 터치 패널에 관한 연구개발도 활발하게 진행되고 있다 압력을 동시에 측정할 수 있는 투명 터치 센서는 향후 유연 디스플레이와도 결합 될 수 있도록 개발 중이다. 유연 디스플레이와 함께 미래의 디스플레이 기술로 주목 받고 있는 투명 디스플레이는 세계적으로 개발된 사례가 매우 적으므로 개발이 되어 질 경우 경제적인 이득도 기대해볼 수 있다.’<sup>3)</sup>

### 2.2.3 초음파진단기기의 터치스크린 적용 현황

초음파 영상 진단기기 시장에서 주로 카트기반의 제품이 2/3을 점유하고 글로벌 선두 기업들의 기술과 성능이 유사한 제품들로 현재 시장이 포화상태이다 하지만 2010년 이후에 보다

1) 고경화, 의료기기 품목시장 분석리포트 4호, 한국보건산업진흥원, 2012. pp.1-1

2) 박은정, 2008업계 화두,터치스크린 인터페이스, <http://blog.naver.com/animus73/140055922394>, 2008

3) 박준석, 임정묵, 경기옥, 실감터치 인터페이스 기술동향, 2013. pp46-47

가볍고 작은 크기의 다양한 진료현장에서 사용할 수 있는 휴대용 제품들의 출시로 인해 해당 제품의 시장 성장률이 증가하는 추세이다. 2000년대 초중반에는 카트기반 제품들의 수익률이 주를 이루었다면, 2000년 후반이후 현재까지 점차 휴대용 제품들의 수익률이 상승하고 있다. 이렇듯 초음파 영상진단기기 디바이스의 형태 또한 디지털환경의 변화와 고객들의 수요 요구에 맞춰 다양하게 진화하고 발전되어 지고 있다. 그러므로 고급사양의 카트기반 초음파 영상진단기기와 휴대용 초음파 영상진단 기기에서 현대적인 흐름에 맞춰 모바일에서 적극 차용되어지는 터치스크린이라는 디지털 매체를 활용하게 되었다. 이러한 터치스크린패널은 기존 컨트롤패널의 보조적 역할에서 시작하여 최근에는 카트기반 제품에 사용되어지는 컨트롤패널을 아예 터치스크린으로 대체 활용하는 획기적인 시도도 하고 있다. 이렇듯 초음파 영상진단 기기에서의 터치스크린이라는 매체는 고사양군 제품에서 기본적으로 제공되는 컨트롤패널의 보조적인 역할로 적극 활용되어지고 있다. 기존 모니터에서 복잡하게 표현해주었던 중요한 진단화면의 각종 정보들을 하단 터치스크린패널에 표시해주거나 기본적인 컨트롤패널에서 포함되지 않은 여러 추가 기능들을 유연하게 입력하거나 삭제할 수 있다. 이러한 매체활용의 예에서 보듯이 초음파 영상진단 기기에서 활용되어지는 터치스크린 패널의 유저인터페이스 또한 각 기업마다 여러 가지 기능과 디자인으로 다양하게 개발되어 지고 있다.

### 2.3. 초음파진단기기의 터치스크린 유저인터페이스 디자인 현황

초음파 영상진단 기기에서 컨트롤패널의 보조적 매체인 터치스크린 패널 유저인터페이스에 대한 의존도와 비중이 최근 들어 점차 커지고 있다. 현재 고 사양 초음파진단기기에만 제공되는 터치스크린 패널은 고객의 니즈를 반영하기 쉽고 또 병변부위 진단 시, 임상부위의 이미지를 제외한 나머지 측정도구와 메뉴, 정보들을 터치스크린패널에 집약적으로 그룹핑하여 제공함으로써 기본 모니터에서는 진단하고자 하는 임상부위의 이미지를 터치스크린 패널로

이동시켜 확대 또는 축소해서 볼 수 있다는 장점이 있고 향후 개발되는 기능과 관련한 메뉴와 버튼 등을 추가할 때도 기본적으로 제공되는 일반 컨트롤패널(Control Panel)만 있을 경우보다 편리하다. 임상전문가와 의료기기 개발자 총 5명과의 사전인터뷰에서 현재 대표적인 초음파 영상진단기기의 터치스크린 유저인터페이스디자인의 주요 구성요소를 레이아웃(Layout), 컬러(Color), 버튼(Button), 아이콘(Icon)등 4개 항목으로 규정하였고 이러한 디자인의 주요구성요소별로 각각 제품의 활용을 살펴보고자한다. 첫 번째, 지이(GE) 초음파진단기기 제품군의 사양을 살펴보면 Voluson, Vivid와 Logic시리즈가 있다. 각 장비의 터치스크린 패널 사이즈는 10.4인치로 해상도 1024x768이며 Voluson시리즈의 터치스크린패널의 유저인터페이스는 Dark Grey와 Light Grey 두 가지 컬러로 조합하여 표현하였고 Green컬러로 포인트를 사용하였다. 우측과 하단에 공통된 버튼을 배치하였고 좌측과 중앙에 해당 카테고리별 버튼을 배치하였다. 아이콘은 라인형태의 심플한 형태와 입체형태의 실사 아이콘의 혼합 형태를 사용하였다. Vivid시리즈 제품의 터치스크린패널의 유저인터페이스는 Dark blue와 Light blue의 두 가지 컬러로 조합하여 표현하였고 하단에 소프트 키를 배치하였고 상단에 탭 형식으로 카테고리를 분류하고 있다. 버튼은 입체감 있는 On/Off 형태이고 아이콘도 심플하고 플랫(flat)형태로 디자인하였다. Logic시리즈 제품의 터치스크린패널의 유저인터페이스는 Dark blue와 Light blue의 두 가지 컬러로 조합하고 포인트 컬러는 White와 Olive Green으로 표현하였다. 좌측의 기본 메뉴 하단에 소프트 키를 배치하였고 상단에 Exit와 프로브 선택 버튼을 배치하고 중앙에 기본 메뉴에 해당하는 다양한 버튼을 배치하였다. 기본적인 버튼은 입체감 있는 On/Off 형태로 표현하고 아이콘도 플랫(flat)한 형태, 라인의 심플한 형태와 입체감 있는 형태로 혼합하여 디자인되어있다. 두 번째, 필립스(Philips) 초음파진단기기 제품군의 사양을 살펴보면 Affiniti, IU 등이 있으며 필립스(Philips)제품의 터치스크린패널의 사이즈는 12인치이며 Affiniti의 터치스크린패널의 유저인터페이스는 Grey컬러가 기본적으로 적용되

어있고 포인터 컬러는 Orange 컬러이며 상단에는 프로브 설정 및 기본 메뉴의 버튼을 배치하고 중앙 탭 형식 카테고리 분류하여 배치하였고 하단에 모드 선정 및 자주 사용하는 측정 메뉴를 배치하였다. 세 번째, 삼성메디슨 제품은 RS80A, WS80A, HS70A, HS60시리즈가 있다. 각 장비의 터치스크린 패널 사이즈 10.1인치, 해상도가 1280X800이다. 삼성메디슨 초음파 진단기제품은 삼성의 CI와 같은 Blue컬러를 주조 색으로 사용하고 Dark Grey와 조화롭게 배색하여 사용하고 있으며 좌측과 상단에 공통적인 메뉴들을 배치하고 나머지 부분에 해당 메뉴버튼들을 배치하고 있다. 네 번째, 알피니언 메디컬시스템 제품은 ECUBE시리즈이며 터치스크린 패널사이즈는 10.1인치, 1280x800해상도이며 Dark Blue컬러가 주조색이다. 알피니언 메디컬시스템 CI의 컬러인 Jade Blue가 포인트 컬러로 사용되며 좌측과 하단에 기본 메뉴들을 배치하고 중앙부분은 탭 형식으로 하여 각 기본메뉴에 해당하는 메뉴버튼들을 중앙에 배치하고 있다.

### 3. 초음파진단기기의 터치스크린 유저인터페이스 사용성 평가원칙

#### 3.1. 분석방법 및 평가방법

초음파영상진단기기의 터치스크린 유저인터페이스의 사용성 평가를 하기 위한 평가원칙과 평가요인별 체크리스트 도출을 위해 임상전문가 및 관련의료진 3명을 대상으로 사전인터뷰와 회의를 실시하였고 사전인터뷰의 의견과 영상진단 임상전문가들이 실제 업무 시 사용하는 테스트평가서를 참조하여 테스트 프로세스별 사용성 평가요인을 설정하였다. 임상전문가들에 의하면 터치스크린 유저인터페이스디자인의 원활한 비교를 위해 병원과 동일한 환경에서 평가하는 것이 무엇보다 중요하다는 의견이 있었고 초음파 영상진단기기 제품의 라인업이 다양함으로 각 회사의 제품군중 가장 판매가 많이 되고 대표적인 제품군으로 선정할 필요가 있다는 의견도 있었다. 디자인별 사용성 평가는 임상전문가와 의료기기 개발자 총 5명을 대상으로 디자인항목별 구성요소를 추론하고 그 구성요소의 중요도를 파악하여 정리하였다. 이러한 조사를 바탕으로 현재까지 컴퓨터, 모

바일, 소프트웨어, 애플리케이션 등 광범위하게 적용되는 UI원칙의 대표적인 학자인 제이콥 닐슨의 휴리스틱 평가방법과 도널드노먼의 사용성이론, HIMSS(미국보건의료 정보관리 시스템 협회)의 모바일 헬스케어 애플리케이션 사용성 평가원칙을 추가로 활용하고 이러한 이론을 통합하여 이번 연구에서 분석하고자 하는 디자인 구성요소별로 항목을 정하였다.

#### 3.1.1 Jakob Nielsen의 사용성 평가원칙

‘휴리스틱 사용성 평가는 어느 정도 수준에 도달하는가를 평가 내려 문제점을 도출하고 개선책을 도출하는데 도움이 되는 디자인의 대표적인 평가방법이다. UX디자인에서 말하는 휴리스틱 평가는 평가척도에 따른 준수 여부를 사용성 전문가들이 판단하는 방법론으로 시스템 개발, 평가에 사용 될 수 있다. 1995년에 제이콥 닐슨에 의해 선구적으로 개발된 열 가지 사용성 휴리스틱평가는 사용성 평가를 할 때 매우 유용한 체크 리스트이고 효율적으로 인터페이스 디자인을 평가하게 한다. 이 가이드라인은 다음 [Table 1]과 같다.’

[Table 1] Jakob Nielsen의 사용성 평가 원칙

항목	설명
1.Visibility of system status	사용자에게 시스템의 현재 상태를 시각화하여 보여줘라
2.Match between system and the real world	사용자에게 익숙한 단어, 구 및 개념으로 사용자의 언어로 설계하라
3.User control and freedom	사용자에게 적절하게 통제할 수 있는 권리부여하라
4.Consistency and standards	일관성과 표준성을 높여라
5.Error prevention	사용자가 실수를 하지 않도록 미연에 방지 가능하게 설계하라
6.Recognition rather than recall	사용자가 적은 인지적 노력으로 시스템을 사용하도록 하라
7.Flexibility and efficiency of use	사용자가 시스템 사용에 있어서 유연하게 사용하도록 해라
8.Aesthetic and minimalist design	심미적이고 간결한 시스템 디자인을 제공하라
9.Help users recognize,diagnose, and recover from errors	(에러 발생 시 사용자 스스로 문제를 파악하고 수정할 수 있도록 설계하라
10.Help anddocumentation	사용자에게 충분한 도움말 제공하라

4) Jakob Nielsen, 10 Usability Heuristics for User Interface Design Article  
<https://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics>, 1995

### 3.1.2 Donald Norman 사용성 평가 이론

의료기 인터페이스디자인도 보수적인 의료 환경과 동일하게 획일적이고 제약이 많았지만 현재 터치스크린이라는 매체를 활용하듯이 디자인에서도 많은 변화를 요구되어지고 있다. 또한 의료기시장의 확대로 인해서 소비자나 사용자의 욕구를 파악하고 추론하여 제품개발에 적용하여야한다. 다시 말해 사용자의 심리적 감흥을 일으키는 디자인이 필요하게 된 것이다. ‘이러한 디자인의 사용성을 위해 도널드 노먼의 감성디자인의 개념 중 사용자 중심 기술에서 핵심 요소로 떠오르는 개념으로 어포던스라는 것이 있다. 도널드 노먼은 깃슨의 개념을 유용성의 관점에서 확장해 지각된 어포던스(perceived affordance)라는 용어를 사용했고 어포던스의 개념을 인간과 컴퓨터 상호작용 분야의 관점에서 사용하며 행동을 하는 사람의 지식이나 경험에 의해 실행할 것이라고 추측되는 어포던스를 주장했다. ‘지각된’이라는 의미를 강조해 사용자가 깨닫게 되는 과정을 강조하는 개념이다. 노먼은 사물의 인지된 속성이나 실질적 특성이 곧 어포던스이며 이것이 바로 사물이 어떻게 사용되는지 결정한다고 보았다. 산업 디자인이나 인터랙션 등에서 어포던스는 서로 다른 콘셉트를 연결하는 것을 의미하기도 하나 어떤 서비스와 시스템을 만들 때 사용자가 디자인된 물건을 직관적으로 보기만 해도 어떻게 사용할지 대략 짐작해 사용하게끔 할 수 있게 하는 것이 행동유도성 디자인이다. 이때 어포던스가 잘되어 있다면 그 쓰임새를 사용자가 이전 경험에서 추론해 제시된 사용법으로 이용하게 되는 것이다. 이런 어포던스는 의료기기 인터페이스 디자인의 사용성에 있어서도 새로이 중요하게 인지되고 있는 개념이다.’<sup>5)</sup>

### 3.1.3 HIMSS의 헬스케어 애플리케이션의 사용성 평가 원칙

HIMSS(미국보건의료 정보관리 시스템협회)는 세계최대의 의료 IT기간이며 수 만명의 의료 관련회원을 보유한 공신력 있는 기관으로 다양한 의료관련 연구와 의료안정성 및 유용성, 사

용성 권장 사항에 대한 평가지표를 제공해오고 있다. 모바일 헬스케어에 관한 연구를 통하여 헬스 케어 애플리케이션의 사용성 평가를 위해 사용성 평가 원칙을 발표하였고 이러한 평가원칙은 기본 모바일 애플리케이션 뿐만 아니라 다양한 응용프로그램의 브라우저 인터페이스 또는 여러 디바이스 장치를 통해 정보를 제공하는 다른 의료기기의 분야에서도 중요하게 적용 및 활용되고 있다. HIMSS의 헬스케어 애플리케이션의 사용성 평가원칙은[Table2]<sup>6)</sup>과 같다.

[Table. 2] HIMSS의 헬스케어 애플리케이션의 사용성 평가 원칙

항목	설명
효율성 Efficiency	Is it reasonable to take two minutes to use the app to compute drug dosing for a medication order? 앱이 약물 복용량을 계산하기 위해 2분을 사용하는가?
	How many steps should it take to view vital sign measurements of patients at home through apps that remotely connect to bedside monitors? 환자는 주요 징후를 확인하기 위해 모니터에 연결된 앱을 통해 얼마나 많은 단계를 거치는가?
	How long should it take for you to view medical images on a mobile platform? 모바일에서 이미지를 볼 수 있는데에 얼마의 시간을 소모하는가?
	Is data entry too complex or confusing to perform completely and as intended? 데이터 입력은 복잡하나 의도대로 완전히 수행되는가?
유효성 Effectiveness	Does the small screen size on your mobile device affect your ability to accurately interpret radiological images? 모바일의 작은 화면이 이미지를 정확하게 해석하는 능력에 영향을 미치는가?
	Is information poorly presented or subject to misinterpretation? 정보가 제대로 표시되어있는가?
	Does the app perform the way you expected? 앱은 예상대로 수행되는가?
만족도 User Satisfaction	Would you use the information/data obtained from the app in your clinical decision-making process? 의사결정 과정에서 사용자가 앱에서 얻은 정보를 활용하는가?

### 3.2. 초음파진단기기의 터치스크린 유저인터페이스 Task Process 분석

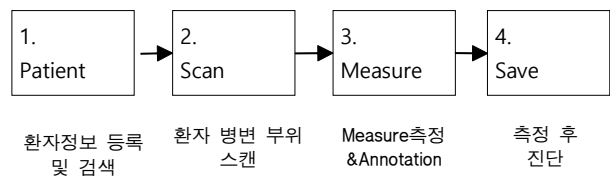
초음파영상진단기기의 터치스크린 유저인터페이스의 테스크 프로세스를 설정하기위해서 식품의약품안전처에서 2015년에 3월에 발행한 ‘국산화 핵심 의료기기 품목별 평가 가이드라인 개발연구’중 국산화 핵심 의료기기 초음파

5) 도널드 노먼 저 박창호 역,(2016) 도널드 노먼의 디자인과 인간 심리, 학지사, pp. 31-49

6) mHIMSS App Usability Work Group, Selecting a Mobile App: Evaluating the Usability of Medical Applications, HIMSS, July 2012, pp. 5-6.

진단기의 평가 가이드라인 항목과 식품의약품 안전평가원 2015년 ‘휴대용 초음파진단기기의 평가 가이드라인 개발 연구’, 2013년 보고 자료인 ‘관상동맥협착검출을 위한 초음파 진단기의 안정성 및 성능평가 가이드라인 마련연구’를 참조하고 지이(GE), 알피니언 메디컬시스템 두 회사 초음파진단기기제품의 사용자 매뉴얼과 임상전문가집단 3인의 의견을 취합하여 초음파진단기기의 터치스크린 패널 테스트 프로세스를 도출한다. 휴대용 초음파진단기기의 평가 가이드라인 개발 연구 자료에 의하면 ‘제어기 및 측정기의 정확도 시험항목의 해당 시험항목의 적합성은 ‘위험관리파일’이나 기능검사에 의해 확인해야한다. 그 예로 첫 번째, 시험목적 휴대용초음파진단기기의 음향출력과 관련된 역학적 지수(MI)와 열지수(TI)가 명확히 디스플레이 되고, 관련 정보가 부속문서에 제공되어 있는지 위험관리파일 검사를 통하여 안전성을 입증하고자 한다. 두 번째, 시험 기준 및 시험 방법 음향 출력과 관련된 역학적 지수(MI) 및 열지수(TI)를 표시하는 디스플레이는 다음 사항을 만족하는지 확인한다. ① 경고 및 안전 통지 : 출력 레벨을 발생하는 초음파 진단기기의 경우, 역학적 지수(MI) 및 열지수(TI), 표시된 초음파 노출 관련 변수의 해석 방법에 관한 정보를 조작자에게 제공하여야 하고 IEC 60601-2-37의 201.7.9.2.2 ‘경고 및 안전 통지’의 요구사항에 따른다. ② 음향 출력 : 출력 레벨을 초음파 진단기기로써 그 출력 레벨을 조작자가 직접 변경할 수 있는 경우, 제어기의 조절 결과로서 이루어지는 출력 레벨 변경을 명확히 확인할 수 있어야 한다. 관련된 표시는 디스플레이 특성에 적합하도록 하여야 한다. ③ 초음파 출력 레벨과 관련된 디스플레이는 지수의 일반 명칭이나 또는 약칭을 포함하여 조작자 위치에서 명료하게 식별할 수 있어야 한다. ④ IEC 60601-2-37의 201.12.4.2 ‘안전과 관련한 파라미터 표시’ 요구사항에 따라 표시되었는지 확인한다. ⑤ IEC 60601-2-37의 201.7.9.3.101 ‘음향 출력 레벨’에 관한 기술 데이터 요구사항에 따라서 역학적 지수(MI) 및 열지수(TI)의 최대값을 부속 문서에 명기하였는지 확인한다.’ 7) 위와 같이 규정된 가이드라인을 참조하고 전문가 집단과

의 인터뷰를 통해 터치스크린패널의 공통된 Task Process를 4단계로 정의를 내리고 그 단계별로 GUI의 사용성을 분석하고자 한다. 제이콥 닐슨(Jakob Nilsen)의 휴리스틱 사용성 평가, 도널드노먼(Donald A. Norma)의 사용성 이론 과 미국 HIMSS의 헬스 케어 애플리케이션의 사용성 평가원칙을 참조하여 초음파진단기기 터치스크린패널 그래픽유저인터페이스의 사용성 평가를 위한 원칙[Table 3]을 설정하고 그 원칙대로 평가를 하고자한다.



[Fig. 1] Task Process

[Table. 3] 수행도 측정을 위한 Task Process별 평가요소

평가요인	No.	평가항목
1.Patient	1-1	환자 검색이 용이 한가
	1-2	환자 정보 등록이 용이 한가
2.Scan	2-1	Mode 특성에 따른 Scan 옵션을 사용하기 편리하게 제공 하는가
	2-2	진단을 위한 이미지 옵션을 적절히 제공 하는가
3.Measure	3-1	측정을 위한 기능을 다양하게 제공 하는가
	3-2	Body Pattern과 Annotation기능 사용이 용이 한가
4.Save	4-1	진단 후 저장 시 기능을 적절히 제공하고 있는 가

### 3.3. 초음파진단기기의 터치스크린 패널 유저인터페이스 화면 구성요소별 분석

초음파 진단기기의 터치스크린 패널의 유저인터페이스 화면 구성 요소별 분석을 위하여 먼저 테스트 프로세스(Task Process)를 설정하고 프로세스별 4단계의 유저인터페이스를 제품별로 선정한다. 즉 4단계의 화면구성은 첫 번째 환자정보를 등록하고 기존 환자의 정보를 불러들이는 환자(Patient)화면, 두 번째, 환자의 질환에 맞게 트랜스듀서를 설정하고 진단환경을 설정 한다. 세 번째 환자의 질환에 맞춰

7) 휴대용초음파진단기기의 평가 가이드라인 개발연구, 식품의약품 안전처, 2015, pp43-44

병변을 확인하는 스캔(Scan) 모드 화면, 네 번째, 이미 스캔된 이미지 화면을 측정하는 측정(Measure)화면과 측정 후에 병명진단 및 진단의견(Comment)을 입력하는 주석(Annotation) 화면의 순서로 각각 분석하여 정리하고자한다. 디자인적인 화면 구성별 사용성 평가를 하기위해서 제이콥 닐슨의 휴리스틱 사용성 평가척도와 도널드노먼의 사용성 평가이론 그리고 미국 보건의료정보관리 시스템 협회에서 발표한 헬스케어 애플리케이션 사용성 평가인 HIMSS의 사용성 원칙을 참조 후 분석하여 영상진단기기의 터치스크린 패널의 유저인터페이스에 적합한 사용성 평가 원칙을 새로이 수립하여 크게 감성적 요소, 기능적 요소, 상호작용요인별로 구분하여 각화면 별 공동적인 디자인요소에 맞는 항목을 정하여 리스트를 작성하였다.

[Table 4] 터치스크린패널 유저인터페이스 화면  
1. Patient 2. Transducer 3. Scan 4. Measure&Annotation

	GE	Philips	Samsung	Alpinion
1				
2				
3				
4				

[Table 5] 화면구성요소별 평가요소

평가요인	No	평가항목
1. 감성적 요소 (심미성)	1-1	인터페이스 전체에 심미적인 만족감을 주는가 (심미성)
	1-2	폰트의 사이즈, 색상이 정보를 인지하는데 적합한가 (가독성)
2. 기능적 요소 (학습성, 일관성)	2-1	레이아웃은 일관성을 유지하는가 (일관성)
	2-2	각 기능별 동일한 메뉴 및 아이콘 방식이 사용되는가 (일관성)
	2-3	.메뉴 및 아이콘의 의미를 명확히 이해할 수 있는가 (인지용이)
	2-4	디자인 구성요소의 아이덴티티는 일관적인가 (일관성)
	2-5	그래픽사용이 조작에 방해가 되지는 않는가 (효율성)
3. 상호 작용 요인	3-1	메뉴 및 아이콘의 실행별 상태는 적절한가 (피드백)
	3-2	조작시 그래픽적요소의 피드백 제공이 용이한가(피드백)

## 4. 사용성 평가

### 4.1. 평가대상의 선정 및 방법

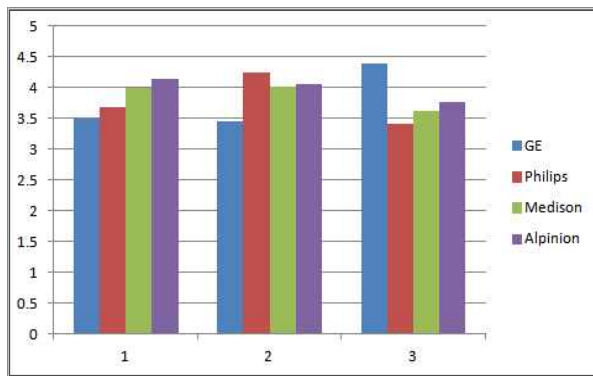
초음파 진단기기 터치스크린패널 사용성 평가를 하기위하여 초음파 진단기기 관련 업무 수행을 하는 병원 임상전문가 5명을 선정하여 각자 동일한 시간 동안 장비에 대한 사전 습득 시간을 설정하였으며 터치스크린 화면의 기능과 프로세스를 충분히 파악하게 하였다. 관련 초음파 장비는 지이(GE), 필립스(Philips), 삼성메디슨, 알피니언 메디컬시스템의 비슷한 고 사양의 장비를 선택하였고 병원의 검사 환경과 유사한 환경으로 내부를 설정하고 장비 4대를 배치 후 한 장비당 10분간 시간을 주어 충분히 파악하게 하였다. 태스크 수행이 끝난 뒤 태스크 프로세스 별 UI 사용성 항목과 화면 구성요소별 디자인 평가요인의 두 가지 항목으로 설문을 하였고 설문 항목은 리커트 5점 척도를 이용하여 조사 분석하였다. 리커트 5점 척도에 따르면, 1점이 매우 불만족, 2점 불만족, 3점 보통 4점 만족, 5점 매우 만족을 의미한다. 사용성 테스트 설문 후에는 사용자들과의 심층 인터뷰를 통해 추가적 만족도를 평가하고 설문 이외의 문제점 및 개선점을 도출하였고 이를 조사 후 정리 분석하여 향후 초음파 진단기기 및 나아가 영상진단의료기기의 터치스크린 패널의 인터페이스 디자인 개발에 방향을 제시하고자 한다.

## 4.2. 결과 분석

### 4.2.1 Task Process별 사용성 테스트결과분석

[Table 6] 수행도 측정을 위한 Task Process별 평가결과

평가요인	No.	피실험자	평균값			
			GE	Philips	Medison	Alpinion
1.Patient	1-1	8	4	2.5	3.75	3.15
	1-2	8	4	3.25	4	4
2.Scan	2-1	8	4.3	4	4.37	4
	2-2	8	4	4	4.2	3.8
3.Measure	3-1	8	4.3	4.3	3.4	3.6
	3-2	8	4	4.3	3.37	3.6
4.Save	4-1	8	4.3	4	3.75	3.37



[[Fig. 2] 수행도 측정을 위한 Task Process별 평가결과

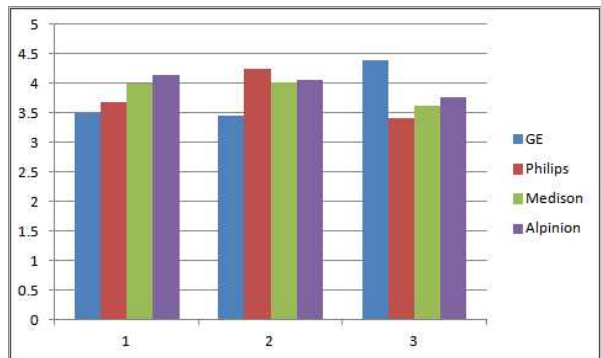
수행도 측정을 위한 테스트 프로세스별 테스트 결과 Table7과 Graph8과 같은 사용성 평균값을 얻었다. 지이(GE)는 테스트중 환자정보 검색과 정보등록을 위한 환자(Patient)관련 기능을 제공하는 항목에서 평균 4로 높은 수치로 나타났으며 아울러 측정(Measure)항목에서도 필립스(Philips)와 같이 가장 높은 평균값을 얻었으며 지이(GE)는 4개 업체 중 모든 항목에서 균형 있게 높은 평균값을 얻었다. 필립스(Philips)는 저장하는 기능을 제공하는 부분에서 가장 높은 수치를 보였으며 환자(Patient)항목에서는 가장 저조한 수치를 나타냈고 환자(Patient)항목을 제외한 나머지 항목에서는 균형 있고 높은 평균값을 나타냈다. 삼성메디슨은 4개 업체 중 진단을 위한 이미지 옵션을 제공하고 진단을 위한 기능이 4.37로 가장 높은 수치로 나타났고 측정과 주석(Annotation) 기능을 제공하는 측정(Measure)항목은 가장 낮은 수치로 나타났다. 알피니언 메디컬시스템

은 저장(Save)항목을 제외한 나머지 항목에서 균형 있게 평균값을 얻었으나 저장기능을 제공하는 항목에서 가장 저조한 수치가 나타났고 측정과 진단부분의 기능에서도 타사와 비슷한 수치이거나 보다 조금 낮은 수치를 보여 수행도 측정을 위한 테스트 프로세스 부분 중 기술적, 기능적인 부분의 보완을 위한 노력이 필요하다고 보여 진다. 특히 진단 후 저장하는 항목에서 기능적인 보완이 시급해 보인다.

### 4.2.2 화면구성별 사용성 테스트결과분석

[Table 7] 화면구성별 평가 결과

평가요인	No	피실험자	평균값			
			GE	Philips	Medison	Alpinion
1. 감성적 요소 (심미성)	1-1	8	3	4	4	4
	1-2	8	4	3.37	4	4.3
2. 기능적 요소 (학습성, 일관성)	2-1	8	4.3	4.6	4.75	4.75
	2-2	8	4.3	4.3	4	4
	2-3	8	4.7	4	4.3	4
	2-4	8	4.7	4.37	3	4.5
	2-5	8	4	3	3.62	4
3. 상호 작용 요인	3-1	8	4.3	3.6	3.62	3.4
	3-2	8	4.5	3.37	3.62	4.12



[[Fig. 2] 화면구성별 평가 결과 평가결과

화면 구성별 디자인평가 측정을 위한 테스트 결과 Table7과 Fig2와 같은 사용성 평균값을 얻었다. 인터페이스 디자인 사용성 평가 중 전체적인 심미성 부분과 폰트의 가독성 부분에서는 국내업체인 알피니언 메디컬시스템과 삼성메디슨이 높은 수치를 보여주고 있으나 상호작용요인 부분에서는 다소 낮은 수치를 보여주고 있다. 메뉴 및 아이콘 조작 시 보여주는 피드

백과 실행별 상태의 적절성 항목에서는 지이(GE)가 가장 용이하다는 평가 수치를 보여준다. 그러나 지이(GE)는 조작과 실행을 보여주는 상호작용요인을 제외한 나머지부분에서는 낮은 수치를 보여주고 있다. 필립스(Philips)는 화면구성별 디자인 평가 측정 중 일관성과 인지용이 그리고 효율적인 부분인 기능적인 요소에서는 4개 업체 중 가장 높은 수치를 보여주고 있으나 상호작용요인의 부분에서 가장 미흡하다는 평가 수치가 조사결과로 나타났다. 이렇듯 필립스(Philips)의 터치스크린 패널의 화면 구성별 디자인 평가에서 나타난 바와 같이 필립스(Philips)는 심미성보다는 아이콘, 메뉴 등의 그래픽적 요소의 기능적인 부분에 집중하여 효율성과 인지 부분에 더 포커스를 두고 있음을 알 수 있다. 초음파 영상진단기기의 터치스크린 패널의 화면 구성별 디자인부분에서 국내업체는 감성요소 부분에서 높은 수치를 보이고 해외 업체인 지이(GE)와 필립스(Philips)는 상호작용요인과 기능적 요소 부분에서 더 높은 수치를 보여주고 있다.

#### 4.2.3 포커스 그룹 인터뷰

병원임상전문가 5명을 대상으로 사용성 평가 설문 조사 후 해당 전문가 집단을 대상으로 추가 집중 인터뷰를 실시하였다. 이러한 전문가 집단의 초음파영상 진단기기의 보조적 매체인 터치 스크린패널에 대한 다양한 의견을 수렴하여 정리하여 보았다. 첫 번째, 인터페이스 디자인측면 부분에서 지이(GE)의 경우 평가자중 5명이 전체적인 디자인 색상에서 부드러운 느낌이 부족하고 인터페이스 디자인이 단순하다는 의견이 많았고 그 외 의견으로는 버튼의 명칭이 작은 텍스트로 되어있어 가독성이 부족하다는 의견도 있었지만 버튼의 활성화와 비활성화를 구분하는 상태구분이 용이하고 버튼과 좌우 화살표의 이미지가 커서 터치를 실행하기 용이하다는 의견도 있었다. 필립스(Philips)의 경우 텍스트사이즈가 작아서 가독성이 떨어진다는 의견이 대다수이고 아이콘의 경우도 의미를 명확하게 이해하기 힘들다는 의견도 있었다. 그러나 부드러운 색상으로 인터페이스를 디자인하여 전체적인 눈의 피로도를 낮추어 장시간 작업 시에는 효과적 이다 는 의견과 터

치스크린 UI의 통일성을 가장 명확하게 나타낸다는 의견도 있었다. 삼성메디슨의 경우는 지이(GE)와 같이 디자인에 직각의 사용이 많아서 딱딱한 느낌을 주고 버튼사이 공간이 부족하고 한 화면에 버튼이 너무 많아 답답하다는 의견도 있었으나 다양한 컬러를 사용하여 사용자에게 활성화된 상태를 직관적으로 알려주고 트랜스듀서(Transducer)화면의 경우 애플리케이션별로 구분하여 사용하기 용이하다는 의견이 있었다. 마지막으로 알피니언 메디컬시스템은 버튼의 활성화와 비활성 상태의 폰트 색상의 구분이 타사에 비해 가독성이 부족하지만 전체적으로 차별화되고 통일성 있는 컬러를 사용하여 정돈되어 보이는 효과가 있다고 응답하였다. 두 번째, 테스트 프로세스별 인터페이스 측면에서 각 제품별로 장점은 지이(GE)와 필립스(Philips)의 경우 조작 시 실행별 상태가 통일되어 있어서 User입장에서 인터페이스에 대한 이해가 쉽고 조사했던 모든 제품에서 많이 사용하는 기능들의 버튼을 그룹핑을 하거나 터치스크린의 한 부분에 고정해놓아서 사용자의 편의성을 고려한 점은 공통적으로 장점이라 의견을 주었다. 그외 필립스(Philips)의 키보드가 노트북과 가장 유사하여 익숙한 조작이 가능한 것이 장점이라는 의견과 알피니언 메디컬시스템은 다양한 스캔 옵션 및 기능을 제공하여 편의성을 높였지만 다소 타사대비 복잡하게 느껴질 수 있다는 의견이 있었다. 필립스(Philips)의 경우 타사와 기능이나 버튼의 용어에서 차이가 많으며 기능들을 컨트롤패널(Control Panel)에 제공하지 않고 터치스크린에만 존재하여 워크플로우(Workflow)가 불편하다는 의견이 많았다. 처음 장비를 접하는 사용자입장에서는 생소하고 사용함에 있어서 불편할 것이라는 의견이 많았다. 삼성메디슨의 경우 환자정보 페이지에서 불필요하게 많은 항목을 제공하여 사용하기에 복잡하고 알피니언 메디컬시스템은 소프트메뉴의 활성화 항목이 직관적이지 않고 환자화면에서 과거 데이터와 이미지 검색부분에서 불편하다는 의견이 있었다.

## 5. 결론

본 연구는 영상의료기기 중 초음파진단기기에 서 보조적 매체로 사용되는 터치스크린패널의 유저인터페이스 디자인에 대한 워크플로우 및 화면 구성요소별 사용성 평가에 대한 연구로 사용성 평가를 위해 제이콥닐슨과 도널드노먼의 평가이론과 HIMSS의 의료분야 애플리케이션의 사용성 평가원칙을 바탕으로 평가 지표를 새로이 정립 후 지이(GE)의 Logic시리즈와 필립스(Philips)의 EPIQ, Affiniti 그리고 삼성메디슨의 Accuvix와 알피니언 메디컬시스템의 ECUBE시리즈에 대하여 전문적가집단인 병원 임상전문가들을 대상으로 사용성을 평가하여 아래와 같은 결과를 도출하였다. 첫 번째, 테스트 프로세스별 사용성 테스트 평가 결과 지이(GE)의 제품이 3개의 항목에서 평균적으로 높은 수치를 나타내고 필립스(Philips)제품 또한 2개의 항목에서 높은 수치를 나타내어 국내업체인 삼성메디슨과 알피니언 메디컬시스템의 제품보다 사용자들의 워크 플로우를 중심으로 테스트 프로세스별 사용성을 고려하여 제품을 개발한 것을 알 수 있었다. 반면 삼성메디슨은 초음파진단기기제품에서 가장 중요한 평가요인인 스캔항목에서 가장 편리한 기능들을 제공함을 알 수 있었다. 두 번째, 디자인적 요소인 화면구성별 평가에서는 전체적인 심미성을 나타내는 감성적 요소 부분에서 국내 두 업체인 삼성메디슨과 알피니언 메디컬시스템의 제품이 높은 평가를 얻었고 학습성과 인터페이스 일관성을 나타내는 기능적인 요소에서는 필립스(Philips)제품이 높은 결과가 나왔고 메뉴와 아이콘 등 그래픽 요소의 조작에 관한 상호작용적인 부분에서는 지이(GE)가 나머지 3개 업체에 비해 월등히 높은 평가결과가 나왔다. 이렇듯 사용성 평가의 결과에서 분석해볼 때 해외업체인 지이(GE)와 필립스(Philips)는 제품 기능의 워크 플로우와 사용성을 고려한 조작적인 상호 커뮤니케이션에 중점을 두었고 국내업체인 삼성메디슨과 알피니언 메디컬시스템은 국내외 초음파 진단기기의 후발기업으로서 인터페이스 디자인에 중점을 두고 제품을 개발해왔음을 추측해 볼 수 있다. 초음파진단기기의 보조적 매체였던 터치스크린이 향후 기존

컨트롤패널을 대체할 수 있는 중요한 매체로 각광받고 있으며 점차 모든 영상진단기기에 주요 매체로 확대될 것이 예상되어진다. 이렇듯 터치스크린패널이 다양하게 활용되어지는 중요한 시기에 의료기기에 사용되어지는 터치스크린 인터페이스 사용에 대한 사용자들의 경험을 축적하고 분석하여 다양한 의료 환경에서 원활한 의료진단 행위를 위해 도움이 되길 바라고 또한 이러한 연구로 인해 향후 더 많은 의료기기 인터페이스 디자인 연구가 진행되어야 할 것으로 보인다.

## 참고문헌

- 이주명, 권오성, 김춘배, 이강희, 이경중. (2012). 의료기기디자인, 문운당.
- 고경화. (2012). 의료기기 품목시장 분석리포트 4호, 한국보건산업진흥원, 2012.
- 박준석, 임정목, 경기옥, (2013). 실감터치 인터페이스 기술동향, 한국정보처리학회,
- 박은정. (2008). 2008업계 화두, 터치스크린 인터페이스, <http://blog.naver.com/animus73>.
- Jakob Nielsen. (1995). 10 Usability Heuristics for User Interface Design Article <https://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics>,
- 조희. 김희현. (2013). 모바일 캐주얼 게임 인터페이스 디자인의 사용성 평가 연구, 한국디지털디자인학회,
- mHIMSS App Usability Work Group, Selecting a Mobile App: Evaluating the Usability of Medical Applications, HIMSS, 2012
- 관상동맥협착검출위한 초음파진단기의 안정성 및 성능평가 가이드라인 마련 연구, 식품의약품 안전처. (2013)
- 휴대용초음파진단기기의 평가 가이드라인 개발연구, 식품의약품안전처. (2015)
- 국산화 핵심의료기기 품목별 평가 가이드라인 개발연구, 식품의약품안전처. (2015)
- 제이콥 닐슨, 호아 로맹거, 제이콥 닐슨이 공개하는 웹 사용성 중심의 웹사이트 제작론. (2007). 도서출판 ITC
- 도널드 노먼 저 박창호 역. (2016). 도널드 노먼의 디자인과 인간 심리. 학지사

