

A research on remote X-ray detector design development for marketing in field diagnosis service

Seong Il Song[†]

International Graduate School of Design Convergence, Hanseo University, Seosan 31962, Korea

(Received August 2, 2017)

(Revised August 17, 2017)

(Accepted August 21, 2017)

Abstract In recent years, the service design in the medical sector evolves through practical service research and development that can visualize both intangible and intangible service elements in an integrative way and derive innovative solutions to help customers feel the service more important value. With the improvement of personal income, interest in medical welfare and well-being is increasing day by day, and the focus of the medical sector shifts from the concept of treatment of diseases and illness to preventive medicine. In response to this trend, research and development of home health care system, which greatly reduces the time and space constraint of health checkup and health care by combining ubiquitous concept with medical welfare, are being actively conducted, and the needs for improving products and medical environment based on user-centered medical service and user needs in accordance with the Health Care 3.0 Era, it becomes necessary to develop on-site medical diagnostic products that reflect user-centered needs and needs. This study is intended to research and develop a product that sufficiently reflects the needs of users by applying suitable materials and shape for on-site diagnostic product in researching and developing Wireless X-ray Detector.

Key words Wireless X-ray, Image sensor, Smart X-ray, Wireless image, Senior home care

현장 진단 서비스 시장 공략을 위한 ‘무선 X-ray 디텍터’ 디자인개발에 관한 연구

송성일[†]

한서대학교 국제디자인 융합전문대학원, 서산, 31962

(2017년 8월 2일 접수)

(2017년 8월 17일 심사완료)

(2017년 8월 21일 게재확정)

요 약 오늘날 의료분야의 서비스 디자인은 유·무형의 서비스 요소를 통합적으로 가시화하고 혁신적 해결책을 도출, 고객이 해당 서비스를 더 중요한 가치로 느낄 수 있도록 지원하는 실용적 서비스 연구개발로 발전하고 있는 상황이다. 개인의 소득수준이 향상되면서 의료복지와 웰빙에 대한 관심이 날로 높아지고 있어, 의료분야의 초점도 과거의 질병·질환에 대한 치료의 개념에서 예방 의료로 중심점이 이동하고 있다. 이런 추세에 맞추어 최근 의료복지에 유비쿼터스 개념을 접목하여 건강진단 및 건강관리의 시간과 공간 제약을 대폭 줄인 홈헬스케어 시스템의 연구개발이 활발히 진행되고 있고 헬스케어3.0 시대에 따른 사용자 중심의 의료 서비스와 사용자 니즈를 기반으로 한 제품 및 의료 환경 개선 요구가 증대하고 있어 그에 따라 사용자 중심 니즈와 요구가 반영된 현장 의료진단 제품 개발이 필요하다. 본 연구는 현장 의료진단 제품 중 하나인 ‘무선 X-ray 디텍터’를 연구 개발함에 있어 현장진단 제품에 적합한 소재와 외형을 적용하여 사용자의 요구가 충분히 반영된 제품을 개발 연구하는 것을 목표로 두고 있다.

[†]Corresponding author

E-mail: alabama9@naver.com

1. 서 론

1.1. 연구의 배경 및 목적

오늘날 의료분야의 서비스 디자인은 Fig. 1과 같이 공급자 위주에서 소비자 위주로 전환하고 있다. 유·무형의 서비스 요소를 통합적으로 가시화하고 혁신적 해결책을 도출, 고객이 해당 서비스를 더 중요한 가치로 느낄 수 있도록 지원하는 실용적 서비스 연구개발로 발전하고 있는 상황이다.

사회의 소득수준이 향상되면서 의료복지와 웰빙에 대한 관심은 날로 높아지고 있어, 의료분야의 초점도 과거의 질병·질환에 대한 치료의 개념에서 예방 의료로 중심점이 이동하고 있다[1]. 이런 추세에 맞추어 최근 의료복지에 유비쿼터스 개념을 접목하여 건강진단 및 건강관리의 시간과 공간 제약을 대폭 줄인 홈헬스케어 시스템의 연구개발이 활발히 진행되고 있다[1, 2].

미국은 노인인구의 지속적인 증가와 함께 미국 내 ‘시니어 홈케어’(Homecare) 시장의 성장세가 무섭다. 코트라(KOTRA) 달라스 무역관이 최근 발표한 자료에 따르면 미국 홈케어 시장규모는 2013년도 기준으로 742억 달러이며 이는 1년 전인 2012년도 대비 4.2% 포인트 상승한 수준이다. 또한 베이비붐 세대 중 은퇴 노년층이 2030년도에는 미국 전체 인구의 20%에 달할 것으로 전망하면서 앞으로 홈케어 시장이 ‘봄’을 이룰 것으로 전망된다. 이에 따라 글로벌 영상센서 제조회사들은 동일한 제품의 Design Identity를 기반으로 사용자 경험 및 사용 환경을 고려한 제품의 디자인과 액세서리까지 일체

화된 제품으로 고객만족을 극대화하고 있다.

이에 본 논고에서는 사용자 심층인터뷰 등을 통해 사용자 중심의 리서치를 분석하고 도출된 결과를 ‘무선 X-ray 디텍터’[3]에 적용하여 사용자의 요구가 충분히 반영된 제품을 개발 연구하는 것을 목표로 두고 있다.

1.2. 연구의 내용 및 방법

본 연구의 주요 내용으로는 사용자 중심의 심층인터뷰와 현장방문을 통한 사용자의 니즈(Needs)와 요구(Wants) 도출하고 분석 및 키워드 콘셉트를 정의하여 ‘무선 X-ray 디텍터’ 개발 시 적용하고 연구하고자 한다.

연구의 목적을 달성하고 필요성을 충족시키기 위해서는 서비스디자인기반 리서치를 진행하여 사용자의 니즈(Needs)와 요구(Wants)를 정확히 파악하여 기회요소분석 및 개발방향을 설정한다. 주요 진행방법은 Fig. 2[4]와 같이 ‘발견/정의/개발/전달하기’의 서비스디자인프로세스 기반으로 진행하여 서비스 아이디어를 도출하고 적용하여 연구의 목적을 달성한다.

2. 개발대상의 조사 및 분석

2.1. ‘무선 X-ray 디텍터’의 정의

특정한 파장의 광선이 인체를 투과하면 인체의 내부 구조물을 볼 수 있다는 것을 독일의 물리학자 빌헬름 콘라트 뢰트겐(Wilhelm Conrad Röntgen)이 1805년 처음

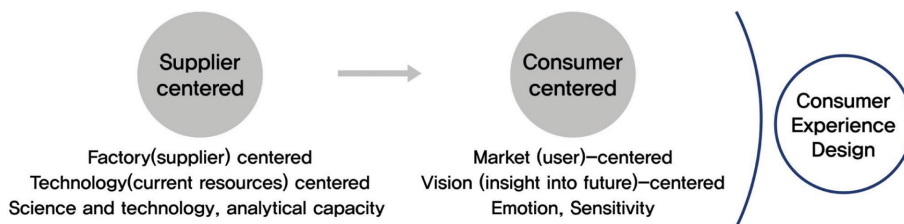


Fig. 1. User-centered design.

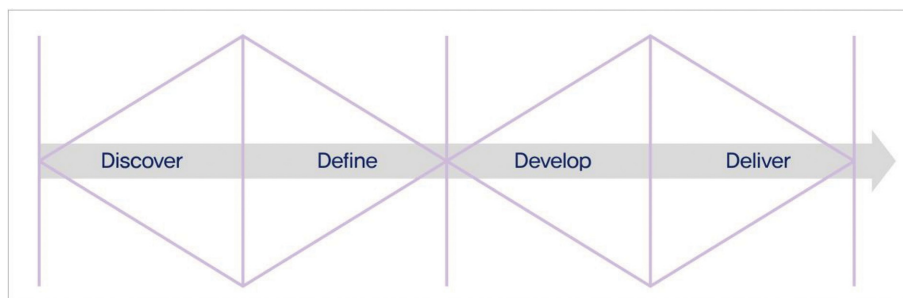


Fig. 2. Service design process [4].

발견하고 이를 X-ray라고 이름을 붙였다. X-ray는 투과성이 강하여 물체의 내부를 볼 수 있으므로 의료 분야 및 비파괴 검사 등에 중요하게 쓰이고 있다. 이를 바탕으로 한 단순촬영은 영상의학 분야에서는 약 50년간 인체 내부의 영상을 얻을 수 있는 유일한 기법으로 진단 및 치료 분야에 이바지해 왔다. 진단용 X-ray 촬영 장치는 X-ray가 인체를 투과하면서 감쇄하는 정도를 측정하여 인체의 내부구조를 영상화하는 장치로 흉부 촬영, 정형외과, 일반외과, 수술 및 치료 경과 확인 등 다양한 의료 진단 분야에 널리 사용된다[5]. X-ray는 촬영방식에 따라 Film 방식과 CR(Computed Radiography) 방식 [6], DR(Digital Radiography)[6]로 구분 지을 수 있다. 본 논고에서 연구하는 방식은 DR(Digital Radiography) 방식으로 Fig. 3과 같이 X-ray 촬영 시 X선을 투과한 대상의 결과물을 디지털 영상화 하는 장치로 X-ray 촬

영을 위한 필수 장치이다.

2.2. 국외 기술과 시장 현황

2020년 세계 X선 영상진단장치 시장 규모는 약 5,437억 달러로 추정되며, 연평균 7.2%로 성장하는 것으로 나타나고 있다. Global Data(2013~2020년)[7]에 의하면, 2015년에 세계 X선 영상진단장치 시장규모는 3,769억 달러 규모에 이를 것으로 추정하고 있으며, 이는 2014년 대비 6.6% 증가한 수준이다.

또한, 디지털 기술의 발전으로 아날로그 시스템 수요는 감소되고 디지털 X선 영상진단 장치 시장이 빠르게 성장할 것으로 전망된다. 2020년 전체 X선 영상진단장치 중 디지털 X선 영상진단장치의 시장규모는 523억 달러 규모로 이는 전체 시장의 96%에 해당하는 규모이

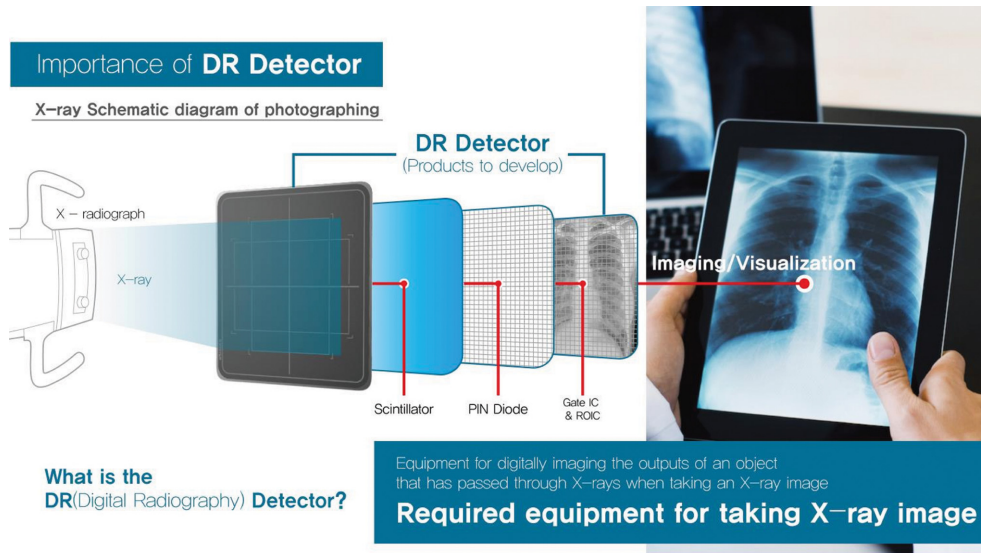


Fig. 3. Importance of DR detector.

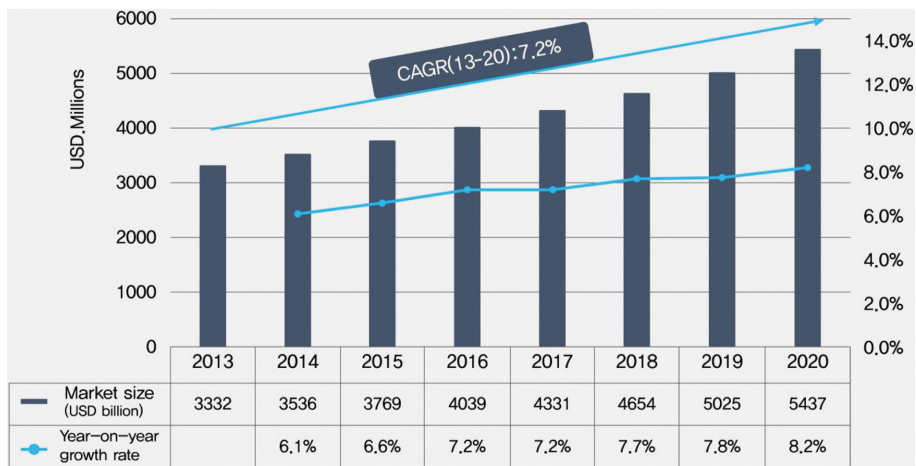


Fig. 4. Global X-ray equipment market size and growth [7].

며 연평균 7.6 %로 성장하는 것으로 예측되고 있다.

디지털 X-선 영상진단장치 중에서 DR 시장의 성장 요인은 고령인구의 X-Ray 촬영 수요 증가 및 신흥국가

의 보건의료 인프라에 대한 투자 증가가 지속적인 성장 요인으로 예상되고 있다. 또한 영상진단기기 중에서 X 선 장비 시장의 성장은 판매 대수의 증가에 기인하기 보

(Unit : USD million)

Category	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	CAGR
Analog X-Ray	205	204	199	198	198	200	203	207	0.1%
Digital X-Ray	3,127	3,335	3,570	3,841	4,133	4,464	4,823	5,230	7.6%
Total	3,332	3,536	3,769	4,039	4,331	4,663	5,025	5,437	7.2%

Fig. 5. Forecast of world X-ray imaging equipment market size [7].

(Unit : USD billion)

Category	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	CAGR
USA	636	695	757	832	916	1,015	1,130	1,267	10.4%
Europe	822	871	922	978	1,036	1,099	1,166	1,238	6.0%
China	433	490	554	626	702	788	885	995	12.6%
Japan	170	181	194	207	221	236	253	271	6.9%
Korea	107	121	137	156	177	200	228	259	13.5%

Fig. 6. Forecast of world x-ray imaging equipment market size [7].

Table 1
In-depth interview with users






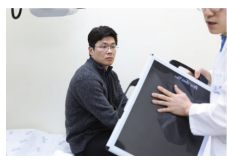


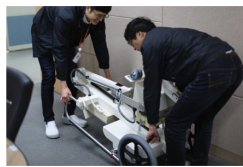
No	Period	Interviewee	Organization
	2016.02.17	3 radiologists	Seoul National University Hospital (Bundang)
	1 st interview images		
1			
	2016.09.08	2 radiologists	Seoul National University Hospital (Seoul)
	2 nd interview images		
2			
	2016.03.25	Sales Rep. of North America	Rayence North America Sales Office
	3 rd interview images		
3			



Fig. 7. Deriving key words.

Table 2
Deriving key words

Category	Keyword
In-depth interview	Lightweight, Durability, Dark color, Waterproof, No grid required

이는 기존의 아날로그 방식의 장비가 병원의 정보화에 따라 디지털화 된 고급기기로 전환함에 따른 것이므로 X선 장비 시장 중 디지털 X선 장비의 성장 속도는 빠를 것으로 보인다. 2013년 국내 X선 영상진단장치 시장은 생산 및 수출·입 원가 기준으로 약 461억 원으로 추정되며, 최근 5년간 시장 규모의 증감이 있었으나 약 4.5%로 성장한 것으로 분석되고 있다[8]. 분류 별로 살펴보면 2013년 디지털 X선 영상진단장치가 약 377억 원으로 국내시장의 약 82%를 차지하고 있으며, 아날로그 X선 영상진단장치는 약 84억 원으로 나타나고 있다.

2.3. DR 디텍터 서비스디자인 기반 리서치(사용자 인터뷰)

DR 디텍터는 제품의 특수성 때문에 일반인이 아닌 의사 및 방사선사가 주로 사용한다. 사용자 심층인터뷰는 해당제품을 사용하면서 불편사항과 개선사항 등을 듣고 분석하여 서비스 아이디어 키워드를 정의하는 과정 중 하나이므로, 다양한 사용자가 아닌 의사/방사선사/판매자를 대상으로 인터뷰를 진행하였다. Table 1과 같이 인터뷰대상을 선정하고 사용성 및 편리성을 물리적 측면 사용성과

인지적 측면 사용성으로 나누어 인터뷰를 진행하였다. 도출한 키워드를 북미담당자(국외) 병원관계자(국내)로 나누어 Fig. 7과 같이 공통 키워드(경량화, 내구성, 어두운 컬러, 방수, 그리드불필요)를 도출하였다.

2.4. 서비스디자인기반 리서치 키워드 확립

사용자 심층인터뷰를 통해 도출된 키워드는 Table 2와 같다.

3. 분석결과 DR 디텍터 적용 및 성능신뢰성 평가

3.1. DR 디텍터 디자인개발 필수 요소


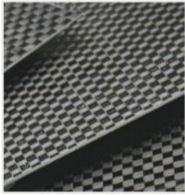





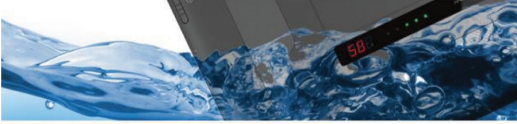

서비스디자인기반 리서치에서 도출된 키워드를 기반으로 Table 3와 같이 필수 요소를 도출하였다.

DR 디텍터의 디자인 개발 시 필수적으로 적용되어야 할 경량화, 견고함, 방수, 손잡이, 미끄럼방지 키워드를 충족시키고 사용자 편의성을 고려하여 고강도 경량소재

Table 3
Critical elements of DR detector

Critical elements of DR Detector		
<p>Mobility</p> <p>Convenient and functional mobile elements</p> <p>Portable design elements (handles, method of manufacturing) Effective placement of components at packing</p>	<p>Durability</p> <p>Material Finishing</p> <p>Excellent durability to ensure usability in various use environments Study of product in light of material and processing to protect the product from impact and pollution</p>	<p>Usability</p> <p>User-centered design</p> <p>User-centered design elements considering users and customers in indoor/outdoor environment. Easy to operate in any situation. to acquire accurate diagnostic images</p>

Table 4
Design elements by key words

Anti-slip pattern: Apply pattern			
			
Utilize Anti-slip pattern to prevent slip			
Lightweight/Robustness: Carbon magnesium applied			
Need to use high-strength lightweight material			
 <p>CFRP</p> <p>Strong durability</p> <p>Light weight</p> <p>Hard to process</p>	 <p>Long-fiber reinforced composite material</p> <p>Above steel strength (More than 10 times of steel strength)</p> <p>Light weight (About 25% of steel weight)</p> <p>Easy to manufacture</p>	 <p>Magnesium</p> <p>Strong durability</p> <p>Light weight</p> <p>Easy to manufacture</p>	 <p>Engineering plastics +</p> <p>Excellent strength and impact resistance</p> <p>Easy to manufacture</p>
<div style="background-color: #00728f; color: white; padding: 10px; border-radius: 15px; display: inline-block;"> Selection of materials considering not only functionality but also use environment </div>			
Waterproof/Sturdiness/High-Strength: Considering the method of processing			
		<div style="background-color: #00728f; color: white; padding: 10px;"> <h3>Rugged & Weight</h3> <p>Apply robust yet lightweight design elements</p> </div>	
		<div style="background-color: #00728f; color: white; padding: 10px;"> <h3>Consider the method of processing to ensure vibration proof, waterproof and shockproof</h3> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>Extrusion Molding Minimization of mechanical parts, cost saving, improved assembly and productivity improvement, effective waterproof design</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>Cutting Working Reliability from 'Uni Body' shape, Robustness, Ultra-precision processing, Improved productivity and robustness by minimizing the number of parts</p> </div> </div> </div>	
Innovative processing method >> Decrease in the number of parts >> Improved assembly, productivity and sturdiness >> Cost reduction			
		<div style="background-color: #00728f; color: white; padding: 10px;"> <h3>Waterproof structure</h3> <p>Protection of product from blood, various pollutions and easy to wash Protection of product from foreign substances such as dusts</p> </div>	
		<div style="background-color: #00728f; color: white; padding: 10px;"> <h3>High-strength light weight structure</h3> <p>Design of the inner frame to resist strong external impact and maintain lightweight Design considering various customer environment (temperature / humidity, vibration, waterproof, dustproof, drop)</p> </div>	

인 나노카본소재와 마그네슘소재를 적용하여 사용자의 제품 사용성을 높인다. 그 외에 방수, 충격방지를 위한 기구 안정성 확보를 고려한 디자인을 위해 Table 4와 같은 디자인요소를 적용한다.

3.2. DR 디텍터 디자인 시각화

서비스 디자인기반 리서치에서 도출된 디자인 개발 필요요소(소재 및 가공방법)를 적용한 DR 디텍터와 손잡

Table 5
DR detector sample images

DR Detector with the carbon front side



Exclusive case with the carbon front



Exclusive case with carbon materials



Table 5
Continued



Table 6
Drop test

- 1) Product to test : 1012WCC/WGC
Test Location : Ansan SGS Laboratory
- 2) Test conditions
 - A) Weight: 1.68 kg
 - B) Drop height: 1.2 m
 - C) Sides to drop: 6 sides
 - D) Number of drops: 6 times
- 3) Test result
No abnormal was found



< Drop Test >

이 탈부착이 가능, 패턴적용, 카본소재 적용한 케이스를 Table 5와 같이 시각화하였다.

자신의 우수성은 물론 실생활에 안전한 기계적 신뢰성을 가지고 있음을 증명하고 있다.

3.3. DR 디텍터 성능 및 신뢰성 평가

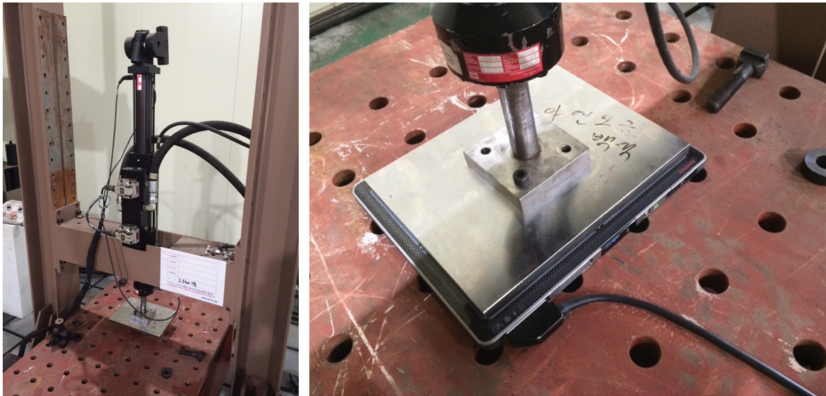
마지막으로 서비스 디자인기반 리서치에서 도출된 디자인을 적용한 DR 디텍터의 성능 및 신뢰성을 평가하기 위하여 1. Drop test, 2. 전면 외압 강도 시험, 3. 방수/방진 성능 시험을 실시하였으며, 그 결과를 차례대로 Table 6, Table 7, Table 8에 표시하였다. 쇠구슬을 이용한 drop test와 프레스를 이용한 전면 외압 강도 시험에서는 외부적으로 변형을 감지할 수 없었으며, 또한 방수/방진 테스트 결과도 우수한 것으로 확인되었다. 이는 본 연구에서 제안한 디자인 설계를 적용한 제품의 경우 디

4. 결 론

본 연구에서는 현장 진단 서비스용 DR 디텍터의 디자인 개발을 위해 사용자 심층인터뷰를 통해 키워드를 도출하고 고강도 경량화 된 소재인 카본소재를 적용해 새롭게 시각화 해보았다. 사용자의 니즈(Needs)와 요구(Wants)를 정확히 파악하고 공급자 중심이 아닌 사용자 중심의 제품개발을 진행함으로써 제품의 유·무형의 서비스 요소를 통합적으로 가시화하고 혁신적 해결책을 도출할 수 있으며, 사용자가 제품 기능적 측면뿐만 아니라 해당제

Table 7
Frontal external pressure intensity test

Date of Test: 2016. 07. 28 (Wed) 13:00~13:30
 Test Location: Ansan SGS Laboratory
 Product to test: 1012WCC/WGC
 Test result
 A) Apply pressure to the front of Detector Active Area with 200 kgf load (Acquire Dark Image before/during/after pressurization)
 B) Pressing time: 1 minute, Test performed 10 times.
 C) It was visually confirmed with the SGS test personnel that there was no abnormality in Detector appearance, Panel and Dark Image.



< Frontal pressure test equipment > < Frontal pressure to Detector >

Table 8
Dustproof/waterproof performance test

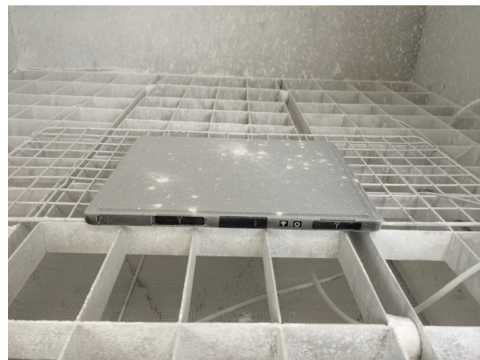
- Test conditions
- A) IP code: IPX4/IP6X
- B) Delivery rate: 10 L/min ± 5 %
- C) Spray angle: Spray ± 180° from vertical
- D) Displacement: From the nozzle to sample's surface (300~500) mm
- E) Test time: 5 min
- F) Test point: 4 point
- G) Status of product: Unpackage/Non operation

- Product to test: 1012WCC/WGCW
 - Test result: No water penetration was found

- Product to test: 1012WCC/WGCW
 - Test result: No dust penetration was found



< IPX4 waterproof test >



< IP6X dustproof test >

품에서 더 중요한 가치를 느낄 수 있도록 하는 것이 중요하다. 현재 전 세계적으로 고령화 인구가 늘어남에 따라 발생하는 사용자 중심의 의료 서비스의 변화에 따른 현장진단 의료서비스를 위한 DR 디텍터를 사용자 중심의 리서치를 통해 고객의 니즈

(Needs)와 요구(Wants)를 충분히 반영하여 제품 디자인(안)을 제안한다. 이는 기존의 생산단가와 시설, 보유 기술을 고려해 개발하는 것이 아닌, 사용자 중심, 감성, 경험을 중요시 하여 제품을 연구 개발 했다는 것에 의의가 있다고 생각된다.

References

- [1] H.S. Lee, "Guidelines for standardization of home health-care medical devices", Korea Food & Drug Administration, Seoul (2007) p. 1.
- [2] C.H. Kim, H.G. Ryu, E.J. Lee, H.J. Lee, S.J. Cho and M.H. Hong, "Dictionary of discussions on current issues", Bookyishipil Owlbook, Paju (2010) p. 40.
- [3] Y.E. Yoo, "A study on the influence of digital radio detector on the image quality in mobile X-ray detection", Hanseo University, Seosan (2014) p. 22.
- [4] S. Marc and S. Jakob, "This is service design thinking, service design textbook", Ahn Graphics, Seoul (2012) p. 20.
- [5] S.Y. Yang, "A study on the expansion of practical application of radiation technology for building RFT PLUS", Ministry of Science, ICT and Future Planning, Gwacheon (2013) p. 13.
- [6] W.J. Lee, "Digital radiographic imaging system", J. Korean Academy of Digitalized Dentistry, 1 (2010) 24.
- [7] Medical Equipment Market Size & Growth - Diagnostic Imaging [X-Ray Systems] Market, Global 2013-2020, USD Constant Millions, Global Data.
- [8] S.M. Park, J.S. Lee and G.T. Jeong, "Analysis of domestic and foreign market of X-ray image diagnosis system", Vol. 29 (Korea Health Industry Development Institute, Cheongju, 2014) p. 6.