

디자이너 양성 커리큘럼 내 융합설계프로젝트 사례: 웨어러블 손목 마사지 기기의 햅틱 디자인

임덕신^{*†}·권경현^{**}

^{*}홍익대학교 기계·시스템디자인공학과 조교수

^{**}홍익대학교 기계·시스템디자인공학과 학사

Haptic Design of a Wearable Wrist Massage Device as a Capstone Design Project of Designer Education Program

Lim, Dokshin^{*†}·Kwon, Kyunghyun^{**}

^{*}Assistant Professor, Department of Mechanical and System Design Engineering, Hongik University

^{**}Student, Department of Mechanical and System Design Engineering, Hongik University

ABSTRACT

This paper deals with a Capstone Design project which is a wearable haptic wrist massage device design carried out within the 'Designer' education program. Following design thinking process is recommended throughout a year in order to ensure a desirable, feasible and viable product. Dealing with a real problem of the field requires open-minded and flexible attitudes both from students and professors. Integrating design in an engineering project does not mean always making better looking product. User experience design allows wider opportunity to engineers to deal with design. A case study of developing a wearable wrist massage device shown in this paper demonstrate haptic design and how haptic properties can be optimized to offer best user experience of hand massaging. This study identified that starting lateral pressure movements from the center in larger area using air tubes gives better feeling as self-massage using wrist wearing devices.

Keywords: Engineering education, Capstone design, Haptic Design, Wrist Massage, Wearable, Designer

1. 서 론

본 논문은 대학특성화 사업으로 기계공학과 학부 교육 과정에 디자인을 융합하여 제공하는 '디자이너' 양성 프로그램(임현준, 2017)을 기반으로 한 사례연구이다. CKII 대학특성화 사업이 종료된 후 2019년부터 대학혁신지원사업으로 그 명맥을 이어가고 있으며 디자인엔지니어링융합 복수전공 커리큘럼에서 같은 교육을 지속하고 있다. 최근에는 그 대상을 기계공학과 학생에 국한하지 않고 타 공학전공 학생 및 비 공과대학 학생 중 융합 전공을 하는 학생까지 확대하여 공학-디자인 융합형 인재가 되는 기회를 더 널리 제공한다. 이 '디자이너' 양성 커리큘럼을 운영하며 발굴된 의미 있는 교수자-학습자의 상호 학습 효과를 보여주는 캡스톤 디자인 사례를 소개한다.

여기 소개되는 웨어러블 손목 마사지 기기의 햅틱 디자인 프로젝트 사례를 디자인적 사고의 세 가지 렌즈인 기술, 비즈니스, 인간 (Brown, 2008) 각각에 비추어 보면, 기술 관점에서는 마사지 효과를 위한 순차적 공기주입 시스템을 설계 및 개발하였고¹⁾, 비즈니스 관점에서는 동적인 직업군에서 업무 중에 착용 가능한 웨어러블 기기를 제안했으며, 인간 관점에서는 수기 마사지사보다 횡 방향으로 주무르듯 마사지는 느낌을 재현해 준 사례이다.

이 프로젝트를 사례로 드는 이유는 공학-디자인을 융합하는데 있어 외관 디자인, 즉 스타일에 국한하지 않고 오감을 모두 디자인에 활용할 수 있다는 것을 배우고 실천한 사례이기 때문이다. 따라서 이 논문의 핵심은 설계와 디자인 결과 자체보다는 기계공학과 학생들이 햅틱을 디자인의 주제로 접근한 그 프로세스와 사용자 감성을 최적화하기 위한 프로토타이핑 및 평

Received January 13, 2020; Revised February 10, 2020

Accepted February 19, 2020

† Corresponding Author: doslim@hongik.ac.kr

©2020 Korean Society for Engineering Education. All rights reserved.

1) 개발된 프로토타입은 (사)대한기계학회가 2019년 주관한 제9회 전국학생설계경진대회에서 동상을 받았고, 수상한 결과는 대한기계학회 논문집 C권 7(3), p.139-147에 게재됨.

가를 통하여 손목 마사지를 위한 햅틱 디자인 방향성을 제시한 그 결과로 보는 데 의미가 있다.

II. 연구배경

1. 웨어러블 손목 마사지 기기 컨셉 제안

2019년 10월 20-59세 국내 거주하는 남녀 1,000명을 대상으로 한 웰니스 트렌드 보고서 (오픈서베이, 2019)에 따르면 건강 관련하여 체중 관리, 피로회복, 스트레스 관리, 체력 증진 등 다방면에 관심이 높아지는 추세이며, 이 중 손목/팔 통증은 전체 대상자의 24.5%가 불편을 느끼고 있다. 손목/팔 통증은 노령인구에 쏠리지 않고 전 연령대가 느낀다는 점이 주목할 만하다.

통증을 해결하는 방법으로 가장 효과적인 전문수기 마사지가 있겠으나 바쁜 현대인이 필요할 때마다 이용하기에는 시간적 경제적 장벽이 존재하기에 최근 자가 통증 관리기기 시장도 급 성장하고 있다. 국내 20-59세 남녀의 주요 생활건강 가전제품별 이용 행태 조사 (오픈서베이, 2019)를 보면 발/눈/어깨 등 마사지기 보유율은 전체 응답자의 37.8%, 안마의자 보유율도 14.0%나 되었다. 여기서도 자가 관리기기를 각 연령대에서 고르게 보유하고 있으며, 안마의자의 경우 20대 보유자가 타 연령대보다 높은 보유율을 보였다는 점이 특이할 만하다.

다양한 부위 중 손목/팔 부위를 대상으로 선정한 이유는 전문수기 안마 기술 측면이나 현존하는 안마 시스템 측면에서 목, 어깨, 허리 대비 아직 보유율은 낮으나 니즈는 존재하고, 시장경쟁이 덜하여 기회 영역이 존재할 것이라고 보았기 때문이다. 현재 손목 통증에 대한 쉬운 대안으로는 파스, 스프린트, 아대, 압박붕대 등이 압력을 통한 통증 해소에 쓰이고 있는데 더 적극적인 해결방법이 필요하다. 진동 안마기가 해결안이 될 수 있겠지만, 사용자 리뷰를 보면 압력이 충분치 않다고 느낀다. 저주파 부착형은 활동하기 어렵다는 단점이 있다. 자가 미세전류 마사지기가 손목 통증에 효과가 있는지 연구한 사례 (고재욱, 2019)에서도 효과 못지않게 사용 편의성도 중요한 요소로 작용한다는 트렌드를 알 수 있다.

그렇다면 손목 마사지기는 어떤 기능을 갖추어야 하는가? 전문수기 안마의 가압 동작 분석 결과를 보면 아래쪽 팔은 압력이 가장 적게 가해지는 부위이다. 또한, 전반적으로 전문수기 안마사의 움직임을 제대로 모사한 제품이나 기술은 많지 않다 (유제성, 2011). 따라서 손목 마사지기의 개발 목표는 압력을 기본으로 수기 안마를 모사하는 움직임을 재현하는 제품으로 일상생활을 영위하며 사용하기 편리한 것으로 설정하였다. 이러한 목표를 갖고 프로젝트에 착수, 공감과 문제 정의 단계에

서 데스크 리서치와 전문수기 마사지사 인터뷰를 시행하였으며, 아래 Fig. 1과 같이 횡방향으로 주무르는 패턴이 수기 마사지의 핵심적인 움직임이라는 점을 발견하였다. 뒤이어 아이디어 발산 단계에서는 Fig. 2와 같은 설계를 고안하였고, 디자인 대안은 Fig. 3과 같은 웨어러블 제품으로 귀결되었다. 이러한 아이디어가 실물 프로토타이핑으로 구현된 모습이 Fig. 4와 같다.



**손목 위쪽을
횡방향으로 문질러 주는 것이
손목 통증 완화에 도움이 된다**

Fig. 1 Empathize: Finding a Massage Pattern From Expert Interview

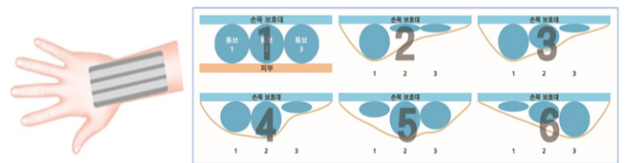


Fig. 2 Define: How Might We Generate Effective Massage Pressure and Movement?

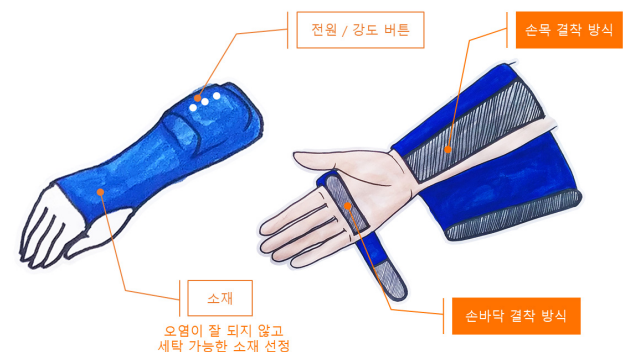


Fig. 3 Ideate: Sketching a Wearable Device and Deriving Design Specifications

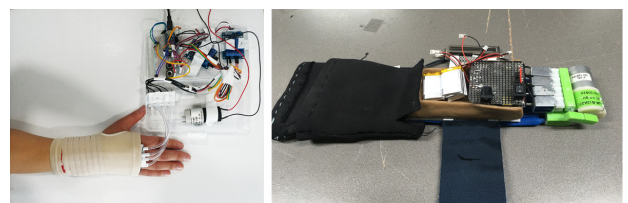


Fig. 4 Prototype: Building Working Prototypes

Fig. 2 ~ Fig. 4까지 구현하는 과정에서 공학적 문제 해결 과정보다는 Fig. 4 왼쪽 이미지와 같은 저충실도 프로토타입 제작 이후 교수자와 학습자가 디자인 관점에서 문제를 정의하고 해결한 과정을 주로 다루려고 한다. 일 년 과정인 캡스톤 디자인 프로젝트의 중간인 1학기 말 프로젝트팀은 Fig. 3과 같은 컨셉을 두고 디자인 품질을 높이고자 하였다. 1학기 말 Fig. 4 좌측 상태로 동작을 구현하기 시작하였고, 본격적으로 디자인을 구현 범위에 포함하여 고충실도 프로토타입으로 발전시키는 단계에서의 문제이다. 그러나 Fig. 4 우측과 같이 학생의 역량으로 핵심 구동부의 부피와 무게를 더는 줄이기 어려운 한계에 부딪혔고, 학생이 전문가의 손을 빌지 않고 양산에 준하는 구현을 하기 어려운 것이 사실이다.

2. 디자인적 사고 프로세스에서의 역할

‘디자이너’ 양성을 위한 캡스톤 디자인 프로세스는 발산-수렴을 민첩하게 (Agile) 반복 (Iteration)하는 디자인적 사고 프로세스를 기본으로 한다 (임덕신, 2019). 이상적으로 Fig. 5 상단의 역방향 화살표와 같이 얼마든지 앞으로 돌아가 문제를 수정하거나, 새로운 아이디어를 모색하거나, 프로토타입을 다시 만들 수 있어야 한다. 그러나 현실적으로 프로토타입을 만든 후 앞으로 되돌아가 목표를 수정하거나 컨셉을 변경하기에는 시간도 부족하고 평가에서 산출물 구현도가 부족하면 나쁜 평가를 받을 수 있으므로 역방향으로 돌아가 다시 하기란 쉽지 않다.

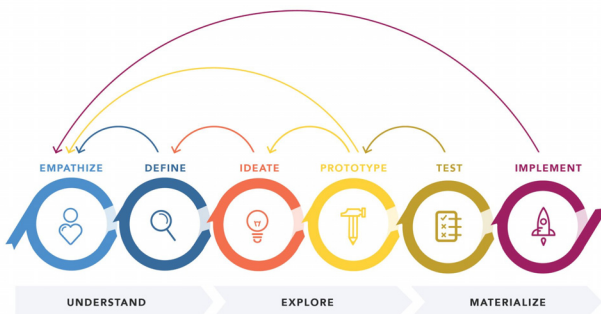


Fig. 5 Design Thinking Process (NNGroup)

이 프로젝트팀은 공학과 디자인의 융합을 위해 부단히 고민하면서 프로토타입의 외관 디자인의 심미성과 사용성을 끌어올리기 위해 많은 시간과 노력을 들여왔다. 그러나 2학기에 들어 Fig. 4 상태의 프로토타입으로 사용자 평가를 하자 일단 투박하게 크고 불거져 나온 구동부와 심한 소음 때문에 사용성 이슈가 너무 크다 보니 심미성이 거론되지도 못하는 상태였다. 이미 2학기에 진입하여 다른 프로젝트팀이 제품 디자인의 심

미성과 상세 사용성 이슈를 해결하며 산출물을 가다듬고 있는 가운데 이 프로젝트팀은 사기가 떨어지고 위기감을 느끼게 되어 과감하게 이 프로젝트의 디자인 목표를 다시 돌아보아야 했다. 이때 햅틱이 적절한 대안으로 떠올랐다.

3. 웨어러블 햅틱 디자인에 도전

햅틱 (Haptic)은 ‘만지다’라는 뜻의 그리스어에서 유래되었으며 마크 패터슨의 정의에 따르면 손을 사용하여 느끼는 모든 감각을 의미하고 (Paterson, 2007) 끝에 s를 붙여 햅틱스 (Haptics)²⁾는 학문 전체를 말한다. 햅틱 인터페이스는 사람의 촉각을 자극하는 모든 인터페이스로 휴대전화의 진동, 가상현실 게임의 컨트롤러, 차량 내 스티어링 휠, 페달, 시트에서 유용한 알람 등³⁾⁴⁾⁵⁾ 자동차를 포함한 많은 산업 분야에 파급효과가 크다. 양산 적용 경험이 쌓여 애플의 개발자 가이드라인 외에도 다양한 휴리스틱 가이드라인 (Baker, 2019)도 공개되어 있다. 이러한 햅틱 인터페이스는 인간과 기기와의 상호작용을 위한 감각 기관 중 촉각을 이용한 것으로 물체의 무게나 단단함, 표면의 질감까지도 느끼게 할 수 있다. 액츄에이터를 통한 진동 혹은 힘을 통해 구현된다는 점에서 기계공학의 익숙한 분야 중 하나이다.

햅틱 인터페이스는 베이스의 고정 위치에 따라 외부 고정형, 인체 고정형, 비부착형으로 나누어 볼 수 있는데 (김민철, 2004), 인체 고정형 손 착용 사례가 이 프로젝트에 해당한다. 또한, 대부분의 인체 고정형 중 손 착용 웨어러블이 조작 정밀도를 높이는 의료 등 산업에 쓰이거나, 센서의 집약으로 생체 데이터 수집하는 데 쓰이지만, 본 연구는 인간의 손맛을 재현한다는 목적이 차별화된다. 인간의 손맛을 재현하려는 사례로 팔찌 형태 (Baumann, 2010) (Gupta, 2017) 혹은 이보다 더 넓은 손목 주변부를 감싸는 스프린터 형태 (Israr, 2018)도 있다. 이들은 햅틱을 기술의 관점에서 주로 다룬 논문이지만 결론에서 햅틱을 사용자의 감정 소통에 사용할 수 있다는 가능성을 강조한 바 있다. 인간에게 적당한 압력으로 쏘이는 느낌, 사회적인 관계에서 다가와 팔을 잡는 느낌 등을 재현할 수 있다. 햅틱을 정보의 인식을 돕는 보조수단 수준을 넘어 인간의 터치를 감성적으로 표현한 점이 이 프로젝트와 연결된다.

햅틱을 융합의 새로운 주제로 정하자 애플 위치와 같은 웨어러블 제품의 사용자 경험 디자인에서 주목받는 주제를 다루는 점에서 학생들에게 동기부여가 되었다. 다만, 햅틱을 다루

2) <https://whatis.techtarget.com/definition/haptics>

3) 디자인DB. (2010.12.13.) 촉감도 디자인이다 - 햅틱 디자인

4) Samsung News Room Korea. (2011.5.30.) [갤럭시 S2] 사운드 디자인, 손끝에서 완성되는 터치 경험-2편

5) 오토저널. (2018.5.8) 자동차용 햅틱 기술 동향

면서 커뮤니케이션에 새로운 어려움이 발생하였다. 햅틱의 속성을 소통하는 데 정적(스케치) & 동적(제스처)방법이 동원되어도 부족하였듯(이원준, 2012) 촉각의 감성을 소통하는 것이 쉽지 않다. 이 프로젝트팀과 교수진은 애플의 휴먼 인터페이스 가이드라인 등(Apple, n.d)(Baker, 2019)을 참고하여 햅틱 패턴을 시각화하였다. 햅틱의 감성평가 사례를 기계공학 과에서 접근한 사례(전차수, 2010)와 디자인 사례(주다영, 2014)등의 선행연구를 참고하여 햅틱 요인 설정 및 평가 계획을 수립한 것이 다음의 III. 연구방법의 주요 내용이다.

III. 연구방법

1. 햅틱 기본 패턴을 이용한 1차 반응 조사

Fig.3 수준의 프로젝트 상태에서 디자인의 조형적 요인을 찾아 개선 및 최적화시키는 것은 디자이너 프로그램에서 교과목을 이수한 학생도 사실상 어려운 것이 현실이다. 따라서 디자인의 개선 및 최적화 요인으로 조형적 요소 대신 햅틱 - 즉, 사용자 리서치로부터 찾은 인사이트인 “횡 방향으로 문질러 주는 느낌”을 가장 근사하게 재현하고자 Fig. 4 프로토타입에 기본 햅틱 패턴을 구현하여 1차 반응 조사를 실시하였다.

교내창의적 종합설계 경진대회 부스에 전시하면서 관람객을 대상으로 하였다. 총 18명의 관람객이 즉석에서 평가를 수락하였고 강도와 사용성, 안마 느낌을 주로 질문하였다. 이후 단계에 반영된 시사점은 안마의 강도가 보통(13명) 혹은 약하다(4명)는 반응이 대다수여서 강도를 더 높일 필요가 있다는 것과 마사지의 느낌은 두드림, 주무름, 문지름, 압박 중 주무름(9명)이라는 단어를 과반수가 선택, 압박(5명)과 문지름(4명)의 표현도 연관된다는 것이다.

초기 차별화 포인트로 웨어러블 제품으로 착용하고 일상 활동을 하면서 마사지를 받는 기능에 대해 이 제품을 수면, 낮잠, 휴식 중에 사용할 것 같다는 대다수의 응답 외에도 가벼운 운동, 대중교통 이용, 사무 중 사용할 수 있을 것 같다는 응답도 다수였다.

2. 햅틱 패턴 옵션 (Variations)을 이용한 2차 반응 설계

이러한 초기 피드백을 바탕으로 기본 햅틱을 정한 후 햅틱 디자인을 시작점과 접촉면적을 달리하여 네 개의 샘플로 제작하였다. Fig. 6과 같이 패턴 1과 2는 안에서 밖으로, 패턴 3과 4는 밖에서 안으로 횡 방향 마사지를 한다. 또한, 순차적 공기주입 튜브의 접촉면적에 대해 패턴 1과 3은 좁게, 패턴 2와 4는 상대적으로 넓은 면적이 닿도록 하였다.

Table 1 Four Haptic Patterns Based on Two Haptic Profiles

햅틱 프로파일 요인1 “마사지 접촉면”	햅틱 프로파일 요인2 “마사지 방향”	햅틱 패턴 번호
좁음	안에서 밖으로	Pattern 1
	밖에서 안으로	Pattern 3
넓음	안에서 밖으로	Pattern 2
	밖에서 안으로	Pattern 4

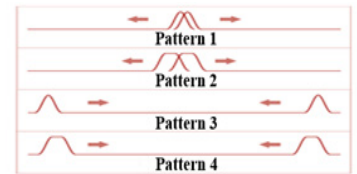


Fig. 6 Final Design & Four Haptic Patterns Visualized

프로젝트팀원 주변에서 참여 의사를 보인 지원자를 다양한 연령대로 모집하였다. 총 18명(남자 10명, 여자 8명 / 20대 13명, 30대 1명, 40대 1명, 50대 4명, 60대 1명)의 참여자가 패턴 네 개를 모두 체험 및 평가(Within-subject)하는 방식으로 진행하였다. 평가는 개인별로 진행하고 사용자가 편한 장소에서 시행하였다. 표본이 모든 연령대와 직업을 대변하는 데 충분하지 않은 점은 한계로 남는다.

IV. 연구결과

총 18명의 참여자가 4개의 패턴으로 제작된 손목 마사지를 받은 후 마사지 느낌에 대한 평가자의 선호도를 리커트 척도(Likert Scale) 10점 척도로 설문한 결과를 비교 분석한 결과 Fig. 7과 같이 패턴 2가 가장 선호되었다. 패턴 2는 마사지 접촉면적이 넓고, 방향을 안에서 바깥으로 향한 방식이다.

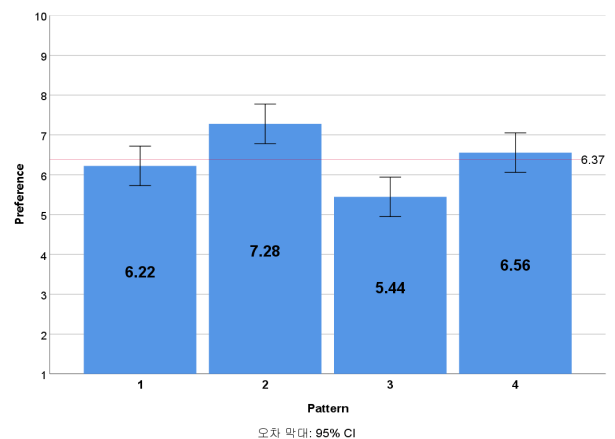


Fig. 7 Average Scores(Likert Scale 10 Points) of Four Haptic Patterns

이것이 디자인 최적화 요인으로 설정한 연구문제에 명확한 답을 제공하기 위해 요인 간 효과를 이원분산분석을 시행하여 본 것이 아래 Table 3이다. 이원분산분석 결과 패턴의 접촉면과 시작점(마사지의 방향) 각각은 유의하지만, 이들 간의 상호작용은 없다.

Table 2 Average & Standard Deviation

소스	제 III 유형 제공합	자유도	평균제곱	F	유의확률
수정된 모형	31.264a	3	10.421	9.372	0.000
절편	2926.125	1	2926.125	2631.578	0.000
시작점	10.125	1	10.125	9.106	0.004
접촉면	21.125	1	21.125	18.999	0.000
시작점 * 접촉면	0.014	1	0.014	0.012	0.911
오차	75.611	68	1.112		
전체	3033.000	72			

수집된 데이터가 더 많으면 많을수록 좋겠지만 디자인적 사고 프로세스는 사용자 피드백을 받아 신속하게 (Agile) 개선된 디자인을 내놓고, 이를 구현하는 반복 (Iteration) 횟수를 늘리는 것을 권장하므로, 이 정도의 방향성을 제시한 후 이후 고충실도 프로토타입의 동작 구현에 더 매진하도록 프로세스를 가속화 하였다.

V. 결론 및 논의

이 사례를 통해 캡스톤 디자인 프로젝트를 진행하는 가운데 어떤 학습자의 어려움이 있었고, 단계별로 이것을 어떤 디자인 콘텐츠로 극복해 나갈 수 있는지 아래 Table 4에 정리하였다.

국내 디자인-공학 연계 연구자들의 디자인에 대한 태도에서 디자인을 비주위에 한해 협소하게 여겨지는 경향이 있다 (김원섭, 2018). 공과대학에서 융합을 추구하는 학생들에게 디자인의 다양성을 알려 주는 것이 중요하다. 그런 면에서 햅틱은 산업체에서 엔지니어의 활약이 활발한 기회 영역이다. ‘디자이너’ 양성 프로그램에서 학생에게 동기부여를 제공하면서 실제 그런 롤 모델이 존재하고 산업체에서 그런 프로필을 채용하고 있는나가 큰 영향을 주는데 햅틱은 실제 기계공학 전공자가 산업체에 진출해 있는 사례가 다수 존재한다. 기계과와 다이스 엔지니어링 스쿨의 협업 사례(Haritaipan, 2018)와 같이 햅틱은 시각보다는 촉각과 이로 인한 감성이므로 공대 학부생도 쉽게 다가갈 수 있을 것이다. 이 사례는 기계공학의 중요한 연구 분야로 자리 잡은 햅틱이 사용자 경험 디자인과 만나 웨어러블 제품에서 빛을 발하며, 이런 분야가 애플과 같은 혁신적인 기업에서 기대하는 역량에 부합한다는 것을 자연스럽게 학생들이 접하는 계기가 되었다.

Table 4 Reflection on Design Thinking Process

시점	학습자의 어려움	수업 콘텐츠
공감 (Empathize) 정의 (Define)	- 공학과 디자인 문제 및 목표 모두 스스로 설정	- 사용자 경험 디자인에 있어 공학적 기여도가 높은 세부 분야 소개(Paterson, 2007)
아이디어 (Ideate)	- 눈에 보이지 않는 인터페이스(예: 햅틱)에 대한 소통(아이디어 제안, 타인의 아이디어 이해, 자기 생각 토론 등)	- 스케치, 제스처 등 창의적인 소통 방식 도입(이원준, 2012) - 산업체 가이드라인 벤치마킹 혹은 산업체 전문가 특강 (Apple, n.d.) (Baker, 2019)
프로토타입 (Prototype)	- 눈에 보이지 않는 인터페이스(예: 햅틱)에 대한 주관적 의견 평가	- Semantic Differential Method(전차수, 2010) (주다영, 2014)
테스트 (Test)	- 수집된 데이터 분석 및 커뮤니케이션	- 이원분산분석 - 데이터 시각화
구현 (Implementation)	- 최종 도달 가능한 목표 수준 설정 및 최적화	- 벤치마킹 제품 비교 체험 (쇼케이스 방문, 신제품 구매...)

이 논문은 홍익대학교 학술연구진흥비에 의하여 지원되었음.

참고문헌

1. 임현준(2017). 기계공학과 산업디자인의 융합교육. 기계저널, 57(4), 36-40.
2. 오픈서베이(2019.10.7). 웰니스 트렌드 리포트 2019. <https://blog.opensurvey.co.kr/trendreport/wellness-2019/>
3. 오픈서베이(2019.6.26). 생활건강가전 트렌드 리포트 2019. <https://blog.opensurvey.co.kr/trendreport/appliances-2019/>
4. 고재욱(2019). 자가 미세전류 마사지가 지연성 근육통과 손목관절가동범위에 미치는 영향. 한국사회체육학회지, 75, 403-414.
5. 유계성 외(2011). 전문수기안마의 가압동작 분석. 한국정밀공학학회학술발표대회 논문집, 1489-1490.
6. 임택신·안정현(2019). 디자이너 양성 커리큘럼 및 캡스톤 디자인 응용 사례연구: 로봇청소기의 디자인적 사고 프로세스 사례를 중심으로. 공학교육연구, 22(2), 61-70. <https://doi.org/10.18108/jeer.2019.22.2.61>
7. 김민철(2004). 웨어러블 햅틱 인터페이스. 한국정보기술학회지, 2(1), 79-81.
8. 이원준·임윤경(2012). 디자인 발상과정에서 햅틱 속성에 대해 소통하는 방법으로서의 제스처. 한국디자인학회 국제학술대회 논문집, 170-171.
9. 전차수 외(2010). 햅틱 장치의 프로파일 측정 및 감성 평가. 한국CDE학회 논문집, 15(3), 222-233.
10. 주다영·황희재(2014). 사용자 경험 중심의 촉각 재현 평가 방법

- 법. 한국디자인학회 학술발표대회 논문집, 170-171.
11. 김원섭(2018). 디자인에 대한 국내 디자인-공학 연계 연구자들의 태도 및 형성 배경. *Archives of Design Research*, 31(1), 95-109.
 12. Brown, T.(2008). *Design Thinking*. *Harvard Business Review*. <https://hbr.org/2008/06/design-thinking>
 13. NNgroup.(2016.7.31). *Design Thinking 101*. <https://www.nngroup.com/articles/design-thinking/>
 14. Paterson, M.(2007). *The Senses of Touch: Haptics, Affects and Technologies*. Bloomsbury Publishing, New York.
 15. Baumann, M. A. et al.(2010). Emulating human attention-getting practices with wearable haptics. *2010 IEEE Haptics Symposium*, 149-156. <https://doi.org/10.1109/HAPTIC.2010.5444662>
 16. Gupta, A., Irudayaraj, A. A. R., & Balakrishnan, R.(2017). *HapticClench: Investigating Squeeze Sensations using Memory Alloys*. Proceedings of the 30th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology - UIST '17, 109-117. <https://doi.org/10.1145/3126594.3126598>
 17. Israr, A., & Abnoui, F.(2018). *Towards Pleasant Touch: Vibrotactile Grids for Social Touch Interactions*. Extended Abstracts of the 2018 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems - CHI '18, 1-6. <https://doi.org/10.1145/3170427.3188546>
 18. Apple.(n.d.) iOS Human Interface Guidelines. <https://developer.apple.com/design/human-interface-guidelines/ios/user-interaction/haptics/>
 19. Apple.(n.d.) watchOS Human Interface Guidelines. <https://developer.apple.com/design/human-interface-guidelines/watchos/user-interaction/haptic-feedback/>
 20. Baker, J.(2019.10.21.). Haptic UX-The Design Guide for Building Touch Experiences. <https://medium.muz.li/haptic-ux-the-design-guide-for-building-touch-experiences-84639aa4a1b8>
 21. Pyatt, C., Sinclair, M., & Bibb, R.(2019). Co-design methods for eliciting patient needs for wrist splint design. *Design for Health*, 3(2), 240-260.
 22. Haritaipan, L., Hayashi, M., & Mougnot, C.(2018). Design of a Massage-Inspired Haptic Device for Interpersonal Connection in Long-Distance Communication. *Advances in Human-Computer Interaction*, 2018, 1-11.



임덕신 (Lim, Dokshin)

1997년: KAIST 산업공학과 학사
 1999년: KAIST 산업공학과 석사
 2003년: ParisTech 산업공학과 박사
 2004년~2017년: 삼성전자 무선사업부
 현재: 홍익대학교 기계·시스템디자인공학과 조교수
 관심분야: 공학-디자인 융합, 디자이너, UX디자인
 E-mail: doslim@hongik.ac.kr



권경현 (Kwon, Kyunghyun)

현재: 홍익대학교 기계·시스템디자인공학과 학사
 E-mail: kwon950417@naver.com