

Case Study: Concept Development of Sensor based Context-Aware Wearable Devices

Joohwan Park, Sung H. Han, Bora Kang, Dong Yeong Jeong

Department of Industrial Management Engineering, POSTECH, Pohang, 790-784

ABSTRACT

Objective: The aim of this case study is to implement the proposed idea generation process for new wearable devices. **Background:** Mobile and wearable devices are playing an important role in the modern society. As more mobile/wearable devices pervaded modern society, researchers and designers are trying to implement more intelligent, context-aware functions to reduce user's inconvenience. A number of context-aware functions are integrated into mobile/wearable devices by implying sensor based context-aware technologies. **Method:** This case study followed four stages. (1) Idea generation scope and target application domain are defined. (2) User scenarios and needs are generated considering the user context like user's task, environment. Abstract function ideas are designed to gratify each user's need. A total of 339 abstract function ideas are generated. Each function was evaluated in terms of market size, attractiveness, and novelty by academic and industrial experts. As a result, 20 functions were selected in this stage. (3) Device ideas are developed based on the selected scenarios and function ideas. Feasible form factors and sensor technologies are explored and considered for each function idea. A total of 90 device idea are derived and evaluated by experts. As a result, two wearable device ideas are selected. (4) Detailed device concepts are developed from the selected device ideas and described. Feasible function ideas and function ideas that derived in the earlier stages were also considered and integrated into the final device concepts. **Results:** A total of two detailed wearable device concepts are derived based on the user contexts, application domains, feasible sensor technologies, and form factors. **Application:** The proposed process and the lessons learned from the case study might help designers of the wearable industries by enhancing the effectiveness of the idea/concept generation process.

Keywords: Context awareness, Wearable device, Concept development, Sensor technology

1. Introduction

최근 스마트폰을 위시한 스마트 기기들이, 현대인의 일상 생활에 필수품으로 자리잡고 있다. 초기 스마트폰은 단순히 인터넷이 가능한 모바일 기기였으나, 이제 단순한 통신 기기에서 벗어나, 다양한 센서와 상황 인식 기술이 접목되어 사용자의 사용 상황과 요구사항에 능동적으로 대응할 수 있는 제품으로 발전하고 있다.

산업계에서는 이러한 스마트 기기의 경쟁력 확보와 시장 개척을 위해, 다양한 제품 유형(Form factor)의 웨어러블 기기(Wearable)를 개발하여 출시하고 있다. 이러한 새로운 제품 유형을 통해 사용자들에게 제공할 수 있는 새로운 기능을 찾아내기 위하여, 다양한 센서 모듈과 상황인식 기술을, 새로운 제품 유형에 적용할 수 있는 방법을 탐색하고 있다.

이에 따라서, 체계적이며 포괄적인 웨어러블 제품/서비스 아이디어 도출 방법론을 통하여 다양한 제품 및 기능을 개발하여 웨어러블 기기에 적용할 필요성이 존재한다. 제품 기획 단계에서, 현재 활용 가능한 상황 인식 기술, 센서 모듈, 활용 가능한 제품의 유형, 사용자의 다양한 사용 상황을 체계적으로 고려할 수 있다면, 신제품 및 신기능 개발 과정의 효율성 및 효과성을 높일 수 있을 것이며, 기획의 구체화 및 현실화 과정에서 경험할 수 있는 어려움이 덜어질 수 있을 것으로 기대된다.

본 사례 연구에서는, 선행 연구에서 제안된 “상황인식 기술에 기반한 모바일 및 웨어러블 기기 아이디어 도출 방법론”을 웨어러블 기기 컨셉 도출에 적용하여보고, 방법론의 문제점 분석 및 보완을 수행하였다.

2. Related Literature

현재, 제품 아이디어 도출을 목적으로 한 다수의 방법론이 학계 및 산업계에서 제안 되어 널리 활용되고 있다. Osborn에 의해 제창되어 널리 활용되고 있는 브레인스토밍 기법은 다양한 변형 기법으로 파생되어 활용되고 있다 (Osborn, 1954; Aiken et al, 1994). 하지만 브레인스토밍에 기반한 아이디어 도출 방법론들은, 체계적인 시스템에 의존하기 보다는, 브레인스토밍 참여자 다수의 직관 및 통찰력을 바탕으로 토론을 통해 아이디어를 도출하며, 이 과정에서 일부 참여자들의 무임승차 및 토론 발언에 대해 소극적으로 아이디어를 제안하는 문제점 또한 존재한다(Diehl, 1991).

최근 아이디어 도출 방법으로 각광받고 있는 TRIZ 방법론은, 주어진 문제를 일반화된 문제 해결 패턴에 대입하여 문제 해결 방법을 고안하는 기법이다(Altshuller, 1999). 최근 다양한 서비스 개발 방법론 및 제품 개발 방법론 개발에 TRIZ에 기반한 제품/서비스 디자인 방법론 역시 활발히 연구되어 활용되고 있다(Chai et al, 2005; Shirwaiker and Okudan, 2011). 하지만, TRIZ 방법론에 익숙하지 않은 참여자의 경우, 아이디어 도출의 효율성이 낮으며, 문제를 다각도에서 살펴보며 해결 방법을 전방위적으로 살펴보기 어렵다는 한계점이 있다(Rovida et al., 2009).

선행 연구에서 제안 된, “상황인식 기술에 기반한 모바일 및 웨어러블 기기 아이디어 도출 방법론”은 이러한 한계를 극복하고 체계적인 아이디어 도출을 수행하기 위한 방법론이다. 이를 위하여, 본 방법론에서는 사용자의 사용 상황, 제공될 수 있는 기능 유형, 적용 가능한 센서 기술 및 상황인식 기술, 도출 될 제품 유형 등의 관련 요소들을 다각도로 고려한다. 관련 요소들을 다각도로 조명 함으로써 문제 상황 및 사용자의 요구사항을 정의하고, 이에 대한 가능한 상황인식 기술 기반의 해결 방법을 하나씩 모색함으로써, 새로운 제품 및 기능 아이디어를 도출한다.

3. Case study

본 사례 연구는, 실제 산업계에서 2년 내에 개발 가능한 웨어러블 기기 컨셉 두 개를 도출하는 것을 목표로 하였다. 선행 연구에서 제안 된 아이디어 도출 방법론을 적용하여 웨어러블 기기에서 제공 가능한 기능 아이디어와 웨어러블 기기 컨셉을 도출하였다. 본 연구에서 아이디어 도출 과정은, 네 단계를 거쳐 수행되었다.

첫째 단계에서는, 현실성이 낮거나, 전략적으로 가치가 낮은 아이디어가 도출되는 것을 방지하기 위하여, 아이디

어 도출 범위를 설정하였다. 본 사례 연구의 목적은, 2년 내에 산업계에서 개발 가능한 웨어러블 기기를 도출하는 것이기 때문에, 최근 사회적인 이슈 및 웨어러블 기기와 직접적으로 연관 된 사용 상황, 기능 유형, 웨어러블 제품 유형, 적용 가능한 센서 기술 등을 정의하였다.

둘째 단계에서는, 문제상황 시나리오를 도출하고 이에 대해 추상적인 수준의 해결 방법을 제안하였다. 이를 위해, 사용자의 다양한 사용 상황을 기반으로, 잠재적인 문제 상황 시나리오를 도출하고 이를 사용자의 요구사항으로 명확히 정의하였다. 이러한 사용자의 요구사항을 충족시키기 위하여, 웨어러블 기기가 제공 가능한 기능 아이디어가 도출 되었다. 도출 된 기능 아이디어는 구체적인 기능 구현 방법 및 제품 유형을 특정하지 않은 추상적인 수준으로 정의 되었으며, 전문가 7인에 의해 평가 및 선별 되었다.

셋째 단계에서는, 개별 기능 아이디어를 적용 가능한 제품 유형과 이를 구현하기 위한 센서 기술, 상황 인식 기술 등을 탐색하여, 구체적인 제품 및 기능 아이디어로 구체화 하였다. 도출 된 제품 컨셉은 전문가에 의해 평가 및 선별 되었으며, 최종적으로 두 개의 웨어러블 기기 컨셉이 선별 되었다.

넷째 단계에서는 최종적으로 선별 된 두 개의 제품 컨셉에 대해, 기능 추가 및 구체화가 이루어졌다. 각각의 제품 컨셉에 대해, 적용이 필요한 센서 모듈과 상황인식 기술을 정의하고, 예상 가능한 기술적 어려움 등이 서술 되었다. 또한 이전 단계에서 도출 된 제품 및 기능 아이디어들 중, 해당 웨어러블 제품 컨셉에 추가적으로 적용 가능한 기능들을 선별하여, 부가 기능으로 채택하였다.

3.1 Idea generation scope definition

본 사례 연구의 목적은, 2년 내에 산업계에서 개발 가능한 웨어러블 기기를 도출하는 것이다. 따라서 기술적으로 현실성이 낮은 아이디어나 최근 사회, 기술, 문화적 변화의 추세와 상반 된 제품 및 기술은 전략적으로 가치가 낮다. 따라서 이러한 전략적 효용성이 낮은 아이디어가 도출되는 것을 방지하기 위하여, 아이디어 도출 범위를 설정하였다.

본 아이디어 도출 방법론은, 사용자의 사용 상황(Context), 상황 인식을 위한 센서 모듈 및 센서 기술(Sensor technology), 제공 되는 제품 및 기능의 유형(Application domain)의 세 가지 요인을 조합 함으로써 다양한 기능 아이디어를 도출할 수 있는 방법론이다. 본 사례 연구에서는 신체의 특정 부위에 착용하는 웨어러블의 특성을 반영하여, 신체 부위 (Body part) 및 착용하는 웨어러블 제품 유형 (Form factor)을 함께 고려하였다.

본 단계에서 앞서 제시 된 네 가지 요인에 대하여, 제품 및 기능 아이디어를 도출 과정에서 어떠한 하위 요소들을

고려하며, 어떠한 요소들을 고려 대상에서 제외 할 것인가를 규정하였다. 선행 연구에서 수집 된 상황 인식 대상인 사용자 사용 상황과, 상황 인식 기술이 적용된 기능 유형(활용 분야)에 대한 선별 작업을 수행하였다. 선행 연구에서 도출 된 각각의 하위 요소들 중, 1) 최근 사회적으로 이슈화 되었거나 주목 받고 있는 요소, 2) 문화 산업과 같은 고부가 가치 산업과 밀접한 요소, 3) 일상 생활에서의 발생 빈도, 4) 산업계에서 전략적 중요도가 높다고 생각하는 하위 요소들이 선별되었다. 해당 선별 작업은 사용자 경험 전문가 3인 및 산업계 종사자 4인에 의해 수행 되었다(See, Table 1).

Table 1. 선별 된 하위 요소

사용 상황	<ul style="list-style-type: none"> - 사용자 작업: 업무 상태, 엔터테인먼트, 운동 상태, 이동 상황 - 신체 움직임: 신체 자세 - 신체 상태: 외상/질병, 신진 대사 - 감정/정신 상태 - 개인 신분 증명 - 주변 사물/기기 - 주변 인물 관련 정보
기능 유형	<ul style="list-style-type: none"> - 헬스 케어 기능 - 기기 사용/관리 보조 기능 - 보안/안전 기능 - 사용자 간 커뮤니케이션 기능 - 멀티미디어 기능
센서 기술	<ul style="list-style-type: none"> - Photo (Photo-electric) sensor - Image/Vision recognition sensor - Electro-magnetic radiation sensor - Electrical activity sensor - Magnetic field sensor - Acoustic sensor - Mechanical sensor - Thermal sensor

3.2 Scenario based function idea generation

둘째 단계에서는, 앞 단계에서 정의 된 사용 상황과 제공 가능한 기능 유형을 조합하여, 기능 아이디어를 도출하였다. 도출 된 기능 아이디어는 구체적인 기능 구현 방법 및 제품 유형을 특정하지 않은 추상적인 수준으로 정의 되었으며, 전문가 7인에 의해 평가 및 선별 되었다

이전 단계에서 선별 된 사용 상황 요소들과 기능 유형을 조합 함으로써, 개별 사용 상황에서 존재할 수 있는 문제 상황을 시나리오 형태로 도출하였다. 도출 된 시나리오에 대하여 사용자의 요구사항을 명확화한 후, 각각의 요구사항을 충족시키기 위하여 웨어러블 기기가 제공할 수 있는 기능 아이디어를 도출 하였다. 주어진 시나리오 및 제공 될 수 있는 기능 유형에 대해 브레인스토밍 기법을 통해 기능 아이디어를 도출하였다(See, Figure 1).

본 단계에서는 활용 가능한 기술이나 제품의 유형 등을

고려하지 않은 수준의 추상적인 기능 아이디어가 도출되었다(See, Table 2). 이러한 과정을 거쳐 도출 된 596개의 기능 아이디어에 대하여 유사한 아이디어의 통합을 거쳐, 최종적으로 337가지 기능 아이디어가 도출되었다

Figure 1. 기능 아이디어 도출 과정

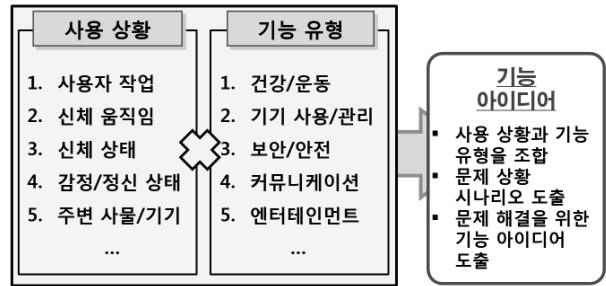


Table 2. 도출 된 시나리오 및 기능 아이디어 예시

분류	예시
문제상황 시나리오	<ul style="list-style-type: none"> - 책상에 앉았을 때 일일이 비밀번호를 눌러서 잠금 해제하기 불편하고 비밀번호를 잊어버리는 경우도 많음 - 잠시 자리를 비운 사이에 중요한 정보, 개인 정보를 남이 보는 것이 불안 - PC 사용 시, PC 암호, 각 사이트 암호, 서비스 암호를 매번 인증하는 것이 매우 불편함. 시간이 지나면 자동 로그아웃 되어 매번 로그인 하는 것이 불편
기능 아이디어	<ul style="list-style-type: none"> - 나가 화면을 보면 자동으로 잠금을 해제하고, 보지 않거나 일정 거리 이상 떨어지면 화면을 자동으로 잠가주는 기능

도출 된 각각의 기능 아이디어는, 사용자 경험 전문가 및 모바일/웨어러블 기기 전문가 7인에 의해 평가되었다. 평가 과정에는 시장 수요, 매력성, 참신성의 세가지 평가 기준이 활용 되었다. 평가는 “매우 낮다”, “낮다”, “보통이다”, “높다”, “매우 높다”의 5가지 선택지에 기반 한, 5점 Likert 척도로 수행 되었다. 평가 기준 간의 중요도 차이를 고려하기 위하여 전문가 7인이 참여한 AHP 절차를 통해 평가 기준 사이의 가중치를 도출하여 최종 점수 평가에 반영하였다(See, Table 3).

Table 3. 기능 아이디어 평가 기준

평가 기준 (가중치)	정의
시장 수요 (0.523)	- 예상 사용자 계층의 규모가 크다
매력성 (0.302)	- 사용자에게 즐거움, 자기만족과 같은 매력적인 가치를 제공하는가
독창성 (0.174)	- 기존 기능과 차별성이 높으며, 다른 사용자보다 앞서간다는 느낌을 줄 수 있는가

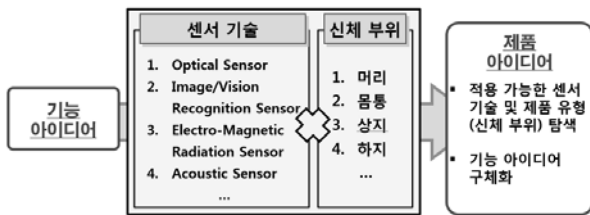
평가 결과를 기반으로, 가장 높은 점수를 얻은 20개의 기능 아이디어가 선별 되어, 다음 단계에서 활용 되었다.

3.3 Wearable device idea generation

셋째 단계에서는 기능 아이디어를 대상으로, 이를 구현하기 위한 센서 기술, 상황 인식 기술과 적합한 제품 유형 등을 탐색하여, 구체적인 제품 아이디어로 구체화 하였다. 이 과정을 거쳐 도출 된 제품 아이디어는, 전문가에 의해 평가 및 선별 되었으며, 최종적으로 이 중 두 개의 웨어러블 제품 아이디어가 선별 되었다.

기능 아이디어를 구체화하기 위하여, 첫 단계에서 선별 된 제품 유형과 센서 모듈 및 상황 인식 기술을 대입하여 구체적인 웨어러블 제품 아이디어를 도출하였다. 이 과정에서 기능 구현에 적합한 센서 기술 및 웨어러블 기기 유형이 선별 되었다(See, Figure 2). 본 단계를 거치면서 각각의 기능이 실제 어떻게 구현될 수 있을 것인가에 대한 구체적인 밑바탕이 그려지게 되었다.

Figure 2. 제품 아이디어 도출 과정



총 90개의 웨어러블 제품 아이디어가 이 과정에서 도출 되었다. 도출 된 90개의 제품 아이디어에 대해서 상품성, 웨어러블 관련성, 개발 가능성, 센서 기술 적용 가능성을 기준으로, 전문가 평가가 수행 되었다(See, Table 4). 평가 방식은 이전 단계와 동일 하였다. 최종 평가 점수를 기준으로 두 개의 제품 아이디어가 최종적으로 선별 되었다.

Table 4. 제품 아이디어 평가 기준

평가 기준 (가중치)	정의
상품성 (0.315)	- 예상 사용자 계층의 규모와 구매력을 고려 하였을 때, 해당 기능의 수익성이 있는가
웨어러블 관련성 (0.264)	- 웨어러블 기기에 적용 가능한 기능인가 - 웨어러블 산업계가 투자할 가치가 있는가
개발 가능성 (0.231)	- 해당 기능이 실제로 적용/개발 가능한가
센서기술적용 가능성(0.189)	- 센서 모듈 및 상황인식 기술을 바탕으로 제 공 가능한 기능인가

3.4 Detailed device concept generation

넷째 단계에서는 최종적으로 선별 된 두 개의 웨어러블 제품 아이디어에 대해, 상세 설명 및 부가 기능 추가를 통해 컨셉 형태로 구체화 되었다. 각각의 제품에 대해, 적용이 필요한 센서 모듈과 상황인식 기술을 정의하고, 예상 가능한 기술적 어려움 등이 서술 되었다. 또한 이전 단계에서 도출 된 제품 및 기능 아이디어들 중, 해당 제품 컨셉에 추가적으로 적용 가능한 기능들을 선별하여 채택하였다. 추가 적용 가능 여부는, 기존 센서 모듈 및 상황 인식 기술로 구현 가능한지, 해당 기기 유형에어 구현 가능한지를 고려하여 결정하였다.

4. Discussion

본 사례 연구 과정에서 다음과 같은 현상이 발견 되었다. 초기 아이디어 평가 과정에서, AHP를 통해 평가 기준 간의 가중치를 도출하였다. 이 과정에서 전문가들은 상대적으로 참신성 및 매력성 보다는 시장 수요를 매우 중요하게 여겼다. 시장 수요의 가중치는 0.523으로, 다른 두 평가 기준을 합친 것 보다 높았다. 이에 따라서, 독창성과 매력성은 상대적으로 떨어지나, 시장 수요가 많은 컨셉이 높게 평가 되는 경향성이 존재하였다. 이러한 경향은, 제품 초기 기획 단계에서 독창적인 아이디어 보다는, 무난한 아이디어가 선별되는 보수적인 의사결정 과정을 보여주었다.

아이디어 도출 기간 3개월 간, 도출 된 아이디어와 유사한 컨셉의 제품이 벤처 기업 등에 의해 발표/공개 되는 사례가 발생하였다. 모바일 및 웨어러블 산업의 발전 속도 및 신제품 출시 주기가 매우 빠르며, 다수의 벤처 기업이 새로운 제품을 연구/개발하고 있다. 따라서, 단기간 내 개발 가능한 제품 컨셉을 도출할 경우, 동시 다발적으로 유사한 제품 컨셉이 연구/개발되는 경우가 발생 할 수 있다.

5. Conclusion

본 사례 연구에서는 체계적인 아이디어 도출 방법론을 통해 상황 인식 기술에 기반한 웨어러블 기기 컨셉을 도출 하였다.

본 연구의 결과는, 향후 관련 산업계의 제품 아이디어 도출 과정의 효율성을 높이고, 체계적인 아이디어 도출이 가능할 수 있도록 기여 할 것으로 기대된다.

References

- Aiken, M., Krosp, J., Shirani, A. and Martin, J., Electronic brainstorming in small and large groups. *Information and Management*, 27, 141–149, 1994.
- Altsuller, G. S., *The Innovation Algorithm*. Technical Innovation Center, Inc., 1999.
- Chai, K.-H., Zhang, J. and Tan, K.-C., A TRIZ-Based Method for New Service Design. *Journal of Service Research*, 8, 48–66, 2005.
- Diehl, M. and Stroebe, W., Productivity loss in idea-generating groups: Tracking down the blocking effect. *Journal of Personality and Social Psychology*, 61, 392–403, 1991.
- Osborn, A. F., *Applied imagination; principles and procedures of creative problem-solving*, Scribner'S, Oxford, 1963.
- Rovida, E., Bertoni, M. and Carulli, M., “About the Use of TRIZ for Product-Service Development”, *Proceedings of ICED 09, the 17th International Conference on Engineering Design*, 8(pp. 24-27), Palo Alto, CA. 2009.
- Shirwaiker, R. A. and Okudan, G. E., Contributions of TRIZ and axiomatic design to leanness in design: An investigation. *Procedia Engineering*, 9, 730–735, 2011.

Author listings

JooHwan Park: pkjhwan@postech.ac.kr

Highest degree: BS, Department of Industrial& Management Engineering, POSTECH

Position title: PhD Candidate, Department of Industrial and Management Engineering, POSTECH

Areas of interest: User Interface, HCI, User experience, Intelligent UI

Sung H. Han: shan@postech.ac.kr

Highest degree: PhD, Ind. & Sys. Eng. Dept, Virginia Polytechnic Institute & State University

Position title: Professor, Dep. of Ind. Mgmt. & Eng., POSTECH

Areas of interest: Human-Computer Interaction, Usability Engineering, Affective Product/Service Design, Intelligent User Interfaces, User Experience, Context Aware

Bora Kang: purple31@postech.ac.kr

Highest degree: BS, Department of Industrial& Management Engineering, POSTECH

Position title: PhD Candidate, Department of Industrial& Management Engineering, POSTECH

Areas of interest: User Experience Design, Gesture Interface, Human-Computer Interaction

Dong Yeong Jeong: comnet924@postech.ac.kr

Highest degree: BS, Department of Industrial& Management Engineering, POSTECH

Position title: MS candidate, Department of Industrial & Management Engineering, POSTECH

Areas of interest: Human-Computer Interaction, User Experience Design, Gesture Interface, User Interface