

교통분야의 리빙랩 적용사례 연구 : 보행자 자동감지 횡단보도 시스템을 중심으로

A study on the Application of Living Lab in Transportation : Focused on the Auto-Image Sensing Signal System for Pedestrian

전 나 영* · 김 수 재** · 추 상 호*** · 이 향 숙****

* 주저자 : 서울시메트로9호선(주) 운영기술팀
** 공저자 : 홍익대학교 도시계획과 박사과정
*** 공저자 : 홍익대학교 도시공학과 교수
**** 교신저자 : 인천대학교 동북아물류대학원 교수

Nayeoung Jeon* · Sujae Kim** · Sangho Choo*** · Hyangsook Lee****

* Operation & Maintenance Team, Seoul Metro Line9 Corp.
** Dept. of Urban Planning., Hongik Univ.
*** Dept. of Urban Eng, Hongik Univ.
**** Graduate School of Logistics, Incheon National Univ.
† Corresponding author : Hyangsook Lee, hslee14@inu.ac.kr

Vol.17 No.2(2018)

April, 2018
pp.01~17

ISSN 1738-0774(Print)
ISSN 2384-1729(On-line)
<https://doi.org/10.12815/kits.2018.17.2.01>

Received 18 April 2018
Revised 24 April 2018
Accepted 26 April 2018

© 2018. The Korea Institute of
Intelligent Transport Systems. All
rights reserved.

요 약

리빙랩이란 사용자가 직접 나서서 문제를 해결해 나가는 사용자 참여형 혁신 공간을 의미하며, 리빙랩 참여자는 기술 구상부터 제품 개발의 모든 과정에 참여할 수 있다는 특징이 있다. 본 연구에서는 보행자의 교통사고를 줄이기 위해 전주시를 대상으로 리빙랩 방법을 이용하여 보행자 자동감지 횡단보도 시스템을 개발하였다. 또한 리빙랩 적용에 따른 시스템 효과를 분석하기 위해 보행자 대기시간, 보행자 및 차량 신호위반, 무단횡단 측면의 측정지표를 설정하였으며, 시스템 설치전, 설치후, 리빙랩 적용후의 세가지 단계별로 나누어 분석하였다. 측정지표 분석결과, 리빙랩을 적용한 시스템의 효과가 설치전과 설치후 보다 상대적으로 개선되는 것으로 나타났다. 본 연구는 국내 교통 분야에서 리빙랩이 적용된 첫 사례라는 점에서 의미가 있다.

핵심어 : 리빙랩, 자동감지 횡단보도 시스템, 교통안전, 보행자

ABSTRACT

The living lab is a user-participatory innovation space where users can solve problems by themselves. Living Lab members are able to participate in all aspects of product development from technology conception. In this study, to prevent pedestrian accidents, auto-image sensing signal system was developed in Jeonju City, using the Living Lab method. In addition, we measured effectiveness of the auto-image sensing signal system with respect to pedestrian waiting time, pedestrian and driver signal violation, and pedestrian jaywalking. It was also compared the measures before installation, after installation and after applying Living Lab method. As a result, all of the three measures of effectiveness appeared to be more effective after Living Lab than after installation. Overall, this study is very significant in that it is the first case where the living lab is applied in transportation.

Key words : Living Lab, auto-image sensing crossing system, traffic safety, pedestrian

I. 서론

과거 산업화 시대의 제품개발 방식은 규모의 경제를 바탕으로 한 대량생산 방식으로 제품을 최종 구매하는 사용자가 기술개발 과정에 큰 영향을 주지 않는 탑다운(top-down) 방식이었다. 이러한 흐름은 기술이 진보함에 따라 다양한 소비자들의 욕구를 만족시킬 수 있는 다품종 소량생산 방식으로 변화하였다. 현재, 다품종 소량생산 방식은 다시 다양한 소비자의 욕구를 만족시키기 위해 그들의 요구사항을 유동적으로 수렴할 수 있는 방식으로 발전하였다. 최근에는 이러한 시스템에서 더 발전한, 탈추격 혁신, 수요지향적 혁신, 사회문제 해결 등을 추진함에 따라 수요 기반의 지속가능성, 사회문제해결 등에 대응 가능한 새로운 모델을 요구하고 있다(Seong et al., 2013). 이에 따라 사용자들의 참여하에 문제를 해결하는 사용자 주도형 모델인 ‘리빙랩(Living Lab)’ 방식이 주목을 받고 있다.

리빙랩이란 실제 생활 현장에서 사용자와 생산자가 공동으로 혁신을 만들어가는 연구방식이다. 즉, 소비자, 경쟁업체, 기술개발업체, 관련 지자체 등과 같은 다양한 이해 관계자 그룹이 공통된 목적의식으로 새로운 서비스, 사업 아이디어, 기술 등을 창조, 개발, 검증하는 방식이다(Kang, 2012). 이 방식에서는 기술개발자 뿐만 아니라 최종 사용자까지 대등한 관계로 기술개발에 참여하기 때문에 자유로운 커뮤니케이션이 가능하며 참여 주체의 의견이 실시간으로 연구 과정에 반영된다는 점에서 기존 모델과 차별화된다.

현재 리빙랩은 주거, 산업, 의료, 보건, 교통 등의 분야에서 사회문제를 효율적으로 해결하기 위한 수단으로 활용되고 있으며 유럽지역에서는 EnoLL(European network of Living Lab)이라는 네트워크를 형성하여 리빙랩 방법이 활발하게 활용되고 있다. 국내의 경우, 리빙랩이 막 도입된 시점으로 리빙랩 개념 및 국외 적용 사례를 정리한 연구가 주를 이루고 있으며, 각 분야별로 실제 리빙랩을 적용한 사례는 없는 실정이다.

이에 본 연구에서는 리빙랩의 개념을 정의하고 교통분야의 적용사례로 자동감지 횡단보도 시스템 개발을 소개하고자 한다. 특히 시스템 개발 단계별로 리빙랩이 적용된 방법에 대해 상세히 기술하였으며, 리빙랩을 통한 시스템의 개선효과를 정량적으로 분석하였다. 마지막으로 본 사례를 통해 교통분야의 리빙랩 적용방안에 대하여 제시하였다.

II. 리빙랩의 정의 및 적용 분야

1. 리빙랩의 정의 및 메커니즘

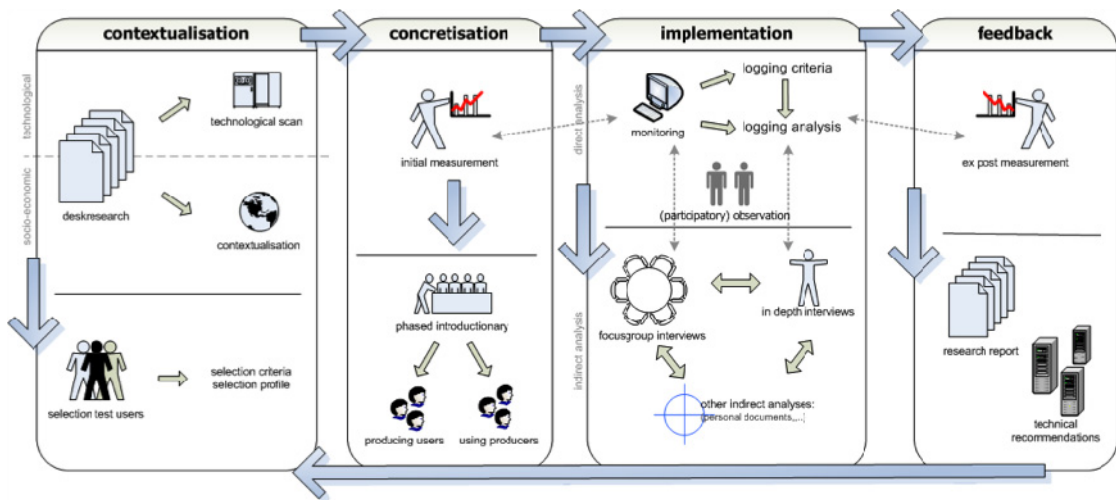
리빙랩이란 이용자 중심의 새로운 연구 방식으로 사용자가 직접 나서서 문제를 해결해 나가는 ‘사용자 참여형 혁신공간’이라 말할 수 있다(Seong et al., 2014). 즉, 서비스, 제품 등의 다양한 분야에서 이용자들이 연구 단계에 실제로 참여할 수 있는 개방형 혁신 생태계로 정의할 수 있으며, 개발의 모든 단계에 잠재적 사용자가 참여하여 제품 상용화 이후 나타날 수 있는 문제점을 미리 피드백 하여 제품 및 시스템의 완성도를 높일 수 있는 방식이다(Kang, 2012).

최초 리빙랩은 MIT대학의 Michell 교수에 의하여 처음 제안된 개념으로, 도시 계획과 설계에 거주자가 참여할 수 있는 방안을 모색하는 과정에서 탄생되었다(Seong et al., 2014). 이후 EU연합으로 국가 간 연구 네트워크가 형성되어 있는 유럽지역에서 리빙랩 개념이 더욱 발전되었다. 특히 유럽에서는 현재 ENoLL이라는 리빙랩 네트워크를 구성하여 리빙랩 방법에 대한 연구 주체들 간의 공유를 통해 성공적인 연구결과를 도출할 수 있는 기회를 제공하고 있다.

리빙랩의 특징을 살펴보면 다음과 같다. 리빙랩의 가장 큰 특징은 대학 및 학술연구기관, 중앙정부 및 관

런 기관, 지역자치단체, 민간 사업자 등 다양한 집단이 참여하여 제품 기획, 지원, 개발, 활용 등 전 과정에서 정보를 공유하고 의견을 교환하여 시스템을 개선해 나가는 것이다(Kang, 2012). 즉, 리빙랩을 통한 연구개발에서는 이용자들이 직접 참여하여 이용자들의 니즈를 충족시킬 수 있는 기회가 있기 때문에 기존의 연구개발 방식에 비해 보다 효율적인 연구수행이 가능하다. 이를 위한 핵심 전략으로는 리빙랩 구성원 확보, 실시간 소통 방안 마련, 이용자 피드백을 통한 시스템 개선 및 보완을 들 수 있다.

리빙랩은 <Fig. 1>과 같이 개념화 및 구체화, 실행, 피드백의 총 3단계의 메커니즘으로 전개된다. 개념화 및 구체화 단계에서는 조사를 통하여 제품 개발에 대한 아이디어를 얻고 기술을 탐색하여 프로토타입을 제작하는 동시에 제품을 개발할 집단, 제품을 이용하여 피드백을 진행할 집단 등 실험집단을 선정한다. 실행 단계에서는 프로토타입을 실험집단에게 체험시킨 뒤 모니터링, 심층인터뷰, 집단인터뷰, 간접 분석 등의 다양한 방식을 통하여 제품을 평가 한다. 마지막으로 피드백 단계에서는 제품에 대한 집단의 만족도 변화내용, 프로토타입 피드백 및 개선내용을 평가한 후 상용화 시제품을 제작한다.



<Fig. 1> Living Lab Methodology(Almirall et al., 2012)

2. 리빙랩의 유형

Song et al.(2017)에서는 과학기술분야에서 운영되는 리빙랩은 일반적인 프로젝트 방식과 리빙랩 플랫폼 방식의 두 가지로 유형화 할 수 있다고 하였다.

프로젝트 방식의 경우 연구 과제를 수행하는데 있어 연구를 이끌어 나가는 방법을 리빙랩 방식으로 채택하는 것을 의미한다. 이 방식은 프로토타입을 제작하는 과정에서 다시 수요 탐색형과 문제 해결형 방식으로 나뉠 수 있다. 수요 탐색형의 경우 기초 및 원천 기술을 바탕으로 사용자들의 편의를 제공하기 위한 서비스와 제품을 탐색하여 실수요자의 범위를 찾고 이후 프로토타입을 제작하여 피드백을 통해 기술을 개발하는 방식이다. 문제 해결형은 사회 공공문제를 해결하기 위해 기술을 융합하여 사업을 진행하는 리빙랩으로, 이미 문제의식이 제기되고 난 후 그 문제를 해결하기 위해 제품을 제작하는 것으로, 서비스와 수요계층이 미리 정해져 있다는 것이 수요 탐색형 리빙랩과의 차이점이다.

리빙랩 플랫폼 방식은 한 조직에서 여러 개의 리빙랩 프로젝트를 이끌어 나갈 수 있도록 리빙랩에 참여할 잠재적 인력을 구축한 하나의 장으로, 각기 프로젝트가 수행될 때마다 리빙랩 플랫폼에서는 구축된 인력 중

상황에 맞는 사용자 및 관련 기관단체를 프로젝트에 투입하여 활동을 수행하는 방식이다. 이러한 리빙랩 플랫폼은 공공기관 또는 학교에서 출연하며 플랫폼에서 투입된 참여자들은 연속적인 피드백이 가능하여 일회성을 띠는 사기업 프로젝트와 차별성을 갖는다.

3. 리빙랩의 적용 분야 및 사례¹⁾

현재까지 수행된 리빙랩 연구는 크게 주거, 산업, 기타 분야로 유형화 할 수 있으며, 시민과 지역사회에 밀접한 기술에 주로 집중되어 있다.

먼저 주거분야는 앞서 말했던 MIT Mitchell 교수가 리빙랩의 개념을 처음 도입한 분야로, 리빙랩 연구분야 중 가장 대표적이다. 포괄적인 개념에서는 주민들이 직접 참여하여 주거지역을 개선하는 국내의 마을 만들기 사업과, 지역 주체의 참여와 상호작용을 강조하는 도시재생 거버넌스도 유사한 개념으로 포함될 수 있다. 이러한 주거분야는 다시 세부적으로 지속가능한 도시개발, 주거환경개선, 지역공동체 강화의 세가지 유형으로 나뉜다. 지속가능한 도시개발 유형은 지역주민의 생활수준을 높여 삶의 질을 개선시킬 수 있도록 다양한 친환경 인프라, 네트워크 인프라를 구축하는 것으로 SusLab NWE, Flemish 리빙랩이 이에 속한다. 대표적인 예로 SusLab NWE의 경우, 주거 및 비주거 지역 건물의 냉난방 시스템을 개조하고 빗물정제 시스템을 설치하여 도로청소용으로 활용하는 리빙랩을 진행하여 에너지 절약 및 실내환경을 개선하였다. 건축, 토목 등의 기술을 통해 기초 인프라를 확보하고 지역을 통합하기 위한 다양한 활동을 지원하는 주거환경개선 유형에는 브라질 Habitat 리빙랩, 핀란드 Espoo Centre 등이 포함된다. 브라질 빅토리아시의 경우 주민 대부분이 저소득층으로 주거 불안문제를 해결하기 위해 Habitat 리빙랩을 결성하였으며, 이를 통해 환경 친화 벽돌, 가정용 태양전지 패널 등을 제조하여 기초적인 주거환경을 개선하였다. 지역공동체 강화유형은 분열된 지역 사회를 통합하기 위해 커뮤니티 및 포털활동을 통한 지역 주민의 연대감을 형성하는 등의 활동을 의미하며 대표적인 예로 Turku Archipelago 리빙랩이 있다.

산업분야는 학술연구기관과 기업 간의 파트너십을 토대로 기술개발을 추진하며 정부 및 공공기관이 보조 역할을 수행하는 구조다. 본 분야에서는 여러 산업 기술이 융합하여 기술개발이 이루어지기 때문에 다양한 국가가 포함된 연합체가 결성된 경우가 많으며 ENoLL도 이에 포함된다. 산업분야는 기술개발분야와 지역 콘텐츠개발 분야로 다시 나누어진다. 기술개발분야에서는 앞서 설명한 것과 같이 대학, 기술개발업체, 연구기관, 공공기관 등 여러 주체가 네트워크를 형성하여 제품을 개발한다. 대표적인 사례로 덴마크 Egmont 리빙랩에서는 장애학생과 휠체어 제조업체, 지자체가 참여하여 조이스틱이 부착된 휠체어 제조의 전 과정에 참여하여 사용자 친화적 휠체어를 개발하였다. 지역콘텐츠 개발은 지역 사용자들의 경험을 활용한 관광 및 복지 분야의 서비스 혁신을 수행하며 Lutakko지역에 'Sauna from Finland'라는 관광콘텐츠를 개발한 핀란드 Human Tech 리빙랩이 대표적이다.

주거, 산업분야 이외 고령자 복지, 교통인프라 개발 등의 기타분야가 존재한다. 고령자 복지 분야의 대표적인 예로 대만 Suan-Lien 리빙랩은 중증 질환으로 인하여 사회적 활동이 힘든 고령자들의 사회 적응과 질병 치료를 돕는 다양한 프로그램을 개발하고 운영하였으며, 리빙랩을 통해 Taogei라는 기억력 향상 게임을 제작하였다. 본 연구에서 소개할 리빙랩 사례와 유사한 교통 분야의 대표적인 사례로는 미국 Boulder Living Lab이 있다. 미국 Boulder시의 자전거 통행을 보호할 수 있는 방안을 조성하기 위해 시내에 위치한 5개 지점을 선정하여 리빙랩 방법을 적용하였으며, 대상지에서 자전거를 탑승한 이용자들의 의견을 홈페이지와 주민 인터뷰를 통해 수집 및 반영하였다. 이 리빙랩을 통하여 Boulder시에서는 후진 전용 자동차 주차면 설계, 폭이

1) Seong and Park(2015)와 Seong et al.(2013)의 연구를 재정리 및 보완하였음.

좁은 도로의 경우 자전거 전용도로 대신 점선으로 된 자전거 도로 노면 표지 등이 개발되었다.

<Table 1> Examples of Living Labs in Various Fields

Field	Detailed field	Key content	Research case
Dwelling	Sustainable urban development	- Improving living standards and quality of life for local residents - Building various eco-friendly infrastructure and network infrastructure	Flemish (Belgium) Suslab NWE (Germany)
	Improvement of residential environment	- Improving residential environment and regional integration in underdeveloped areas - Supporting basic infrastructure and social activities	Habitat (Brazil) Espoo Centre (Finland)
	Strengthening local communities	- Integrating fragmented communities - Organizing and supporting community and forum activities	Turku Archipelago (Finland)
Industry	Technology development	- Launching user-friendly products through original technology - Encouraging technological development through participation and feedback of various subjects such as universities, research institutes, and local governments	Egmont (Denmark) CroCopil (Northern Europe) Process IT Innovation (Sweden)
	Local content development	- Developing tourism and welfare contents based on local residents' experiences - Supporting SNS and community organization, application development, etc.	Human Tech (Finland)
Others	Elderly welfare	- Developing and operating programs for social adaption and disease treatment of elderly	Suan-Lien (Taiwan)
	Development of transportation infrastructure	- Creating road environment to ensure safe passage of pedestrians and drivers	Boulder (USA)

Ⅲ. 자동감지 횡단보도 시스템의 적용 사례

본 장에서는 리빙랩을 적용한 자동감지 횡단보도 시스템 개발사례를 소개하고자 한다. 먼저 시스템의 개발 배경 및 구성요소에 대하여 기술하였으며, 자동감지 횡단보도 시스템의 효과를 측정하여 리빙랩 연구방식의 효과를 분석하였다.

1. 시스템 개발 배경

지방부 도로의 횡단보도는 보행자가 적어 운전자와 보행자 모두 불필요한 신호대기 시간이 자주 발생되며, 이는 신호위반과 보행자 교통사고로 이어지는 원인이 된다. The Korea Road Traffic Authority(2015)의 2012년 도시규모별 횡단보도의 교통사고 사망자 수를 살펴보면, 도시부를 제외한 군 단위 지역은 인구 10만 명당 사망자수가 전국평균인 1.7명 보다 높은 2.0명에 근접하는 것으로 나타났다. 이는 인구 30만 명이상의 시에서 나타난 1.25명당 극명하게 대비되는 수치이다. 또한 고령자에 한정하여도 이와 유사한 결과를 확인할 수 있다.

이러한 사고현상에 대한 원인은 다음과 같이 요약할 수 있다. 지방부 도로는 도시부에 비해 교통량이 적고 횡단하는 보행자 수도 적다. 이는 운전자 입장에서 필요치 않은 신호대기 시간이 많아져 보행자가 보이지 않을 경우에는 신호를 무시하고 주행할 수 있다. 또한 보행자 녹색 현시에 대한 신뢰성이 떨어져 보행자가 없을 것이라 판단하여 신호를 무시하는 경우도 발생한다. 보행자 입장에서도 차량이 적은 지방부에서는 군

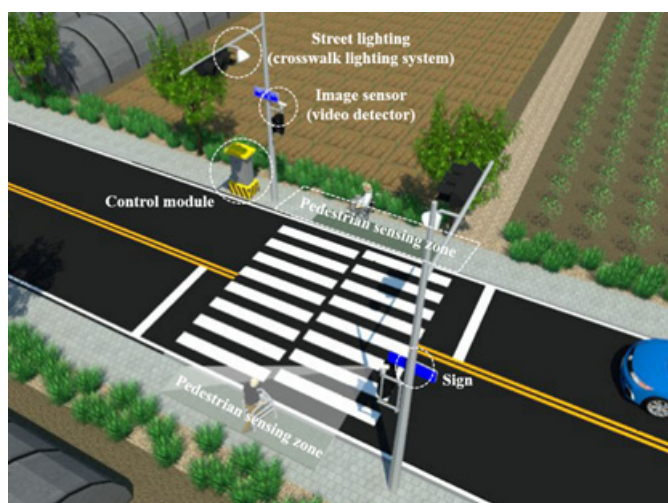
이 횡단 신호를 대기하지 않기 때문에 무단횡단이 빈번하게 발생하게 된다. 따라서 사고가 발생할 경우, 보행자는 치명적인 부상을 입게 된다.

이러한 현상을 감소시키기 위해서는 기존의 횡단보도 시스템을 다음과 같이 개선할 필요가 있다. 보행자가 위치할 경우에만 녹색 신호를 부여하여 보행자 편의성을 높이고, 운전자는 이러한 시스템을 인지하여 적색 현시에서 무조건 정차하도록 유도해야 한다. 즉 횡단 의사가 있는 보행자를 시스템에서 자동으로 인식하여 신호를 부여해야 함을 의미한다.

반면에 기존의 교통신호는 크게 일반 신호시스템과 버튼식 보행자 작동신호 시스템, 보행자 모션감지 신호기로 나누어진다. 일반 교통신호 시스템의 경우에 일정 주기마다 보행자 신호를 제공하기 때문에 교통량과 보행량이 적은 지방부 도로에서는 효율이 매우 떨어진다. 버튼식 보행자 작동신호 시스템의 경우 기존의 청각장애인용 음향신호기와 기계디자인이 비슷하여 혼동될 가능성이 높고, 버튼식이기 때문에 고장이 일반 신호기에 비하여 쉽게 발생한다. 또한 지방 지역 특성상 기계적 이해도가 낮은 고령자가 버튼식 시스템을 제대로 인지 못할 확률이 높다. 마지막으로 보행자 모션감지 신호기의 경우, 특정 공간에서 횡단 의사가 있는 보행자를 감지하는 모션감지센서 기술이 미흡하다. 특히 일몰, 일출, 기상 악화 시 모션감지에 대한 신뢰성이 떨어지며 비용적인 측면에서 별도의 시설을 요구하기 때문에 상용화가 힘든 상황이다.

따라서 본 연구의 사례로 기존 보행자 횡단신호시설의 한계점을 극복하고 횡단보도의 교통사고를 줄일 수 있는 자동감지 횡단보도 시스템을 개발하였다. 자동감지 횡단보도 시스템은 보행자를 영상감지를 통해 자동으로 감지하여 바로 녹색현시를 부여하기 때문에 신호대기시간을 줄여 효율성을 극대화 시킬 수 있으며, 기계적 이해도가 낮은 교통약자들이 따로 교육을 받지 않아도 되기 때문에 편의성을 증진시킬 수 있다. 또한 보행자가 보행자 감지영역 내에 들어서게 되면 신호가 자동으로 녹색현시를 부여하기 때문에 무단횡단에 대한 사고 위험성이 줄어들고 안정성이 높아지게 된다.

이러한 자동감지 횡단보도 시스템을 개발함에 있어 무단횡단 및 신호위반 등의 교통법규 위반이 잦은 이용자들의 참여를 유도할 수 있는 리빙랩 방식을 적용하였다. 제품 개발자와 유관기관 관계자, 실 이용자들이 함께 제품의 개발 초기단계부터 전 과정에 참여하여 의견을 교류하여 시스템을 개선해 나아가는 리빙랩 방식이 해당 시스템에 있어 적합한 방식이라고 판단된다.



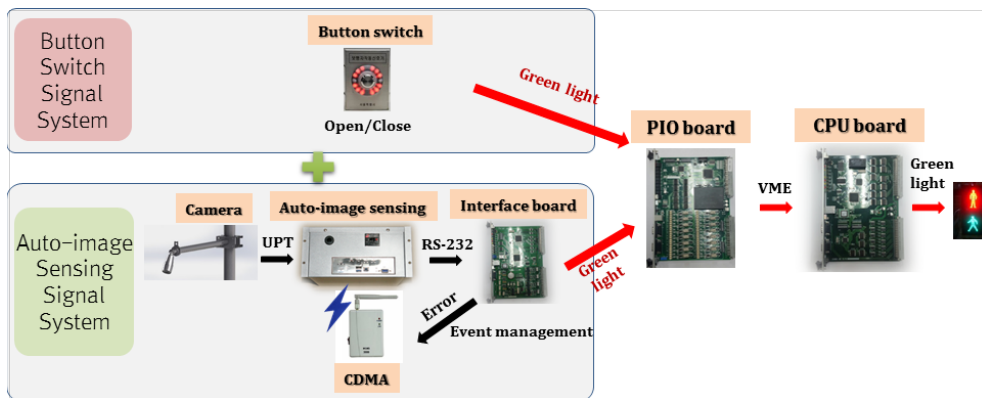
<Fig. 2> Auto-image-sensing Signal System for Pedestrians

2. 시스템 구성요소 및 작동원리

자동감지 횡단보도 시스템이란 기존에 일정 주기마다 녹색 현시를 부여하는 신호 시스템과는 달리 횡단 의지가 있는 보행자를 인식하여 보행자 신호를 부여하는 시스템을 말한다.

자동감지 횡단보도 시스템의 경우 크게 핵심 요소와 부가요소 두 가지로 나뉜다. 핵심요소는 전체적인 신호체계를 관리하고 제어하는 신호제어기인 컨트롤 모듈과 야간에 보행자가 안전하게 횡단보도를 보행할 수 있도록 조명이 켜지는 횡단보도 조명등이 있다. 또한 신호기에 연결되어 버튼을 누르면 일정 시간 및 주기에 따라 신호를 부여하는 압버튼 스위치와 보행자를 감지하고 구별하는데 불필요한 그림자를 제거하고 악천후 시 영상을 보정 처리하여 횡단보도를 건너려는 사람을 구분하는 영상감지기가 있다. 영상감지기의 경우 경찰청 보행자 자동인식 신호기 표준 지침에 의한 성능평가 기준을 통과하여 도로교통공단의 인증을 받았다. 총 12개의 시나리오별 각 5회씩 총 60회의 성능평가를 수행하여 횡단대기자 검지율과 보도통행자 검지율 모두 100%로 99% 이상, 95% 이상인 성능기준을 충족시켰다. 야간 및 우천 시의 검지율의 경우 자체적인 성능평가를 통해 성능기준을 충족시켰으며, 리빙랩 운영기간동안 한 번도 문제가 발생하지 않아 시스템 운영에는 문제가 없을 것으로 판단된다. 부가요소로는 시스템 운영 알림 문구 표지판과 영상감지기가 보행자를 감지할 수 있는 영역을 표시한 보행자 감지영역이 있다.

자동감지 횡단보도 시스템의 작동원리는 다음과 같다. 먼저 신호를 부여하는 방법은 두 가지로 나눌 수 있다. 영상감지기와 함께 설치된 압버튼 스위치를 눌러 PIO보드에 신호부여 사인을 주는 방법과 영상감지기를 통해 보행자를 감지하여 신호를 부여하는 방법이 있다. 영상감지기를 통해 신호를 부여할 때에는 영상감지기가 필요하지 않은 그림자를 제거하고 사람과 사물을 구별하며 악천후 시 영상을 보정하여 보행자를 정확하게 감지한다. 이후 보행자의 횡단의지를 판단하는 단계로, 보행자 감지영역에 보행자가 일정시간 서있는 경우 영상감지기가 자체 알고리즘을 통하여 횡단의지가 있다고 판단하여 인터페이스보드에서 PIO보드로 신호부여 사인을 주면 녹색현시와 보행자 조명을 부여하는 원리이다.



〈Fig. 3〉 Pedestrian Signaling Process of Auto-image-sensing Signal System

3. 리빙랩 운영

자동감지 횡단보도 시스템 사례에서의 리빙랩 운영은 사전 리빙랩, 1차 리빙랩, 2차 리빙랩, 3차 리빙랩 등 총 4단계로 실행되었다. 2016년 9월에 실시한 사전 리빙랩 단계의 경우 자동감지 횡단보도 시스템의 대상

지를 선정하고 시스템 개발에 참여할 리빙랩 구성원을 모집하였다. 2017년 5~7월간 진행한 1, 2, 3차 리빙랩에서는 사전 리빙랩 단계에서 모집한 리빙랩 구성원들과 시스템을 체험하고 이에 따른 의견 수렴 및 제품을 개선하는 피드백을 진행하였다. 본 연구에 적용한 리빙랩은 앞서 제시하였던 연구 유형 중 문제 해결형에 포함된다.

1) 사전 리빙랩 운영

① 대상지 선정

대상지는 크게 두가지 기준으로 분류하여 선정하였다. 첫 번째, 차선수, 제한속도, 선형 등 도로 기하구조를 종합적으로 고려하여 시스템이 실행 가능한 최적의 도로유형을 설정하였다. 두 번째, 교통사고 통계연보를 통해 지역별 보행자 사고건수를 수집하여 교통사고가 많은 지역을 선정하였다. 검토결과, 교통사고 통계연보에서 보행자 교통사고 발생건수가 많은 전라북도 전주시의 시내부 지점(전주시 완산구 홍산1길 21) 및 시외부 지점(전주시 덕진구 변영로 211)을 선정하여 자동감지 횡단보도 시스템을 설치하기로 하였다.



Suburb Area



Downtown Area

〈Fig. 4〉 System Installation Sites

② 리빙랩 커뮤니티 구성

지속적인 참여를 위해 리빙랩 커뮤니티를 만들어 정기적으로 의견을 교환할 수 있도록 하였다. 리빙랩 커뮤니티는 자동감지 횡단보도 시스템 개발과 관련된 전문가 및 지역주민으로 구성되며, 수행하는 역할에 따라서 시스템 개발, 리빙랩 운영, 주민대표로 다시 나눌 수 있다.

시스템 개발의 경우 시스템을 개발하고 보완하는 과정에 참여하는 전문가 집단으로 총 4명으로 구성되어 있으며, 보행자 신호주기 설정, 시스템 운영방식, 네트워크 관리 등 시스템 개발의 전반적인 영역을 담당하고 있다. 리빙랩 운영 그룹은 시스템의 설치 및 운영과 관련된 전문가 집단으로 관련 시청, 공단, 대학 등이 포함되어 총 7명으로 구성된다. 운영 그룹에서는 시스템이 설치되기까지의 행정적 절차, 이용자 구성원 모집 등 가장 핵심적인 역할을 수행한다. 주민대표그룹은 시스템이 설치되는 지역의 사회문제 해결에 관심이 많은 주민으로 구성되며, 대표성을 띄기 위해 각 마을의 동장, 통장 등 총 18명을 주민대표 그룹에 포함하였다. 주민대표는 실제 시스템 이용자로서 시스템에 대한 의견을 제시하고 나아가 주민대표 그룹에 속하지 못한 이용자의 의견을 전달하는 역할을 담당한다.

③ 주민설명회 개최 및 홈페이지 개설

자동감지 횡단보도 시스템을 설치하는 해당지역 주민들에게 시스템 소개 및 이용을 장려하고, 카메라 설치 시 공청회 등을 통해 주민 동의를 득해야 한다는 법규를 준수하기 위해 주민설명회를 개최하였다. 또한, 시스템 소개 및 시스템에 관련된 의견을 자유롭게 공유하기 위한 장으로 홈페이지를 개설하였다. 여기에 대상지 현황을 소개함과 동시에 주요 공지사항 및 현재 연구 진행 상황에 대한 정보를 얻을 수 있는 게시판을 구축하였다.

④ 사전 리빙랩 커뮤니티 회의

시스템을 설치하고 본격적인 리빙랩을 운영하기 이전, 대상지에 대한 의견조사를 위해 사전 리빙랩 커뮤니티 회의를 개최하였다. 사전 리빙랩 회의 결과, 카메라 설치 인식 향상을 위한 안내표지판과 시스템에 대한 설명이 적힌 표지판을 요구하는 의견이 제시되었다. 이를 반영하여 대상지점의 카메라 좌측에 알림문구를 설치하였으며, 신호기 주변에 시스템 알람 표지판을 추가하였다.

2) 1, 2, 3차 리빙랩 운영

① 리빙랩 커뮤니티 회의

리빙랩 커뮤니티 회의는 1차 리빙랩 기간(2017년 5월 22일~6월 7일) 및 2차 리빙랩 기간(2017년 6월 8일~6월 23일)에 각각 1회씩 진행되었으며, 이 회의에서는 리빙랩 설치 및 운영에 따른 결과를 보고하고 리빙랩 구성원의 자동감지 횡단보도 시스템 이용 이후의 의견을 청취하였다. 마지막 3차 리빙랩 기간(2017년 6월 24일~7월 5일)에는 2차 리빙랩 커뮤니티 회의 결과를 시스템에 반영하여 운영하였다.

② 주민 대상 인터뷰

리빙랩 회의에 불참한 시스템 설치 지역 주변 주민들을 위해 1차, 2차 리빙랩 기간에 추가로 일대일 인터뷰를 실시하였다. 또한, 자동감지 횡단보도 시스템에 대한 다양한 의견조사를 위해 주변 상인, 횡단보도를 이용한 행인 등 다양한 계층의 주민들에게도 인터뷰를 요청하여 의견사항을 청취하여 반영하고자 하였다.

③ 만족도 조사

만족도 조사는 시스템 설치 이후 제품에 대한 만족도 및 건의사항을 수렴하여 제품 개선 및 보완을 목적으로 진행하였다. 만족도 조사의 경우 시스템 설치 전, 1차 리빙랩 후, 2차 리빙랩 후 총 3회를 수행하였다.

④ 시스템 운영시간 및 주기변경

리빙랩을 운영하며 만족도 조사 및 이용자 인터뷰를 통해 자동감지 횡단보도 시스템의 운영시간 및 신호주기를 변경하였다. 시외부 지점의 경우 신호기 호환성의 문제로 인해 보행자 접근 시 주기에 따라 신호를 부여하는 주기식 시스템으로 운영하였으며, 시내부 지점의 경우 보행자 접근 시 횡단 의지를 판단하기 위해 일정시간 후 신호를 부여하였다. 1차 리빙랩 운영 결과 심야시간에만 시스템이 운영되는 시내부 지점의 경우, 운영시간 연장을 요구하는 의견이 존재하여 2차 리빙랩 부터 운영시간을 기존 00시~06시에서 22시~10시로 확대하였다. 또한 리빙랩 회의결과, 두 지점 모두 보행신호가 빠르게 바뀌어야 한다는 의견이 존재하여 시외부 지점의 경우 신호주기를 축소하였으며, 시내부 지점의 경우 보행자의 횡단의지를 판단하는 확정시간을 축소하였다.

〈Table 2〉 System Operation Changes during Living Labs

Area	1st Living Lab				2nd/3rd Living Lab			
	system operation time	cycle (sec)	identification time (sec)	waiting time for green light after identification (sec)	system operation time	cycle (sec)	identification time (sec)	waiting time for green light after identification (sec)
Suburb	00:00~24:00	120	-	-	00:00~24:00	90	-	-
Downtown	00:00~06:00	-	10	5	22:00~10:00	-	6	5

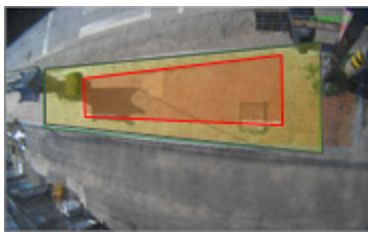
3) 1차 리빙랩 반영내용

① 보행자 대기공간 표시

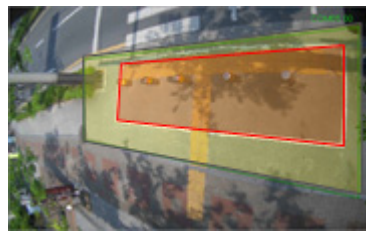
시외부 지점의 경우 보행자를 인지하는 영역을 표시한 보행자 대기공간 표시마크가 훼손되어 정확한 대기공간의 인식이 불가능하다는 의견이 나와 마킹테이프를 사용하여 보행자 대기공간을 보수하였다.

② 보행자 검지영역 확대

리빙랩 커뮤니티 회의결과 대다수의 주민이 시스템이 보행자를 인지하는 대기공간 영역이 좁다는 의견이 나왔으며, 이용자들이 대기공간의 경계에 서있으면 신호가 잘 부여되지 않는다는 의견이 있어 보행자 검지영역을 확대하였다.



Suburb Area



Downtown Area

〈Fig. 5〉 Extension of Detection Areas after the 1st Living Lab

③ 시스템 홍보

자동감지 횡단보도 시스템에 대한 홍보가 부족하여 설치여부를 아직 인지하는 못하는 경우가 있다는 의견이 있어, 별도의 안내판을 제작하여 신호기 아래에 부착하였다.



Suburb Area



Downtown Area

〈Fig. 6〉 Direction Signboards after the 1st Living Lab

④ 운영시간 및 주기

앞의 <Table 2>와 같이 시외부 지점은 신호주기를 120초에서 90초로 축소하였다. 시내부 지점의 경우 운영시간을 기존 00시~06시에서 22시~10시로 확대하였으며, 보행자의 횡단의지를 판단하는 확정시간도 10초에서 6초로 축소하였다.

4) 2차 리빙랩 반영내용

① 시스템 홍보

유동인구가 많은 시내부의 경우 보행자 대기공간 영역 내에 서있어야 신호가 등화된다는 점을 인지하지 못하는 이용자가 존재하였다. 이를 해결하기 위해 2차 리빙랩 회의에서 제시한 발모양 스티커를 대기영역 내에 부착하여 3차 리빙랩에 반영하였다. 또한, 회의결과 1차 리빙랩에서 반영하였던 홍보판이 미관상 횡단보도 시스템과 어울리지 않는다는 의견이 존재하여 홍보판을 다시 제작하여 신호기 아래에 부착하였다.



<Fig. 7> Footprints and Signs after the 2nd Living Labs

4. 리빙랩 효과평가

본 절에서는 교통분야의 리빙랩 사례로 제시하였던 자동감지 횡단보도 시스템의 리빙랩 방법 적용에 대한 효과평가를 실시하였다. 리빙랩의 경우 이용자가 제품개발 과정에서 지속적으로 피드백 함으로써 이용자의 의견이 반영되는 방식이다. 기존에는 시스템 설치 전후를 비교하여 시스템의 설치효과에 대하여 분석하였다. 본 연구에서는 리빙랩 방식을 적용함으로써 시스템 설치 전후를 비교하여 시스템의 효과를 평가하는 것 뿐만 아니라 이용자들의 의견이 반영된 리빙랩 이후도 함께 비교하여 리빙랩 방식의 효과도 함께 평가하였다.

1) 자료수집

리빙랩 방법을 적용한 자동감지 횡단보도 시스템은 보행자 신호위반율, 대기시간 감소 등과 같은 보행자 안전 측면에서 긍정적인 효과가 있을 것이다. 이러한 효과를 측정하기 위해 본 연구에서는 실제 현장관측 결과를 활용하여 산출하였다. 현장관측 결과는 설치 전, 설치 직후, 1, 2, 3차 리빙랩을 진행한 리빙랩 후 3가지로 나누었다. 설치 전의 경우 2017년 4월 13일(목요일)의 조사결과를 활용하였으며, 설치 직후의 경우 5월 25일(목요일)의 결과, 리빙랩 후의 경우 6월 22일(목요일)의 결과를 활용하였다.

현장에서 관측한 내용은 크게 보행자 측면과 차량 측면으로 나눌 수 있다. 보행자 측면의 경우 총 횡단보도 횡차수(보행량), 신호를 위반한 횡단보도 횡차 수, 횡단보도가 아닌 주변 도로를 횡단한 보행자 수를, 차량 측면에서는 총 차량통행량, 신호위반 차량수를 관측하였다. 이외 분석에 필요한 신호주기와 대상지 차선 수, 횡단보도 폭 등의 도로 기하구조를 관측 및 조사하였다. 시스템 설치 직후, 리빙랩 후의 시내부 지점 신호주기는 횡단의지 확정시간과 확정 후 신호 부여시간의 합으로 나타내었다.

<Table 3> Analysis Condition of Simulation among before Installation, after Installation, and after Living Labs

Index	Suburb Area			Downtown Area		
	Before	After installation	After living labs	Before	After installation	After living labs
Pedestrian volume	142	129	105	194	206	202
Pedestrian signal violation	35	35	21	55	57	37
Pedestrian jaywalking	68	47	34	11	8	7
Vehicle volume	6,309	7,002	7,091	6,588	6,808	6,680
Vehicle signal violation	661	102	116	48	49	82
Traffic signal cycle	120	90	90	155	15*	11*

note: time* = identification time + waiting time for green light after identification

2) 평가지표 선정

평가지표는 리빙랩을 통해 개발된 자동감지 횡단보도 시스템의 설치 전/설치 직후/리빙랩 후를 평가하기 위해 만들었으며 이는 보행자측면과 차량측면으로 나누어 지표를 산출하였다.

보행자의 경우 평균통행시간, 신호위반율, 무단횡단율을 평가지표로 선정하였다. 평균통행시간은 횡단보도에 도착한 뒤 대기하는 시간과 횡단하는데 소요되는 시간을 합한 시간으로 보행자의 대기측면 효과를 평가하는데 산출하는 지표다. 평균통행시간은 현장 관측하는데 한계가 있어, 교통상황을 현실적으로 반영하는 VISSIM 프로그램을 활용하여 지표를 산출하였다. VISSIM을 통해 대상지역을 최대한 잘 묘사하기 위해 차로 수, 차로폭, 횡단보도폭 등의 대상 지역 주변 기하구조를 조사하여 반영하였으며, 실제 보행량 및 차량 통행량 등을 반영하였다.

$$\text{평균통행시간} = \text{신호대기시간} + \text{횡단시간} \tag{1}$$

신호위반율과 무단횡단율의 경우 앞서 자료수집에서 관측하였던 값을 통해 산정한 결과로, 신호위반율은 횡단보도 내에서 보행자 신호를 무시하고 건너는 사람의 비율이며, 무단횡단율은 횡단보도 이외의 도로에서 건너는 사람의 비율이다.

$$\text{보행자 신호위반율}(\%) = \frac{\text{교통신호위반 보행자수}}{\text{전체 보행자수}} \times 100 \quad (2)$$

$$\text{보행자 무단횡단율}(\%) = \frac{\text{무단횡단 보행자수}}{\text{전체 보행자수}} \times 100 \quad (3)$$

차량측면에서는 신호위반율, 차량지체시간, 평균정차횟수, 평균통행시간, 연료소비량 총 5개의 평가지표를 산출하였다. 차량 신호위반율은 교통신호 위반차량 수를 총 차량수로 나눈 값이다.

$$\text{차량 신호위반율}(\%) = \frac{\text{교통신호위반 차량대수}}{\text{전체 차량대수}} \times 100 \quad (4)$$

신호위반율을 제외한 4개 지표의 경우, 보행자 평균통행시간과 같이 현장 관측에 한계가 있어 VISSIM 프로그램을 사용하였다.



〈Fig. 8〉 Measurement Area for Living Lab

차량지체시간은 그림의 A구간을 통과하는데 신호와 차량의 간섭으로 인해 지체되는 시간을 뜻하며, 평균정차횟수는 A구간을 통과한 총 차량대수 대비 신호에 의해 정차한 차량 수의 비율이다. 평균통행시간은 A구간을 통과하는데 소요되는 시간으로 정지신호 대기시간과 통행시간을 합한 값이며, 연료소비량은 A구간을 통과한 모든 차량의 연료소비량을 합산한 결과이다.

3) 분석결과

리빙랩을 적용한 자동감지 횡단보도 시스템의 설치효과는 앞서 언급한 평가지표와 같이 보행자 측면과 차량측면 두 가지로 나눌 수 있으며 각 결과는 다음과 같다.

① 보행자 측면 분석결과

시외부 지점의 신호위반율의 경우, 설치 전 24.4%에서 설치 직후 26.7%로 위반율이 2.3% 상승하였으나, 이후 리빙랩을 통해 위반율이 20.1%로 감소하여 리빙랩을 통한 지속적인 피드백으로 개선되었다고 판단된

다. 보행자 통행시간은 설치 전 50.7초에서 설치 직후 37.4초로 감소하여 자동감지 횡단보도 시스템 설치에 따른 효과를 파악할 수 있었으며, 이후 리빙랩을 통해 통행시간이 31.2초로 감소되었다. 이는 1, 2차 피드백을 통해 대상지 운영시간 및 주기를 변경하여 효과가 나타난 것으로 분석된다. 보행자 무단횡단율도 통행시간과 마찬가지로 설치 전 47.7%에 비해 설치 직후 36.0%로 감소하였으며, 리빙랩 적용 후 32.1%로 설치 직후에 비해 4% 더 감소하여 리빙랩에 따른 효과가 있는 것으로 나타났다.

시내부 지점의 보행자 신호위반율의 경우, 설치 전 28.4%에서 설치 직후 27.7%로 신호시스템에 따른 효과는 미미하게 나타났으나, 이후 리빙랩 후의 결과가 18.3%로 설치 전, 설치 직후 비해 약 10% 감소하여 효과가 크게 나타났다. 신호위반율 이외 보행자 통행시간과 무단횡단율에서도 설치 전 각각 64초, 6%에 비해서 설치 직후 44초, 4%로 감소하였다. 또한 리빙랩 방법 적용 이후 41초, 3%로 감소 효과가 두드러지게 나타난 것을 확인할 수 있었다. 이처럼 보행자 측면에서는 대부분 설치 직후, 리빙랩 후에 시스템이 효과적으로 나타났다. 특히 신호위반측면에서는 리빙랩을 통한 효과가 크게 나타난 것을 확인할 수 있다.

<Table 4> Comparison of Measures of Effectiveness for Pedestrians among before Installation, after Installation, and after Living Labs

Index	Suburb Area			Downtown Area		
	Before	After installation (A)	After living labs (B)	Before	After installation (A)	After living labs (B)
crossing time(sec)	50.7	37.4	31.2	63.9	44.0	41.7
signal violation rate(%)	24.4	26.7(2.3%)	20.1(-6.6%)	28.4	27.7(-0.7%)	18.3(-9.4%)
jaywalking rate(%)	47.7	36.0(-11.7%)	32.1(-3.9%)	5.7	3.9(-1.8%)	3.5(-0.4%)

note: (A) is auto-image sensing signal system installation effect
(B) is living lab effect

② 차량 측면 분석결과

차량 분석결과 상대적으로 교통량과 보행량이 적은 시외부에서 시내부에 비해 효과가 두드러지게 나타났다. 시외부의 경우 모든 지표에서 설치 전에 비하여 설치 직후 효과가 두드러지게 나타났다. 그러나 설치 후와 리빙랩 이후의 결과는 효과가 미미하거나 나타나지 않았다. 이는 리빙랩 구성원이 보행자 위주로 되어 있어 운전자의 의견을 많이 반영하지 못했기 때문이라 판단된다. 또한 시스템 특성상 횡단할 보행자가 생길 때마다 차량측면에서는 정지신호가 부여되는 것이므로 보행자가 많을수록 차량측면에서는 통행이 원활하지 않는 효과를 초래할 수 있다.

시내부 분석결과, 설치 전에 비하여 설치 직후, 리빙랩 후의 효과는 존재하는 것으로 나타났다. 그러나 설치 직후와 리빙랩 후 두 가지 항목만 보았을 때 리빙랩 후의 효과가 설치 직후에 비하여 줄어드는 것으로 나타났다. 시내부의 경우 시외부에 비하여 보행량이 많아 새로운 시스템이 적용됨에 따라 보행신호 부여횟수가 많이 늘게 되며, 차량 또한 시외부에 비해 많아 보행신호로 한번 정차할 때마다 차량측면의 효과가 줄어든 것으로 판단된다. 또한 시외부 결과와 같이 리빙랩 구성원이 보행자 위주로 되어있어 운전자의 의견을 반영하는데 한계가 있기 때문이기도 하다.

〈Table 5〉 Comparison of Measures of Effectiveness for Vehicles among before Installation, after Installation, and after Living Labs

Index	Suburb Area			Downtown Area		
	Before	After installation	After living labs	Before	After installation	After living labs
avg. delay time(sec)	4.54	0.81	0.79	4.78	2.83	3.35
avg. stop frequencies	0.19	0.03	0.03	0.26	0.18	0.22
avg. travel time(sec)	4.65	1.88	1.87	4.85	3.96	4.16
total fuel consumption (gallons)	51.92	26.49	26.32	41.20	34.78	37.19
signal violation rate(%)	10.47	1.45	1.64	0.73	0.72	1.23

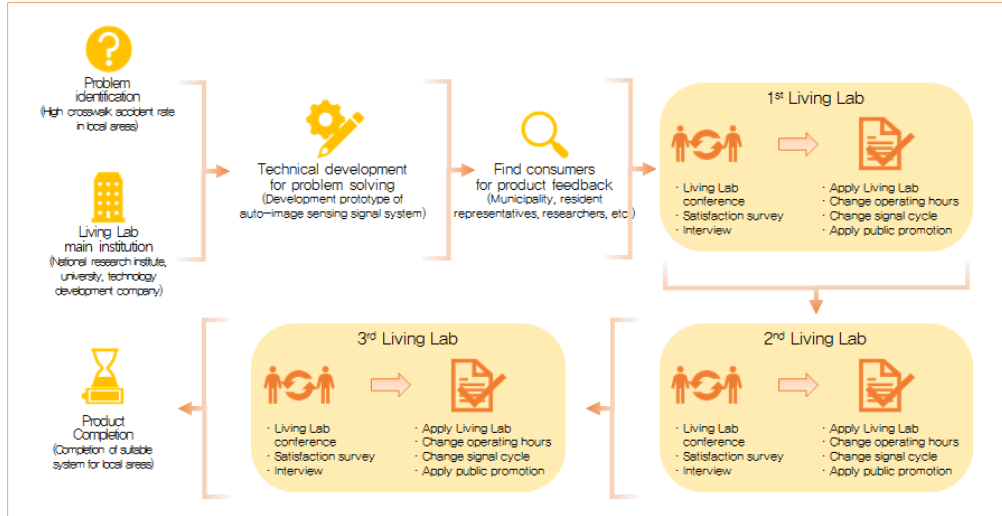
4) 소결

교통 분야의 리빙랩 적용사례인 자동감지 횡단보도 시스템의 효과를 분석한 결과, 보행자 측면의 경우 리빙랩이 진행함에 따라서 통행시간, 신호위반율, 무단횡단을 등 모든 측면에서 효과가 큰 것으로 나타났다. 반면 차량운전자 측면의 경우 리빙랩 후 분석결과가 설치 직후에 비하여 효과가 감소한 부분이 있는 것으로 나타났다. 이는 리빙랩 구성원이 보행자 위주로 되어있어, 차량운전자의 의견까지 반영하기 힘든 부분이 있어서라 판단된다. 하지만 시스템 설치목적이 보행자 사고율을 낮추는 것이므로, 결과적으로 리빙랩 방법 적용에 따라 횡단보도 시스템이 개선되었다고 할 수 있다. 물론 리빙랩으로 인한 운영시간이나 신호주가 변경, 홍보효과 개선, 검지영역 확대 등이 효과개선의 직접적인 원인이라 할 수 있으나, 이 또한 리빙랩을 통해 도출된 것으로 리빙랩의 효과라 말할 수 있을 것이다.

IV. 결 론

제품개발 방식은 기술이 진보함에 따라 과거 규모의 경제를 바탕으로 한 대량 생산방식에서 다양한 소비자들의 욕구를 만족시킬 수 있는 다품종 소량생산방식으로 변화하였다. 최근에는 이러한 생산방식에 탈추격 혁신, 사회문제 해결 등을 더한 ‘리빙랩’이라는 새로운 방식이 도입되고 있다.

본 연구에서는 ‘리빙랩’ 개념을 정의하고 리빙랩 방법을 적용한 ‘자동감지 횡단보도 시스템’ 개발 사례를 제시하였으며, 리빙랩 적용에 따른 교통측면의 효과를 정량적으로 분석하였다. 먼저 리빙랩은 사전 리빙랩, 1차 리빙랩, 2차 리빙랩, 3차 리빙랩 등 총 4단계로 이루어지며, 각 단계별로는 리빙랩 커뮤니티 회의, 사용자 인터뷰, 만족도 조사 등의 운영내용과 제품 개선에 반영되는 피드백 내용으로 구성되어 있다. 리빙랩 효과 분석은 시스템 설치 전, 설치 직후, 리빙랩 적용후의 세가지로 구분하여 효과를 분석하였다. 분석결과 보행자 측면에서 평균 통행시간이 설치 후 결과에 비해 리빙랩 후의 통행시간이 41초에서 36초로 감소하였으며, 신호 위반율의 경우도 설치 직후 27%에서 리빙랩 후 19%로 감소하여 리빙랩 방법에 따른 시스템 개선 효과가 있는 것으로 나타났다.



〈Fig. 9〉 Living Lab Process

본 연구의 사례를 바탕으로 교통분야에서의 리빙랩의 적용방안에 대하여 제시하고자 한다. 우선 본 연구의 사례와 같은 교통 보조시설물에 대한 리빙랩이다. 교통 보조시설물은 도로 이용자의 안전을 도모하고 도로의 관리에 필요한 시설로 시선 유도시설, 방호 울타리, 조명, 도로반사경, 미끄럼 방지시설, 교통신호기, 무인교통 단속용 장비 등이 있다. 대부분의 교통 보조시설물의 경우 국가적 차원에서 관리·소유하고 있는 공공재로써 불특정다수가 이용한다는 측면에서 일반적인 리빙랩 방식과는 차이가 있다. 불특정다수가 이용하는 시설물의 경우에는 다양한 사람들의 의견을 청취하기 위해 현장테스트를 수행해야 한다. 이때 시설물이 이용자의 안전과 직결된 시설이라면 현장테스트 이전의 안전성검증이 우선적으로 이루어져야 한다. 이러한 경우에는 개발 초기단계에서부터 이용자의 참여가 이루어질 수 없다는 단점은 있으나, 보다 빠른 개발을 통해 현장테스트를 수행하고, 이용자들의 의견을 수렴하여 상용화가 빨리 이루어질 수 있다는 장점이 있다. 반면, 현장테스트를 수행하지 않고 테스트베드를 구축하여 개발하는 경우에는 개발단계에서부터 이용자들이 참여하여 의견을 제시할 수 있어 이용자 만족도가 높은 제품을 개발할 수 있다. 하지만 현장테스트를 통한 피드백이 이루어질 수 없기 때문에 이용자 그룹의 구성이 더 중요하게 작용하며, 다양한 현장 상황을 반영하지 못하여 실제 상용화 시와 동일한 결과를 얻을 수 없어 상용화가 늦춰질 수 있다.

한편, 본 연구의 리빙랩 사례로 제시한 자동감지 횡단보도 시스템은 다음과 같은 한계점을 지니고 있다. 우선 리빙랩의 실제운영기간은 약 두 달 정도로, 리빙랩을 통해 제품을 개선하는데 있어 시간상의 한계가 있었다. 따라서 향후 연구에서는 장기 리빙랩 계획을 세워 1차, 2차, 3차 기간을 충분히 설정하여 기술개발 및 제품 안정화에 여력을 두어야 할 것이다. 또한, 운영상의 제약으로 인해 다양한 현장상황을 반영하지 못하였다. 특히, 악천후와 같은 날씨 특성을 반영하지 못하여 다양한 상황에서 리빙랩의 효과를 측정하지 못하였다. 이밖에 시스템 및 리빙랩의 효과측정의 지표는 주로 시뮬레이션을 통해 산출된 것으로 현장관찰을 통해 산출된 지표의 사용이 다소 미흡하였다. 향후 연구에서는 현장기반의 효과측정 등을 고려한 리빙랩 설계가 필요할 것이다.

끝으로 본 연구에서 제시한 자동감지 횡단보도 시스템은 국내 교통 분야에서 리빙랩 방법을 적용한 첫 사례연구로 그 의미가 크다 할 수 있다. 향후 교통분야의 리빙랩 방법을 확대보급하기 위해서는 교통수단 및 시설 전반에 리빙랩을 적용할 수 있는 리빙랩 가이드라인 개발에 대한 지속적인 연구가 필요할 것이다.

ACKNOWLEDGEMENTS

본 연구는 2015년 정부의 재원으로 한국연구재단 원천연구개발사업의 지원으로 수행하였습니다(NRF-2015M3C8A8050797). 본 논문의 초기 아이디어는 2016년 4월 한국ITS학회 춘계학술대회에서 발표하였으며, 전나영(2018)의 홍익대학교 석사학위 논문을 기반으로 수정 및 보완하였습니다.

REFERENCES

- Almirall E., Lee M. and Wareham J.(2012), "Mapping Living Labs in the Landscape of Innovation Methodologies," *Technology Innovation Management Review*, September 2012, pp.12-18.
- City of Boulder Colorado Living Lab, <https://bouldercolorado.gov/goboulder/living-lab>, 2017.06.05.
- ENoLL(European Network of Living Labs), <http://enoll.org>, 2017.06.05.
- Jeon N. Y.(2018), "A Study on the Application of Living Lab in Transportation Area: An Example of the Auto-image Sensing Signal System for Pedestrian," Master Dissertation, Hongik University.
- Kang S. C.(2012), "Initiation of the Suan-Lien Living Lab-a Living Lab with an Elderly Welfare Focus," *International Journal of Automation and Smart Technology*, vol. 2, no. 3, pp.189-199.
- Seong J. E. and Park I. Y.(2015), "ICT Living Lab as User-driven Innovation Model: Case Analysis and Implication," *Korean Association Of Science and Technology Studies*, vol. 15, no. 1, pp.245-279.
- Seong J. E., Song W. C and Park I. Y.(2013), "Operating Systems and Examples in Living Lab," *Science & Technology Evaluation and Policy Institute*, vol. 10, pp.1-46.
- Seong J. E., Song W. C. and Park I. Y.(2014), "Living Lab as User-Driven Innovation Model: Case Analysis and Applicability," *Journal of Korea Technology Innovation Society*, vol. 17, no. 2, pp.309-333.
- Song W. C., Jeong S. H., Han K. Y., Seong J. E. and Kim J. S.(2017), "Technology Commercialization Model of Public R&D Based on Living Labs," *Asian Journal of Innovation and Policy*, vol. 20, no. 2, pp.458-486.
- The Korea Road Traffic Authority(2015), Traffic Accident Analysis System(TAAS), <http://taas.koroad.or.kr/>.