

# 아파트 단지의 로봇 친화형 환경 인증 모델 개발

## Development of Certification Model of Robot-Friendly Environment for Apartment Complexes

정민승\* · 장설화\*\* · 구한민\*\*\* · 윤동근\*\*\*\* · 김갑성\*\*\*\*\*  
Jung, Minseung · Jang, Seolhwa · Gu, Hanmin · Yoon, Dongkeun · Kim, Kabsung

### Abstract

A robot-friendly building certification system was established in 2022 to accommodate the growing number of service robots introduced into buildings. However, this system primarily targeted office buildings, with limitations in applying other functional architectures. To address this problem, we developed a certification model of a robot-friendly environment to extend the existing system to apartment complexes. Using focus group interviews and the analytic hierarchy process, we established 28 evaluating items categorized as (a) architecture and facility design, (b) networks and systems, (c) building operations management, and (d) support for robot activity and other services. These indicators were weighted based on their relative importance within and between categories, resulting in scores ranging from 1 to 18 points and a total of 176 points. According to evaluations with the 28 items, each apartment complex could be graded as "best," "excellent," or "general" based on its total achieved scores. This study is significant, as we present the world's first certification model of a robot-friendly environment for apartment complexes that considers human-robot interactions.

Keywords: Robot-Friendliness, Certification of Robot-Friendly Environment, Apartment Complexes, Focus Group Interview, Analytic Hierarchy Process

- \* 연세대학교 도시공학과 석박사통합과정 Department of Urban Engineering and Planning, Yonsei University (first author: billy0304@yonsei.ac.kr)  
\*\* 연세대학교 도시공학과 석사과정 Department of Urban Engineering and Planning, Yonsei University (seolhwajang@yonsei.ac.kr)  
\*\*\* 연세대학교 도시공학과 석박사통합과정 Department of Urban Engineering and Planning, Yonsei University (ghm21@yonsei.ac.kr)  
\*\*\*\* 연세대학교 도시공학과 교수 Department of Urban Engineering and Planning, Yonsei University (dkyoon@yonsei.ac.kr)  
\*\*\*\*\* 연세대학교 도시공학과 교수 Department of Urban Engineering and Planning, Yonsei University (corresponding author: kabsung@yonsei.ac.kr)

## 1. 서론

로봇은 다양한 산업과 일자리에 영향을 미치며(구한민·홍사흠, 2023) 대규모 경제 혁신을 유발할 파괴적 기술(disruptive technology)로 평가받고 있다(Manyika et al., 2013). 이에 세계 각국에서는 로보틱스(robotics)를 통합할 수 있는 도시 인프라를 구축하기 위하여 노력하고 있다(The Partnership for Robotics in Europe, 2013). 국내에서도 연평균 3.6%씩 성장하는 로봇 생산과 함께(이미혜, 2022), 도시 곳곳에서 로봇 서비스 인프라를 확충하고 있다(한국로봇산업진흥원, 2022).

로봇산업의 지형은 제조업 중심에서 서비스업 중심으로 변화하고 있다. 산업통상자원부 외(2022)에 따르면 2021년을 기준으로 제조업용 로봇의 매출액은 전년 대비 0.3% 증가하는 수준에 그쳤으나 서비스업용 로봇에서는 5.8% 증가하였다. 구한민·홍사흠(2023)의 일자리 대체 관련 실증분석 역시 로봇을 활용한 자동화 서비스의 범위가 확대하고 있다는 주장을 지지한다.

이러한 흐름에 따라 서비스용 로봇을 일반 건축물에 적극 도입하는 사례가 늘어나고 있다. 세계 최초의 로봇 친화형 건축물(robot-friendly building)로 평가받는 네이버의 제2사옥 '1784'가 대표적이다(김진모 외, 2022). 최근 케이티에스테이트(kt estate), 현대자동차그룹, 이지스자산운용 등 다양한 분야의 기업 역시 로봇 친화형 건축물에 큰 관심을 보이고 있다.

우리나라는 2022년부터 사단법인 스마트도시협회(Smart City Association)에서 로봇 친화형 건축물 인증(Certification of Robot-Friendly Environment, CORE) 제도를 운용하고 있다.<sup>1)</sup> 4차 산업혁명 시대의 흐름에 발맞추어 로봇 맞춤형 인프라를 갖춘 건축물을 확산하기 위한 목적이다. 여기서 로봇 친화형 건축물이란 “로봇의 업무를 지원하는 인프라를 갖추어, 쾌적하고 안전한 환경을 조성함과 동시에 이용자의 업

무 효율성을 극대화하는 건축물”을 의미한다(사단법인 스마트도시협회, 2022).

최근 업무시설 외에도 주거시설, 상업시설 등 로봇을 도입하는 건축물의 용도가 다양해지고 있다. 로봇을 활용하는 공간이 늘어날수록 로봇 운용에 필요한 인프라가 다양해지고, 로봇-사람, 로봇-건축물 간 상호작용의 개념도 확장된다. 로봇 친화형 건축물에 필요한 기술도 진보한다. 예를 들면, 건축물 내에서 위치 기반의 로봇 서비스를 제공하기 위하여 실내 측위 및 항법 기술이 필요해지는 것이다(이택진 외, 2010).

현행 로봇 친화형 건축물 인증제도는 이관용 외(2022)가 개발한 지표에 기반한다. 이들은 초점집단면접(focus group interview, FGI)으로 로봇 친화형 건축물의 개념을 정의하고 그 요건을 운영 설비 및 체계의 적절성, 건축·로봇 운영 시스템 및 네트워크의 적절성 등으로 분류하였다. 또한 분석적 계층화 과정(analytic hierarchy process, AHP)을 활용하여 로봇 친화형 건축물 인증 지표를 개발하였다. 하지만 이는 대상을 업무용 건축물로 한정하였다는 점에서 활용성에 한계가 존재한다.

본 연구에서는 기존 로봇 친화형 건축물 인증제도의 확대 방안을 모색한다. 구체적으로 공동주택을 대상으로 로봇 친화형 환경 인증 모델을 개발한다. 다만 공동주거시설의 형태가 다양하여 모든 경우를 고려하는 것이 현실적으로 불가능하므로, 최근 로봇 서비스의 활용이 증대하여(Wrede et al., 2017) 인증제도의 활용성이 높은 아파트 단지(apartment complexes)만을 대상으로 한다. 따라서 본 연구는 전문서비스용 로봇만을 다룬 이관용 외(2022)에서 나아가 가사용, 개인 건강관리용 등 주거시설에서 활용하는 개인서비스용 로봇을 함께 고려한다.<sup>2)</sup>

본 연구는 다음과 같이 구성되었다. 2장에서는 기존 로봇 친화형 건축물 인증제도와 함께 아파트 단지와 관련한 타 인증제도의 맥락을 검토한다. 또한 아파트 단지에서 활용할 수 있는 표준 서비스와 이를 구현할

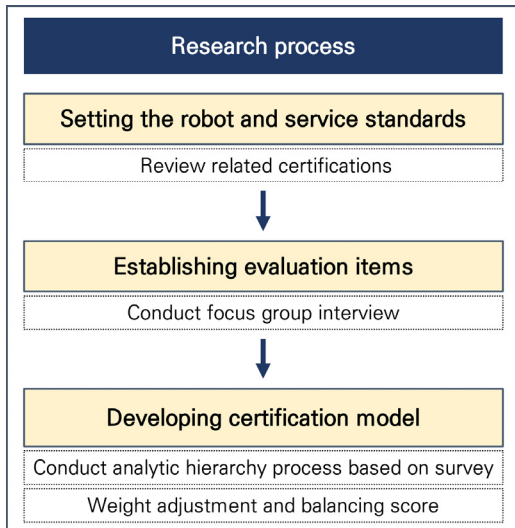


Figure 1. Flow chart of research process

수 있는 로봇의 기준을 설정한다. 3장에서는 아파트 단지에서 로봇을 운용할 때 고려하여야 하는 장애 요인을 파악하고 이를 체계적으로 평가할 방법을 논의한다. 4장에서는 아파트 단지의 로봇 친화형 환경 인증 모델을 개발한 결과를 기술한다. 5장에서는 결론과 시사점을 제시하는 것으로 마무리한다. 연구의 흐름은 Figure 1과 같다.

## 2. 기존 논의 검토 및 표준 설정

### 2.1. 공동주택 대상 관련 인증제도 검토

공동주택을 대상으로 운용하고 있는 국내의 인증제도를 검토하였다(Table 1). 이들 인증제도는 실내와 실외환경을 별도로 구분하여 평가하며, 실내환경은 다시 공용공간과 개인공간을 구분하여 평가한다.

녹색건축인증(Green Standard for Energy and Environmental Design, G-SEED)에서는 토지이용 및 교통 등 실외와 주택성능 등 실내를 구분하며, 실내의 경우 개인과 공용공간을 구분하여 평가한다. 장수

Table 1. Review of related certifications

Certifications	Standards		
	Indoor		Outdoor
	Public	Private	
G-SEED	●	●	●
LLF	●	●	-
BF	●	●	●
LEED	●		●

\* G-SEED=Green Standard for Energy and Environment Design, LLF=Long-Life Housing, BF=Barrier-Free, LEED=Leadership in Energy and Environmental Design

명주택(Long-Life Housing, LLF) 인증은 수리의 용이성을 평가할 때, 실내를 공용공간과 개인공간으로 구분한다. 장애물 없는 생활환경(Barrier-Free, BF) 인증에서는 건축물을 크게 실외공간과 실내의 공용, 개인공간으로 구분하여 평가한다. 친환경건축물인증(Leadership in Energy and Environmental Design, LEED)은 건축물 외부 환경이 지속 가능한 서비스를 제공하는지와 함께 건축물 내부 환경의 쾌적성을 평가한다.

기존 인증제도가 실외와 실내, 그리고 공용과 개인으로 공간을 구분한 이유는 공동주택 이용자들이 실내의 개인공간뿐만 아니라 단지 내 실외공간 그리고 실내의 공용공간에서도 건축환경과 서비스를 이용하기 때문이다.

한편 지능형건축물인증(Intelligent Building Certification System, IBS)은 CCTV 녹화나 정보시스템 통합 등 서버의 보안 수준을 평가하여 개인정보의 보호 수준을 높일 수 있도록 유도하였다. 주거시설에서는 거주자 개인정보의 수집으로 인한 사생활 침해, 보안 사고 등이 발생할 우려가 크므로, 로봇 친화형 아파트 단지에서도 IBS와 같이 정보보안을 세심하게 고려할 필요가 있다.

Table 2. Spatial division of Certification of Robot-Friendly Environment for apartment complexes

Indoor		Outdoor
Public	Private	
Community center	Individual dwelling unit	Parks, trails, parking lots

## 2.2. 로봇 친화형 환경 인증을 위한 공간 구분

공동주택 대상 관련 인증제도를 검토한 결과를 바탕으로 Table 2와 같이 로봇 친화형 환경 인증을 위한 공간을 구분하였다. 이에 아파트 단지의 로봇 친화성(robot-friendliness) 관련 항목을 공간적으로 실외와 실내 그리고 실내는 공용과 개인으로 구분하였다. 주거시설의 사생활 보호를 위하여 정보보안 관련 항목은 별도로 고려하였다.

## 2.3. 로봇 친화형 아파트 단지의 표준 서비스

로봇 친화형 아파트 단지의 표준 서비스는 Table 3과 같이 선정하였다. 단지 내 산책로, 어린이 놀이터 등 실외환경에서는 주차안내 및 지원, 환경미화, 택배 배송 등의 서비스를 제공한다. 또한 실내의 공용공간에서는 방재, 화재 및 가스 누출 감지, 건축물 유지관리 등 기존 업무용 건축물과 유사한 서비스를 제공한다. 마지막으로 주거시설의 가장 특징적인 부분인 개인공간에서는 청소, 교육, 아동 및 노인 돌봄 서비스 등을 제공한다.

## 2.4. 로봇 친화형 아파트 단지의 표준 로봇

본 절에서는 로봇 친화형 아파트 단지의 표준 서비스를 구현할 수 있는 로봇의 사양을 설정한다. 단, 실내의 개인공간에서 제공하는 서비스는 최근 IoT

Table 3. Robot services in robot-friendly apartment complexes

Spatial division		Services
Indoor	Public	Delivery / disaster management / fire and gas leak detection / building maintenance
	Private	Cleaning / education / child and elderly care
Outdoor		Parking guidance and assistance / cleaning / delivery / child and elderly guidance

(internet of things) 플랫폼, 스마트 홈(smart home) 서비스 등으로 대체되고 있다는 점, 주거시설은 거주자의 수요에 따라 로봇 규격이 천차만별이라는 점 등을 고려하여 표준 설정의 논의에서 제외하였다.

기존의 로봇 친화형 건축물 인증제도는 업무시설의 실내공간에서 활용하는 이동형 서비스 로봇(mobile-service robot)을 기준으로 하고 있다. 국내에서 생산하는 다수의 로봇 규격에 맞추어 높이 120cm, 폭 60cm 이내를 가정하였다. 하지만 아파트 단지의 로봇은 실내와 실외환경을 모두 자유롭게 이용할 수 있어야 하므로 이 사양을 준용할 수 없었다. 또한 최근 이동형 로봇(mobile robot)의 구동 방식이 다양화하여 수치적 정의만으로는 인증 항목을 구성하기 어려웠다. 이에 아파트 단지에 알맞은 표준 로봇의 규격을 다시 설정하였다.

이동형 로봇은 구동하는 방식에 따라 바퀴형 로봇(wheeled robot), 다리형 로봇(legged robot), 궤도형 로봇(tracked robot) 등으로 구분할 수 있다. 이 중 바퀴형 로봇의 자유도가 가장 낮다. 따라서 바퀴형 로봇을 기준으로 공간을 구성하면 대체로 다리형 로봇과 궤도형 로봇도 함께 운용할 수 있다. 이에 본 연구에서는 바퀴형 로봇을 로봇 친화형 아파트 단지를 위한 표준 로봇의 형태로 정하였다.<sup>3)</sup>

현재 50여 개에 달하는 로봇 관련 표준을 총합하여

규격, 통신, 센서 등 모든 사양을 정의하는 것은 불가능하다. 이에 본 연구에서는 건축환경에서 가장 중요한 요소인 로봇의 물리적 규격과 관련한 자료를 직접 수집하고 이를 바탕으로 표준을 정하였다. 40여 개 기업의 자료를 조사한 결과, 실내 공용공간에서 표준 로봇의 규격은 높이 1,350mm, 폭 550mm, 너비 600mm, 실외공간에서는 높이 1,550mm, 폭 900mm, 너비 1,500mm로 설정할 수 있었다. 서비스 유형에 따라 로봇의 형태가 다양하므로 전체 규격의 최대치를 가정하여 모든 서비스에 대응할 수 있는 건축환경을 구현하고자 하였다.

### 3. 연구방법

#### 3.1. 연구의 범위

본 연구에서는 일상에서 인간과 로봇의 상호작용 (human-robot interaction)이 가능한 아파트 단지를 대상으로 로봇 친화형 환경 인증 모델을 개발한다. 이때, 아파트 단지란 아파트 건물이 모여 있는 일정한 구역을 의미한다. 연구자들은 이관용 외(2022)에 기초하여 아파트 단지에 대한 로봇 친화형 건축물 인증제도의 확장 가능성을 검토하고, 이를 토대로 인증 지표를 개발하였다.

#### 3.2. 분석방법

##### 3.2.1. 초점집단면접

초점집단면접은 복잡한 개인적 경험, 관점 및 태도를 집단 간 상호작용으로 끌어내는 방법으로 (Ochieng et al., 2018), 다양한 관점을 포괄하여 평가 지표를 개발하는 연구에서 폭넓게 활용되고 있다(예를 들면, 김순호 외 2012; 김유미·구자훈 2019; 김정석 외 2013; 임혜원·김태호 2011; 지은구 외 2015; 한상미·이명훈 2017; 황미영 2017). 따라서 아파트

Table 4. Participants of focus group interview

Occupation	Disciplines	Number of participants
Professor / researcher	Urban engineering / environmental engineering / architecture engineering	5
	Robotics / mechanical engineering	3
	Information and communications	2
	Computer science	1
	Subtotal	11
Industry worker / service provider	Robotics	4
	Network	3
	Architecture / real estate	3
	Subtotal	10
Total		21

단지의 로봇 친화형 환경을 평가할 수 있는 지표를 구축하는 본 연구에도 적합한 분석방법이다.

연구자들은 Table 4와 같이 로보틱스, 기계공학, 도시, 건축, 토목 등 다양한 분야의 전문가 21명을 대상으로 초점집단면접을 실시하였다. 면접은 2022년 7월부터 10월에 걸쳐 총 5회 이루어졌다. 코로나19 팬데믹으로 인하여 대부분 비대면 플랫폼을 활용하여 진행되었다.

##### 3.2.2. 분석적 계층화 과정

분석적 계층화 과정은 기준이 다양하여 의사결정이 복잡한 경우에 체계적인 평가를 돕는 분석방법이다

Table 5. Participants of analytic hierarchy process

Occupation / organization	Disciplines	Number of participants
Professor / academia	Urban engineering / environmental engineering	3
	Architecture engineering / civil engineering	2
	Mechanical engineering	2
	Robotics	1
Total		8

(Saaty, 1977). 이 역시 초점집단면접과 아울러 평가 지표의 개발 과정에 널리 활용되고 있다(예를 들면, 윤은기 2012; 정우수 외 2008; 정윤희 2013; 흥정만 2011).

본 연구에서는 이관용 외(2022)에서와 마찬가지로 앞서 초점집단면접을 통해 도출한 항목을 계층화하고, 계층 내 항목 간 쌍대비교(pairwise comparison)를 수행하여 가중치를 계산하였다. 분석적 계층화 과정 설문조사에 참여한 전문가는 Table 5와 같이 총 8인이다.

## 4. 아파트 단지의 로봇 친화형 환경 인증 모델 개발 결과

### 4.1. 아파트 단지 로봇 친화형 환경 요소 도출

초점집단면접을 통하여 아파트 단지에서의 표준 로봇 서비스 운용 시 발생할 수 있는 장애 요인과 이를 평가할 수 있는 항목을 도출하였다. 또한 기존의 로봇 친화형 건축물 인증제도(이관용 외, 2022)를 검토하여 아파트 단지에서 고려하여야 할 로봇 친화형 환경

의 요인을 식별하였다.

전문가들은 업무용 건축물을 대상으로 하는 기존 인증제도의 일부 요건이 아파트 단지에는 적용될 수 없다고 지적하였다. 우선 개별 건축물마다 로봇 관제를 위한 설비나 인력을 두는 것보다, 통합 관제를 통하여 관리의 효율성을 높이는 것이 바람직하다는 의견이 있었다. 연구자들은 이를 반영하여 통합 관제에 대한 항목을 하나의 요소로 포함하였다. 아파트 단지에서 로봇의 네트워크 사용과 보안에 대한 문제도 제기되었다. 이에 연구자들은 업무용 건축물과는 다른 형태의 정보보안이 필요하다는 점을 반영하여 5G 네트워크를 아파트 단지의 수준에 알맞게 적용할 수 있도록 수정하였다. 아파트 단지에서는 실외에서도 로봇을 운용한다는 점을 구체적으로 반영해야 한다는 의견도 있었다. 해당 의견을 제시한 전문가는 로봇과 사람 사이뿐만 아니라 로봇과 차량 간의 상호작용이 발생한다는 점을 고려해야 한다고 주장했다. 연구자들은 이를 고려하여 로봇과의 충돌을 방지할 수 있는 차량 알림을 환경적 요소로 반영하도록 하였다.

일부 기업 실무자는 기존 인증제도의 실효성이 낮다는 점을 지적하였다. 인증 항목이 복잡하고 로봇 친화성의 요구 수준이 높아 해당 기준에 부합하는 건축 환경을 구성하기가 어려워 보인다고 주장하였다. 이에 연구자들은 로봇 친화형 환경을 구축하는 데 필수적이지 않은 일부 항목을 조정하였다. 한 건축공학 전문가는 건축유형별 인증 항목을 개발하는 경우 모든 항목을 검토하는 것에 상당한 비용이 들 것이라는 우려를 제기하였다. 연구자들은 이를 반영하여 인증 항목을 모든 유형에서 공통으로 평가하는 부문과 건축 유형별로 평가하는 부문으로 구분하였다.

### 4.2. 아파트 단지 로봇 친화형 환경 인증 항목 구분

아파트 단지의 로봇 친화형 환경 인증 항목의 개요

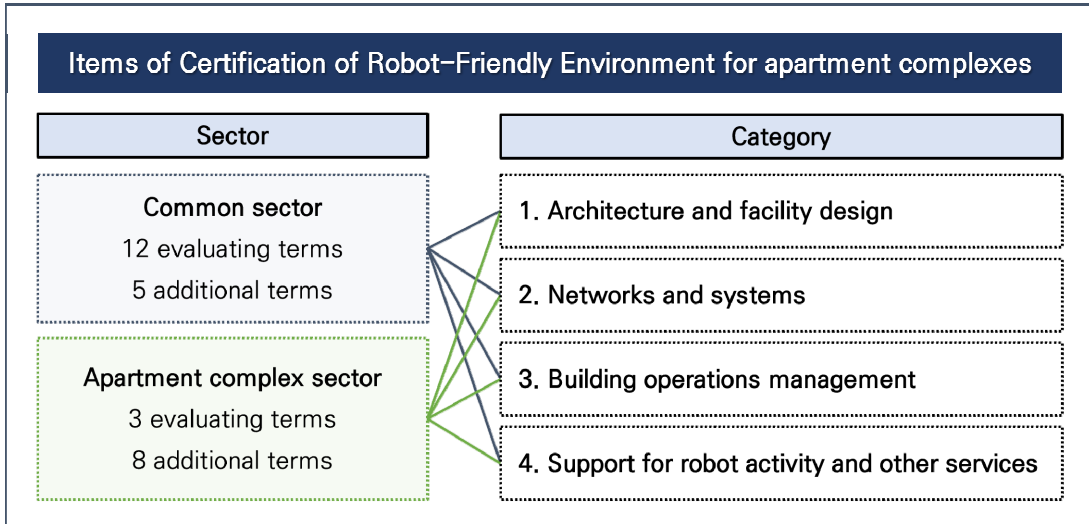


Figure 2. Overview of items of Certification of Robot-Friendly Environment for apartment complexes

는 Figure 2와 같다. 인증 항목은 기존의 로봇 친화형 건축물 인증제도에서 아파트 단지에 함께 적용할 수 있는 공통 부문(common sector) 17개와 아파트 단지용 부문(apartment complex sector) 11개 등 총 28개로 구성되었다. 각 항목은 로봇 친화형 아파트 단지로 인증받기 위하여 반드시 충족해야 하는지에 따라 평가항목(evaluating terms)과 가산 항목(additional terms)으로 구분하였다.

총 28개의 항목은 건축물의 물리적인 시설과 설계에 대한 항목인 건축 및 시설 설계(architecture and facility design), 로봇의 통신에 관한 항목인 네트워크 및 시스템(networks and systems), 건축물의 운영과 관리를 위한 점검 항목인 건축 운영 관리(building operations management), 그리고 기타 로봇에 대한 지원과 건축물에 제공할 로봇 서비스에 관한 항목인 로봇 지원 및 기타 서비스(support for robot activity and other services)의 4개 분야로 범주화하였다.

건축 및 시설 설계 분야에서는 로봇의 실외공간 통행 안정성과 효율성을 위한 실외 통행 공간, 실외 로봇 대기실, 도로 주행 환경 등 건축물 내외부의 물리적 환

경이 얼마나 로봇 친화적인지 평가한다. 네트워크 및 시스템 분야에서는 로봇과 사람, 로봇과 건축물의 정보 교환 방법인 무선통신이 원활하게 이루어지는지 평가한다. 예를 들면, VPN(virtual private network) 구축 여부, 네트워크 보안 수준 등 통신보안을 평가한다. 건축 운영 관리 분야에서는 로봇 친화형 환경 구축 이후의 지속가능성을 평가한다. 다시 말해, 건축물의 소프트웨어적 요소가 로봇 운용의 안정성을 보장할 수 있는지, 꾸준히 유지보수될 수 있는지 등을 점검한다. 마지막으로 로봇 지원 및 기타 서비스 분야는 건축 환경에서 제공하는 로봇 서비스의 수준과 지원 시설의 현황을 평가한다. 예를 들면, 개별 세대까지 로봇 택배배송 서비스를 지원하는 시설이 있는지 살펴본다.

### 4.3. 아파트 단지의 로봇 친화형 환경 인증 모델 구축

분석적 계층화 과정에 앞서 우선 전문가들에게 건축 및 시설 설계, 네트워크 및 시스템, 건축 운영 관리, 로봇 지원 및 기타 서비스 등 네 분야의 중요도를 백분

Table 6. Consistency index in analytic hierarchy process survey

ID	Consistency index
1	0.01*
2	0.15*
3	0.20*
4	0.04*
5	0.12*
6	0.24
7	0.05*
8	0.07*

\* &lt; .2

율로 작성하게 하였다. 그 결과, 분야별 중요도는 총합 1.00을 기준으로 건축 및 시설 설계 0.55, 네트워크 및 시스템 0.24, 건축 운영 관리 0.15, 로봇 지원 및 기타 서비스 0.05로 도출되었다.

다음으로 전문가들은 각 분야 내 항목 간 상대적 중요도를 쌍대비교의 방식으로 평정하였다(Appendix 1 참고). 그 결과, 전문가별 일관성 지수(consistency index)는 대부분 0.2 이하로 나타나(Table 6), 분석적 계층화 과정에서 통상적으로 허용되는 수준(Dolan, 2008; Pauer et al., 2016)을 만족하였다.

이어서 분야 간 중요도와 분야 내 항목 간 상대적 중요도를 고려하여 가중치를 계산하였다. 이는 항목 간 쌍대비교의 결과만을 나타낼 뿐, 전체 평가에서의 항목의 평가 또는 가산 여부를 판단할 수는 없다. 따라서 초점집단면접을 통해 도출한 항목이 평가 항목인지 여부에 따라 5 대 1의 비율로 배점을 재배분하였다. 또한 기존에 배점을 부여한 공통 부문과 새롭게 부여하는 아파트 단지 부문 간 항목의 수에 따라 점수를 균형화하였다. 최종적인 평가표는 Table 7과 같다.

아파트 단지의 로봇 친화형 환경 인증을 위한 지표별 중요도를 도출하고 배점을 부여한 결과 총점은 176

점으로 구성되었다. 분야별 배점은 건축 및 시설 설계 97점(공통: 73점, 아파트 단지: 24점), 네트워크 및 시스템 45점(공통: 34점, 아파트 단지: 11점), 건축 운영 관리 20점(공통: 12점, 아파트 단지: 8점), 로봇 지원 및 기타 서비스 14점(공통: 11점, 아파트 단지: 3점) 순으로 큰 것으로 나타났다.

전체 28개 개별 항목의 평균 배점은 6.28점이었다. 이 중 가장 배점이 높은 상위 3개 항목은 공통 부문 네트워크 및 시스템의 무선연결 지원범위(wireless network coverage; 18점), 공통 부문 건축 및 시설 설계의 실내 유효 폭(indoor valid width; 17점), 건물 진출입로(entrance / exit; 16점) 등이었다. 반면 배점이 가장 낮은 항목은 1점이 부여된 공통 부문 건축 및 시설 설계의 난간(handrail), 로봇 대기실(robot standby space), 로봇 지원 및 기타 서비스의 자율주행 주차(autonomous driving / parking), 아파트 단지 부문 로봇 지원 및 기타 서비스의 개별 세대 호출 서비스(call service for individual house) 등이었다.

아울러 인증제도의 활용성을 제고하고자 다음과 같은 평가 등급 기준을 마련하였다. 인증 등급의 부여는 공통 부문 12개, 아파트 단지 부문 3개 등 총 15개의 평가 항목을 모두 만족하는 것으로 전제한다. 총점이 평가 항목 배점의 100분의 95 이상, 즉 143점을 넘는 경우 최우수 인증 등급을 부여한다. 또한 총점이 평가 항목 배점의 100분의 90 이상 95 미만, 즉 135점을 넘으면 우수 인증 등급을 부여하고, 100분의 85 이상 90 미만, 즉 128점을 넘으면 일반 인증 등급을 부여한다. 평가 항목을 모두 만족하지 못하거나 총점이 평가 항목 배점의 100분의 85점에 달하지 못하는 경우 등급을 부여하지 않는다.

## 5. 결론 및 시사점

본 연구에서는 기존 로봇 친화형 건축물 인증제도를 아파트 단지로 확장하였다. 이를 위하여 기존 공동



Table 7. Rating table of evaluation terms of certification of robot-friendly environment for apartment complexes

Sector	Category	Items	Evaluating terms	Marks
Common sector [130 Points]	Architecture and facility design	Indoor valid width	○	17
		Entrance / access	○	9
		Entrance / exit	○	16
		Elevator	○	9
		Slope	○	9
		Floor finishing	○	7
		Sensor installation	○	4
		Handrail	Additional	1
		Robot standby space	Additional	1
	Networks and systems	Positioning information support	○	8
		Wireless network coverage	○	18
		Network speed	○	8
	Building operations management	Robot passage guidance	○	5
		Emergency reaction system	Additional	3
		On-site operation plan	Additional	4
	Support for robot activity and other services	E/V support for robots	○	10
		Autonomous driving / parking	Additional	1
Apartment complex sector [46 Points]	Architecture and facility design	Outdoor valid width	○	11
		Outdoor robot standby space	Additional	3
		Road driving environment	Additional	6
		Underground (parking lot) driving environment	Additional	4
	Networks and systems	VPN	Additional	4
		Network security	Additional	7
	Building operations management	Outdoor robot traffic notification	○	2
		Information security	○	4
		Building maintenance	Additional	2
	Support for robot activity and other services	Robot delivery support facility	Additional	2
		Call service for individual house	Additional	1
Total				176

주택 관련 인증제도의 맥락을 검토하고, 표준 로봇과 표준 서비스를 선정하였다. 이어 초점집단면접과 분석적 계층화 과정을 통하여 아파트 단지의 로봇 친화형 환경 인증 모델을 개발하였다.

아파트 단지의 로봇 친화형 환경 인증 지표는 총 28개 항목, 총점 176점으로 구성되었다. 분야별로는 공통 부문과 아파트 단지 부문에서 모두 건축 및 시설 설계, 네트워크 및 시스템, 건축 운영 관리, 로봇 지원 및 기타 서비스 순으로 배점의 소계가 큰 것으로 나타났다. 개별 항목의 점수는 분야의 중요도, 분야 내 항목 간 가중치를 반영하자 1점에서 18점까지 다양하게 산출되었다.

본 연구는 세계 최초로 인간-로봇의 상호작용을 고려한 아파트 단지의 로봇 친화형 환경 인증 모델을 개발하였다는 데 의의가 있다. 아파트 단지에서 로봇의 활용이 비약적으로 확대되고 있는 현시점(Wrede et al., 2017)에서 연구의 시의성도 존재한다. 한편, 로봇 기술을 실제 주거 환경과 접목하는 과정을 체계화하려는 시도라는 점에서 주거 분야에 시사하는 실무적 함의도 적지 않다. 다만 이 모델을 실제 현장에서 활용하기 위하여서는 법·제도의 개선이 병행되어야 할 것이다. 구체적으로 로봇 친화형 환경 인증제도의 법제화, 운용기관의 다변화, 인증체계 및 제도의 안정화에 대한 정책 방안을 마련해야 한다.

본 연구 의의에도 불구하고 한계점은 여전히 남는다. 우선 초점집단면접에서 제기된 의견 중 반영할 수 없었던 사항들이 있었다. 대표적으로 로봇의 지하 운행에 대한 검토가 필요하다는 의견이 있었으나 현재의 기술로서는 이를 충분히 반영하기 어려웠다. 또한 본 연구에서 개발한 인증 모델은 실증적 데이터를 바탕으로 하고 있지 않다. 따라서 향후 실증사업을 통하여 로봇 서비스 이용자 관점을 통합하려는 시도가 필요할 것이다.

- 주 1. 본 연구에서는 이관용 외(2022)에서와 달리 로봇 친화형 건축물이 아닌 로봇 친화형 환경이라고 칭한다. 이는 단순히 “건축물, 구축물 등을 포함하여 로봇을 운용할 수 있는 건물 주변의 공간”을 평가하는 것에서 나아가, 아파트 단지의 종합적 환경이 얼마나 로봇 친화적인가에 관심을 두기 때문이다.
- 주 2. 통계청(2019)에서 고시한 로봇산업 특수분류에서는 로봇 유관 산업을 총 7개 분야로 분류하며, 이 중 서비스용 로봇 관련 산업은 전문서비스용 로봇과 개인서비스용 로봇으로 구분한다. 전문서비스용 로봇은 업무용 시설에서 활용하는 사업시설 관리용 로봇을 포함하며, 개인서비스용 로봇은 가사용, 개인 건강 관리용 등 주거시설에서 주로 활용하는 로봇을 포함한다.
- 주 3. 드론(drone) 등 공중형 로봇은 아직 신뢰할 수 있는 플랫폼이 아니라는 지적(Tiddi et al., 2020)에 따라 제외하였다. 하지만 향후 반드시 고려되어야 할 부분이다.

## 감사의 글 및 이해충돌 관련 진술

본 연구는 국토교통부의 스마트시티 혁신인재육성 사업으로 지원되었음. 본 연구는 “로봇 친화형 건축물 인증 지표 개발: 초점집단면접(FGI)과 분석적 계층화 과정(AHP)의 활용”(이관용 외, 2022)의 후속 연구임. 이 논문은 2022년 한국주거학회 추계학술대회, 2023년 대한국토·도시계획학회 춘계학술대회에서 발표한 초기 원고에 바탕하고 있음. 교신저자 김갑성은 현재 사단법인 스마트도시협회에서 부여하고 있는 로봇 친화형 건축물 인증제도 관련 프로젝트에 연구책임자로 참여한 바 있음. 해당 프로젝트에 함께 참여한 연세대학교 미래도시와사회연구원 김종태 연구교수, 도시공학과 진희선 특임교수께 사의를 표함. 연구 과정에서 자료 수집에 기여한 연세대학교 도시계획및개발연구실 석박사통합과정 이상원 님, 석사과정 이소정 님, 학부생 인턴 이영현 님께도 감사의 인사를 전함.

## 참고문헌

## References

- 구한민, 홍사흠. 2023. 지역일자리, 대체될 것인가 지속할 것인가?: 지역 특성이 기술진보에 따른 일자리 대체 가능성에 미치는 영향. *대한지리학회지*. 58(2): 135-146.
- Gu, H., Hong, S. 2023. Will Regional Jobs be Replaced or Not?: The Effect of Regional Characteristics on the Likelihood of Job Replacement by Technological Progress. *Journal of the Korean Geographical Society*. 58(2): 135-146.
- 김순호, 정혜영, 이명훈. 2012. 연령별 가중치 분석을 통한 도시의 삶의 질 지표선정. *한국콘텐츠학회 논문지*. 12(7): 453-462.
- Kim, S., Cheong, H., Lee, M. 2012. Evaluation on Quality of Life in Urban with Weighting Analysis by Cohort. *Journal of The Korea Contents Association*. 12(7): 453-462.
- 김유미, 구자훈. 2019. 디지털 사회혁신관점의 스마트 도시 평가지표 설정에 관한 연구. *한국콘텐츠학회 논문지*. 19(10): 511-521.
- Kim, Y., Koo, J. 2019. Study on the Developing of Evaluation Indicators for Smart City from the Perspective of Digital Social Innovation. *Journal of The Korea Contents Association*. 19(10): 511-521.
- 김정석, 황선재, 송유진, 김혜영. 2013. 지표체계안 개발을 위한 제언: 출산환경 및 행태지표를 중심으로. *한국조사연구학회*. 14(3): 79-114.
- Kim, C., Hwang, S., Song, Y., Kim, H. 2013. Development of an Indicator System: Suggestions from the Fertility Behavior and Environment Index Study. *The Korean Association For Survey Research*. 14(3): 79-114.
- 김진모, 이지영, 윤성훈. 2022. 스마트 기술에 대응하는 건축계획의 방향 설정을 위한 이론적 고찰. *KIEAE Journal*. 22(4): 55-61.
- Kim, J., Lee, J., Yoon, S. 2022. Theoretical Review for Setting the Direction of Architectural Planning in Responce to Smart Technologies. *KIEAE Journal*. 22(4): 55-61.
- 사단법인 스마트도시협회. 2022. 2022년 로봇 친화형 건축물 인증 신청 공고.
- Smart City Association. 2022. *Notice of Application for 2022 Certification of Robot-Friendly Building*.
- 산업통상자원부, 한국로봇산업진흥원, 한국로봇산업협회. 2022. 2021년 기준 로봇산업 실태조사 결과 보고서.
- Ministry of Trade, Industry and Energy, Korea Institute for Robot Industry Advancement, Korea Association of Robot Industry. 2022. *2021 Robot Industry Survey Results Report*.
- 윤은기. 2012. AHP (Analytic Hierarchy Process) 기법을 이용한 삶의 질 평가요인들의 상대적 중요성 분석. *한국행정학보*. 46(2): 395-419.
- Yoon, E. 2012. Analysis of the Relative Importance of Quality of Life Evaluation Factors Using AHP (Analytic Hierarchy Process) Techniques. *Korean Public Administration Review*. 46(2): 395-419.
- 이관용, 구한민, 이윤서, 정민승, 윤동근, 김갑성. 2022. 로봇 친화형 건축물 인증 지표 개발: 초점집단면접(FGI)과 분석적 계층화 과정(AHP)의 활용. *지역과 국토정보*. 52(2): 17-34.
- Lee, K., Gu, H., Lee, Y., Jung, M., Yoon, D., Kim, K. 2022. Developing an Evaluation System for Certifying the Robot-Friendliness of Buildings through Focus Group Interviews and the

- Analytic Hierarchy Process. *Journal of Cadastre & Land InformatiX*. 52(2): 17-34.
- 이미혜. 2022. 로봇산업 동향 및 성장전략. 서울: 한국수출입은행.
- Lee, M. 2022. *Robot Industry Trends and Growth Strategies*. Seoul, Korea: The Export-Import Bank of Korea.
- 이택진, 김종원, 소형민, 전상훈, 김강호, 기창돈. 2010. 의사위성 기반 센서 결합 및 보행자 알고리즘을 적용한 실내 측위 시스템 구성. *지적과 국토정보*. 40(2): 151-163.
- Lee, T., Kim, C., So, H., Jeon, S., Kim, G., Kee, C. 2010. Indoor Surveying System Using a Pseudolite-Based Sensor Network and Pedestrian Navigation Algorithm. *Journal of Cadastre & Land InformatiX*. 40(2): 151-163.
- 임혜원, 김태호. 2011. 연구문헌분석을 활용한 보행환경평가지표 선정에 관한 실증연구. *교통기술과정*. 8(6): 13-23.
- Lim, H., Kim, T. 2011. Empirical Study of Evaluating Criteria for Pedestrian Environments Utilizing Research Paper Analysis. *Korean Society of Transportation*. 8(6): 13-23.
- 정우수, 박응희, 조병선. 2008. AHP 기법을 이용한 u-City 사업타당성 평가기준에 관한 연구. *국토연구*. 56: 123-144.
- Jeong, W., Park, W., Cho, B. 2008. A Study on Evaluation Criteria of u-City Feasibility Using AHP. *The Korea Spatial Planning Review*. 56: 123-144.
- 정윤희, 채인숙, 양일선, 김혜영, 이해영. 2013. 계층적 분석법(AHP)을 이용한 어린이급식관리지원센터 핵심성과지표(KPI)의 상대적 중요도 분석. *대한지역사회영양학회지*. 18(2): 154-164.
- Jeong, Y., Chae, I., Yang, I., Kim, H., Lee, H. 2013. Analysis of Relative Importance of Key Performance Indicators for Center for Child-Care Foodservice Management through Analytic Hierarchy Process (AHP). *Korean Journal of Community Nutrition*. 18(2): 154-164.
- 지은구, 손제희, 김민주. 2015. 사회복지사가 인지하는 사회적 자본 지표 개발과 타당도 연구. *사회과학연구*. 31(1): 161-192.
- Ji, E., Son, J., Kim, M. 2015. A Study on the Development of the Social Capital Indicator that Social Workers to Recognize and Examining the Validity. *Journal of Social Science*. 31(1): 161-192.
- 통계청. 2019. 로봇산업 특수분류 제3차 개정 결과. Statistics Korea. 2019. *Results of the 3<sup>rd</sup> Amendment to the Special Classification of Robot Industry*.
- 한국로봇산업진흥원. 2022. 첨단로봇 규제혁신방안 (로봇산업 규제혁신 로드맵 2.0). Korea Institute For Robot Industry Advancement. 2022. *Advanced Robot Regulatory Innovation Plan (Roadmap for Regulatory Innovation in the Robot Industry 2.0)*.
- 한상미, 이명훈. 2017. 지속가능하고 회복력 있는 도시 개발 및 관리 평가지표: UN 지속가능한 발전목표(SDGs)의 목표 11을 중심으로. *한국지역개발학회지*. 29(3): 1-24.
- Han, S., Lee, M. 2017. Analysis of Evaluation Indicator for the Development and Management of Sustainable and Resilient City: Focusing on the Goal 11 of UN Sustainable Developments Goals(SDGs). *Journal of The Korean Regional Development Association*. 29(3): 1-24.
- 홍정만. 2011. AHP 기법을 적용한 민간 기업의 신재

- 생에너지 평가항목에 대한 연구. *에너지경제연구*. 10(1): 115-142.
- Hong, J. 2011. A Study on the Evaluation of Renewable Energy by Private Enterprises Using AHP Technique. *Korean Energy Economic Review*. 10(1): 115-142.
- 황미영. 2017. 노동연계복지 프로그램에서 정립되고 있는 사회복지사의 전문적 정체성. *비판사회정책*. (54): 160-208.
- Hwang, M. 2017. Social Workers' Professional Identities Formed in the Process of Implementing the Self-Sufficiency Program for Welfare-to-Work in Korea. *Journal of Critical Social Welfare*. (54): 160-208.
- Dolan, J. 2008. Shared Decision-Making-Transferring Research into Practice: The Analytic Hierarchy Process (AHP). *Patient Education and Counseling*. 73(3): 418-425.
- Manyika, J., Chui, M., Bughin, J., Dobbs, R., Bisson, P., Marrs, A. 2013. *Disruptive Technologies: Advances that Will Transform Life, Business, and the Global Economy*. San Francisco, CA: McKinsey Global Institute.
- Ochieng, N., Wilson, K., Derrick, C., Mukherjee, N. 2018. The Use of Focus Group Discussion Methodology: Insights from Two Decades of Application in Conservation. *Methods in Ecology and Evolution*. 9(1): 20-32.
- Pauer, F., Schmidt, K., Babac, A., Damm, K., Frank, M., von der Schulenburg, J., Graf, M. 2016. Comparison of Different Approaches Applied in Analytic Hierarchy Process: An Example of Information Needs of Patients with Rare Diseases. *BMC Medical Informatics and Decision Making*. 16: 117.
- Satty, T. 1977. A Scaling Method for Priorities in Hierarchical Structures. *Journal of Mathematical Psychology*. 15(3): 234-281.
- The Partnership for Robotics in Europe (SPARC). 2013. *Strategic Research Agenda for Robotics in 2014-2020*. [https://old.eu-robotics.net/sparc/upload/topic\\_groups/SRA2020\\_SPARC.pdf](https://old.eu-robotics.net/sparc/upload/topic_groups/SRA2020_SPARC.pdf). Accessed May 17, 2023.
- Tiddi, I., Bastianelli, E., Daga, E., d'Aquin, M., Motta, E. 2020. Robot-City Interaction: Mapping the Research Landscape: A Survey of the Interactions Between Robots and Modern Cities. *International Journal of Social Robotics*. 12: 299-324.
- Wrede, S., Leichsenring, C., Holthaus, P., Hermann, T., Wachsmuth, S., The CSRA Team. 2017. The Cognitive Service Robotics Apartment: A Versatile Environment for Human-Machine Interaction Research. *Künstliche Intelligenz*. 31: 299-304.

2023년 05월 04일 원고접수(Received)

2023년 05월 22일 1차심사(1st Reviewed)

2023년 06월 21일 게재확정(Accepted)

### 초 록

최근 서비스 로봇을 일반 건축물에 도입하는 사례가 늘어나고 있다. 이에 2022년 로봇 친화형 건축물 인증제도가 구축되었으나, 업무용 건축물로 대상을 한정하여 적용 가능한 건축물이 많지 않았다. 본 연구에서는 기존 로봇 친화형 건축물 인증제도를 아파트 단지로 확장한 로봇 친화형 환경 인증 모델을 개발하였다. 초점집단면접과 분석적 계층화 과정을 통하여 지표를 구축한 결과, 총점 176점으로 구성된 지표의 분야별 중요도는 건축 및 시설 설계, 네트워크 및 시스템, 건축 운영 관리, 로봇 지원 및 기타 서비스 순으로 나타났다. 개별 항목의 점수들은 분야 간 중요도, 분야 내 중요도를 반영하자 1점에서 18점으로 다양하게 산출되었다. 28개의 개별 항목에 대한 점수를 합한 총점에 따라 아파트 단지에 최우수, 우수, 일반 인증 등급을 부여할 수 있다. 본 연구는 인간-로봇의 상호작용을 고려한 아파트 단지의 로봇 친화형 환경 인증 모델을 세계 최초로 개발하였다는 데 의의가 있다.

---

주요어 : 로봇 친화성, 로봇 친화형 환경 인증, 아파트 단지, 초점집단면접, 분석적 계층화 과정

## 부 록 Appendix

### Appendix 1. Questionnaire for analytic hierarchy process (in Korean)

<b>로봇 친화형 건축 요건 평가지표 설정을 위한 전문가 설문</b>																					
<p>안녕하세요. 연세대학교 도시계획연구소 정민승 연구원입니다.</p> <p>도시계획연구소는 「로봇 친화형 건축물 표준 및 인증에 관한 연구」를 진행하고 있으며, 본 조사를 통해 수렴된 전문가의 의견을 로봇 친화형 건축 요건 연구 및 인증의 기초자료로 활용하고자 합니다.</p> <p>바쁘시겠지만 잠시 시간을 내 연구에 협조해 주시면 감사하겠습니다. 설문에 응답하신 내용은 연구 목적 이외의 다른 용도로 사용되지 않으며, 통계법 제33조(비밀의 보호 등) 및 34조(통계작성사무 종사자 등의 의무)에 의거해 비밀이 보장됨을 알려드립니다.</p> <p style="text-align: right;">2022. 10. 15. 정민승 올림</p> <p>* 문의사항은 정민승 연구원(billy0304@yonsei.ac.kr)에게 문의해 주십시오. * 설문지 작성 기간은 2022년 10월 18일까지이며 작성하신 설문지는 billy0304@yonsei.ac.kr로 보내주시면 감사하겠습니다.</p>																					
<p><b>설문개요</b></p> <p>본 설문은 AHP(Analytic Hierarchy Process)기법을 이용해 상대적 중요도를 산정합니다. 문항은 로봇 친화형 건축 요건 평가지표 항목으로 구성돼 있으며, 각 항목의 중요도를 1:1로 비교하게 됩니다.</p> <p style="text-align: center;">〈각 지표의 상대적 중요도 기준〉</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin: 10px 0;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">척도</th> <th style="width: 30%;">정의</th> <th style="width: 60%;">의미</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>똑같이 중요</td> <td>두 개의 지표가 똑같이 중요함</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>약간 더 중요</td> <td>한 지표가 다른 지표보다 약간 더 중요함</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>더 중요</td> <td>한 지표가 다른 지표보다 더 중요함</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>매우 더 중요</td> <td>한 지표가 다른 지표보다 매우 더 중요함</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>절대적으로 중요</td> <td>한 지표가 다른 지표보다 절대적으로 중요함</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">그러면 지금부터 설문을 시작하겠습니다. 설문조사에 앞서 다음 사항을 기입해주시요.</p>				척도	정의	의미	1	똑같이 중요	두 개의 지표가 똑같이 중요함	3	약간 더 중요	한 지표가 다른 지표보다 약간 더 중요함	5	더 중요	한 지표가 다른 지표보다 더 중요함	7	매우 더 중요	한 지표가 다른 지표보다 매우 더 중요함	9	절대적으로 중요	한 지표가 다른 지표보다 절대적으로 중요함
척도	정의	의미																			
1	똑같이 중요	두 개의 지표가 똑같이 중요함																			
3	약간 더 중요	한 지표가 다른 지표보다 약간 더 중요함																			
5	더 중요	한 지표가 다른 지표보다 더 중요함																			
7	매우 더 중요	한 지표가 다른 지표보다 매우 더 중요함																			
9	절대적으로 중요	한 지표가 다른 지표보다 절대적으로 중요함																			
성명		전화번호																			
소속																					

Appendix 1 (continued)

연구배경
<ul style="list-style-type: none"> <li>정보통신기술과 미디어의 발달 등으로 일반 건축물의 설비 및 시스템에 로봇이 도입되고 있으며 특히 사용자 편의를 증진하는 서비스 및 소셜 로봇 산업이 확대되고 있음</li> <li>또한, 건축물 이용자의 특성과 생활공간의 수요 및 활동에 대한 구체적 분석을 통해 로봇 친화적 환경 개발의 필요성이 대두되고 있으며 이에 로봇과 인간이 함께 이용할 수 있는 편리한 공간 조성이 필요함</li> <li>따라서 본 연구는 로봇의 기술 수준을 지원하는 인프라를 갖춘 건축물 인증제도 도입을 통하여, 인간과 로봇이 상호 공존할 수 있는 환경 조성뿐만 아니라 쾌적하고 안전한 환경을 조성함과 동시에 이용자의 업무 효율성을 극대화하는 기준을 정립하는데 목적이 있음</li> <li>특히 서로 다른 용도의 건축물에서는 로봇 서비스가 변화하며, 로봇-사람-건축물 간 상호작용 또한 달라지는데 기존의 인증은 업무용 건축물에 국한되어 상호작용의 변화를 고려하기 위하여 주거 용도의 지표로 확장하고자 함</li> </ul>

지표설명
------

		공통 지표	주거용 지표
<b>신규 주거용 로봇 친화형 건축물 인증지표</b>			
1. 건축·시설 설계		2. 네트워크 및 시스템	3. 건축 운영 관리
실내 유효폭	바닥마감	위치 정보 지원	로봇 통행 알림
실내 출입문	센서 방해 차단	무선연결 지원범위	비상 대응 시스템
건물 진출입로	난간	네트워크 속도	전문 인력 계획
수직 이동 설비	로봇 대기실	VPN 구축	실외 로봇 통행 알림
경사	도로 주행 환경	네트워크 보안	정보 보안
실외 통행 공간	지하 주행 환경		건축물 유지관리
실외 로봇 대기실			
			4. 로봇 지원 및 기타 서비스
			승강기 자율 이동 지원
			자율주행 주차
			로봇 배송 지원 시설
			개별 세대 호출 서비스



아파트 단지의 로봇 친화형 환경 인증 모델 개발

Appendix 1 (continued)

공통 부문 (common sector)		
평가 부문	평가 범주	지표명
1. 건축·시설 설계	공-1-01 실내 유효 폭	사용자와 로봇의 교차 통행을 고려한 이동통로의 유효 폭
	공-1-02 실내 출입문	로봇의 능동적인 통과가 가능한 출입문
	공-1-03 건물 진출입로	로봇의 진·출입 지원 시설
	공-1-04 수직 이동 설비	로봇의 수직 이동이 가능한 수직 이동 설비
	공-1-05 경사	로봇 이동이 가능한 이동통로의 통행환경 적절성
	공-1-06 바닥마감	로봇 이동이 용이한 바닥마감
	공-1-07 센서 방해 차단	로봇 동선 내 센서 인식 성능 방해 요소 차단
	공-1-08 난간	로봇 추락 방지를 위한 난간 및 안전 시설물 구축
	공-1-09 로봇 대기실	로봇 서비스 제공을 위한 로봇 대기실의 확보
	주-1-01 실외 통행 공간	단지 내 로봇 실외 통행 공간의 통행환경 적절성
	주-1-02 로봇 실외 대기실	로봇 서비스 제공을 위한 로봇의 실외 대기실 확보
	주-1-03 도로 주행 환경	단지 내 로봇의 도로 주행 환경
	주-1-04 지하 주행 환경	로봇의 단지 내 지하 주차장 및 지하 통로 통행 환경
	2. 네트워크 및 시스템	공-2-01 위치 정보 지원
공-2-02 무선연결 지원범위		로봇 통행 공간 내 무선통신 적용
공-2-03 네트워크 속도		실시간 대용량 정보 공유를 위한 초고속 통신망 설치
주-2-01 VPN 구축		시설물 관리 차원의 로봇-건축환경 보안망 구축
주-2-02 네트워크 보안		네트워크 보안 시스템 구축
3. 건축 운영 관리	공-3-01 로봇 통행 알림	로봇 통행 공간에 대한 안내
	공-3-02 비상 대응 시스템	비상시 로봇의 로봇 통제 시스템 구축
	공-3-03 전문 인력 계획	로봇 친화형 건축물 운영 관리 조직
	주-3-01 실외 로봇 통행 알림	로봇의 실외 통행 공간에 대한 안내
	주-3-02 정보 보안	개인정보 보호를 위한 운영 매뉴얼 수립
	주-3-03 건축물 유지관리	건축물 유지관리를 위한 로봇 활동
4. 로봇 지원 및 기타 서비스	공-4-01 승강기 자율 이동 지원	로봇의 승강기 자율 이동 지원 서비스
	공-4-02 자율주행 주차	건축환경 진·출입 자율주행 로봇의 통행 편리성 확보
	주-4-01 로봇 배송 지원 시설	건축물 내외 로봇 배송 지원 시설
	주-4-02 개별 세대 호출 서비스	개별 세대에서의 로봇 호출 서비스 지원

Appendix 1 (continued)

평가안내

( 표기 예시 ) - 아래처럼 빨간색으로 표시해주십시오.

비밀번호	평가항목 A	A가 중요 ----- 동일 ----- B가 중요									평가항목 B
		9	7	5	3	1	3	5	7	9	
		절대적으로 중요	매우 중요	중요	약간 중요	덜 중요	약간 덜 중요	덜 중요	매우 덜 중요	절대적으로 중요	
1	공-1-01 유효 폭 실내	9	7	5	3	1	3	5	7	9	공-1-02 실내 출입문
2	공-1-01 유효 폭 실내	9	7	5	3	1	3	5	7	9	공-1-03 건물 진출입로
3	공-1-01 유효 폭 실내	9	7	5	3	1	3	5	7	9	공-1-04 수직 이동 설비
4	공-1-01 유효 폭 실내	9	7	5	3	1	3	5	7	9	공-1-05 경사
5	공-1-01 유효 폭 실내	9	7	5	3	1	3	5	7	9	공 - 1 - 0 6 바닥마감
6	공-1-01 유효 폭 실내	9	7	5	3	1	3	5	7	9	공-1-07 센서 방해 차단

평가란

( 평가 부문 설문 ) - 아래에 응답해 주십시오.

평가 부문	설명	중요도 (합이 100%가 되도록 입력해 주세요)
1. 건축·시설 설계	건축물의 물리적 공간과 설비가 로봇의 이동과 임무 수행을 위해 알맞게 조성됐는지를 평가하는 항목	%
2. 네트워크 및 시스템	건축물의 시스템 측면에서 로봇의 활용성 증대를 위해 데이터와 네트워크 및 보안 시스템이 체계적으로 구축됐는지를 평가하는 항목	%
3. 건축 운영 관리	건축물의 운영 측면에서 로봇 활용 계획 등이 체계적으로 구축됐는지에 대한 평가와 비상시 로봇 운영을 위한 계획의 수준을 평가하는 항목	%
4. 로봇 지원 및 기타 서비스	건축물이 로봇의 이동과 서비스 제공을 수행할 수 있도록 구축한 지원 및 기타 서비스들의 수준을 평가하는 항목	%

Appendix 1 (continued)

( 평가 범주 설문 ) - 아래에 응답해 주십시오.

1. 건축·시설 설계											
세부항목	평가항목 A	A가 중요 ----- 동일 ----- B가 중요									평가항목 B
		9	7	5	3	1	3	5	7	9	
		절대적으로 중요	매우 중요	중요	약간 중요하다	특별히 중요하다	약간 중요하다	중요	매우 중요	절대적으로 중요	
1	공-1-01 실내 유효 폭	9	7	5	3	1	3	5	7	9	공-1-02 실내 출입문
2	공-1-01 실내 유효 폭	9	7	5	3	1	3	5	7	9	공-1-03 건물 진출입로
3	공-1-01 실내 유효 폭	9	7	5	3	1	3	5	7	9	공-1-04 수직 이동 설비
4	공-1-01 실내 유효 폭	9	7	5	3	1	3	5	7	9	공-1-05 경사
5	공-1-01 실내 유효 폭	9	7	5	3	1	3	5	7	9	공-1-06 바닥마감
6	공-1-01 실내 유효 폭	9	7	5	3	1	3	5	7	9	공-1-07 센서 방해 차단
7	공-1-01 실내 유효 폭	9	7	5	3	1	3	5	7	9	공-1-08 난간
8	공-1-01 실내 유효 폭	9	7	5	3	1	3	5	7	9	공-1-09 로봇 대기실
9	공-1-01 실내 유효 폭	9	7	5	3	1	3	5	7	9	주-1-01 실외 통행 공간
10	공-1-01 실내 유효 폭	9	7	5	3	1	3	5	7	9	주-1-02 로봇 실외 대기실
11	공-1-01 실내 유효 폭	9	7	5	3	1	3	5	7	9	주-1-03 도로 주행 환경
12	공-1-01 실내 유효 폭	9	7	5	3	1	3	5	7	9	주-1-04 지하 주행 환경
13	공-1-02 실내 출입문	9	7	5	3	1	3	5	7	9	공-1-03 건물 진출입로
14	공-1-02 실내 출입문	9	7	5	3	1	3	5	7	9	공-1-04 수직 이동 설비
15	공-1-02 실내 출입문	9	7	5	3	1	3	5	7	9	공-1-05 경사
16	공-1-02 실내 출입문	9	7	5	3	1	3	5	7	9	공-1-06 바닥마감
17	공-1-02 실내 출입문	9	7	5	3	1	3	5	7	9	공-1-07 센서 방해 차단
18	공-1-02 실내 출입문	9	7	5	3	1	3	5	7	9	공-1-08 난간
19	공-1-02 실내 출입문	9	7	5	3	1	3	5	7	9	공-1-09 로봇 대기실
20	공-1-02 실내 출입문	9	7	5	3	1	3	5	7	9	주-1-01 실외 통행 공간
21	공-1-02 실내 출입문	9	7	5	3	1	3	5	7	9	주-1-02 로봇 실외 대기실
22	공-1-02 실내 출입문	9	7	5	3	1	3	5	7	9	주-1-03 도로 주행 환경
23	공-1-02 실내 출입문	9	7	5	3	1	3	5	7	9	주-1-04 지하 주행 환경
24	공-1-03 건물 진출입로	9	7	5	3	1	3	5	7	9	공-1-04 수직 이동 설비
25	공-1-03 건물 진출입로	9	7	5	3	1	3	5	7	9	공-1-05 경사
26	공-1-03 건물 진출입로	9	7	5	3	1	3	5	7	9	공-1-06 바닥마감
27	공-1-03 건물 진출입로	9	7	5	3	1	3	5	7	9	공-1-07 센서 방해 차단
28	공-1-03 건물 진출입로	9	7	5	3	1	3	5	7	9	공-1-08 난간
29	공-1-03 건물 진출입로	9	7	5	3	1	3	5	7	9	공-1-09 로봇 대기실
30	공-1-03 건물 진출입로	9	7	5	3	1	3	5	7	9	주-1-01 실외 통행 공간
31	공-1-03 건물 진출입로	9	7	5	3	1	3	5	7	9	주-1-02 로봇 실외 대기실
32	공-1-03 건물 진출입로	9	7	5	3	1	3	5	7	9	주-1-03 도로 주행 환경
33	공-1-03 건물 진출입로	9	7	5	3	1	3	5	7	9	주-1-04 지하 주행 환경

Appendix 1 (continued)

1. 건축·시설 설계												
제1차평가항목	평가항목 A	A가 중요					동일		B가 중요			평가항목 B
		9	7	5	3	1	3	5	7	9		
		절대적이며중요	매우중요	중요	약간중요	필수적이며중요	약간중요	중요	매우중요	절대적이며중요		
34	공-1-04 수직 이동 설비	9	7	5	3	1	3	5	7	9	공-1-05 경사	
35	공-1-04 수직 이동 설비	9	7	5	3	1	3	5	7	9	공-1-06 바닥마감	
36	공-1-04 수직 이동 설비	9	7	5	3	1	3	5	7	9	공-1-07 센서 방해 차단	
37	공-1-04 수직 이동 설비	9	7	5	3	1	3	5	7	9	공-1-08 난간	
38	공-1-04 수직 이동 설비	9	7	5	3	1	3	5	7	9	공-1-09 로봇 대기실	
39	공-1-04 수직 이동 설비	9	7	5	3	1	3	5	7	9	주-1-01 실외 통행 공간	
40	공-1-04 수직 이동 설비	9	7	5	3	1	3	5	7	9	주-1-02 로봇 실외 대기실	
41	공-1-04 수직 이동 설비	9	7	5	3	1	3	5	7	9	주-1-03 도로 주행 환경	
42	공-1-04 수직 이동 설비	9	7	5	3	1	3	5	7	9	주-1-04 지하 주행 환경	
43	공-1-05 경사	9	7	5	3	1	3	5	7	9	공-1-06 바닥마감	
44	공-1-05 경사	9	7	5	3	1	3	5	7	9	공-1-07 센서 방해 차단	
45	공-1-05 경사	9	7	5	3	1	3	5	7	9	공-1-08 난간	
46	공-1-05 경사	9	7	5	3	1	3	5	7	9	공-1-09 로봇 대기실	
47	공-1-05 경사	9	7	5	3	1	3	5	7	9	주-1-01 실외 통행 공간	
48	공-1-05 경사	9	7	5	3	1	3	5	7	9	주-1-02 로봇 실외 대기실	
49	공-1-05 경사	9	7	5	3	1	3	5	7	9	주-1-03 도로 주행 환경	
50	공-1-05 경사	9	7	5	3	1	3	5	7	9	주-1-04 지하 주행 환경	
51	공-1-06 바닥마감	9	7	5	3	1	3	5	7	9	공-1-07 센서 방해 차단	
52	공-1-06 바닥마감	9	7	5	3	1	3	5	7	9	공-1-08 난간	
53	공-1-06 바닥마감	9	7	5	3	1	3	5	7	9	공-1-09 로봇 대기실	
54	공-1-06 바닥마감	9	7	5	3	1	3	5	7	9	주-1-01 실외 통행 공간	
55	공-1-06 바닥마감	9	7	5	3	1	3	5	7	9	주-1-02 로봇 실외 대기실	
56	공-1-06 바닥마감	9	7	5	3	1	3	5	7	9	주-1-03 도로 주행 환경	
57	공-1-06 바닥마감	9	7	5	3	1	3	5	7	9	주-1-04 지하 주행 환경	
58	공-1-07 센서 방해 차단	9	7	5	3	1	3	5	7	9	공-1-08 난간	
59	공-1-07 센서 방해 차단	9	7	5	3	1	3	5	7	9	공-1-09 로봇 대기실	
60	공-1-07 센서 방해 차단	9	7	5	3	1	3	5	7	9	주-1-01 실외 통행 공간	
61	공-1-07 센서 방해 차단	9	7	5	3	1	3	5	7	9	주-1-02 로봇 실외 대기실	
62	공-1-07 센서 방해 차단	9	7	5	3	1	3	5	7	9	주-1-03 도로 주행 환경	
63	공-1-07 센서 방해 차단	9	7	5	3	1	3	5	7	9	주-1-04 지하 주행 환경	
64	공-1-08 난간	9	7	5	3	1	3	5	7	9	공-1-09 로봇 대기실	
65	공-1-08 난간	9	7	5	3	1	3	5	7	9	주-1-01 실외 통행 공간	
66	공-1-08 난간	9	7	5	3	1	3	5	7	9	주-1-02 로봇 실외 대기실	
67	공-1-08 난간	9	7	5	3	1	3	5	7	9	주-1-03 도로 주행 환경	
68	공-1-08 난간	9	7	5	3	1	3	5	7	9	주-1-04 지하 주행 환경	
69	공-1-09 로봇 대기실	9	7	5	3	1	3	5	7	9	주-1-01 실외 통행 공간	

Appendix 1 (continued)

1. 건축·시설 설계													
세그먼트	평가항목 A	A가 중요 ----- 동일 ----- B가 중요									평가항목 B		
		9	7	5	3	1	3	5	7	9			
		점대점 이동 이동 이동	대 우 이 동 이 동	다 중 이 동	완 간 이 동	복 합 이 동	완 간 이 동	다 중 이 동	대 우 이 동 이 동	점대점 이동 이동			
70	공-1-09	로봇 대기실	9	7	5	3	1	3	5	7	9	주-1-02	로봇 실외 대기실
71	공-1-09	로봇 대기실	9	7	5	3	1	3	5	7	9	주-1-03	도로 주행 환경
72	공-1-09	로봇 대기실	9	7	5	3	1	3	5	7	9	주-1-04	지하 주행 환경
73	주-1-01	실외 통행 공간	9	7	5	3	1	3	5	7	9	주-1-02	로봇 실외 대기실
74	주-1-01	실외 통행 공간	9	7	5	3	1	3	5	7	9	주-1-03	도로 주행 환경
75	주-1-01	실외 통행 공간	9	7	5	3	1	3	5	7	9	주-1-04	지하 주행 환경
76	주-1-02	로봇 실외 대기실	9	7	5	3	1	3	5	7	9	주-1-03	도로 주행 환경
77	주-1-02	로봇 실외 대기실	9	7	5	3	1	3	5	7	9	주-1-04	지하 주행 환경
78	주-1-03	도로 주행 환경	9	7	5	3	1	3	5	7	9	주-1-04	지하 주행 환경
2. 네트워크 및 시스템													
세그먼트	평가항목 A	A가 중요 ----- 동일 ----- B가 중요									평가항목 B		
		9	7	5	3	1	3	5	7	9			
		점대점 이동 이동	대 우 이 동	다 중 이 동	완 간 이 동	복 합 이 동	완 간 이 동	다 중 이 동	대 우 이 동 이 동	점대점 이동 이동			
1	공-2-01	위치 정보 지원	9	7	5	3	1	3	5	7	9	공-2-02	무선연결 지원범위
2	공-2-01	위치 정보 지원	9	7	5	3	1	3	5	7	9	공-2-03	네트워크 속도
3	공-2-01	위치 정보 지원	9	7	5	3	1	3	5	7	9	주-2-01	VPN 구축
4	공-2-01	위치 정보 지원	9	7	5	3	1	3	5	7	9	주-2-02	네트워크 보안
5	공-2-02	무선연결 지원범위	9	7	5	3	1	3	5	7	9	공-2-03	네트워크 속도
6	공-2-02	무선연결 지원범위	9	7	5	3	1	3	5	7	9	주-2-01	VPN 구축
7	공-2-02	무선연결 지원범위	9	7	5	3	1	3	5	7	9	주-2-02	네트워크 보안
8	공-2-03	네트워크 속도	9	7	5	3	1	3	5	7	9	주-2-01	VPN 구축
9	공-2-03	네트워크 속도	9	7	5	3	1	3	5	7	9	주-2-02	네트워크 보안
10	주-2-01	VPN 구축	9	7	5	3	1	3	5	7	9	주-2-02	네트워크 보안

Appendix 1 (continued)

3. 건축 운영 관리												
비교대상	평가항목 A	A가 중요		동일						B가 중요		평가항목 B
		9	7	5	3	1	3	5	7	9		
		전문지식 이민 중요	매우 중요	중 요	약간 중요	보통 중요	약간 중요	중 요	매우 중요	전문지식 이민 중요		
1	공-3-01 로봇 동행 알림	9	7	5	3	1	3	5	7	9	공-3-02 비상 대응 시스템	
2	공-3-01 로봇 동행 알림	9	7	5	3	1	3	5	7	9	공-3-03 전문 인력 계획	
3	공-3-01 로봇 동행 알림	9	7	5	3	1	3	5	7	9	주-3-01 실외 로봇 동행 알림	
4	공-3-01 로봇 동행 알림	9	7	5	3	1	3	5	7	9	주-3-02 정보 보안	
5	공-3-01 로봇 동행 알림	9	7	5	3	1	3	5	7	9	주-3-03 건축물 유지관리	
6	공-3-02 비상 대응 시스템	9	7	5	3	1	3	5	7	9	공-3-03 전문 인력 계획	
7	공-3-02 비상 대응 시스템	9	7	5	3	1	3	5	7	9	주-3-01 실외 로봇 동행 알림	
8	공-3-02 비상 대응 시스템	9	7	5	3	1	3	5	7	9	주-3-02 정보 보안	
9	공-3-02 비상 대응 시스템	9	7	5	3	1	3	5	7	9	주-3-03 건축물 유지관리	
10	공-3-03 전문 인력 계획	9	7	5	3	1	3	5	7	9	주-3-01 실외 로봇 동행 알림	
11	공-3-03 전문 인력 계획	9	7	5	3	1	3	5	7	9	주-3-02 정보 보안	
12	공-3-03 전문 인력 계획	9	7	5	3	1	3	5	7	9	주-3-03 건축물 유지관리	
13	주-3-01 실외 로봇 동행 알림	9	7	5	3	1	3	5	7	9	주-3-02 정보 보안	
14	주-3-01 실외 로봇 동행 알림	9	7	5	3	1	3	5	7	9	주-3-03 건축물 유지관리	
15	주-3-02 정보 보안	9	7	5	3	1	3	5	7	9	주-3-03 건축물 유지관리	

Appendix 1 (continued)

4. 로봇 지원 및 기타 서비스											
비교항목	평가항목 A	A가 중요		동일			B가 중요			평가항목 B	
		9	7	5	3	1	3	5	7		9
		절대적 정보중요	매우 더중요	더 중요	약간 더중요	똑같 이중요	약간 덜중요	덜 중요	매우 덜중요		절대적 정보중요
1	공-4-01 승강기 자율 이동 지원	9	7	5	3	1	3	5	7	9	공-4-02 자율주행 주차
2	공-4-01 승강기 자율 이동 지원	9	7	5	3	1	3	5	7	9	주-4-01 로봇 배송 지원 시설
3	공-4-01 승강기 자율 이동 지원	9	7	5	3	1	3	5	7	9	주-4-02 개별 세대 호출 서비스
4	공-4-02 자율주행 주차	9	7	5	3	1	3	5	7	9	주-4-01 로봇 배송 지원 시설
5	공-4-02 자율주행 주차	9	7	5	3	1	3	5	7	9	주-4-02 개별 세대 호출 서비스
6	주-4-01 로봇 배송 지원 시설	9	7	5	3	1	3	5	7	9	주-4-02 개별 세대 호출 서비스