



2018년 기술영향평가 결과  
블록체인의 미래



2017년 기술영향평가 결과  
바이오 인공지능의 미래



2016년 기술영향평가 결과  
가상·증강현실이 만드는 미래

※ 해당 저작물은 과학기술정보통신부, 한국과학기술기획평가원(KISTEP) 홈페이지에서 다운받을 수 있습니다.



## 2019년 기술영향평가 결과 소셜 로봇의 미래

인간의 곁에서 소통하고 공감하는 ‘소셜 로봇’은 기존에 인간 고유의 영역으로 간주되었던 사회적 기능을 수행하는 로봇이라는 점에서 많은 관심을 받고 있다. 또한 다양한 분야에 사용됨으로써 고령화 등의 사회문제 해결에 기여를 할 것으로 보인다. 그러나 로봇에 대한 과도한 의존, 사생활 침해 등의 새로운 부작용에 대해 우려하는 목소리도 존재한다.

이에 2019년 기술영향평가에서는 소셜 로봇 기술을 평가 대상기술로 선정하여, 전문가와 시민이 함께 기술의 다양한 파급효과를 예측해 보고 그에 대한 대응 방안을 논의하였다.

본 책의 내용에 대한 무단 전재 및 복제를 금합니다.  
본 책의 내용을 인용할 시에는 반드시 출처를 표기해야 합니다.  
해당 저작물은 과학기술정보통신부, 한국과학기술기획평가원(KISTEP) 홈페이지에서 다운받을 수 있습니다.



2019년 기술영향평가 결과

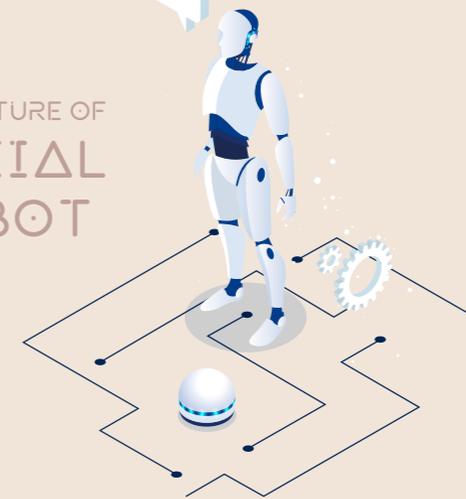
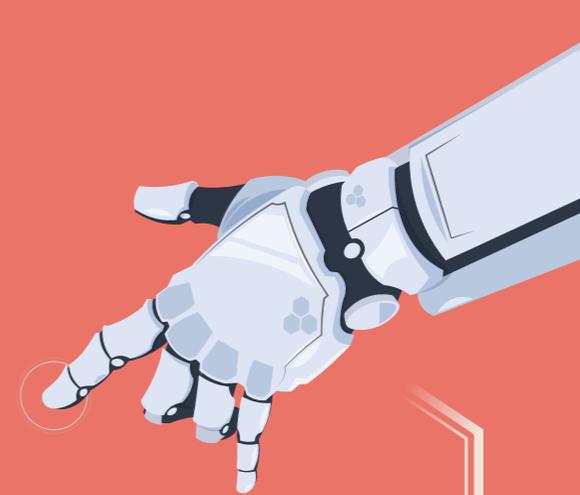
소셜 로봇의 미래

## 2019년 기술영향평가 결과

# 소셜 로봇의

# 미래

THE FUTURE OF  
SOCIAL  
ROBOT



과학기술정보통신부 · 한국과학기술기획평가원(KISTEP)

### ■ 기술영향평가위원회

- 이재신 중앙대학교, 기술영향평가위원장
- 김건우 광주과학기술원
- 김경욱 아이피엘
- 김민우 호두랩스
- 김재홍 한국전자통신연구원
- 박광현 광운대학교
- 박희제 경희대학교
- 이동욱 한국생산기술연구원
- 이상용 충남대학교
- 이상욱 한양대학교
- 이충환 동아에스앤씨
- 이호영 정보통신정책연구원
- 진석용 LG경제연구원
- 천현득 서울대학교
- 최준식 고려대학교

### ■ 시민포럼

- 변세준 한국산업기술진흥원, 시민포럼 대표
- 김경민 휴성심병원
- 김민호 세그루 패션디자인고등학교
- 김선희 한국기술교육대학교
- 김진곤 한국산업기술진흥원
- 문병준 서울대학교
- 박경진 경희대학교
- 박상완 특허법인 지담
- 박선미 한국특허전략개발원
- 송진호 현대제철
- 송한철 (주)알엠 중앙연구소
- 오지현 새마을금고
- 이승훈 부산대학교
- 이주영 기초과학연구원
- 최서희 한국지식재산연구원

### ■ 한국과학기술기획평가원

- 조아라 기술예측센터 부연구위원
- 지수영 기술예측센터 연구원
- 최문정 기술예측센터 센터장

### ■ 과학기술정보통신부

- 윤성훈 과학기술정보과 과장
- 오선영 과학기술정보과 주무관

### ■ 편저

- 박해전 프리랜서 작가



# 소셜

2019년  
기술영향평가  
결과

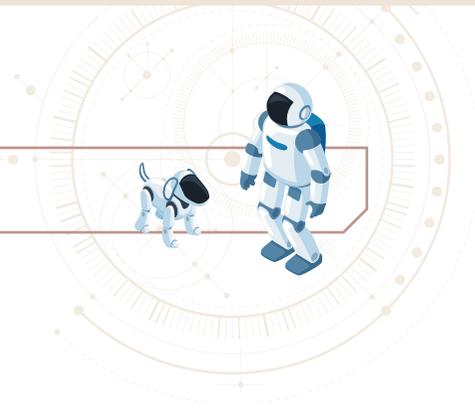
# 로봇의



# 미래

THE FUTURE OF  
SOCIAL  
ROBOT

# CONTENTS



## 들어가는 말

기술영향평가와 지속가능한 미래 6

### Chapter 01 소셜 로봇이란 무엇인가

1. 소셜 로봇의 정의 14  
인간의 곁에서 소통하고 공감하는 로봇의 출현 14

2. 왜 지금 소셜 로봇에 대해 이야기해야 할까 18

3. 문화 예술 속 소셜 로봇 19

4. 로봇의 뿌리 23

5. 소셜 로봇이 등장하기까지 26

6. 다양한 분야에서 활약하는 소셜 로봇 29  
키스멧과 친구들 29  
다양한 소셜 로봇의 등장 33  
우리나라의 소셜 로봇 41

7. 소셜 로봇 시장 현황 47  
시장에 대한 기대와 현재 위치 47  
해외 시장의 현황과 전망 48  
국내 시장의 현황과 전망 49

8. 소셜 로봇의 국내외 정책 동향 51  
자타공인 로봇 강국 미국 52  
AI와 함께 로봇 산업 집중 육성하는 중국 53  
소셜 로봇으로 초고령 사회 대비하는 일본 54  
세계 최대 민간 로봇 투자 프로그램 추진 중인 유럽 55  
로봇 산업 육성으로 4차 산업혁명 대비하는 대한민국 56

### Chapter 02 소셜 로봇과 함께 살아갈 우리의 미래

1. 소셜 로봇 기술과 경제 60

기존 산업의 변화와 신규 산업 창출 60  
기존 산업을 변화 시키는 신기술의 등장 60  
소셜 로봇의 발전과 새로운 산업의 등장 68  
데이터의 경제적 가치 증가 73

늘어나는 일자리, 밀려나는 일자리 78  
산업용 로봇보다 대체되는 일자리는 소수 예상 78  
소셜 로봇 기술에 의해 늘어날 일자리 80  
직업보다 직무를 대체할 전망 82



<b>2. 소셜 로봇 기술과 사회</b>	<b>89</b>
<b>사회적 평등</b>	89
사회적 약자를 위한 서비스로 불평등 경감	89
취약계층에 불평등 심화 가능성도	92
<b>사회적 비용의 증감</b>	96
정서적 서비스 제공으로 사회적 비용 감소	96
건강 보험 지출 등 사회적 비용 증가 고려 필요	99
<b>삶의 변화</b>	101
소셜 로봇으로 인한 개인 삶의 변화	101
소셜 로봇이 가져올 사회 측면의 변화	104
<b>3. 소셜 로봇 기술과 문화</b>	<b>107</b>
<b>엔터테인먼트 미디어의 변화</b>	107
양방향 상호작용이 가능한 콘텐츠 등장	107
<b>맞춤 학습과 언어 교육에 탁월한 매체</b>	109
공감능력으로 미래 인재 교육 견인	109
<b>소셜 로봇 기술에 대한 사회문화적 수용</b>	114
동반자 소셜 로봇, 지나친 의존은 경계 필요	114
<b>4. 소셜 로봇 기술과 윤리</b>	<b>117</b>
<b>소셜 데이터의 민감 정보 처리 문제</b>	117
빅데이터 산업 성장과 해킹에 대한 우려	117
<b>소셜 로봇 시대를 위한 법률 정비</b>	123
소셜 로봇에 대한 법인격 부여 문제	123
소셜 로봇 사고에 대한 책임 소재	127

<b>소셜 로봇과 인문학적 문제</b>	130
인간 고유성에 대한 고찰을 촉구하는 로봇 기술	130
<b>5. 소셜 로봇 기술과 환경</b>	<b>133</b>
<b>소셜 로봇 폐기물의 처리</b>	133
환경을 생각하는 폐기 과정 필요	133

## 맺음말

<b>소셜 로봇 기술에 대한 정책 제언</b>	<b>136</b>
연구개발 지원	138
산업 경쟁력 강화	140
법·제도 정비	142
사회적 혼란 최소화	144
사회적 논의	147

## 참고문헌

148



## 기술영향평가와 지속가능한 미래\*

1972년 이탈리아 로마에서 발표된 하나의 보고서가 전 세계를 충격에 빠뜨렸다. 서유럽의 정계, 재계, 학계 지도자들이 주축이 되어 결성한 로마 클럽이란 단체가 발표한 <성장의 한계(The limits to Growth)>라는 보고서였다. 컴퓨터 시뮬레이션 수치를 바탕으로 만들어진 이 보고서는 “인구 증가, 환경 오염, 자원 남용 등이 앞으로 크게 변하지 않는다고 가정하면 100년 이내로 지구상의 성장은 한계에 부딪칠 것”<sup>1</sup>이라고 경고했다. 지구 자원은 3세대 후쯤 고갈 될 것이고, 과학기술이 발전해도 인구와 산업은 성장하기보다 오히려 후퇴할 것이며, 아무리 늦어도 2100년 이후에는 파국을 피할 수 없을 것이라 충격적인 내용이었다.

보고서가 발표된 1970년대는 미국의 해양학자 레이첼 카슨이 1962년 <침묵의 봄>을 펴낸 이후, 환경오염 문제에 대한 자각이 활발히 퍼져나가던

\* 지속가능한 발전(Sustainable Development)은 1987년 UN 브룬틀란위원회 보고서 <우리 공동의 미래(Our Common Future)>에서 처음 제시된 개념이다.

시기다. 삶을 편리하게 해 주는 문명의 이기도 잘못 사용하면 인류의 생존을 위협하는 존재가 될 수 있다는 것이 널리 인식되기 시작한 때였다.

사실 사람들은 두 차례의 세계 대전을 통해 과학기술의 무시무시한 이면을 엿본 바 있었다. 그것은 과학기술을 개발한 이들조차 충격에 빠지게 했다. 다이내마이트를 개발한 노벨은 자신이 살상 무기를 만든 사람으로 쓰인 잘못된 부고를 보고 낙담했고, 원자폭탄을 개발한 오펜하이머는 히로시마에 투하되는 자신의 창조물을 보며 망연자실했다.

독일의 사회학자 울리히 벡(Ulrich Beck)은 저서 <위험사회(Risikogesellschaft)>에서 ‘위험(risk)’이야말로 현대 사회의 가장 중요한 과제라고 말했다. 과학기술은 항상 위험을 내포하고 있으며 ‘절대적인 안전’은 있을 수 없다는 것이다. 그러한 위험은 전 세계적이고 부자와 빈자, 권력자와 서민을 가리지 않는 ‘민주적’인 성격이 있다고 설명했다. 벡은 그 위험을 어떻게 피하고 얼마나 줄일 수 있는지를 미리 생각해 보아야 한다고 주장했다.<sup>2</sup>

현대사회에 위험이 발생할 경우 그것은 누구에게나 공평하고 ‘민주적’으로 닥친다는 점에서 과학기술의 책임성이 요구된다. 과학기술은 사회 구성원 전체의 공동자산이며, 반드시 책임 있게 사용해야 한다는 것이다. 또한 아무리 훌륭한 과학기술이라도 오용하거나 남용한다면 인류 전체에 큰 피해로 돌아올 수 있다는 것을 잊어서는 안 된다. 과학기술의 발전을 위한 논의에 사회 구성원들이 적극 참여하여야 하는 이유다.

## 기술영향평가의 시작과 발전

이러한 분위기 속에 과학기술을 민주적으로 평가하여 선제적으로 대응하려는 움직임이 나타났다. 기술영향평가(TA: Technology Assessment)는 1970년대에 미국에서 최초로 실시되었다. 과학기술의 발달이 사회에 미치는 영향을 미리 예측하고 대응함으로써 긍정적인 효과는 극대화하고 부정적인 영향은 최소화하자는 목적이었다. 이를 통해 기술의 바람직한 변화와 발전의 방향을 모색하자는 것이다. 미국은 1974년 OTA(Office of Technology Assessment)를 두고 전문가 중심의 기술영향평가를 시행했으며 1995년 OTA가 폐지된 후 현재는 GAO(Government Accountability Office)에서 맡아 계속 시행하고 있다. 미국의 기술영향평가는 기본적으로 전문가들이 모여 해당 과학기술의 발전이 가져올 수 있는 경제적·사회적·환경적 영향을 평가하여 정책 결정자들에게 정보를 제공하기 위해 실시된다. 새로운 과학기술이 가져올 득과 실을 분석하고 필요에 따라 대안을 제시하기도 한다.

1980년대 후반 이후부터는 유럽에서도 기술영향평가를 실시하기에 이르렀다. 공식적으로 수립된 최초의 기관은 1983년 프랑스의 OPECST(Office Parlementaire d'Evaluation des Choix Scientifique Technologie)다. 이후 영국, 네덜란드, 덴마크, 독일, 스위스 등 유럽 각국에서 다양한 형태와 방법으로 기술영향평가를 수행하고 있다. 최근에는 유럽연합을 단위로 한 여러 가지 평가가 진행되고 있다.<sup>3</sup> 덴마크나 네덜란드와 같은 일부 국가에서는 합의회의를 통한 대중적 논쟁을 중시한다는 점에서 미국식과 차별성을 띤다. 즉 전문가보다는 일반 대중의 참여에 무게를 둔다. 이러한 시민참여형 기술영향평가는 신기술에 대한 정책 입안에 도움이 될 수 있는 정보를 도출할 뿐 아니라 사회 구성

원들이 새로운 기술을 이해하고 수용하며 함께 비전을 세워가는 역할도 맡는다.

## 대한민국 기술영향평가의 체계와 현재

우리나라는 2001년 과학기술기본법을 제정하고 2003년부터 기술영향평가를 실시하고 있다. 2002년 연구범위, 운영 방안 등 기획연구 이후 2003년부터 기술영향평가를 수행하여 2019년까지 총 20건의 기술을 평가하였다.

### 역대 기술영향평가 대상기술

2003	NBIT융합기술	2013	3차원 프린팅/스마트네트워크
2005	RFID/나노	2014	무인 이동체/초고층 건축물
2006	줄기세포치료기술/나노소재/UCT	2015	유전자가위/인공지능
2007	기후변화대응기술	2016	가상·증강현실 기술
2008	국가재난질환대응기술	2017	바이오 인공장기
2011	뇌-기계 인터페이스	2018	블록체인 기술
2012	빅데이터 분석기술과 활용	2019	소셜 로봇 기술

과학기술정보통신부 산하 한국과학기술기획평가원(KISTEP)이 수행을 맡고 있으며, 평가는 전문가 중심과 시민참여형을 절충한 방식으로 운영된다. 대상기술 분야 및 사회과학 전문가로 구성된 기술영향평가위원회와 일반시민으로 구성된 시민포럼을 함께 추진한다. 또한 일반시민이 24시간 언제나 의





Chapter 01

# 소셜 로봇이란 무엇인가

1. 소셜 로봇의 정의
2. 왜 지금 소셜 로봇에 대해 이야기해야 할까
3. 문화 예술 속 소셜 로봇
4. 로봇의 뿌리
5. 소셜 로봇이 등장하기까지
6. 다양한 분야에서 활약하는 소셜 로봇
7. 소셜 로봇 시장 현황
8. 소셜 로봇의 국내외 정책 동향

# 소셜 로봇이란 무엇인가

## 1. 소셜 로봇의 정의

### 인간의 곁에서 소통하고 공감하는 로봇의 출현

소셜 로봇(Social Robot) 기술이란 로봇이 인지 능력과 사회적 교감 능력을 바탕으로 인간과 상호작용함으로써 사회적 기능을 수행하도록 하는 기술을 지칭한다. 이러한 소셜 로봇은 사용자 및 환경을 인식하고, 주어진 상황에 따라 적합한 행위를 판단 및 학습하여 사회적 행위를 표현하는 특징을 가진다.

1997년 오드 빌라(Aude Billard)와 커스틴 도텐한(Kerstin Dautenhahn)이 석사논문에서 처음으로 소셜 로봇이라는 단어를 썼다. 그 전까지는 감성 로봇(emotional robot)이라는 단어가 좀 더 일반적으로 쓰였다.

소셜 로봇이란 표준 분류에 의한 명칭이 아니다. 국제로봇협회(International Federation of Robotics: IFR)는 로봇을 용도에 따라 크게 산업용 로봇(Industrial Robot)과

서비스 로봇(Service Robot)으로 나눈다. 서비스 로봇은 다시 전문용과 개인용으로 나눈다. 소셜 로봇은 대부분 개인용 서비스 로봇에 속하지만 전문 서비스 로봇이나 산업용 로봇이 될 수도 있다. 소셜 로봇은 용도가 아닌 로봇의 특징과 기능에 따른 명칭이기 때문이다. 소셜 로봇은 교육, 엔터테인먼트, 케어, 안내, 동반자 로봇 등 다양한 분야에 적용될 수 있다.

### 소셜 로봇 기술 현황 및 5~10년 후 발전 전망

	기술 활용 현황	5~10년 후 발전 전망
생활지원 로봇 (가사 로봇 포함)	사람과의 상호작용보다 청소 등의 주 기능에 특화	가정 내에서 다양한 생활지원 서비스를 제공하는 제품이 등장
교육용 로봇	간단한 콘텐츠 플레이어로 활용	피교육자의 학습 진행 상태 및 감정을 인식하여 맞춤형 콘텐츠를 제공
정서지원 로봇 (애완 로봇 및 동반자 로봇 포함)	간단한 대화 등의 제한된 상호작용을 통하여 정서적 지원 서비스를 제공	애완 로봇 및 동반자 로봇이 사용자의 기분이나 감정을 이해하고, 그에 적합한 행동 또는 대화를 수행
케어 로봇 (돌봄 로봇 포함)	다양한 케어 로봇들이 연구개발 단계이며 관련 시장은 미형성	사람의 상태나 의도를 파악하여 맞춤형 기능을 수행 하는 수준으로 발전
엔터테인먼트 로봇	사전에 프로그래밍 하거나 사용자가 직접 조종	사용자의 반응 또는 감정 상태에 따라 맞춤형 서비스를 제공
안내 로봇 (컨시어지 서비스 로봇 포함)	시범적으로 운영하는 수준	사회적인 상호작용 기능이 발전하여 다양한 공공장소에서 활용

※ 소셜 로봇은 용도에 따라 엄격하게 구분되지 않으나, 구체적 동향 및 발전 전망을 제시하기 위해 주 기능에 따라 구분



2019년 12월 서울 강남구 코엑스에서 열린 산업박람회 '대한민국 4차 산업혁명 페스티벌 2020'에서 참관객이 전시된 로봇을 둘러보고 있다.

(출처: 연합뉴스)

소셜 로봇의 대모라고 불리는 MIT의 신시아 브리질(Cynthia Breazeal) 교수는 2002년 소셜 로봇이란 사회적 상호작용(Interact socially with humans)을 하는 로봇이라고 정의하기도 했다. 브리질 교수는 소셜 로봇은 말 그대로 사회성을 띤 로봇이라고 말한다. 그렇다면 사회성을 띤 로봇이란 무엇인가? 그녀는 “사회성을 띤 로봇은 사람이 다른 사람과 소통하는 것처럼 소통할 수 있는, 인간처럼 사회적으로 지능이 있는 로봇이다. 더욱 발전하면 우리가 다른 사람과 친구가 되듯 로봇과도 친구가 될 지도 모른다.”고 답한다.

소셜 로봇은 교육 및 의료, 가정, 돌봄, 반려,接客 등 다양한 용도로 사용될 수 있으며, 개인용 로봇뿐만 아니라 전문 로봇이나 상업 로봇도 인간과 사회적 교감과 상호작용이 가능하다면 소셜 로봇으로 볼 수 있다.



'소셜 로봇의 대모'라고 불리는 MIT의 신시아 브리질 교수와 소셜 로봇 지보.

(출처: 연합뉴스)

일반적으로 소셜 로봇은 사람이나 동물을 닮은 친숙한 형태를 띠고 있다. 자신이 모방하는 사람이나 동물과 비슷한 동작을 할 수 있으며, 사람과 음성으로 대화하고, 사물인터넷을 이용하여 디바이스를 제어하기도 한다. 이를 위해서 고도의 인간-로봇 상호작용 기술과 영상인식, 음성인식과 합성, 지식추론 등 다양한 인공지능 기술이 적용되어 있다.

## 2. 왜 지금 소셜 로봇에 대해 이야기해야 할까

지금 시점에 인간과 소통하는 로봇과 함께 살아갈 미래에 대해 생각해 보는 것은 어떤 의미가 있을까. 소셜 로봇 발전에 필요한 다양한 기술의 최근 동향은 소셜 로봇이 널리 쓰일 시대가 머지않았다는 것을 가늠하게 해 준다.

일단 로봇이 인간과 자연스러운 상호작용을 하기 위해서는 높은 수준의 인공지능 기술이 필수적이다. 각종 센서로 인식한 상황을 종합하고 판단하며 학습을 해야 하기 때문이다. 최근 인공지능 기술은 매우 빠른 속도로 발전하고 있다. 이에 따라 소셜 로봇의 성능도 빠르게 향상될 것으로 보고 있다.

또한 사회 구조의 변화가 소셜 로봇의 필요성을 증대시키고 있다. 사용자의 감정을 돌봐주고 교감하는 로봇은 인구가 고령화되고 1인 가족이 늘어나며, 전통적인 개념의 가족이 해체되는 현대 사회에 대응할 수 있는 좋은 방법이 될 수 있다.

IT 기술의 발전도 소셜 로봇 상용화를 더욱 앞당길 수 있을 것으로 보인다. 소셜 로봇이 인공지능 능력을 충분히 발휘하고 지속적으로 업그레이드 되기 위해서는 클라우드와 연결되어야 한다. 빠르게 발달하고 있는 클라우드 기술은 딥러닝과 같은 머신러닝 기술과 융합되어 소셜 로봇의 발달을 재촉하고 있다.<sup>4</sup> 수집한 각종 데이터를 효과적으로 활용할 수 있는 빅데이터 기술, 5G 등 대용량의 데이터를 빠르게 주고받을 수 있는 통신 서비스 기술 또한 소셜 로봇 시대를 더욱 앞당길 것으로 기대된다. 소셜 로봇은 관련 기술의 발달에 힘입어 퍼스널 로봇 시대를 가져올 주역으로 꼽히고 있다.



## 소셜 로봇의 특징 및 관련 기술

분류	인간	소셜 로봇	관련 기술
인식 능력 (Sense, Perception)	오감을 이용한 주변 정보 습득	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 각종 센서를 이용하여 사용자 및 환경을 인식할 수 있음</li> <li>- 얼굴, 행동 등의 특징을 이용한 사용자 식별</li> <li>- 사용자의 의도 및 감정을 인식</li> <li>- 위치, 환경 등 상호작용이 이루어지는 상황 인식</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 음성 인식 기술</li> <li>• 음원 인식 기술</li> <li>• 위치 인식 기술</li> <li>• 환경 인식 기술</li> </ul>
판단 및 학습 능력 (Think)	두뇌를 이용한 정보처리, 판단 및 학습 능력	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 주어진 역할 및 상황의 의미를 해석하여 적합한 행위를 판단</li> <li>- 주어진 환경 및 역할에서 무엇을 해야 하는지 판단</li> <li>- 언제, 어디에서 그 행위를 하는 것이 적합한 지 판단</li> <li>• 사회적 상호작용과 관찰을 통하여 학습</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 인공지능 기술</li> <li>• 빅데이터 기술</li> <li>• 클라우드 컴퓨팅 기술</li> </ul>
표현 능력 (Act)	신체를 이용한 감정 및 의도 표현	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 인간 사이에 이루어지는 소통 방식을 모방하여 사회적 행위 및 표현을 생성</li> <li>- 언어적 소통: 상황에 맞는 대화의 생성</li> <li>- 비언어적 소통: 고개 움직임, 몸짓, 표정 등</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 로봇부품 및 액추에이터 기술</li> <li>• 구동 메커니즘 기술</li> <li>• 음성 합성 기술</li> </ul>

## 3. 문화 예술 속 소셜 로봇

대부분의 과학기술들이 그렇듯이 로봇 또한 현실보다 문화 예술에서 먼저 등장했다. 이들은 극과 극의 이미지로 나타났다. 영화 <터미네이터>의 T1000처럼 인류를 지배하거나 해를 끼치는 악의 존재로 그려지는 한편, 일

본 애니메이션의 주인공 철완아툼처럼 인간의 희로애락을 함께 하는 친구로 등장하기도 했다.

프리즈 랑 감독의 고전영화 <메트로폴리스>(1927)에 등장하는 '마리아'나, BBC드라마 <닥터후>(1963-)의 '달렉' 등이 대중문화에 나타나는 디스토피아적 로봇들의 효시라고 할 수 있다.

최초로 '로봇(Robot)'이라는 이름을 얻은 존재 또한 디스토피아적 존재에 가까웠다. 체코의 극작가 카렐 차펙(Karel Capek)은 1920년 '로섬의 만능 로봇(R.U.R: Rossum's Universal Robots)'이라는 희곡을 쓰면서 '로봇'이라는 단어를 최초로 사용하였다. 로봇이라는 단어는 당시 농노들의 강제 노동을 뜻하는 '로보타(robota)'에서 왔다.<sup>5</sup> 희곡에 묘사된 로봇은 금속이 아니라 생체 물질로 이루어진 휴머노이드였다. 로봇들은 인간의 노동을 대신하기 위해서 생산되었지만 반란을 일으켜 오히려 인간을 지배하게 된다. 카렐 차펙은 기계화와 비인간화에 대한 강한 거부감을 인조인간 '로봇'을 통해 표현했다고 한다.



런던과학박물관 로봇전시회에 전시된 영화 <메트로폴리스> 속 로봇 주인공 '마리아' 모형.

(출처: 연합뉴스)

한편 <바이센테니얼맨>, <빅 히어로>, <로봇 앤 프랭크> 등 다수의 영화에 등장하는 로봇은 인간과 감정을 교류하는 친구로 묘사되었다. 소셜 로봇 전문가 신시아 브리질 박사는 어린 시절 <스타워즈>에 나온 R2D2나 C-3PO를 보며 인간과 친밀한 존재로서의 로봇을 꿈꾸었다고 한다. 인간은 이처럼, 로봇을 처음 떠올렸던 순간부터 단순한 기계 장치가 아니라 스스로 외부 환경을 인식하고, 상황을 판단하며 자율적으로 동작하는 존재를 꿈꿔왔다. '소셜 로봇'이라는 단어가 쓰이기 훨씬 전부터 인간과 비슷한 존재로서 대화하고 의지하고 감정을 나누는 로봇을 그려왔던 것이다.

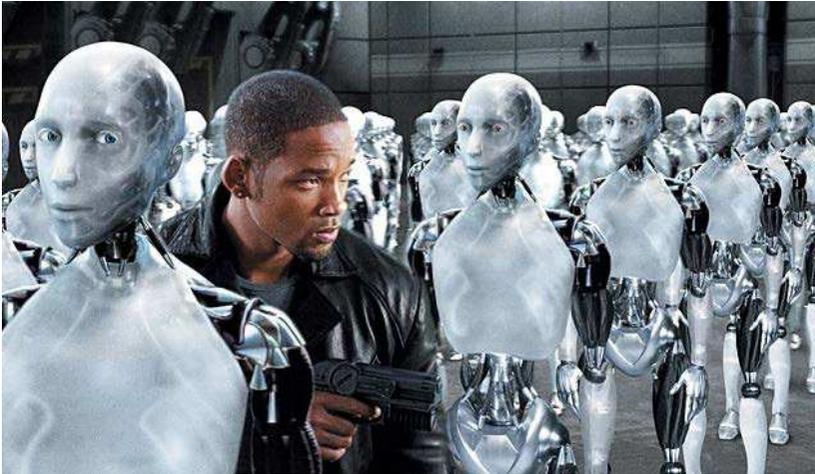
그럼 로봇이란 무엇일까? 국제표준화기구는 로봇을 그것이 처한 환경에서 인간이 의도한 작업을 수행하기 위하여 동작하며, 어느 정도의 자율성을 가진, 2축 이상의 프로그램이 가능한 구동 기계라고 정의 한다(Robot, New Definition by ISO/CD 8373). 미국 로봇협회(Robot Institute for America)는 '로봇은 여러 가지 작업을 수행하기 위하여 자재, 부품, 공구, 특수장치 등을 프로그램 된 대로 움직이도록 설계된 재프로그래밍이 가능하고 다기능을 가진 매니퓰레이터(manipulator)'라고도 말한다.

사실 로봇학자들은 로봇이 무엇이라고 정의내리기보다 로봇이 무엇을 할 수 있는지를 강조하는 편이다. 로봇 공학자들은 로봇을 '감지(SENSE)-사고(THINK)-행동(ACT)사이클에 따라 동작할 수 있는 기계'라고 규정한다.<sup>6</sup> 조금 더 자세히 말하자면 로봇은 인간을 모방하여 외부환경을 인식(Sense)하고, 상황을 판단(Think)하며, 자율적으로 동작(Act)할 수 있는 지능기계 시스템이라고 말할 수 있다. 구조적으로는 센서부, 제어부, 구동부라는 세 가지 요소기술을 가진 기계라고 본다.

## 소셜 로봇 기술 현황 및 5~10년 후 발전 전망

로봇 공학(Robotics)이라는 단어를 처음 쓴 것은 과학자가 아니라 작가였다. <로봇>과 <파운데이션> 시리즈로 유명한 러시아 태생의 SF 작가 아이작 아시모프(Isaac Asimov)가 바로 그 사람이다. 아시모프는 자신의 소설 <런어라운드(Runaround)>에서 로봇이 반드시 지켜야 할 3원칙을 천명했다. 첫째, 로봇은 행동을 하거나 하지 않음으로써 인간에게 해를 가해서는 안 된다. 둘째, 첫 번째 원칙에 어긋나지 않는 한 로봇은 인간의 명령에 복종해야 한다. 셋째, 위의 두 원칙에 어긋나지 않는 한 로봇은 자기 자신을 보호해야 한다.

아시모프는 후에 다음과 같은 0원칙을 추가했다. 로봇은 행동을 하거나 하지 않음으로써 인간에게 간접적인 해를 끼쳐서도 안 된다.



영화 '아이로봇' 스틸 삽입. 영화 아이로봇은 아이작 아시모프의 작품을 원작으로 하였다.

(출처: 네이버영화)

## 4. 로봇의 뿌리

그리스 신화에는 대장장이 신 헤파이스토스가 크레타 섬을 지키는 청동거인 탈로스를 만들었다거나 키잡이(steerman)를 장치해 스스로 움직이는 기계 퀴베르네테스(Cybernetes)를 만들었다는 이야기가 나온다. 퀴베르네테스는 인공두뇌학(Cybernetics)\*의 어원이기도 하다.

신화뿐 아니라 고대의 이야기에다 로봇과 비슷한 존재가 등장한다. 기원전 200년에 중국에서는 황제를 위해 연주하던 기계 연주 장치가 있었다고 하고, 기원전 400년경에는 그리스의 철학자가 증기를 이용하여 수 백 미터를 날아가는 비둘기를 만들었다고도 한다. 레오나르도 다빈치가 도르래를 이용하여 창을 휘두르는 기사 로봇과 가슴에서 꽃다발이 나오는 사자 로봇을 만들었다는 이야기도 전해진다.<sup>7</sup>

하지만 많은 사람들이 더욱 확신을 가지고 본격적인 로봇의 전신으로 꼽는 것은 오토마타(automata)이다. 오토마타는 기계장치에 의해 스스로 움직이는 자동인형이란 뜻으로 기원전부터 고안되었던 물시계나 모래시계까지 포함하는 개념이다. 고대 이집트 도시 알렉산드리아에서는 기원전 3세기에서 1세기 사이에 스스로 작동하는 것처럼 보이는 놀라운 기계장치들이 많이 만들어졌다고 한다. 알렉산드리아의 헤론(Heron)은 수력 오르간 같은 장치를 발명해서 유명했는데, <오토마타>라는 책을 쓰기도 했다.

\* MIT 교수 노버트 위너(Norbert Wiener)가 만든 단어로 '동물과 기계의 통제와 의사소통에 대한 과학적 연구'라는 뜻으로 썼다.



세 편의 시와 네 가지 그림을 그릴 수 있는 18세기 '위고' 오토마타의 모습.

(출처: 연합뉴스)

본격적인 오토마타는 시계 기술과 함께 발달했다. 1400년대 유럽의 많은 도시의 성당과 시청사를 장식했던 자동인형 시계탑도 일종의 오토마타였다. 오토마타는 18세기에 시계를 주머니에 넣고 다닐 수 있을 정도로 태엽 장치가 작아지고 정교해지면서 전성기를 맞았다.

스위스 시계 장인인 피에르 자케 드로(1721~1790)는 글씨를 쓰거나 그림을 그리는 소년 오토마타를 만들었다. 약 6000개의 부품으로 만들어진 소년 인형은 의자에 앉아 병에 있는 잉크를 찍어 앞에 놓인 종이에 40여 자의 글씨를 쓸 수 있었다.

동양에도 오토마타가 있었다. 우리나라 세종 대에 장영실 등이 만든 자격루도 오토마타로 볼 수 있다. 떨어지는 물의 힘으로 지렛대를 돌려 종, 북, 징을 치는 인형을 움직이는 장치이기 때문이다. 일본은 17~18세기 경 서양의 오토마타 전통을 받아들여 '가라쿠리'를 만들었다. 그 중 가장 유명한 것

은 '차 나르는 가라쿠리'다. 인형의 손에 찻잔을 올리고 태엽을 감으면 찻잔을 들고 중간 중간 고개를 숙였다 들었다 하면서 건듯이 움직인다. 인형 손에 들린 찻잔을 집어 들면 인형도 멈추고 다 마신 찻잔을 다시 올려놓으면 왔던 곳으로 되돌아간다.



일본의 차 나르는 가라쿠리.

(출처: 연합뉴스)

오토마타는 로봇의 기원으로 인정을 받긴 하지만, 미리 정해놓은 동작을 순서대로 행할 뿐, 상황에 반응하거나 자율적인 동작을 할 순 없었다.

## 5. 소셜 로봇이 등장하기까지

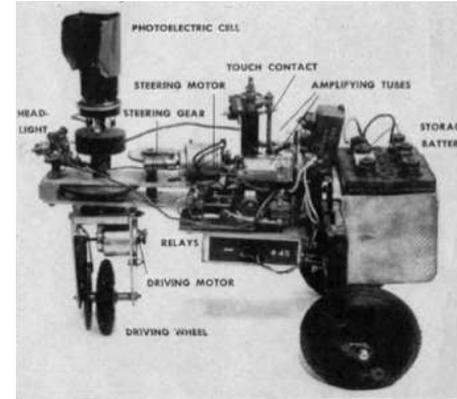
일반적으로 생각하는 로봇의 모습은 나무로 만든 '인형'이 아닌 금속으로 만들어진 복잡한 '전자기계장치'에 가깝다. 이러한 형태의 로봇은 20세기에 들어서 나타나기 시작했다.

1928년 9월 영국 런던에서 열린 '모형 엔지니어학회 전시회'에는 인간처럼 팔 다리가 있는 금속 인간 '에릭(Eric)'이 관객들에게 손을 흔들었다. 1차 세계대전 참전 예비역 대령인 윌리엄 리처드와 항공기 엔지니어인 앙렌 레펠이 만든 것으로, 영국에서는 이를 최초의 로봇이라고 주장한다. 2016년 재건하는 프로젝트도 추진했다.

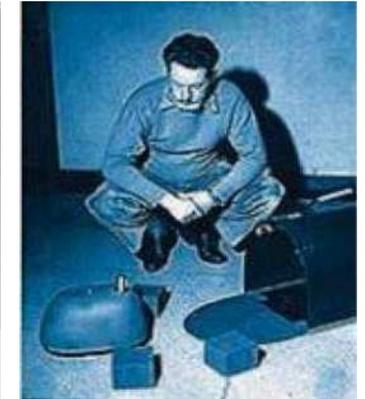
미국 최초의 로봇은 만국박람회장에 나타났다. 1939년 뉴욕 만국박람회장에서 전자기기 회사 웨스팅하우스(Westinghouse)는 수많은 전자부품으로 이루어진 로봇 인간 '일렉트로(Electro)'와 '스파코(Sparko)'라는 로봇 개를 선보였다. 일렉트로의 피부는 알루미늄으로 되어 있었으며 전기모터를 이용해 걷고, 팔을 움직이고, 머리를 돌리고, 손가락을 움직여 수를 세었다. 내장된 축음기를 이용해 700 단어를 말할 수 있었다. 스파코는 뒷발로 서고, 짓고, 꼬리를 움직였다. 그러나 이러한 최초의 로봇들도 전자 장치로 움직이고 원격으로 조종된다는 것만 다를 뿐, 미리 정해놓은 동작을 반복한다는 면에서는 오토마타와 다를 바 없었다.

그런데 1948년 드디어 조금 다른 로봇이 등장했다. '엘머(Elmer)와 엘시(Elsie)'라는 거북이를 닮은 로봇이었다. 영국 브리스톨의 버든 신경과학연구소의 윌리엄 그레이 월터가 만든 엘머와 엘시는 둥근 플라스틱 껍데기에 덮

여 있어 '거북 로봇'이라고도 불렸다. 두 로봇은 센서가 장착되어 있어 장애물을 감지해 피하고 빛을 향해 움직일 수 있었다. 오늘날의 로봇청소기처럼 전력이 낮아지면 스스로 충전기 쪽으로 이동할 수도 있었다.



엘머 혹은 엘시 로봇의 내부.



그레이 월터 박사와 엘머 혹은 엘시 로봇.

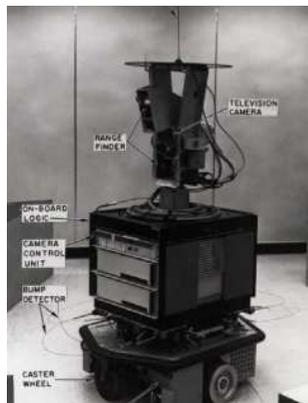
(출처: 위키미디어 커먼즈)

20년 정도가 흐르자 드디어 오늘날처럼 컴퓨터로 작동을 제어하는 로봇이 등장했다. 미국 국방부 방위고등연구계획국(DARPA: Defense Advanced Research Project Agency)의 기금을 지원받은 스탠퍼드 연구소(현 SRI 인터내셔널)는 1966년부터 컴퓨터로 상황을 인식하고 판단할 수 있는 최초의 자율이동 로봇을 연구했다. 이 로봇은 몸을 흔들거리며 이동했기 때문에 '셰이키(Shakey)'라는 이름을 얻었다. 셰이키는 TV카메라와 레이저 거리측정기, 충돌 센서 등을 장착하고 장애물을 피하고 컴퓨터와 무선으로 통신을 하며 명령을 수행했다.

최초의 산업용 로봇은 그보다 조금 앞선 1954년 미국에서 개발되었다. 미국의 발명가 조지 데볼은 최초로 디지털 제어와 프로그래밍이 가능한 '유니

메이트'를 만들었다. 유니메이트는 1960년 제너럴모터스에 판매되어 뜨거운 금속 사출물을 운반하는 작업에 사용되었다. 유니메이트 1900시리즈는 공장 자동화에 쓰인 최초의 산업용 로봇 팔이 되었다. 이후 비슷한 로봇들이 생겨나 제조 공장의 생산 라인에 투입되면서 1970년대 산업용 로봇 발전이 꽃을 피우게 되었다.

인간형 오토마타, 가라쿠리의 전통이 있는 일본은 최초의 이족보행 휴머노이드를 만들었다. 휴머노이드는 인간형 로봇을 말한다. 1960년대부터 로봇 관련 연구를 진행해 오던 일본 와세다 대학교는 1973년 휴머노이드 '와봇 1호'를 완성했다. 와봇은 인공 시각과 청각을 갖춰 주위 상황을 인식하고 거리를 재어 물건을 칠 수 있었으며, 인간과 일본어로 대화도 했다. 10여년 후인 1984년에 나온 '와봇 2호'는 10개의 손가락으로 피아노도 칠 수 있었다. 일본은 이후로도 개발에 매진하여 1990년대부터 2000년대 초까지 혼다 시리즈와 아시모 등 주목할 만한 이족 보행 로봇을 개발하였다.



스탠퍼드 연구소가 만든 자율이동 로봇 셰이키.

(출처: 위키미디어 커먼즈)



최초의 산업용 로봇 유니메이트.

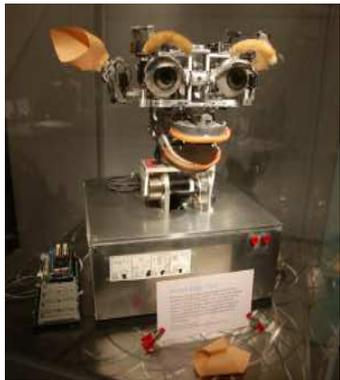
(출처: 위키미디어 커먼즈)

## 6. 다양한 분야에서 활약하는 소셜 로봇

### 키스멧과 친구들

1990년대 후반 MIT 로봇연구소에서 태어난 '키스멧(Kismet)'은 특이한 로봇이었다. 키스멧은 인공지능과 로봇 분야의 권위자인 로드니 브룩스 연구팀에 당시 대학원생으로 참가했던 신시아 브리질이 주도한 연구 성과였다. 비록 몸통은 없고 테이블에 고정된 머리만 있는 로봇이었지만, 키스멧은 얼굴의 각 부분을 움직여 표정을 지을 수 있었다. 분노, 피로, 두려움, 거북함,

흥분, 기쁨, 흥미, 슬픔, 놀라움 등을 표현할 수 있었다. 움직이는 것, 밝은 색깔을 가진 것에 관심을 표현하고, 심심해지면 아기의 웅얼이 같은 소리를 내기도 했다. 감정 인식 시스템, 동기부여 시스템, 표현 시스템으로 로봇의 행동을 제어했다. 터키어로 '운명'이라는 뜻을 가진 키스멧은 기네스북에 '세계에서 가장 감성에 민감한 로봇'으로 등재되었다.



MIT 박물관에 전시된 키스멧.

(출처: flicker/Chris Devers)

신시아 브리질은 이후 키스멧의 후속작으로 털이 북슬북슬한 로봇 '레오나르도'를 만들었고, MIT 미디어랩의 교수로 재직하면서 MDS\* 로봇 넥시(Nexi), 체중조절 로봇 오토(Autom)을 만들었다. 넥시는 키스멧, 레오나르도와 다르게 바퀴를 이용해 이동하며 말을 할 수 있었으며 물건을 집을 수 있었고 어깨를 으쓱하거나 눈썹을 움직여 감정을 표현할 수 있었다.

키스멧은 특정한 용도가 없는 로봇이었다. 하지만 그 이후에 나타난 소셜

\* MDS는 기동성(Mobile), 손재주(Dextrous), 사회성(Social)을 뜻하는 말이다.

로봇들은 보통 한 가지 이상의 일을 해낼 수 있었다. 일반적으로 소셜 로봇은 개인 비서나 사물인터넷 기능이 있는 생활지원 로봇, 외국어 학습 등을 위한 교육 로봇, 반려동물과 같은 기능의 정서지원(애완, 동반자) 로봇, 치매 환자나 노인을 위한 케어(돌봄) 로봇, 오락 거리를 제공하는 엔터테인먼트 로봇, 주로 공공장소에 비치되는 안내(접객) 로봇 등으로 나뉜다. 소셜 로봇들은 이 중 어느 한 가지 일에 집중하는 것도 있고 여러 영역의 일을 두루 하는 것도 있다.

신시아 브리질 교수가 2012년 만든 지보는 생활지원 로봇이다. 지보는 크라우드 펀딩을 통해 자금을 모아 개발되었으며 눈사람 같은 모양이다. 지보는 최초의 가정용 소셜 로봇으로 홍보되었다. 전면의 원형 화면에 다양한 표정으로 사용자와 소통하고 음성 명령으로 작동하며 인공지능 기능으로 사용자와 가족을 구별하여 개인화된 반응을 하는 것이 특징이다. 사물인터넷으로 스마트 주택을 제어하고 개인 비서처럼 일정을 알려주며 가족들의 사진을 찍어주기도 한다.



타임지 표지에 등장한 지보 로봇.

(출처: www.time.com/megazine)



### 소셜 로봇 플랫폼 및 서비스 분야 핵심요소기술

분류	핵심요소기술	개요
소셜 로봇 플랫폼	감성표현을 위한 로봇 얼굴 기술	하드웨어 장치, 아바타, 프로젝션 등 다양한 접근 방법을 기반으로 사용자, 환경 및 상호작용 상황에 따라 풍부한 감정을 표현할 수 있는 로봇 얼굴의 디자인, 제작 및 제어 기술
	유연한 제스처와 자세 표현 기술	고개 움직임, 팔 동작, 몸체 자세 등 상호작용 상황에 적합한 다양한 자세와 동작을 유연하고 효율적으로 표현할 수 있는 하드웨어 제작 및 제어 기술
상황인식과 표현	로봇 영상 기반 사용자 행동 인식 기술	사용자의 제스처, 자세, 활동을 인식하는 기술
	멀티모달 신호 기반 사용자 감정 인식 기술	영상과 음성 신호를 기반으로 표정, 말투, 음운 등의 정보를 검출하여 사용자의 감정을 인식하는 기술
	멀티모달 감정 표현 기술	상황 변화에 따라 감정 상태를 제어하는 로봇 감정 모델과 이를 기반으로 로봇의 다양한 표현 메커니즘을 융합하여 효과적으로 감정을 표현하는 기술
콘텐츠/서비스 통합운용	멀티모달 대화 시나리오 저작 기술	로봇의 멀티모달 표현 기능을 활용하는 대화 기반의 상호작용 시나리오를 효율적으로 저작할 수 있는 언어 체계와 저작 도구
	멀티모달 상호작용 실행 엔진 기술	저작된 시나리오를 해석하여 상호작용 상황에 적합한 로봇 행위를 결정하고 실행하는 실행 엔진 기술
	멀티모달 인식제어 통합	소셜 로봇의 상호작용 능력을 실현하는데 필요한 다수의 SW 모듈을 대상으로 연동 체계, 처리 흐름, 자원 관리 등을 통합 제어하는 기술
	IoT* 및 클라우드 서비스 연동 기술	로봇 자체 플랫폼뿐 아니라 환경 내 IoT 장치와 클라우드로부터 정보를 획득하여 활용하고 제어함으로써 서비스의 양과 질을 향상하고, 클라우드를 통해 로봇 간의 정보 공유와 협업을 이룩하는 연동 기술

(출처: 중소기업 기술로드맵 2018-2020 -로봇-, 2018, 중소벤처기업부)

\* IoT(Internet of things)는 사물인터넷으로도 불리며 사물에 센서를 부착하여 서로서로 인터넷을 이용해 데이터를 주고받을 수 있도록 만든 환경이나 기술을 말한다.

## 다양한 소셜 로봇의 등장

지보가 책상에 놓인 채 머리만 움직이는 것이 아쉬웠다면 프랑스의 로봇 스타트업 블루프로그로보틱스에서 만든 버디는 집안을 돌아다니며 할 일을 찾았다. 개인 비서, 집안 감시 및 요리법 등의 정보를 제공하고 아이들의 놀이 상대, 영상통화 등의 기능을 제공하는 로봇이다. 모니터로 자신의 감정을 표현할 수 있으며 주변을 인지하는 기능이 뛰어나 장애물에 부딪치지 않고 다닐 수 있다. 전등을 끄고 켜는 등 사물인터넷 기능도 탑재되어 있다.



CES 2018에 전시된 블루프로그로보틱스의 홈로봇 버디.

(출처: 연합뉴스)

일본에서는 생활지원 로봇 중에서도 휴대폰과 결합된 ‘커뮤니케이션 로봇’이 다양하게 개발되었다. 일본 통신업체 NTT가 개발한 소타는 사용자와 대

화를 나누고 노인 사용자의 건강상태를 파악, 관련정보를 의료진에게 전달 하도록 고안되었다. 샤프의 로보혼은 주머니에 쏙 들어가는 크기의 미니로 봇으로, 통화와 사진 촬영, 안내 기능을 가지고 있다.



휴대전화처럼 들고 통화도 할 수 있는 일본 샤프의 로보혼 로봇.

(출처: 연합뉴스)

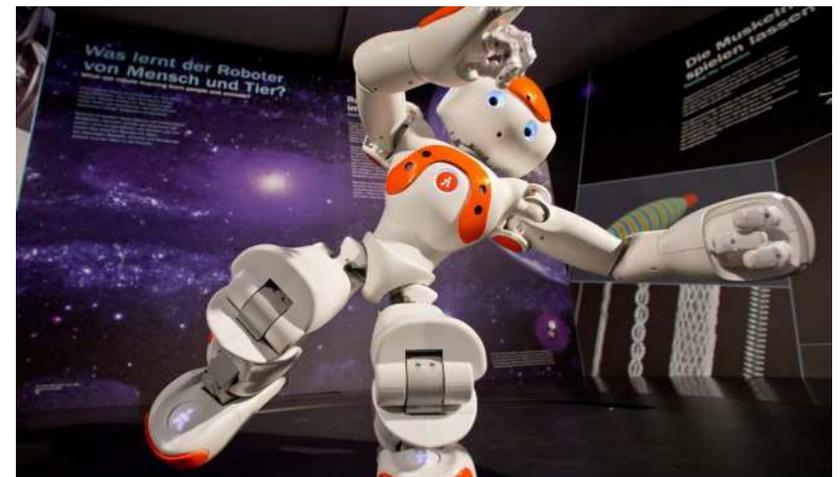
페퍼는 바퀴를 이용하여 이동이 가능한 소셜 로봇이다. 페퍼는 일본 소프트뱅크사가 인수한 프랑스 알데바란 사에서 2014년 공개했다. 최초 생산된 1000대가 60초 만에 판매되면서 화제를 모았다. 인공지능 왓슨에 접속하여 사람의 말을 알아듣고 대화할 수도 있는 페퍼는 카메라로 사람의 표정을 살 피고 감정을 헤아려서 상황에 맞는 대화도 건넨다. 가슴 부위에 부착된 디스플레이에 감정을 표현할 수 있다. 클라우드와 접속해 다른 페퍼와 연결할 수도 있다. 페퍼는 다양한 곳에서 안내 로봇으로 사용되고 있다.



이탈리아 호텔에서 방문객을 맞이하는 휴머노이드 로봇 '페퍼'.

(출처: 연합뉴스)

나오(Nao)는 프랑스 알데바란 사에서 개발한 로봇으로 페퍼의 형제와 같은 로봇이다. 2족 보행 로봇이며 뛰어난 춤 실력으로 인기가 높다. 은행과 테마파크 등에서의 안내, 자폐아동 및 행동발달 치료, 교육용 등으로 활용될 수 있다.



2014년 독일 뉘른베르크에서 열린 한 전시회에서 소셜 로봇 '나오'가 춤을 추고 있다.

(출처: 연합뉴스)

이 외에도 IBM에서는 인공지능 왓슨을 적용하여 사람과 일상적인 대화를 나누고 춤을 출 수 있는 로봇 나오미를 개발하기도 했다. 또 다른 IBM의 소셜 로봇 코니는 호텔에서 주변 맛집이나 쇼핑 정보 등을 제공하는 안내 로봇으로 활약했다. 대만의 IT기업 에이수스(ASUS)는 2016년 가정용 헬스케어 지원, 스마트홈 컨트롤, 보안 모니터링, 놀이 친구 등의 역할을 담당하는 가정용 소셜 로봇 젠보(Zenbo)를 공개하기도 했다. 젠보는 사용자의 선호나 취향을 학습해 적용할 수 있다.

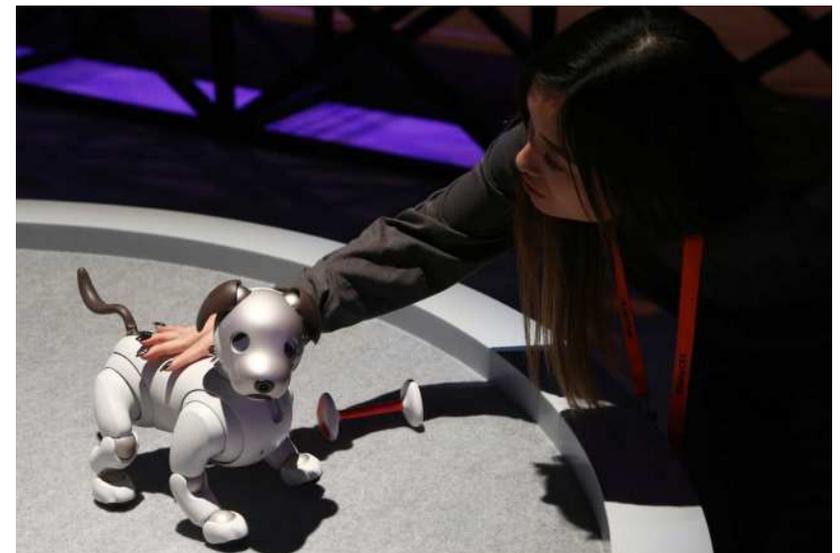


에이수스가 ICT 박람회 컴퓨텍스 2016(COMPUTEX)에서 로봇 '젠보(Zenbo)'를 공개했다.

(출처: 연합뉴스)

인간의 모습을 흉내낸 로봇만 있는 것은 아니다. 일본에서 개발된 아이보, 파로는 애완 로봇이다. 아이보는 1999년 소니가 만든 개 로봇이고 파로는

2003년 타카노리 시바타라는 엔지니어가 만든 아기물개를 닮은 로봇이다. 아이보는 사람의 말을 알아듣고, 꼬리를 치고 공을 가지고 노는 반려견의 모습을 충실히 흉내낼 수 있어 인기가 높았다. 2006년 사업성 악화로 서비스를 중단했다가 2018년 업그레이드하여 다시 출시하여 6개월 만에 2만대가 팔리는 인기를 누렸다.



2019년 라스베이거스에서 열린 세계 최대의 가전 IT 전시회 'CES2019'에서 한 관람객이 소니의 애완견형 소셜 로봇 아이보를 만져보고 있다.

(출처: 연합뉴스)

파로는 각종 센서가 달려 있어 사람들 만지는 것에 따라 의도를 파악하고, 사람들의 말을 알아들을 수 있으며 빛과 어둠을 구별할 수 있다. 몇몇 단어를 알아듣고 새끼 바다표범과 같은 소리도 낸다. 칭찬해주거나 안아주면 행

복해하도록 프로그래밍되어 있다. 몸과 눈꺼풀의 움직임으로 감정을 표현할 수 있다. 파로는 자폐 및 치매, 우울증 환자 치료용으로 개발되었다.

신시아 브리질 교수는 이들을 애완 로봇 대신 '사회성 환기용' 소셜 로봇이라고 부른다. 브리질 교수는 이 로봇들이 '인간의 의인화 경향에 기대어 인간들이 피조물들을 기르거나 돌볼 때 솟아나는 책임감 같은 감정을 활용'한다고 말한다. 그녀는 지보나 페퍼 등의 소셜 로봇은 '사회 소통용' 로봇이라고 구분하였다.<sup>8</sup>



감정표현이 가능한 물개 로봇 파로.

(출처: 연합뉴스)

대표적인 엔터테인먼트 소셜 로봇은 벡터와 코즈모다. 미국 안키(Anki)사에서 만든 벡터는 자율주행 로봇으로 음성명령을 이용하여 사진을 찍고 날씨나 시간을 알려주고 함께 카드 게임을 할 수도 있다. 디스플레이를 통해 흥분, 놀람, 행복, 슬픔, 좌절 등 1200여 가지의 표정과 동작을 나타낼 수 있다. 코즈모는 벡터와 비슷하게 생겼지만 스마트폰으로 조작하는 어린이용 로봇이다. 밥을 먹이고 놀아주는 등의 돌봄을 게을리하면 사용자가 죄책감을 느끼도록 설계되었다고 한다.



안키사에서 만든 코즈모 로봇. 아이들과 게임을 할 수 있는 엔터테인먼트 소셜 로봇이다.

(출처: 연합뉴스)

실용적인 기능보다는 인간과 소통하고 대화하는 기능이 강화되어 있는 소셜 로봇도 있다. 최근 가장 화제가 된 소셜 로봇 소피아가 그렇다. 2015년 홍콩의 헨슨 로보틱스에서 개발된 소피아는 2017년 로봇으로서는 최초로 사우디아라비아의 명예 시민권을 획득하여 유명해졌다. 걷지는 못하지만 사용자와 자유로운 언어로 지적인 대화를 나눌 수 있고, 표정으로 62가지 감정을 나타낼 수 있다. 유명 패션잡지의 표지 모델로 선정되고, 토크쇼에서 농담을 하며, 2017년 UN회의에서 발언을 하는 등 화제의 중심에 섰다. 2018년 우리나라를 찾기도 했다.



2019년 러시아 카잔에서 열린 '월드스킬카잔2019'에서 핸슨로봇의 창립자 데이비드 핸슨이 휴머노이드 소피아 로봇을 소개하고 있다.

(출처: 연합뉴스)

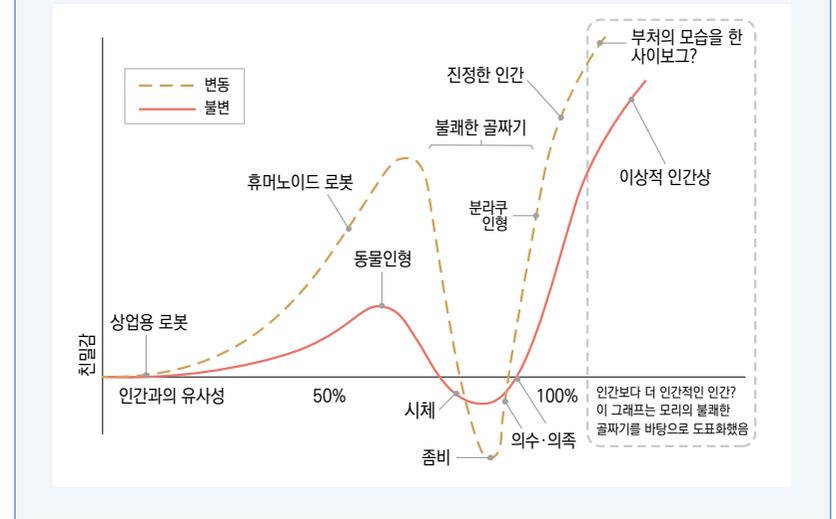
### 인간을 닮은 로봇의 '불쾌한 골짜기(uncanny valley)'

일부 소셜 로봇은 친밀도와 애착을 높이기 위해 인간을 닮은 모습을 하고 있다. 그러나 닮은 정도가 어느 정도를 넘어가면 사람들은 오히려 역효과를 일으킨다는 가설이 있다.

40여 년 전 일본의 로봇학자 모리 마사히로는 인공물의 인간과 유사한 정도가 높아질수록 그 인공물에 호감이 증가하다가, 유사성이 일정 정도를 넘어서면 갑자기 강한 거부감을 갖게 된다고 주장했다. 이처럼 거부감을 느끼는 구간을 '불쾌한 골짜기'라고 부른다.

2004년 3D 애니메이션 <콜라 익스프레스>가 개봉했을 때 많은 관객들이 거부감을 나타낸 것이 한 예가 될 수 있다, 인간과 외모가 매우 흡사한 안드로이드들이 공개될 때마다 '징그럽다' 등의 혐오감을 표시하는 사람들이 나타나는 것도 이 때문이다.

모리 마사히로 박사의 '불쾌한 골짜기' 그래프.



(출처: 폴 뒤무셀, 루이자 다미아노 "로봇과 함께 살기", 희담)

### 우리나라의 소셜 로봇

국내 소셜 로봇은 시장의 특성을 고려하여 교육용 로봇 위주로 개발된 것이 특징이다. 잉키는 달걀 모양 몸통에 머리 부분이 LCD 모니터인 로봇이다. 실제로 대구에 있는 초등학교에서 영어 보조교사로 활약했으며 2010년 미국 타임지 선정 세계 50대 발명품으로도 꼽혔다. 한편 메로는 키스멧처럼 얼굴만 있는 로봇이다. 교탁에 올려놓으면 학생들에게 질문을 던진다. 학생들이 정답을 잘 맞으면 웃는 표정을 지으며 칭찬하고, 공부를 안 하거나 점수가 나쁘면 실망한 표정을 지으며 소통한다.

2012년 한국과학기술연구원(KIST)\*이 공개한 키보는 감정 교류가 가능한 휴머노이드다. 키보는 웃고, 울고, 찡그리는 등 사람과 흡사한 얼굴표정을 짓고 실시간 립싱크도 가능하다. 사용자의 얼굴, 위치, 움직이는 물체, 소리가 나는 방향 등을 감지해 물건을 가져다주거나 포옹 등의 동작을 할 수도 있다.



한국과학기술연구원(KIST)에서 개발한 소셜 로봇 '키보(KIBO)'가 2014년 러시아 모스크바에서 열린 한 로봇박람회에서 아이들에게 꽃을 건네고 있다.

(출처: 연합뉴스)

한국과학기술연구원은 또한 2014년 실벗 로봇을 개발하였다. 실벗은 17개 치매예방 프로그램을 장착한 돌봄 로봇이다. 노인들과 대화가 가능하고

\* 한국과학기술연구원(Korea Institute of Science and Technology, KIST)은 기초과학기술을 개발하는 국책 연구 기관이다.

기쁨, 화남, 놀람 등 10가지 이상의 기분을 표현할 수 있다. 실버타운에서 치매 환자 치료와 자폐 어린이 치료에 활용된다. 최근에는 마이봄이라는 경증 치매 환자 돌봄 소셜 로봇을 개발했다.

마이봄은 고성능 카메라로 사람의 얼굴을 인식해 치매 환자를 알아보고, 화장실을 안내하고, 식사와 투약 시간을 알려주는 등 생활을 보조한다. 무단 외출을 보호자에게 알리고, 인지증진 훈련을 할 수 있으며 사용자에게 칭찬 등으로 동기부여도 할 수 있는 로봇이다.

한글과 컴퓨터에서 공개한 '로벨프'는 아이들을 돌봐주는 로봇이다. 머리 위에 카메라가 달려 있어 부모가 앱으로 접속하면 이 카메라를 통해 집안을 살펴볼 수 있게 되어 있다. 로벨프는 아이들의 얼굴을 인식해 말을 걸고 대화를 할 수도 있으며 낯선 사람이 침입하거나 방문했을 때 경고를 하기도 한다. 얼굴에 있는 모니터로 아이들이 게임이나 영어공부를 할 수 있도록 설계되었다.

LG 전자가 개발한 '에어스타'는 2018년 인천공항에 배치된 후 큰 인기를 얻고 있는 안내용 소셜 로봇이다. 자율주행을 하고 앞면에 부착된 터치스크린은 물론 영어, 중국어, 일본어 음성인식 기능을 이용하여 공항내 여러 시설을 안내한다. 인사를 하며 배웅을 하고 사용자와 함께 사진을 찍기도 한다.



2018년 인천공항 1터미널 출국장에 배치된 안내용 소셜 로봇 '에어스타(AIRSTAR)'.

(출처: 연합뉴스)

## CES2020에 출품된 소셜 로봇들

올해 초 미국 라스베이거스에서 열린 세계 최대 가전·정보기술(IT) 전시회 'CES 2020'은 전 세계에서 개발되고 있는 최신 소셜 로봇을 선보이는 자리이기도 했다. 그 중 대표적인 제품 몇 가지를 살펴보도록 한다.

### ■ 리쿠(Liku)

국내 벤처업체 토록에서 개발한 리쿠는 동물 모양을 하고 있지만 반려 로봇으로 분류될 만하다. 리쿠는 '기억하는 로봇'으로서 사용자의 행동과 습관을 기억해 인식하고, 걸어 다니며 사용자에게 먼저 말을 걸고 소통을 한다. 주변 환경을 인식해 장애물을 피해 목표지점까지 이동하며 소리가 나는 쪽을 감지해 사용자와 눈맞춤을 하고, 다양한 높낮이의 음성 합성으로 감탄사를 낼 수 있다.



(출처: 연합뉴스)

### ■ 마스캣(MarsCat)

싱가포르 엘리펀트 로보틱스에서 만든 마스캣은 고양이와 놀라울 정도로 비슷한 반려 로봇이다. 사용자의 동작, 감정, 터치를 감지해 상호작용이 가능하다. 실제 고양이처럼 걷기, 뛰기, 잠자기, 앉기, 스트레칭, 뒹굴기, 심지어 앞발을 번갈아가며 대상을 누르는 고양이 특유의 행동인 꺾꾹이까지 할 줄 안다.



(출처: elephantrobotics.com)

### ■ 러봇(Lovot)

일본 그루브엑스에서 만든 소셜 로봇으로 50개 이상의 센서와 360도 카메라, 마이크, 열화상 카메라로 인체를 인식하고 자극을 인지할 수 있다. 간지럼 태우면 웃기도 한다. 온기가 있어 안아주면 편안함을 느낄 수 있다. 펄근 날개처럼 생긴 두 팔을 움직여 춤을 추거나 안아달라고 표시할 수 있다. 두 바퀴로 움직인다.



(출처: 연합뉴스)

### ■ 쿠보(Qoobo)

쿠보(Qoobo)는 일본 유카이 엔지니어링에서 개발한 소셜 로봇이다. 별칭이 '꼬리 달린 쿠션'인데, 정말 눈도 코도 입도, 다리도 없이 포근한 털로 만든 쿠션에 꼬리가 하나 달린 모양이다. 동물들은 대부분 꼬리로 감정 표현을 한다는 데 착안하여 만든 특이한 로봇이며 쓰다듬어주는 세기에 따라 꼬리가 다른 속도와 양상으로 움직인다.



(출처: 연합뉴스)

### ■ 벨라봇(BellaBot)

중국 푸두 테크에서 제조한 벨라봇(BellaBot)은 4개의 트레이에 음식이나 소품을 운반할 수 있으며 전면 멀티터치 스크린에 고양이 얼굴로 감정을 표현한다. 가까이 다가가 가볍게 터치하면 귀여운 표정을 짓지만 지나치게 자주 만지거나 귀찮게 하면 멀리 피하거나 불편한 표정을 짓는다고 한다.



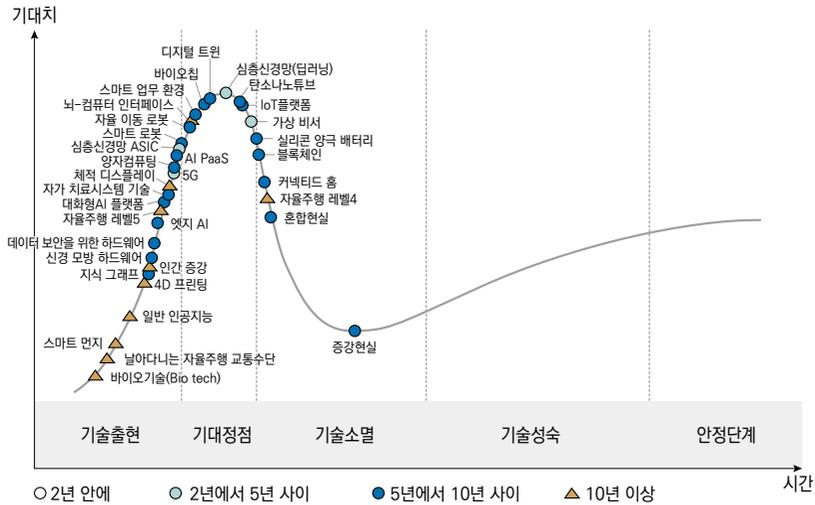
(출처: Pudutech.com)

## 7. 소셜 로봇 시장 현황

### 시장에 대한 기대와 현재 위치

인간이 소셜 로봇들과 일상적으로 함께 살아가는 것은 언제쯤이 될까? 현재 다양한 소셜 로봇들이 개발되고 상용화되고 있지만 높은 가격과 제한적인 기능 때문에 '퍼스널 로봇'의 시대는 아직 오지 않은 것 같다. 전문가들은 소셜 로봇 시장은 인공지능이 로봇 기술과 접목되는 시기인 2022년 이후 본격적으로 형성될 것으로 예상한다.

IT 분야의 세계적인 시장조사 기관인 가트너(Gartner)는 신기술의 시장과 기대, 성숙도를 나타내는 '하이프 사이클'을 매년 발표하고 있다. 2018년 가트너는 스마트 로봇 기술이 2016년 기술 출현(Innovation Trigger) 단계에서 한 단계 더 진화해 기대의 정점(Peak of Inflated Expectation) 단계에 진입했다고 분석했다.<sup>9</sup> 앞으로 거품 붕괴 과정을 거쳐 5~10년 후(2023~2028년)에 주류에 편입할 것으로 보고 있다.



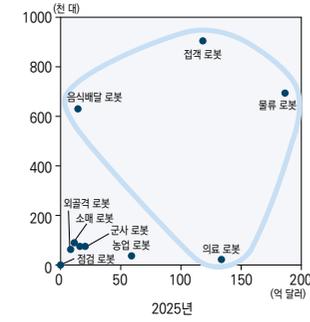
시장조사기관 가트너의 신기술 '2018 하이프 사이클'. 스마트 로봇 기술은 현재 기대의 정점 단계를 지나고 있는 것으로 조사되었다.

(출처: 가트너, www.gartner.com/smarterwithgartner/, 재가공)

### 해외 시장의 현황과 전망

미국의 벤처 투자업체인 루프벤처스는 국제로봇협회와 함께 진행한 조사에서 가정용 로봇 시장이 2018년 20억 달러에서 2025년 44억 달러(약 4조 9000억 원)로 성장할 것으로 예상하기도 했다.<sup>10</sup>

글로벌 투자은행 맥쿼리에 따르면, 세계 서비스 로봇 시장은 연평균 32%씩 성장해 2025년 1000억 달러 규모에 이를 것으로 전망된다.<sup>11</sup> 이는 현재의 PC 시장과 맞먹는 규모다. 2025년 무렵이면 현재의 PC처럼 1가정 1로봇 시대가 열린다는 예상이다.



투자은행 맥쿼리가 예상한 2025년 경의 사용 목적별 로봇 매출과 출하량.

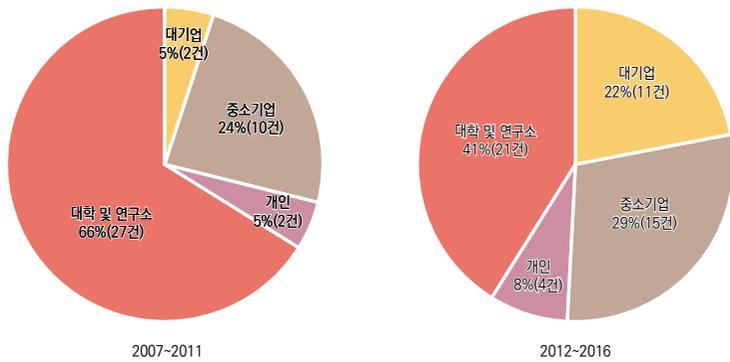
(출처: 맥쿼리, IITP, 2017)

### 국내 시장의 현황과 전망

우리나라의 로봇 산업은 산업용 로봇이 주도해왔다. 이러한 시장 판도가 장기적으로는 서비스 로봇 중심으로 재편될 것이라는 전망이 나오고 있다. 인공지능 및 내비게이션 기술이 발달함에 따라 로봇의 자동화와 움직임 구현 수준이 향상되고 있다. 따라서 다양한 유형의 개인용 서비스 로봇들이 개발되어 활용될 것이라는 예측이다.

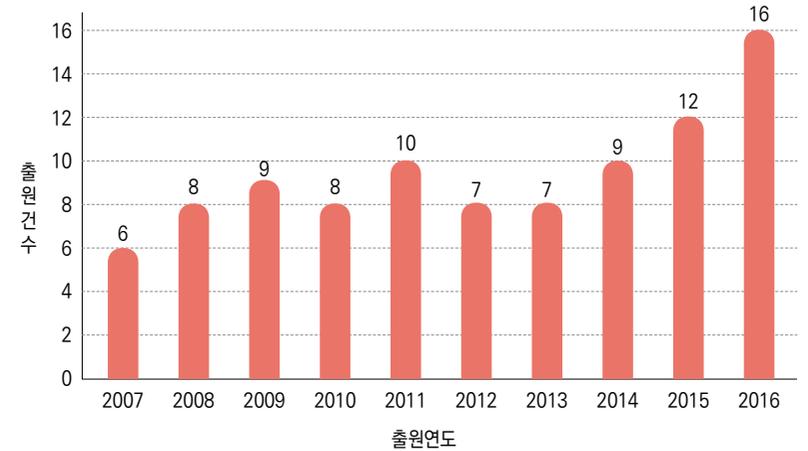
소셜 로봇 관련 산업이 성장함에 따라 관련 특허 출원 수도 꾸준히 늘어나고 있다. 소셜 로봇 관련 특허 출원 수는 2013년 이후 매년 20% 이상씩 늘어나고 있으며 2015년~2016년 출원 건수는 2013년~2014년에 비해 75%가 증가했다. 2012년~2016년 출원인별 동향을 살펴보면, 기업체가 51%(26건)로 가장 많았으며 그 다음으로는 대학 및 연구소(41%, 21건), 개인(8%, 4건) 순이었다.

기술 분야별 동향을 살펴보면, 단순 반복 기능을 수행하는 기구 및 제어 기술의 비율은 61%에서 31%로 크게 줄어든 반면, 인간의 표정에서 감정을 인식하고 대화를 자연스럽게 수행하는 데이터 인식 및 처리 기술 비율은 32%에서 49%로 증가했다. 이를 통해 기술 개발의 트렌드가 주변상황과 인간의 감정을 파악하고 상호작용하는 방향으로 바뀌었다는 것을 알 수 있다.



소셜 로봇 관련 기술 출원인 현황.

(출처: 특허청)



소셜 로봇 관련 특허 출원 현황.

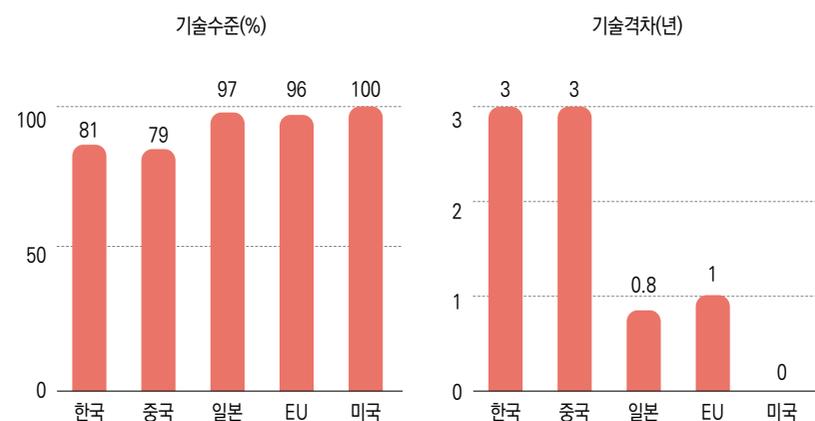
(출처: 특허청)

## 8. 소셜 로봇의 국내외 정책 동향

적응형 서비스 로봇 기술은 소셜 로봇 기술과 유사하지만 조금 더 폭넓은 개념이다. 적응형 서비스 로봇 기술은 인간과 상호작용을 통하여 인간의 명령과 감정을 이해하고 반응하며 IT 기술을 바탕으로 인간에게 다양한 서비스를 제공하는 로봇 기술로 정의된다.\* 2018년 한국과학기술기획평가원

\* 적응형 서비스 로봇 기술은 인간을 알아보고 먼저 서비스할 수 있는 인간과 공간, 로봇이 공생하는 지능융합 기술이다. 일반사용자 환경에서는 로봇 서비스를 사용하기 위한 기술과 사용자 적응형 서비스 설계 기술을 바탕으로 한다. 실버케어 로봇, 각종 소셜 로봇, 교육용 로봇 등이 여기에 포함된다.

(KISTEP)은 소셜 로봇이 아닌 우리나라 적응형 서비스 로봇의 기술 수준과 경쟁국들 간의 기술 격차를 측정한 바 있다. 그 결과 지능형 로봇 분야에서 경쟁국 중 가장 앞선 기술을 보유하고 있는 나라는 미국으로 나타났다. 기술 수준은 미국 다음으로 일본, EU, 한국, 중국 순이었는데, 최근 중국의 급격한 기술 발전과 추격으로 한국의 순위가 위협받고 있다는 것을 알 수 있다.



적응형 서비스 로봇 기술의 기술 수준 및 격차.

(출처: 2018년 기술수준평가, 과학기술정보통신부)

## 자타공인 로봇 강국 미국

1959년 최초의 산업용 로봇 유니메이트를 개발한 이래 미국은 로봇 기술 분야 정상에서 내려온 적이 없다. 이미 오바마 전 대통령 시절인 2011년 7월 ‘국가로봇계획(NRI, National Robotics Initiative)’을 수립하고 추진하였다. NRI는

로봇에 대한 미국의 비전과 철학을 담고 있다. 제조는 물론 우주 및 해양 탐험, 헬스케어, 국방, 환경보호, 식량생산, 삶의 질 향상 등 사회 전반의 영역에서 인간과 로봇이 함께하는 사회를 건설하겠다는 계획이다. 관련 예산은 2014년 3,800만 달러에서 2017년 2억 2,100만 달러로 지속적으로 확대되었다.<sup>12</sup> 서비스용 로봇의 경우 우주·국방 분야 중심으로 시장을 이끌어가고 있으며 최근에는 의료와 헬스케어 분야로 영향력을 점차 넓혀 나가는 중이다.<sup>13</sup>

또한 2013년에는 하원 의회에서 로보틱스 자문위원회를 구성하고 로봇 개발 6개 분야에 대한 계획을 발표하기도 했다. 미국은 이후 매년 3~5백억 규모의 R&D 예산을 지속적으로 투자하고 있다.<sup>14</sup>

## AI와 함께 로봇 산업 집중 육성하는 중국

2014년 시진핑 국가주석은 ‘로봇 굴기’를 선포하고 로봇 산업의 육성을 국가 정책의 주요 의제로 꼽았다. 2015년엔 ‘제조 2025 계획’의 10대 핵심 산업 분야로 로봇을 선정하기도 했다. 현재 중국의 산업용 로봇 시장 규모는 세계 최대일 뿐 아니라 성장률 면에서도 5년 평균 36%로 세계 최고 수준이다.<sup>15</sup>

2016년 발표한 ‘로봇산업발전계획(2016-2020)’은 공업신식화부, 국가발전개혁위원회, 재정부 공동으로 수립한 로봇 산업 관련 제13차 5개년 계획이다. 중국은 이 계획을 통해 로봇 산업 체계를 구축한 구체적인 계획과 목표를 제시한 바 있다.

중국은 세계 로봇 시장의 50%를 점유하겠다는 목표를 수립하고, 약 68조

원의 예산을 투입할 것이라고 밝혔다. 또한 소셜 로봇의 핵심 기술에 해당하는 AI 기술 개발을 위해서도 예산을 집중하고 있으며 2030년까지 AI 혁신 센터를 구축하겠다는 계획을 세우고 있다.

## 소셜 로봇으로 초고령 사회 대비하는 일본

초고령사회로 진입한 일본은 이에 대한 해법을 서비스 로봇 개발에서 찾으려 하고 있다. 아베 정부는 2014년 아베노믹스 성장 전략의 핵심 정책인 ‘일본 부흥 전략 개정 2014’를 발표하면서 로봇 분야의 육성을 포함시켰다. 같은 해 9월 총리실 산하에 ‘로봇 혁명 실현 회의’를 출범하였으며 2015년 1월에는 ‘로봇 신전략’을 발표했다.<sup>16</sup> ‘로봇 신전략’에 따라 범정부 차원의 규제개혁, 기술 보급·확산, 기술개발 등을 다각적으로 추진 중이다.

아베 정부는 2020년까지 1000억 엔을 로봇 관련 프로젝트에 투자, 자국 로봇 시장 규모를 2조 4000억 엔 대까지 끌어올리겠다는 계획이다.<sup>17</sup> 특히 개호(돌봄) 로봇 시장을 2020년까지 500억 엔 규모로 키운다는 계획이다. 2015년 5월엔 로봇 혁명 관련 산학관 협력을 이끌 추진체로서 “로봇 혁명 이니셔티브”를 설립하였다. 예산도 2015년 160억 2000만 엔에서 2017년 414억 4000만 엔으로 2.5배 늘어났다.

## 세계 최대 민간 로봇 투자 프로그램 추진 중인 유럽

스위스나 독일, 이탈리아는 전통적인 기계 산업 강국이다. 1974년 세계 최초로 마이크로프로세서로 제어되는 전기식 산업용 로봇을 출시한 것도 스위스다. 유럽집행위원회(EC)와 AISBL(Association Internationale Sans But Lucratif)<sup>\*</sup>은 2014년 6월 공공-민간 파트너십을 맺고 SPARC(The partnership for robotics in Europe)<sup>\*\*</sup> 프로그램에 착수하였다. 유럽 각국의 주력산업과 로봇 기술을 융합하는 SPARC 프로그램은 로봇 분야에서 유럽의 영향력을 유지하고 확대하기 위한 전략이다. 7년 간 총 투자 예상금액은 유럽연합 700만유로(약 96.5억 원), 21억 유로(약 2.9억 원)이다. 이는 세계에서 가장 큰 민간 로봇 투자 프로그램으로 꼽히고 있다. EU는 이 프로그램을 통해 2020년까지 620억 유로 수준의 로봇시장 규모를 달성하고 전 세계 로봇 시장에서 유럽의 점유율을 52%까지 증가시킬 수 있을 것으로 전망하고 있다. 24만 개의 일자리 또한 창출할 수 있을 것으로 보고 있다. 한편 로봇 사회를 위한 전략적 개요를 담은 전략적 연구 의제(SRA)와 기술적인 세부 사항을 제공하는 연간 로드맵(MAR)을 발표하여 유럽 시장에서 로봇 연구와 기술 혁신 등에 대한 포괄적인 정보를 제공하고 있다.

<sup>\*</sup> euRobotics AISBL은 브뤼셀에 본부를 두고 있는 유럽 로봇관련 이해당사자들의 비영리 협회다.

<sup>\*\*</sup> 유럽의 범국가적 민간 로봇연구 프로그램 ([www.eu-robotics.net/sparc/](http://www.eu-robotics.net/sparc/))이다.

## 로봇 산업 육성으로 4차 산업혁명 대비하는 대한민국

우리나라는 2008년에 지능형 로봇 개발 및 보급 촉진법을 제정하였으며, 이에 따라 5년 마다 기본계획을 수립하고 육성정책을 추진하고 있다. 정부는 지난 해 로봇 산업 3대 제조업 중심 제조로봇 확대 보급과 4대 서비스로봇 분야 집중 육성 방안을 담은 '로봇 산업 발전방안'을 수립하고, 제3차 지능형 로봇 기본계획을 발표하였다.

이를 토대로 한 로봇 분야의 핵심원천기술 개발과 산업경쟁력 제고를 위한 정부 연구개발(R&D) 사업도 추진되고 있다. 신기술 발전에 따른 국내 시장을 창출하고 성장키시기 위해 규제혁신 센터를 구축·운영하는 등 선제적 제도개선을 지원할 계획이다. 현재 과학기술정보통신부, 산업통상자원부 등 각 부처별로 지능형 로봇 지원 사업을 수행 중이며, 인간과 로봇의 사회적 상호작용을 위한 소셜 로봇 기술 개발 또한 이루어지고 있다.

아울러 정부는 국내 로봇 산업 생태계 기초체력 강화를 위해 차세대 로봇의 3대 핵심부품(지능형 제어기, 자율주행 센서, 스마트 그리퍼)과 4대 소프트웨어(로봇 SW 플랫폼, 잡는 기술, 영상정보처리, 인간로봇 상호작용 S/W) 기술 자립화를 추진하고 있다.

인공지능(AI), 사물인터넷(IoT), 클라우드 컴퓨팅(Cloud Computing) 등의 기술 발전과 더불어 다양한 소셜 로봇이 등장하여 활용될 것으로 기대된다.

### 지능형 로봇 직무별 산업기술인력 수요 예측

2018년 발표한 산업통상자원부 조사에 따르면 오는 2026년 국내 지능형 로봇 산업 분야에 1만 6000명 이상의 인력이 추가로 필요하다는 분석이 나왔다. 산업부는 4차 산업혁명 등으로 인해 앞으로 2018~2023년 지능형 로봇 산업 분야 매출액 기대 증가율이 23.8%에 달할 것이라고 내다보았다.

구분	산업기술인력(명)			연평균 증가율
	2016(A)	2026(B)	향후 10년 필요 인력(B-A)	2017~2026
연구개발	4,344	9,915	5,571	8.6
설계·디자인	2,192	3,769	1,577	5.6
시험평가·검증	931	1,929	998	7.6
생산기술·생산	4,907	12,492	7,585	9.8
품질관리	977	1,497	520	4.4
보증·정비	934	1,287	353	3.3
합계	14,285	30,889	16,604	8

(출처: 산업통상자원부)



Chapter 02

# 소셜 로봇과 함께 살아갈 우리의 미래

1. 소셜 로봇 기술과 경제
2. 소셜 로봇 기술과 사회
3. 소셜 로봇 기술과 문화
4. 소셜 로봇 기술과 윤리
5. 소셜 로봇 기술과 환경

# 소셜 로봇과 함께 살아갈 우리의 미래

## 1. 소셜 로봇 기술과 경제

### 기존 산업의 변화와 신규 산업 창출

#### 기존 산업을 변화 시키는 신기술의 등장

기술의 발전은 필연적으로 산업을 변화시킨다. 획기적인 기술의 발명은 산업혁명을 촉발하기도 한다. 소셜 로봇 기술은 초연결, 초지능화를 특징으로 하는 제4차 산업혁명의 핵심 기술이 결합한 기술이다. 인공지능과 클라우드, 사물인터넷 등이 적용된 기술이기 때문이다. 산업혁명을 일으킬 만큼 혁신적인 기술인 소셜 로봇은 그렇다면 우리 산업 분야에 어떠한 변화를 가져오고 있을까?

소셜 로봇 기술의 확산이 불러올 수 있는 산업 변화 중 가장 먼저 생각해 볼 수 있는 것은 소셜 로봇의 하드웨어적 요소 산업의 발달이다.

대다수 소셜 로봇은 금속 등의 내구성 높은 물질로 외형이나 주요 골격이 구성될 것이다. 이에 따라 각종 금형 산업의 수요도 늘어날 것으로 보인다. 또한 소셜 로봇은 산업용 로봇보다 규모가 작은 것이 보통이다. 로봇을 동작하는 부품인 매니플레이터\*, 모터, 액츄에이터\*\* 등의 부품을 작게 제작할 수 있는 제조업 또한 주목을 받게 될 것이다.



서울 용산에서 열린 로봇 박람회에서 관람객들이 출품된 소셜 로봇들을 살펴보고 있다.

(출처: 연합뉴스)

\* 매니플레이터(manipulator)는 사람의 팔처럼 물체를 이동시키고 기기를 조작할 수 있는 기계이다.  
 \*\* 액츄에이터(actuator)는 유체를 이용하여 변환한 에너지로 기계를 동작시키는 구동 장치이다.

센서 등의 관련 부품 산업 또한 발달할 전망이다. 2003년 개발된 물개 모양의 작은 소셜 로봇 파로에는 촉각 센서와 광센서, 소리센서, 온도센서 등의 각종 센서가 수천 개 설치되어 있다고 한다. 이처럼 소셜 로봇에는 사용자의 감정 및 주변상황을 탐지하기 위한 것은 물론 사용자의 안전을 지키며 이동하고 동작하기 위한 센서도 다수 필요하다. 소셜 로봇에 적합한 작고도 정밀한 센서를 개발하기 위한 산업도 함께 발전할 것으로 점쳐지는 이유다.

또 한 가지 고려할 것은 소셜 로봇이 대부분 실내에서 사용될 것이라는 점이다. 기계 장치를 실내에서 사용하기 위해서는 매연이 발생하는 내연 기관보다 전기 모터류가 적합하다. 따라서 2차 전지나 소형 전기 모터의 수요가 늘어날 것을 예측해볼 수 있다. 또한 이동과 주행 솔루션이나 기술 플랫폼 중에서 실내 주행에 특화된 in-door SLAM(Simultaneous Localization and Map-Building, Simultaneous Localization and Mapping)\*, 실내 자율주행 모듈 및 플랫폼 시장이 성장할 것으로 전망된다.

이와 함께 다양한 과학기술도 발전해 나갈 것이다. 대표적으로는 인공지능, 클라우드, 통신 등 관련 산업이 소셜 로봇 산업 발달과 함께 성장할 것으로 예견된다.

음성 인식 및 대화, 상황인식, 감성 표현 등은 소셜 로봇에게 요구되는 핵심 기능이다. 이들을 실현하려면 높은 수준의 인공지능 기술의 발달이 필요하다. 따라서 소셜 로봇에 대한 관심은 Human-Robot Interaction 및 Human-Robot Interface(HRI)와 관련된 각종 인공지능 기술의 발전을 촉진

\* SLAM은 로봇이 이동할 때 센서를 이용해 현재 자신의 위치를 측정하면서 동시에 주변 환경의 지도를 작성하는 기술이며, 자율주행을 위한 핵심 기술이다.

할 것이다. 그리고 이 두 가지 기술의 수준이 소셜 로봇의 상용화 시거나 대중적 확산 시점을 결정할 것으로 보인다. 결국 소셜 로봇 전문가들과 인공지능 전문가의 협업이 이루어지고 시너지를 일으켜 기술과 산업의 발전에 가속도가 붙을 것으로 예상된다.

클라우드 서비스 기술도 발전할 것으로 보인다. 소셜 로봇이 주변 환경이나 사용자의 개인 데이터 등 대규모 데이터를 처리하기 위해서는 클라우드 기반의 인공지능이 활용될 가능성이 높다. 따라서 클라우드 및 무선통신 네트워크 산업도 소셜 로봇 확산의 수혜를 받을 것이다.

소셜 로봇 제조의 전방산업\*\*에는 어떤 것들이 있을까? 1장에서도 언급했듯이 소셜 로봇은 표준 분류에 의한 명칭이 아니다. 인간과 상호작용하는 로봇의 기능에 초점을 둔 분류와 명칭이다. 따라서 소셜 로봇은 '인간과의 사회적인 상호작용'이라는 기능을 탑재한 채 다양한 용도와 목적으로 활용될 수 있다.

소셜 로봇은 생활지원 분야에서 홈 허브 플랫폼이나 커뮤니케이션 기능을 담당하는 서비스업에 투입될 것이다. 교육 분야에서는 양방향 교감형 멀티미디어 교육서비스를 제공할 것으로 보인다. 또한 소셜 로봇은 외로움을 치유하거나 정서적 유대감을 구축하는 정서지원 서비스와 보안, 건강 등의 상태를 모니터링하는 케어 서비스에 활용될 수 있으며 원격 의료 등의 치료 서비스, 안내 등의 대인 서비스에 참여하게 될 것이다.

교육용 소셜 로봇의 경우에는 물리적인 동작보다는 로봇에 탑재되는 양방

\*\* 전방산업은 가치사슬상에서 해당 산업의 앞에 위치한 업종을 의미한다. 즉, 자사를 기준으로 제품 소재나 원재료 공급 쪽에 가까운 업종을 후방산업, 최종 소비자와 가까운 업종을 전방산업이라고 한다.

향 교감형 교육 콘텐츠를 중심으로 제공될 것이다. 따라서 교육용 로봇에 탑재될 멀티미디어 교육콘텐츠 및 유통(온라인플) 분야가 함께 성장해나갈 것으로 전망된다.

정서지원 및 케어 서비스의 주요 대상은 고령층일 것이다. 이에 따라 고령층의 건강 상태나 생활 등을 모니터링하거나, 외로움과 고독감을 덜어주고 정서적 유대감을 제공하는 시니어 케어 시장이 형성될 수도 있을 것이다. 이러한 서비스가 발전하면 고령층뿐 아니라 전 연령대에 유사한 서비스를 제공하는 라이프케어 서비스 시장이 만들어질 수도 있다.



중국의 한 노인 시설에서 노인들이 소셜 로봇을 이용하고 있다.

(출처: 연합뉴스)

소셜 로봇은 특수 치료 분야에서도 유용하게 쓰일 것으로 보인다. 언어 치료나 음악 치료, 미술 치료 등의 특수 치료는 장시간 반복적으로 이루어지는

경우가 대부분이다. 로봇은 이러한 과정을 감정 노동의 어려움이나 대상에 대한 편견 없이 수행할 수 있을 것이다. 결국 소셜 로봇이 특수 치료 시장의 성장을 견인할 가능성도 있어 보인다.

소셜 로봇은 애니메이션이나 영화 등에 등장한 다양한 캐릭터의 모습을 구현할 뿐 아니라 사용자와 양방향 상호작용을 할 수 있을 것이다. 이를 이용하여 대상의 반응이나 감정 상태에 따라 맞춤형 콘텐츠를 생성하는 크리에이터가 될 수도 있으며, 각종 공연에서 관람객과의 소통 서비스를 제공할 수도 있다. 이에 따라 레저 스포츠 산업이나 공연, 전시 산업, 테마파크, 게임 등의 산업이 더욱 활성화될 수 있을 것이다.

다만 일부 산업의 축소를 불러올 우려도 있다. 가령 반려동물은 인간의 고독감을 해소하고 정서적 유대감을 형성하며 즐거움을 제공하는 등 심리적인 만족감을 불러일으키는 존재다. 만약 정서지원이 가능한 소셜 로봇이 각 가정에 보급된다면 반려동물의 기존 수요를 일부 대체할 수 있을 것이다. 한창 확장되고 있는 반려동물 관련 산업 생태계를 위축시킬 수 있는 것이다. 현재 반려동물 산업은 분양, 교육, 의료용품, 식품 등의 관련 시장을 만들어내고 있다. 사람들이 반려동물 대신 병에 걸리지도, 늙지도 않는 반려 로봇을 선호하게 된다면 이 같은 시장도 타격을 받을 수 있다.

안내나 서빙 등 일부 서비스 산업의 경우도 마찬가지다. 일본 도쿄에 가면 헨나 호텔이라는 무인호텔이 있다. 이 곳 프론트에서는 사람대신 로봇이 손님을 맞는다. 이 호텔의 다른 지점에는 공통 로봇이 배치된 프론트도 있다. 일본 소프트뱅크의 페퍼는 은행이나 마트에서接客 로봇으로 주로 사용된다. 이처럼 소셜 로봇의 사회적인 상호작용 기능이 발전한다면 사람을 고용하는 관련 산업의 생태계는 위축될 수도 있다.



일본 나가사키현 사세보의 '헨나 호텔' 프론트에서 로봇이 손님을 맞고 있다.

(출처: 연합뉴스)

또한 소셜 로봇 중에는 청소나 빨래, 요리 등의 가사 노동을 제공하는 제품도 있을 것이다. 전통적으로 가사 부담을 덜기 위해서는 가사 도우미를 고용하거나 가전제품에 의지했다. 사회적인 상호작용이 가능한 소셜 로봇이 IoT 기술과 접목하여 가사 서비스를 제공한다면 널리 보급될 수 있고, 이로 인해 가사 도우미 등 관련 용역 시장이 줄어들 수도 있다.



IPL사의 가정용 소셜 로봇 아이지니 (iJINI).

(출처: IPL, www.ipl.global)

### 이런 의견도 있어요

“시장 확대의 측면에서 본다면 소셜 로봇이 단순히 인간과의 감정소통에만 이용될 수는 없을 것 같습니다. 지금까지 대부분의 소셜 로봇이 시장에서 실패하거나 외면을 받은 이유는 단순 기능만이 탑재되고 실용적이지 않았기 때문입니다. 향후 소셜 로봇은 가정용 가사 로봇 위주로 개발 확대될 가능성이 크다고 생각합니다.”

“국내 규제가 경직되어 있다면 외국계 소셜 로봇 업체의 국내 시장 독과점으로 인하여 국내 시장은 외국계 기업의 테스트베드나 하청기지로 전락할 지도 모릅니다. 이렇게 되면 소셜 로봇을 통해 지속적으로 수집되는 국내 소비자 데이터는 외국계 기업의 경쟁력 향상에만 기여하게 될 것입니다. 소셜 로봇의 원천기술을 확보하지 못한다면 핵심부품에 대한 해외 의존도가 지속적으로 증가하여 높아질 것입니다. 이를 막기 위해 우수한 기술력을 보유한 기업에 대해 특허권 보호정책을 펴야 한다고 생각합니다.”

“소셜 로봇은 결국 고가의 개인용 소장 또는 대여 제품이 될 것입니다. 그렇다면 암 시장에서 불법 거래되는 새로운 품목으로 부상할 수 있다고 생각합니다. 이럴 경우 정상적인 거래가 이루어지는 시장이 타격을 받아 경제적 손실이 발생할 가능성이 있을 것입니다.”

## 소셜 로봇의 발전과 새로운 산업의 등장

스마트폰의 보급은 ‘포노사피엔스’라는 말을 만들어 낼 정도로 인류의 삶의 방식을 완전히 바꾸어놓았다. 그렇다면 ‘1가구 1소셜 로봇’의 시대가 온다면 어떨까? 스마트폰으로 인한 변화만큼 커다란 변화가 사람들의 삶에 닥칠지도 모른다.

스마트폰 보급은 산업면에서 앱(App: Application)이라는 새로운 시장을 창출했다. 현재 글로벌 모바일 앱 시장은 2017년 817억 달러 규모에서 2022년 1,565억 달러 규모로 성장할 것으로 예상된다. 우리나라의 모바일 앱 시장 규모는 2017년 39억 달러로 중국, 미국, 일본에 이어 세계 4위를 차지했다.<sup>18</sup>

소셜 로봇의 확산도 이와 비슷한 사업 변화를 가져올 것으로 예상된다. 소셜 로봇이 상용화되면 소셜 로봇 상에서 구동되는 교육용, 특수 치료용, 보안용 등 다양한 용도의 앱이 개발될 것이다. 이것은 소셜 로봇과 그 외의 로봇이 차별되는 지점이기도 하다. 대부분 용도에 따라 미리 프로그래밍되어 있는 산업용 로봇이나 전문 서비스 로봇(수술 로봇, 물류 로봇, 농업 로봇 등) 시장에 비해 소셜 로봇은 더욱 다양한 시장을 형성할 수 있다.

한 예로 소프트뱅크\*는 로봇 페퍼(Pepper)와 나오(Nao)를 위한 별도의 앱스토어를 구축하고 있다. 앱스토어에서 판매되고 있는 앱은 소프트뱅크나 파트너사에 의해 개발되고 있다. 현재 페퍼용 앱으로는 자폐 치료, 음악 치료, 언어 치료 등 각종 특수 치료용 앱도 개발되고 있다. 소니도 자사의 로봇 ‘아이

\* 소프트뱅크(Softbank)는 일본의 대표적인 IT회사이자 통신사, 투자회사이다. 페퍼, 나오 등 휴머노이드 소셜 로봇을 개발했다.

보’용 앱인 ‘마이 아이보(My aibo)’를 출시했다. 아이보에게 특정 동작을 하도록 시킬 수도 있고, 장착된 카메라로 사진을 찍거나 실시간 영상을 송출하도록 명령할 수 있는 앱이다.



(출처: store.aldebaran.com)

현재까지 이들 앱은 기존 안드로이드 태블릿용 화면 콘텐츠 중심의 앱을 로봇에 최적화한 것이 대부분이다. 그러나 앞으로는 인공지능 기술과의 융합을 통해 로봇의 자연스러운 동작, 표정, 대화 등을 포함하는, 소셜 로봇 전용 앱이 출시될 것으로 기대된다.

소셜 로봇의 보안을 위한 앱 개발도 활발할 것으로 보인다. 소셜 로봇의 해킹은 매우 심각한 프라이버시 침해 문제를 일으킬 가능성이 있다. IoT로 집안의 보안시스템과 연결되어 있는 소셜 로봇을 해킹하여 주거 침입이 일어날 수도 있다. 이러한 사회적 문제와 범죄를 방지하기 위하여 소셜 로봇 보안 앱 개발 또한 활성화될 것으로 예상된다.

다만 이러한 앱 시장은 소셜 로봇이 파편화된 시장을 형성할 경우, 더불어 파편화될 가능성이 있다. 즉, 전체 소셜 로봇 앱 시장이 커도 각각의 앱 시장은 작을 수 있다는 것이다. 따라서 일단은 대량 수요가 발생하는 특정 소셜 로봇을 중심으로 시장이 형성될 가능성이 크다.

소셜 로봇용 앱은 로봇의 크기나 구성, 물리적 배열에 따라 다양하게 개발될 것으로 보인다. 예를 들어 소프트뱅크사 페퍼의 인터페이스는 몸체에 부착된 화면이다. 그러나 같은 회사의 나오나 소니의 아이보와 같은 로봇에는 화면이 장착되어 있지 않다. 소셜 로봇이 대화나 행동, 시선, 촉각 등 사회적 상호작용에 적합한 형태로 발전할 것이라는 점을 감안한다면, 관련 앱도 이에 걸맞은 인터페이스를 제공하는 방식으로 발전할 것으로 예측된다.

빛이 있으면 어둠도 있듯이, 소셜 로봇 앱 산업에도 그늘이 있다. 랜섬웨어나 해킹, 도·감청용 앱 등의 불법 앱이 출현할 수도 있는 것이다. 사용자에게 가치있는 정보를 볼모로 대가를 요구하는 랜섬웨어가 등장한다면 소셜 로봇에 저장된 데이터나 소셜 로봇의 캐릭터 등을 볼모로 삼을 우려도 있다.

앱 개발과 함께 또 한 가지 새롭게 발생할 것으로 예상되는 산업은 보험 분야다. 현재도 로봇을 이용한 실험을 할 때 보험에 가입한다. 그러나 이는 일반적인 상해보험일 뿐, 로봇 전용 상품은 아니다. 또 다른 로봇 관련 보험은 2017년 일본 다이도 생명보험이 출시한 것으로, 사이버다인의 로봇 슈트 'HAL'을 활용해 재활 치료를 보장하는 보험 상품이다. 그러나 이것 또한 로봇을 이용한 치료를 받을 수 있도록 보장하는 보험이지, 로봇을 사용하는 인간의 안전을 위한 보험과는 성격이 다르다.<sup>19</sup>

소셜 로봇 활용이 본격화되면 로봇과 함께 활동하는 인간의 안전을 보장하기 위한 보험이 등장할 것으로 보인다. 소셜 로봇은 보통 인간과 매우 가

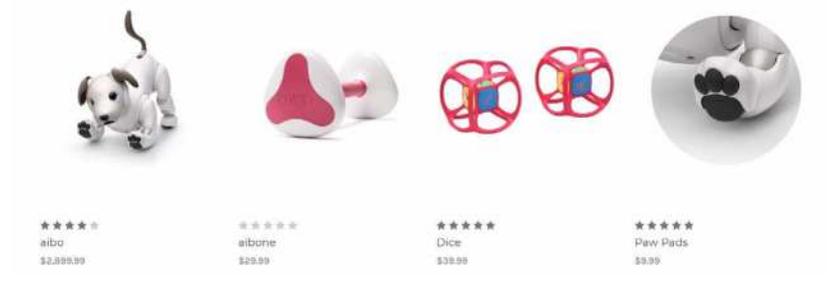
까운 곳에서 활동하게 된다. 교육이나 엔터테인먼트, 정서지원, 안내 서비스에 활용되는 소셜 로봇은 인간과 직접 접촉할 가능성이 크다. 접촉이 늘어나면 안전사고에 대한 위험도 그만큼 증가하게 된다. 이를 방지하기 위한 대인 배상 보험 상품의 필요성도 생겨날 것이다. 또한 로봇 자체의 손상에 대비한 대물 배상용 손해 보험 시장이 형성될 수 있다.

텔레프레즌스(Telepresence)라 불리는 비대면 혹은 원격 서비스 시장도 소셜 로봇으로 인해 더욱 활발해 질 것이다. 텔레프레즌스란 멀리 떨어져 있는 사람을 눈앞에 있는 것처럼 느끼도록 가상현실을 구현해 주는 것으로 일종의 화상회의 시스템이다. 소셜 로봇은 지금까지 대부분 화면으로 구현되었던 텔레프레즌스를 친근한 외형과 기능으로 더욱 생생하게 구현할 수 있을 것이다. 소셜 로봇은 향후 각종 산업의 비대면 서비스를 더욱 편리하고 쉽게 사용하는 매체로 활용될 가능성이 높다.

사용자가 소셜 로봇용 액세서리를 사기 위해 지갑을 여는 날도 올 것이다. 이미 소니는 아이보가 가지고 노는 뼈다귀(아이본)와 주사위 등 아이보 전용 장난감을 출시하고 있다. 아이보의 발바닥에 부착하는 고무 패드, 아이보 운반용 가방도 판매한다. 앞으로 소셜 로봇용 의류, 실제 동물의 털과 흡사한 반려동물형 소셜 로봇 외피 상품이 등장할 수도 있다.

이 외에도 소셜 로봇 폐기물 재활용 및 처리 시장 등의 신규 산업 또한 생각해 볼 수 있다. 이 때 일반 가전제품과는 다른 과정의 처리 과정이 필요할지도 모른다. 다시 한 번 아이보의 예를 들어보겠다. 소니의 아이보 1세대는 1999년 처음 발매되었고 2006년 단종되었다. 지난 2014년 봄에는 A/S도 중단했다. 결국 아이보 사용자들은 고장이 나서 더 이상 사용할 수 없는 아이보를 지바현의 한 사찰에 모아 놓고 합동 천도제를 지냈다. 즉, 사람들을

소셜 로봇을 ‘폐기’의 대상이 아니라 애도와 조의를 표해야 하는 대상으로 생각할 수도 있는 것이다. 이에 따른 일종의 ‘장례 절차’가 하나의 산업을 형성할 가능성이 있다.



아이보 홈페이지에 있는 쇼핑몰. 액세서리도 함께 판매하고 있다.

(출처: [direct.sony.com/aibo/](http://direct.sony.com/aibo/))



다양한 옷을 입은 휴머노이드 로봇 페퍼.

(출처: 연합뉴스)

### 이런 의견도 있어요

“1가구 1소셜 로봇 시대로 진입하면 고부가가치를 구현할 수 있는 다양한 파생 상품 및 서비스가 등장할 것으로 생각합니다. 예를 들자면 현재 차량이나 휴대폰 판매 매장 같은 소셜 로봇 전시·판매·대여 전문 매장이 등장할 것입니다. 중고 거래 시장도 나타날 수 있습니다. 부품교체나 유지 보수 시장도 확대될 것입니다. 차량용 튜닝 서비스처럼 개인의 취향에 맞춘 소셜 로봇 튜닝 업체도 생겨날 것입니다. 소셜 로봇 관리 업체, 관련 보험이나 리스 상품, 관련 전문 자격증이 등장할 수 있습니다. 소셜 로봇의 기억(메모리) 저장을 기반으로 하는 추모 서비스 등도 출현할 수 있을 것 같습니다.”

### 데이터의 경제적 가치 증가

일본 소프트뱅크의 손정의 회장은 2016년 미국 캘리포니아주 산타클라라에서 열린 영국 반도체 기업 ARM 개발자 대회에서 IoT의 사회적 영향이 캄브리아기 대폭발의 영향과 필적할 것이라고 연설했다. 5억 4천만 년 전 캄브리아기에 지구 생물의 종류가 폭발적으로 늘어났듯이 앞으로는 냉장고, 세탁기, 자동차 등 모든 기계가 IoT로 연결되면서 데이터를 폭발적으로 생산할 것이라는 뜻이다. 손 회장은 이것이 “IoT가 눈이 없던 생명체가 눈을 갖게 되는 수준의 혁명”이라고 단언했다.

IoT 기술과 접목한 소셜 로봇은 사람과의 사회적인 상호작용을 통해서 인간의 감정 및 생활 습관 등에 대한 데이터를 모을 수 있다는 점에서 다른 IoT 기술들과는 차별된다. 이렇게 모은 대규모의 데이터를 처리하기 위해서는 빅데이터 기술, 그 처리된 데이터를 저장하는 클라우드 컴퓨팅 기술, 그

리고 저장된 데이터를 분석하는 AI 기술이 필요하다. 이러한 기술이 발달한다면 소셜 로봇이 제공하는 상세한 감정 및 생활 습관 관련 데이터는 향후, 데이터를 활용하는 산업에 새로운 기회를 제공할 것으로 예상된다.

 데이터 경제의 부상과 사회경제적 영향

시장조사 기관	데이터 경제 개념
가트너	'11 응용 프로그램, SW, HW의 경계가 아닌 빅데이터, 오픈데이터, 연결 데이터 등 데이터로 파생되는 경제가 경쟁 우위를 이끌어가는 시대
EC	'14 데이터를 다루는 구성원이 만들어내고 있는 생태계를 말하며, 데이터의 생성·수집·저장·처리·분배·전달 등을 모두 포괄하는 개념
MIT	'16 데이터 자원은 재화 서비스를 생산하는 데 필요한 저장된 정보로, 기존의 물리적 자산처럼 장기적인 경제적 가치를 보유
IBM	'16 데이터를 내·외부적으로 가치를 창출하는데 사용하는 것을 의미하며, 이러한 현상은 이용 가능한 데이터와 데이터 기반의 의사결정이 증가하면서 기업들 사이에서 더 많은 데이터가 교환됨으로써 발생
Digital Reality	'18 조직이나 비즈니스의 방대한 데이터를 저장·검색·분석해서 생성되는 금융이나 경제적 가치

(출처: 한국정보화진흥원, 2018)

일단 대다수의 소셜 로봇은 사용자와의 상호작용을 통해 얻은 데이터를 학습함으로써 최적의 개인 맞춤형 서비스를 제공하게 될 것이다. 이는 데이터의 기계학습 또는 딥러닝을 통한 인공지능 서비스를 통해 이루어진다. 또한 소셜 로봇과 사용자간의 상호작용을 통해 생긴 데이터가 급증하면 이를 인공지능 서비스로 처리한 데이터가 다시 축적될 것이다. 이는 개인 맞춤형 서비스를 제공할 뿐 아니라 산업 간에 데이터 활용 시너지를 만들어내고 새로운 산업을 탄생시킬 것이다.

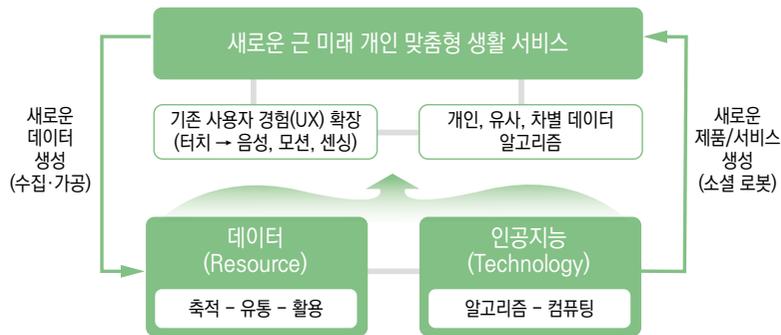
소셜 로봇이 수집한 개인의 감정 데이터는 의학적으로 활용될 수 있을 것이다. 의료진이 정신과 관련 진단을 할 때, MRI나 CT사진과 같은 참고자료로 삼는 것과 마찬가지로. 예를 들어 ADHD\* 기질에 대한 판단, 노인 우울증에 대한 사전 진단의 참고자료로 사용할 수 있을 것이다.

한차원 높은 고객만족서비스를 제공하는 데도 쓰일 수 있을 것이다. 현재 산업에서 AI가 가장 실질적으로 기여하고 있는 영역 중 하나는 챗봇을 활용한 고객 응대 서비스다. 그러나 챗봇의 경우 고객의 감정 상태 등을 이해하고 응대하는 데 제약이 많다. 이 분야에 소셜 로봇을 투입한다면, 챗봇 상담 시부터 축적된 감정 상태에 대한 데이터를 분석하여, 이를 바탕으로 고객의 불만 정도를 판단하고 응대 수준을 결정하는 것이 가능하다.

다만 개인화된 서비스를 제공하는 소셜 로봇이 수집하는 각종 데이터는 매우 내밀하고 사적일 가능성이 크다. 따라서 수집한 데이터를 활용하는 데에는 각별한 주의가 필요할 것이다. 소셜 로봇으로 수집된 데이터들이 사생활 침해 및 범죄에 악용될 경우, 기존의 스마트폰의 개인정보가 유출되면서 발생하는 문제점보다 훨씬 더 심각한 사회문제가 발생할 가능성이 있기 때문이다.

또한 소셜 로봇이 개인화 데이터 서비스를 제공할 때 편향된 정보를 전달할 우려도 있다. 소셜 로봇은 데이터를 제공함으로써 개인이 판단과 의사결정을 도와줄 수도 있지만, 이 과정에서 기존의 편견과 차별의식을 강화하는 부작용도 일어날 수 있다.

\* ADHD(Attention Deficit Hyperactivity Disorder)는 주의력결핍 과잉행동 장애로 주의력 부족, 충동성, 과잉행동을 핵심 증상으로 하는 소아청소년기의 정신과적 장애를 말한다.



소셜 로봇 산업에서의 데이터 수집과 활용.

### 기술영향평가위원회 논의 중에서...

**위원1** “데이터의 공유 범위, 활용 범위, 데이터 표준 수립 등에 대한 논의가 필요하다. 현재에도 이미 데이터 표준이 없어서 사회가 큰 비용을 겪고 있다. 우리나라는 미국에 비해 데이터에 대해 ‘과예민’하다고 생각한다. 예를 들어 국내 사이트에 가입하기 위해서는 10개 넘는 항목에 대해 동의를 해야 한다. 반면 우버 등의 외국 기업은 ‘동의함’ 버튼 하나만 누르면 나머지 약관에 모두 동의하는 것으로 간주한다. 이런 것이 역차별로 나타날 수 있다.”

**위원2** “글로벌 대기업에 비해 국내 중소기업은 자금력이 부족하다. 그래서 데이터 베이스를 안전하게 책임지고 관리할 수 있는 인력을 고용하기 어렵다. 피해가 발생하여 소송이 벌어졌을 때도 대응하기 어려운 이유도 있는 것 같다.”

**위원1** “현재는 클라우드를 사용하기 때문에 자체적으로 인력과 시스템을 갖출 필요가 없다. 중소기업도 대부분 구글의 결제모듈을 사용하므로 문제되지 않는다.”

“문화적인 차이가 소셜 로봇 데이터 비즈니스의 희망이 될 수도 있을 것 같다. 예를 들면 구글이나 아마존 같은 거대 글로벌 기업이 어마어마한 양의 빅데이터를 분석해서 서비스를 제공한다고 해도 나라마다 다른 문화적, 언어적인 차이를 극복하기

는 그리 쉽지 않을 것 같다. 우리나라 기업도 국내에서 생성되는 데이터들을 잘 활용해서 문화적인 특성을 반영해 서비스한다면 국내는 물론 비슷한 문화권에서도 충분히 가능성이 있지 않을까 생각한다.”

“글로벌 기업들과의 데이터 경쟁은 파이 사이즈 관점에서 보는 것이 좋을 것 같다. 예를 들어 아마존 클라우드가 생기자 기업들이 서버를 인터넷 데이터센터(Internet Data Center, IDC)\*에서 아마존으로 옮기는 추세다. 사람들은 IDC를 지원하는 국내 통신회사를 걱정했지만, 오히려 아마존이 이들 통신회사의 IDC를 빌려쓰기 시작했다. IDC가 커지면 반도체를 만드는 기업도 수혜를 입게 된다. 통신회사들의 최대 고객이 아마존이 된 것이다. 이를 소셜 로봇에 적용해 보면, 구글의 음성인식 기술과 아마존의 API\*\*를 사용하니 우리는 로봇 만들 필요가 없다고 말하기 힘들다는 것이다. 로봇을 개발할 때 국산화할 수 있는 것은 최대한 국산화하되, 파이 즉 가치를 키워서 나눠먹는 부분을 크게 만들어야 한다고 생각한다.”

“우리나라에서 구글 같은 기업이 나오면 좋겠지만 쉽지 않다. 현재 우리 회사는 ETRI\*\*\*에서 개발한 음성인식 엔진을 활용하고 있다. 성인 음성인식만 가능한 구글에 비해 ‘아시아 영어 학습자 아이들’에 특화되어 있어서 인식률이 더 좋기 때문이다. 이처럼 우리 기업은 구글이 하지 못하는 것을 해야 할 것 같다.”

“데이터 주권화는 이익공유의 문제다. 일종의 데이터 사용료 같은 것이 있어야 하지 않을까 한다. 구글이나 아마존이 아프리카에서 데이터를 수집해 수익을 얻는다면 아프리카에도 이익을 공유해야 한다는 것이다.”

\* 인터넷데이터센터(Internet Data Center)는 서버 컴퓨터와 네트워크 회선 등을 제공하여 기업의 전산시설을 위탁 관리하는 곳이다.

\*\* API(application programming interface)는 운영체제와 응용프로그램 간의 통신에 사용되는 언어나 메시지 형식을 말한다.

\*\*\* 한국전자통신연구원(Electronics and Telecommunications Research Institute, ETRI)은 정보·통신·전자 분야의 기술개발을 목적으로 설립된 정부출연연구기관이다.

## 이런 의견도 있어요

“개인은 데이터를 생성해내는 개별 집단으로 본인의 개인정보를 데이터로 생성하고 이를 거래하거나 활용하여 수익을 창출하는 새로운 부가가치 생태계를 생성할 수 있을 것입니다. 아울러 개인은 기업과 공공기관에게 신시장과 공공 서비스에 필요한 개인정보를 제공하였기에 보다 질 높은 재화와 서비스를 공급받을 수 있고, 필요시 기업과 공공기관에게 개인정보 제공에 대한 추가적인 혜택을 요구할 수도 있을 것입니다.”

“소셜 로봇을 통한 빅데이터의 생성 및 분석이 사용자 다수가 요구하는 가치에만 집중한다면 소수 집단이 추구하는 효율과 편익이 상대적으로 무시될 가능성도 있다고 생각합니다. 또 일정 규모를 갖춘 시장을 대상으로 비즈니스 모델을 발굴할 데이터 이용 기업들은 시장성이 충분하지 않은 영역에는 아예 진출하지 않아 소비자로서 하여금 좁은 시장, 제품 선택을 강요할 수도 있을 것입니다.”

## 늘어나는 일자리, 밀려나는 일자리

### 산업용 로봇보다 대체되는 일자리는 소수 예상

로봇이 인간의 일을 대신한다면 기존에 그 일을 하던 사람들은 어떻게 될 것인가? 새로운 기술의 확산으로 인한 산업의 변화, 일자리의 변화는 매우 민감한 문제다. 상대적으로 낮은 고용률과 높은 청년 실업률이 사회문제로 까지 대두되고 있는 저성장의 국면에서는 더욱 그렇다.

로봇에 의한 미래 일자리의 변화에 대해서는 많은 기업과 기관, 대학에서

연구하고 그 결과를 내놓고 있다. 먼저 세계적인 글로벌 컨설팅회사 매킨지 앤컴퍼니는 2017년 ‘없어지는 일자리와 생겨나는 일자리: 자동화 시대 노동력의 전환’이라는 보고서를 통해 2030년까지 전 세계에서 8억 명의 일자리가 사라질 것이라고 예측했다. 전 세계 46개국 800개 직업, 2000개 업무를 분석한 결과였다. 특히 기계운영자, 패스트푸드 종사자, 비영업부서 직원들의 일자리가 가장 큰 영향을 받을 것으로 예상되었다.<sup>20</sup>

딜로이트와 옥스퍼드 대학은 2013년 공동 연구를 통해 영국에 현존하는 일자리의 35%가 2035년까지 로봇에 의해 대체될 것이라고 발표했다. 2015년엔 잉글랜드은행이 영국에서만 최대 1천 5백만 개의 일자리가 사라질 수 있다고 예측하기도 했다. 2017년 영국 왕립예술학회는 이보다 조금 낙관적인 조사 결과를 내놓기도 했다. 영국의 산업계 리더들을 대상으로 설문조사를 한 결과 현행 노동인력의 15%에 달하는 4백만 개의 일자리가 로봇에 의해 대체된다는 것이다.<sup>21</sup> OECD 또한 2018년 전 세계의 약 10%, 영국에서는 약 12%의 일자리가 줄어들 것이라고 예상했다.<sup>22</sup>

그러나 또 다른 전문가들은 로봇에 의해 대체되거나 줄어드는 일자리만큼, 혹은 그 이상으로 일자리가 늘어날 것이라고 주장한다. 스위스 다보스포럼을 주관하는 세계경제포럼(WEF)의 ‘직업의 미래 2018’ 보고서에 따르면 로봇은 2022년까지 7500만 개의 일자리를 없애는 한편, 1억 3300만 개의 일자리를 새로 창출할 것이라고 내다보았다.<sup>23</sup>

예를 들자면 독일의 자동차 부품 기업 보쉬는 자동화 비율을 높이면서도 제품의 품질을 점검하기 위한 인력을 더욱 많이 고용했다. 보쉬는 2011년 로봇 설비를 한 대도 사용하지 않았지만 2018년에는 140대까지 설치했다. 또한 근로자도 2017년 2만 명 더 채용했다.

하지만 위의 연구들은 산업용 로봇과 서비스 로봇을 포괄하는 ‘로봇’이 인간의 일자리를 대체하는 효과를 예측했을 뿐이다. 소셜 로봇으로 인한 일자리 변화를 과학적으로 예측한 연구는 아직 없다. 다만 전문가들은 소셜 로봇에 의해 대체되는 일자리 수가 산업용 로봇에 의한 것보다 훨씬 적을 것이라는 데에 의견을 같이 하고 있다.

여기에서 주의할 점은 일자리 수를 따질 때에는 그 일자리의 임금 수준 또한 함께 고려해야 한다는 점이다. 예를 들어 저숙련·저임금 일자리가 사라지는 만큼 고숙련·고임금 일자리가 만들어지지 않는다면 그에 따라 소득 격차나 사회 불평등 문제가 심화될 가능성도 있다.

한편 부정적인 예측을 하는 연구자도, 낙관적인 예측을 하는 연구자도 의견이 일치하는 부분이 있다. 로봇이 일자리에 미치는 영향이 국가별, 직업군별, 연령별로 다르게 나타날 것이라는 사실이다.

## 소셜 로봇 기술에 의해 늘어날 일자리

그렇다면 소셜 로봇이 상용화 될 때 늘어날 수 있는 일자리는 어떤 것이 있을까? 소셜 로봇을 개발하고 발전시키는 데 필요한 인력 수요는 앞으로도 꾸준히 늘어날 것으로 보인다. 예를 들어 기계공학, 컴퓨터공학, 소재공학, 엔지니어링, 디자인, 데이터 분석 등 분야에서는 소셜 로봇 기술의 발전과 함께 계속적으로 인력이 필요할 것이다.

또한 소셜 로봇 연구를 위해서는 공학적인 접근만으로는 부족하다. 심리학, 문화인류학, 사회학, 디자인, 콘텐츠 창작 등의 인문사회학, 예술 분야의

융합적 접근 또한 필요하다. 따라서 소셜 로봇의 산업화는 융합연구를 활성화시킬 수 있는 계기를 제공하여 인문사회학, 예술 전공자에게도 새로운 일자리 기회를 제공할 수 있을 것으로 보인다. 결과적으로 학문분야를 아우르는 융합적 사고를 요구하는 새로운 일자리가 창조되고 늘어날 가능성이 매우 크다.

이렇게 새로이 생겨난 일자리는 소셜 로봇으로 대체되는 일부 일자리에 비해 고임금 직업군이 될 것으로 예상된다. 다시 말해 엔지니어, 프로그래머, 데이터분석가, 콘텐츠 제작자 등의 직업은 소셜 로봇으로 대체될 것으로 예상되는 빌딩 안내원, 요양원 조무사, 레스토랑 봉사원 등에 비해 더 높은 급여를 받을 것이다.

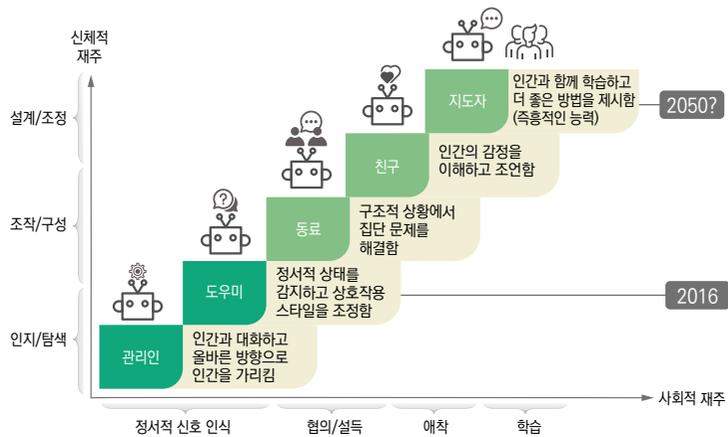
소셜 로봇 점검 보수 수리 및 재활용, 교육 및 적용 등을 담당할 새로운 직업군도 나타날 것이다. 소셜 로봇용 콘텐츠를 제작하고 소셜 로봇 교육을 훈련하고, 로봇 공연 및 전시 등을 담당하는 직업도 새로이 생겨날 수 있다.

### 기술영향평가위원회 논의 중에서...



**위원1** “소셜 로봇을 종류별로 나누어 살펴보면 일자리 대체와 거리가 멀다는 것을 확실히 알 수 있다. 가사의 경우 가족 구성원이 직접 하던 것을 로봇이 대신하는 것이고, 교육용 로봇도 소프트웨어의 고급버전이므로 인력 대체와 관련이 없다. 정서 지원과 동반자 로봇도 추가로 가정에 들어오는 것이지 누군가를 대체하는 것이 아니다. 정서적인 케어도 추가적인 서비스도 물리적인 케어도 인력을 보조하는 역할을 한다. 그러므로 소셜 로봇은 주로 ‘대체’ 보다는 ‘보조’ 목적이다. 단, 안내 로봇은 현재 보조로 쓰이지만 개발이 더 된다면 인력을 대체할 수도 있을 것 같다.

**위원2** “‘보조’보다 적극적인 표현도 가능할 것 같다. 노동자의 능력과 일의 범위 등을 확장하므로 인간의 능력을 ‘확장’한다고도 표현할 수 있을 것이다.”



인간사회에서 소셜 로봇의 역할.

(출처: KPMG social robot report 2016)

## 직업보다 직무를 대체할 전망

그렇다면 미래에 로봇으로 대체될 수 있는 일자리에 어떤 것들이 있을까? 그 힌트를 얻기 위해 이미 활용되고 있는 소셜 로봇의 용도를 살펴보자.

소프트뱅크의 소셜 로봇 ‘페퍼’는接客·안내용 로봇으로 널리 쓰이고 있다. 매장이나 기관을 방문하는 고객에게 사람들 대신해 정보 제공, 길안내, 주문 접수, 외국어 대응 등의 서비스를 제공한다. 우리나라에서는 한 대형마트에서 쇼핑도우미로 활약하기도 했다. 바텐더 로봇도 등장했다. 칵테일에 들어가는 얼음을 조각하는 로봇 ‘카보’는 얼음을 동그랗게 조각해 잔에 넣어 손님을 접대한다. ‘말하는 버전’과 ‘침묵 버전’이 있는데, 향후 IBM 왓슨과 같은 인공지능을 접목할 계획이라고 한다.<sup>24</sup>

인천공항에서 운영 중인 ‘에어스타’는 여행객이 공항에서 길을 잃었을 경우 안내해 주고, 탑승권을 스캔하면 카운터나 탑승구까지 데려다주기도 한다.<sup>25</sup> 국산 소셜 로봇 퓨로도 실리콘밸리의 관문 공항인 새너제이 공항에서 10년 째 안내 업무를 수행 중이다. 퓨로는 사용자의 감정에 반응하며 식당 주문이나 길찾기 서비스가 가능하고 다국어를 알아듣고 번역까지 한다.<sup>26</sup>



‘2017년 CES’에서 선보인 퓨터로봇의 퓨로.

(출처: 연합뉴스)

SK텔레콤에서 개발한 교육용 스마트 로봇 ‘알버트’는 어린이들에게 코딩을 가르쳐주는 로봇이다. 음성인식 기능이 탑재되어 목소리로 제어할 수 있으며, 손이나 물체의 움직임에 따라 ‘따라오기’ 기능이 있어 사용자인 어린이들이 로봇을 ‘반려동물’처럼 친근감을 느낄 수 있도록 했다.<sup>27</sup> 삼성전자의 삼성봇케어는 실버 세대의 건강과 생활 전반을 종합적으로 관리하는 로봇이

다. 사용자의 상황에 따라 혈압, 심박, 호흡, 수면 상태를 측정하는 등 건강 상태를 확인하고 좋아하는 음악이나 일정을 챙겨주며, 약 먹는 시간과 방법도 관리해 준다.<sup>28</sup>



'2013 교육박람회'에서 아이들이 SK텔레콤의 소셜 로봇 '알버트'를 체험하고 있다.

(출처: 연합뉴스)

이 같은 현재의 안내 로봇, 서빙 로봇, 교육 로봇, 실버 로봇, 헬스케어 로봇 등에 사회적으로 상호작용할 수 있는 기술이 추가된다면 앞으로는 더욱 적극적으로 인간의 노동력을 대신할 가능성이 크다. 길을 잃어 울고 있는 아이에게 먼저 다가가서 안내해주는 로봇, 주문은 물론 서빙과 불만 처리까지 가능한 서빙 로봇, 노인들의 불편한 신체뿐 아니라 정서적으로도 도움을 주는 실버로봇이 등장할 수 있는 것이다. 기존에 로봇이 주로 제조업 현장에서 노동을 대체했다면 소셜 로봇은 서비스 산업에서 노동을 대체할 개연성이 높다.

소셜 로봇이 인간의 일자리를 대체할 가능성이 큰 이유는 비용 때문이다. 예를 들어 월 사용료가 55만 원 정도인 페퍼를 안내 로봇으로 사용하는 경우를 생각해 보자. 다양한 국적의 외국인들이 많이 방문하는 매장에서 응대용으로 활용한다면 다국어어를 하는 직원을 고용하는 것보다 비용면에서 효율적일 수 있다. 소셜 로봇 안내원은 수동적인 인터페이스를 가진 키오스크보다 더욱 만족도가 높을 것이다. 양방향 소통을 통해 정확하게 고객의 니즈를 파악한 후 이동과 동작을 통해 원하는 서비스까지 즉각 제공할 수 있을 것이기 때문이다.



국내의 대형마트에서 소셜 로봇 페퍼가 상품 안내원으로 일하고 있다.

(출처: 연합뉴스)

소셜 로봇을 인간 대신 '고용'하는 데에는 비용 절감 외에도 또 다른 이유가 있다. 소셜 로봇을 이용한 서비스로 좀 더 포괄적인 가치를 제공할 수 있

기 때문이다. 현재 소셜 로봇의 가격은 결코 싸다고는 할 수 없는 수준이다. 게다가 운영 경비도 추가로 든다. 그러나 소셜 로봇을 설치하면 새로운 경험을 원하는 방문객들을 만족시킬 수 있고, 더 많은 방문객을 유치할 수도 있다.



중국 초시의 한 음식점에서 로봇 종업원이 음식을 서빙하고 있다. 이 식당은 더 많은 고객을 유치하기 위하여 로봇 종업원을 고용했다.

(출처: 연합뉴스)

한편 서비스 산업의 노동자는 제조업 노동자에 비해 조직화율이 낮은 편이다. 따라서 산업과 일자리가 새롭게 개편될 때 자신들의 이해를 주장하기 힘들 수도 있다. 사라지는 저숙련 노동 대신 고숙련 업무에 종사하기 위해서는 이들에 대한 별도의 직업 교육도 필요할 것이다.

소셜 로봇이 저숙련 일자리를 대체 할 것이라는 전망은 인간이 같은 업종

의 고숙련 업무에 더욱 집중할 수 있다는 뜻이기도 하다. 단순하고 위험한 업무를 로봇에게 넘겨준 뒤, 사람은 좀 더 창의적인 일에 집중할 수도 있는 것이다. 감정적인 판단이나 선입견이 배제되어야 하는 일자리, 접객이나 안내와 같은 단순하고 피곤한 감정 노동 또한 소셜 로봇의 차지가 될 것이다. 대신 인간은 검사와 같은 제품의 품질을 높이는 업무, 복잡한 문제 해결 등을 맡을 것으로 보인다. 이러한 경향은 일자리에 새로운 수요를 창출하고 채용도 늘릴 수 있을 것이다.<sup>29</sup>

소셜 로봇 산업에 의해 일자리의 성격이 변화할 수도 있다. 즉 특정 직업을 대체하는 로봇 보다는 인간을 보조하거나 협업하는 로봇이 더욱 많아질 것이라는 예상이다. 예를 들어 미국의 한 스타트업 기업에서 개발한 AI 헬스케어 로봇 필로(Pilo)는 원격으로 전문가를 연결해 건강 및 질병 관련 상담을 해 주고 이에 따른 약 처방도 할 수 있다. 이처럼 의사가 왕진을 가지 않아도 원격으로 환자와 연결하여 진료를 할 수 있도록 보조해 주는 역할을 할 수 있다.

소셜 로봇을 이용한 진료는 의사를 통한 면대면 치료의 잠재적인 부작용을 해소하는 데도 활용될 수 있다. 소셜 로봇은 선입견이나 낙인 효과 없이 환자를 대할 수 있기 때문이다. 이를 로봇과 사람 사이에 '치료적 동맹(therapeutic alliance)'을 맺었다고도 말할 수 있을 것이다. 현재까지 의료 및 복지 분야에서는 소셜 로봇을 아동 의료, 자폐 범주성 장애 (Autism Spectrum Disorder: ASD), 노인 돌봄 등에 적용하는 실험 연구가 진행되었다. 앞으로는 약물이나 알코올 중독, 섭식 장애 등에 소셜 로봇의 효과를 검증해 나갈 것이다. 이미 호주의 로봇 비전 센터(Australian Centre for Robotic Vision, ACRV)의 니콜 로빈슨(Nicole Robinson) 박사 연구팀은 식습관 개선 연구에 소셜 로봇을 활용하기도 했다.<sup>30</sup>

교육이나 돌봄 분야에서 소셜 로봇은 대부분 전문가와 사용자의 관계를 보조하는 역할을 수행할 것이다. 한마디로 로봇은 인간의 '직업'을 대체하는 것이 아니라 힘들고 어려운 '직무'를 대체할 것이라는 전망이다. 예를 들어 소셜 로봇은 돌봄 노동자를 보조하여 고독감이나 우울감, 기억력 쇠퇴로 고통받는 환자에게 친근한 말동무가 되어주고 따뜻한 위로를 건넬 수 있다. 돌봄 노동자가 제공하는 감정 노동의 일부를 담당하는 것이다. 때로는 돌봄 노동자가 물리적으로 힘들어하는 거동이 불편한 환자의 이동지원이나 목욕지원, 배설 보조 등의 기능도 수행할 것이다. 외국어 교육을 할 때는 듣기와 말하기 영역을 발달시키는 데 소셜 로봇을 활용할 수 있을 것이다. 원어민 강사를 초빙하지 않고도 더욱 사실적이고 효과적인 회화 교육을 시키는 데 활용할 수 있는 것이다.

그리고 사용자와 로봇이 더욱 원활한 상호작용을 하려면 인간 매개자가 필요할 수도 있다. 예를 들어 노인과 로봇의 직접적인 상호작용이 아니라, 노인과 로봇이 관계를 유지하는 것을 돕고 지원할 수 있는 인력이 필요할 지도 모른다.<sup>31</sup> 로봇과 사용자를 매개하거나 소셜 로봇과 협업을 해야 하는 분야의 노동자는 그에 대한 재교육 또한 필요할 것이다.

재미있는 것은 소셜 로봇이 종교인이나 상담원의 일도 대신할 가능성이 있다는 것이다. 한 예로 종교개혁의 성지인 독일 비텐베르크의 한 교회에서는 마틴 루터 종교개혁 500주년을 기념하여 로봇이 설교와 축복을 해 주는 행사를 열었다. 일본에서는 소프트뱅크의 페퍼가 승려로 변신해 장례를 치르기도 했다. 이처럼 종교 활동이나 상담 등에 소셜 로봇을 활용한다면, 같은 사람에게 털어놓기 힘든 내밀한 문제까지 솔직하게 털어놓을 수 있는 장점이 있을 것으로 보인다.

### 이런 의견도 있어요

“소셜 로봇 개발을 하기 위한 일자리는 대부분 고도의 기술과 천재적인 융합 문제 해결 능력이 필요한 것 같아요. 때문에 평범한 사람들이 그러한 일자리에 접근하기는 힘들 것 같습니다.”

## 2. 소셜 로봇 기술과 사회

### 사회적 평등

#### 사회적 약자를 위한 서비스로 불평등 경감

새로운 기술이 널리 확산되는 데 중요한 요소는 사회적 수용성이다. 일부 계층만이 이용할 수 있거나 사회적 불평등을 증가시키는 기술이라면 사회적 수용성이 높을 수 없을 것이다.

소셜 로봇 기술은 용도와 용처, 그리고 분포에 따라 사회적 불평등을 증가시킬 수도 있고 반대로 감소시킬 수도 있을 것이다. 따라서 사전에 그 영향력을 가늠해보는 것은 중요한 의미를 가진다.

먼저 우리 사회에서 1인 가구가 차지하는 비중이 증가하고, 생애사적으로도 독거 기간이 늘어나는 추세에 주목해볼 필요가 있다. 사회 구조 변화로

인해 개인이 느끼는 정서적, 사회적인 결핍감과 고령자들의 생활 불편은 앞으로 더더욱 늘어날 것이다.



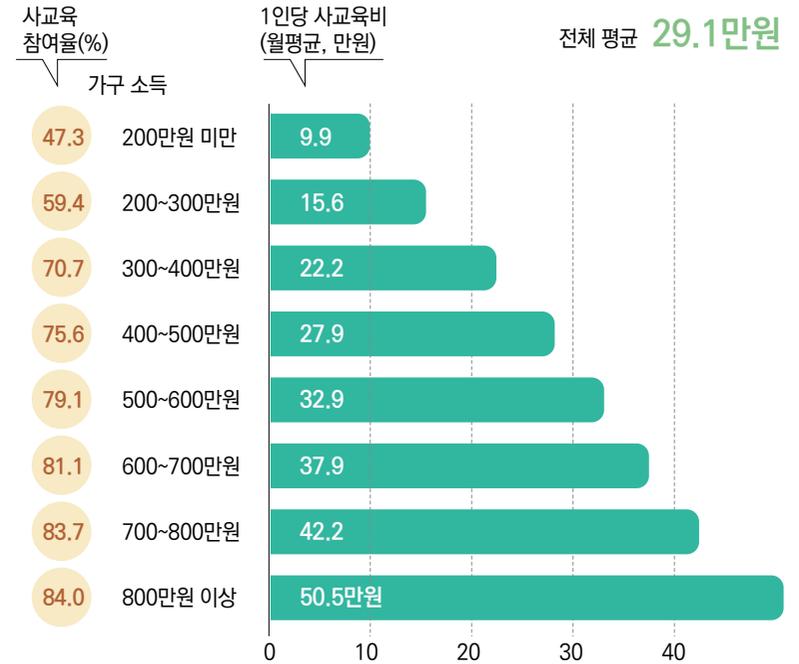
미국의 한 병원에서 소아암 환자가 소셜 로봇을 만지며 소통하고 있다.

(출처: 연합뉴스)

돌봄, 교육, 의료 등 여러 서비스를 제공하는 소셜 로봇이 대중화된다면 사회적 문제 해결에도 기여할 수 있을 것이다. 빈곤층이나 저교육층, 고령층, 장애인 등 필요한 정보와 지식을 습득하는데 어려움을 겪는다. 소셜 로봇은 이러한 정보격차를 해소할 수 있는 통로가 되어줄 수 있을 것으로 보인다. 이를 통해 이들에게는 사회 진출의 기회도 더욱 많아질 것으로 기대된다.

정보 격차의 예로 어학교육을 살펴보면, 기존 어학 사교육은 지속적으로 고비용을 지출해야 하는 분야였다. 그러나 저소득층에게 소셜 로봇을 인터페이스로 하는 어학교육 복지 프로그램을 제공한다면, 양방향 서비스를 통해 맞춤형 언어 교육을 받을 수 있을 것이다. 이렇게 되면 사교육 비용 지출로 인한 교육 불평등 문제도 줄일 수 있을 것으로 보인다.

이와 마찬가지로 소셜 로봇은 성인들에게는 질 높은 직업 교육을 제공함으로써 다양한 전문직 접근의 기회를 열어줄 수도 있다.



가구 소득수준별 사교육비(2018년 기준).

(출처: 통계청)

도움의 손길을 청하지 못한 채 비극적인 결말을 맞는 이들이나 복지 사각지대도 줄어들 수 있을 것이다. 소셜 로봇을 활용하여 어려운 상황에 처한 복지 수요를 직접 공급자에게 전달하거나 알람을 통해 모니터링을 하는 식으로 긴급복지지원서비스를 개선할 수 있는 것이다.

소셜 로봇 기술이 적재적소에 보급된다면 사회 통합에도 긍정적인 영향을 미칠 것이다. 사회적 약자들에게 필요한 신체적·정신적인 지원을 함으로써 고령층과 장애인 등의 노동 능력이 커지고 공동체 참여도 활성화될 것이기

때문이다.

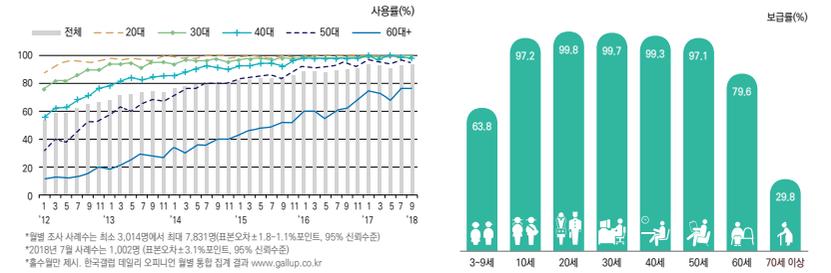
예를 들어 소셜 로봇의 도움으로 고령자와 장애인들이 다양한 네트워크에 참여하면서 새로운 삶의 기회를 접할 수 있을 것이다. 신체장애나 많은 나이 때문에 위축되고 공동체 참여나 일자리를 찾는 데 소극적이었던 사람들도 더욱 적극적일 수 있을 것이다. 또한 소셜 로봇이 제공하는 정서적 지원 서비스로 소외감과 우울감 등을 덜 수 있는 것도 소외 계층이 더욱 적극적으로 사회적 활동을 펼치는 데 큰 도움이 될 것이다.

소셜 로봇을 통해 수집한 데이터가 축적되면 더욱 개인화되고 정교한 서비스를 제공할 수 있을 것으로 보인다. 이를 통해 새로운 공공서비스나 비즈니스 모델을 개발하여 소외계층을 포함한 사회 모든 계층의 삶의 질을 높여 줄 수 있을 것으로 기대된다.

### 취약계층에 불평등 심화 가능성도

반대로 소셜 로봇으로 인해 오히려 사회문제가 발생하는 경우도 생각해 볼 수 있다. 소셜 로봇의 도입으로 인해 저소득 직군의 임금 하락, 기술 취약 계층의 혜택 소외 문제 등이 생길 수 있는 것이다. 일자리에 대한 연구들을 살펴보면 미래에도 계속될 일자리로는 고령화로 인한 간병 등 돌봄 관련 직업이 많다. 주로 이러한 일자리는 임금이 낮은 직군인데 돌봄, 의료 서비스를 제공하는 로봇과 경쟁하게 될 경우 소득분배 악화의 원인이 될 수 있다.

이는 사회적 형평성 문제로도 나타날 수 있다. 예를 들어 고소득 계층은 가사 지원이 가능한 소셜 로봇을 이용하여 더욱 활발한 사회 진출 및 경제적



연령별 스마트폰 사용률 증가 추이.

(출처: 한국갤럽)

연령별 스마트폰 보급률.

(출처: 과학기술정보통신부)

기회를 얻고, 또 저소득 계층은 로봇과의 일자리 경쟁으로 소득이 더욱 줄어들 가능성이 있는 것이다.

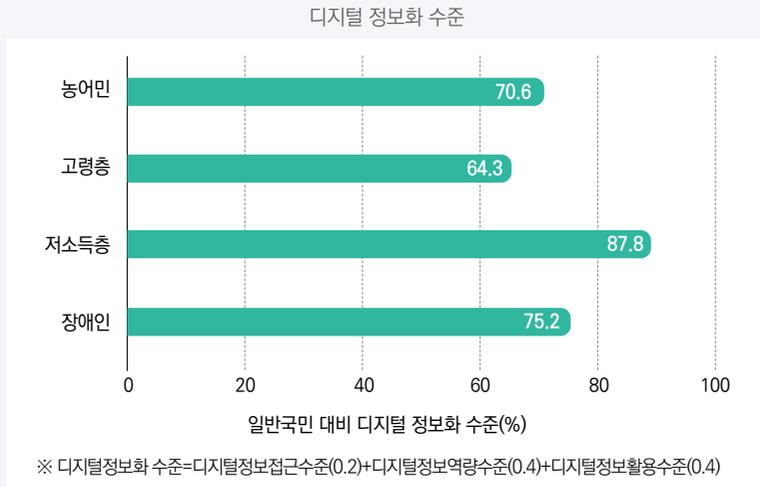
또한 의료 등 공공서비스 부문에 소셜 로봇이 첫 번째 인터페이스, 즉 가장 먼저 만나야 하는 관문으로 도입되면 기술 친화적이지 않은 계층은 큰 불편을 느낄 수 있다.

예를 들어 최근 다양한 의료기관에 도입된 키오스크를 생각해 보자. 키오스크는 환자들이 병원에 가면 환자등록 및 진료를 위해 사용해야 하는 첫 번째 인터페이스가 되었다. 환자나 중증 환자 등은 키오스크를 조작하는 것이 무척 당황스럽고 불편할 수 있을 것이다. 이러한 상황을 평등하지 않다고 느낄 지도 모른다.

또한 모든 기술은 사회적 진공상태로 도입되지 않으며 소셜 로봇 역시 채택되는 사회문화적 맥락이 존재한다. 소셜 로봇 기술 역시 사회문화적 맥락을 고려하지 않고 도입된다면 문제가 발생할 수도 있다. 복지 시스템이 미비하면 기술 친화적이지 않은 취약계층에 대한 공공서비스 부문에 사회적 불평등을 발생시킬 가능성이 있다.

### 소외계층 기술 취약 현황

- 모바일 기반 유무선 융합 디지털 환경에서 발생하는 정보 격차의 수준 및 특성을 종합적으로 측정
- 2019년 4대 정보취약계층(장애인·저소득층·고령층·농어민)의 디지털 정보화 수준은 일반 국민대비 69.9%에 그쳤다.



(출처: 2019 디지털정보격차 실태조사, 한국정보화진흥원)

### 기술영향평가위원회 논의 중에서...



**위원1** “우리나라의 경우 지역의 빈부격차와 관계없이 역마다 지하철 역무원 수는 비슷하다. 그러나 프랑스의 경우 빈곤층이 주로 거주하는 지역의 지하철역에는 역무원 대신 키오스크가 설치되어 있다. 취약계층은 기술을 활용하는 데에 난처할 수 있으니 사람이 안내하고, 오히려 기술을 적극적으로 받아들이는 중산층 지역에 기계를 설치해야 할 것 같은데 그 반대인 이유가 궁금하다.”

**위원2** “규범의 문제나 제도의 문제라기보다 문화의 문제라고 생각한다. 유럽에서 화장실 이용 시 돈을 받는 것의 차이처럼 국민들이 생각하는 기본적인 문화적 차이가 있기 때문이다.”

“이전 세대에는 공부를 열심히 하면 변호사 등의 전문직이나 고위 공무원에 진출하여 계층 이동을 할 수 있었다. 그러나 인공지능서비스가 결부된 소셜 로봇이 등장하여 이들 직업을 대체하면 사회적인 계층 이동의 길이 막히지 않을까 우려된다. 즉, 소셜 로봇의 등장은 계층 이동의 사다리를 치우는 결과를 초래할 수도 있다는 것이다. 기존에 법률 분야의 준법률직, 준행정직 등 전문 분야는 전통적인 사회적 이동(계층 이동) 수단의 하나로 여겨졌다. 전문 직종으로 진입하는 디딤돌 같았다. 그러나 소셜 로봇과 인공지능의 발달로 이들 직업이 대체되거나 사라진다면 계층 간 이동 통로가 하나 막히는 결과를 초래할 지도 모른다.”

“무료 동영상 서비스를 이용하려면 광고를 시청해야 하듯이, 앞으로 저소득 계층은 서비스를 저렴하게 이용하는 대가로 프라이버시를 데이터화 또는 상품화하여 제공해야 할 수도 있다.”

## 이런 의견도 있어요

“로봇 격차는 로봇을 산업현장과 가정에서 이용할 수 있는 사람들과 그렇지 못한 사람들 간의 차이를 의미합니다. 로봇 기술을 주도적으로 개발하거나 이를 잘 활용할 수 있는 사람들은 더 좋은 일자리를 구할 수 있고 편리한 가정생활을 영위할 수 있는 반면 그렇지 못한 사람들은 경쟁에서 뒤쳐질 가능성이 많습니다. 그리고 로봇 기술의 보유 여부에 따라서 개인뿐만 아니라 기업과 국가 수준에서도 차이가 벌어질 것입니다.”

“소셜 로봇은 사용 초기 단계에는 상류층 일부만 사용하는 사치품이 될 것입니다. 다양한 디자인, 성능, 가격의 소셜 로봇이 생산될 것이고 브랜드마다 가격이 천차만별 일 것입니다. 결국 소셜 로봇의 기능보다 부유층의 과시욕을 드러내는 상품으로 전락할 수도 있을 것입니다.”

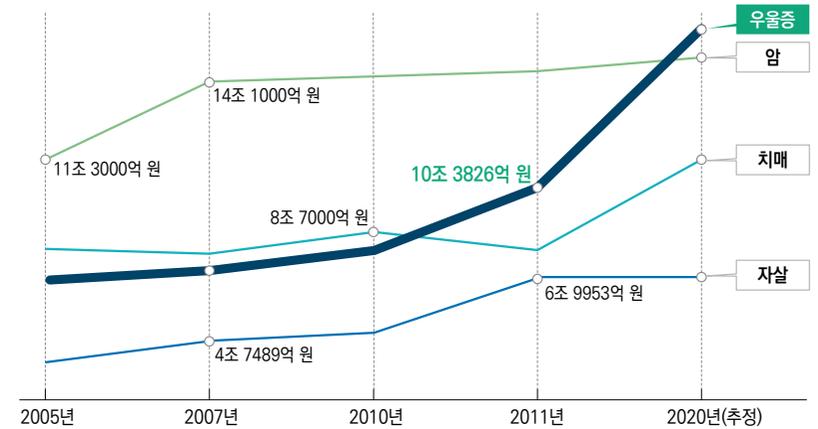
“개인에 특화된 정보를 획득하고 학습하는 개인 소셜 로봇의 경우, 그 사람에 대한 많은 정보를 가지고 있습니다. 이를 이용하여 그 사람이 좋아하는 것들을 하도록 제안함으로써 다양한 사람들을 만나거나 활동에 참여할 수 있게끔 유도할 수 있을 것입니다. 또한 소셜 로봇을 주제로 하는 다양한 모임들이 생겨나고 그로 인해 더 다양한 만남이 이루어질 수 있을 것입니다.”

## 사회적 비용의 증감

### 정서적 서비스 제공으로 사회적 비용 감소

고독과 우울감을 호소하는 이들이 늘고 있다. 우리 사회의 노인인구 증가, 1인 가구 증가, 개인주의 만연이 이와 무관치 않을 것이다. 세계보건기구

(WHO)에서는 2030년 고소득 국가의 비용 부담 1위의 질병이 우울증일 것이라고 예견했다. 우리나라의 경우도 2020년 우울증의 사회경제적 비용이 암, 치매, 자살보다 클 것으로 추정되고 있다. 특히 핵가족화와 1인 가구 증가로 가족 돌봄 기능이 크게 약화되면서 이를 대체하거나 보조할 사회제도에 대한 요구가 증가하고 있다.<sup>32</sup>



우울증·암·치매·자살의 사회경제적 비용.

(자료 출처: 보건복지부·국민건강보험공단·국립암센터·WHO)

소셜 로봇 기술은 인간의 감정과 필요를 파악하고 소통하여 사용자의 정서적 소외감을 완화시키는 데 사용될 수 있다. 따라서 우울증 등으로 인한 사회적 비용을 줄이는 데 기여할 수 있을 것으로 보인다.<sup>33</sup>

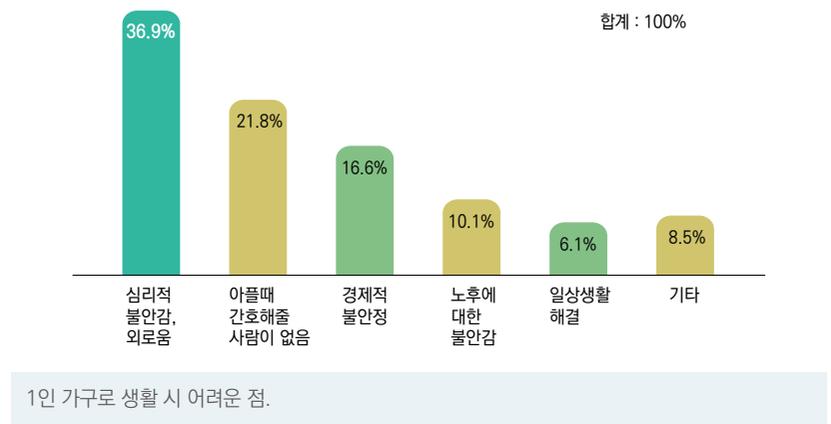
특히 소셜 로봇은 사용자가 다른 사람과 관계를 맺거나 접촉하지 않고 비대면 상황에서도 물리적·정서적 돌봄 서비스를 이용할 수 있게 해 준다. 자신의 상황을 드러내는 것을 꺼려서 사회복지 차원의 제도적 도움을 충분히 받지 못하는 경우가 있다면 소셜 로봇을 투입하여 적극적이고 직접적인 커

뮤니케이션을 할 수 있을 것이다. 필요한 도움에 대해 질문이나 요청을 할 때 사회적인 위계관계를 의식하지 않고 솔직하게 표현할 수 있기 때문이다.

물리적·정서적 돌봄 서비스를 제공하는 소셜 로봇은 고령층 건강 문제로 인한 사회적 비용 경감에도 이바지 할 수 있을 것이다. 우리나라는 급격한 속도로 고령화 사회에 진입하고 있다. 국민건강보험에서 고령자들의 의료 및 돌봄 서비스를 위해 지출하는 비용 역시 빠른 속도로 증가하고 있는 것이 사실이다.

복약지도를 하거나 노약자의 건강과 안전을 모니터하고 물리적·정서적 돌봄 서비스를 제공하는 소셜 로봇은 고령화시대 노인의 건강 증진에 큰 도움이 될 것으로 보인다. 결국 노인 돌봄에 지출되는 사회적 비용을 줄이는 데에도 기여할 것으로 기대 된다.

2018년 영국 공공정책연구소의 추정에 따르면 로봇과 기타 기술의 이용으로 얻어진 성인 케어분야의 생산성 향상은 연 60억 파운드에 달한다고 한다.<sup>34</sup>



(출처: 국민권익위원회, 2015)

## 건강 보험 지출 등 사회적 비용 증가 고려 필요

반대로 복지 및 일자리 관련 분야에서는 소셜 로봇 도입으로 오히려 사회적 비용이 늘어날 수 있다는 지적도 있다.

먼저 노약자의 건강관리 및 생활 지원 로봇이 복지정책 차원에서 보급되거나 의료보험이 적용될 경우 국가 재정 부담이 커질 수 있다.



'제1회 대한민국 의학엑스포 2014'에 전시된 치매 예방 로봇 실벗.

(출처: 연합뉴스)

한 예로 한국과학기술연구원(KIST)이 개발한 노인 치매 예방 로봇 실벗(Silbot)은 용인 실버타운 삼성노블카운티, 수원시 영통구 보건소 등에 도입되어 치매 예방 프로그램에 활용되고 있다. 경북대학교 의과대학에서는 자폐 아동의 치료에도 활용 중이다. 그러나 도입 비용이 한 대당 2,500만 원 ~ 3,000만 원 정도로 높은 편이다. 따라서 고가의 로봇을 국가 재정을 활용하여 고령자에게 보급한다면 복지 예산이 과중해질 수 있다. 의료보험 적용 대상으로 삼는다면 보험재정이 악화될 우려도 있다.

소셜 로봇의 도입으로 기존 일자리가 사라질 경우, 이 때 발생하는 실업자를 지원하거나 직무 재교육을 하는데 사회적 비용이 요구될 가능성도 있다.

이 외에도 소셜 로봇 활용이 서툰 계층에 대한 교육비용에 대한 문제도 발

생활 수 있다. 로봇과 같은 새로운 기술을 이용하고 싶지 않지만, 다른 방법이 없어서 이를 이용할 수밖에 없는 사용자와 소비자의 불만과 저항이 나타날 가능성도 있다.

마이크로소프트 창업자인 빌게이츠는 2017년 “로봇으로 인해 생기는 문제를 해결하기 위해서는 로봇 사용자들에게 세금을 걷어야 한다”는 로봇세를 주장하기도 했다.<sup>35</sup> 새로운 기술 보급으로 발생될 지도 모르는 문제점을 해결할 비용을 세금으로 걷자는 것이다.

소셜 로봇이 보급됨에 따라 증가하는 사회적 편익은 소셜 로봇 도입에 따른 비용에 의해 상당부분 상계될 우려도 있다. 그러나 따져보았을 때, 얻을 수 있는 긍정적인 효과가 비용을 넘어선다면 이러한 초기 비용은 감수해야 할 것으로 보인다.

#### 기술영향평가위원회 논의 중에서...



**위원1** “가격은 지금 기준으로 보면 안 된다. 10년 후 기준으로 봐야 한다. 생산량이 늘어날수록 가격은 내려가기 때문에 점점 부담이 줄어들 것이다.”

**위원2** “휴대폰은 매년 새로운 모델이 출시될 때마다 가격이 오른다. 매 출시마다 기능이 추가되어 아무리 대량생산이 되어도 높은 가격을 유지하고 있다. 이처럼 소셜 로봇도 고급형과 보급형으로 나뉘질 것이다.”

“사람들이 잘 쓰도록 하는 사회적 비용에 대해 국가가 걱정할 필요가 있는지 의문이다. 기술이 널리 보급되어 잘 활용되도록 하는 것은 기술을 만드는 이들의 역할이라 생각한다. 즉 노인용 로봇을 만들었는데 노인이 활용하기에 부담스러운 비용이 든다면 산업화 자체가 안 될 것이다. 국가가 ‘쉽게 사용하여 사회적 비용이 발생하지 않도록 개발하자’라고 R&D 단계에서부터 언급하는 것은 가능하지만, 산업화가 되었을 때 잘 사용하도록 국가가 지원하는 것은 지나치다고 생각한다.”

#### 이런 의견도 있어요

“지속적인 순찰이 필요한 지역에 소셜 로봇이 투입될 수도 있을 것입니다. 순찰을 하다 사건 사고가 발생하면 즉각적으로 신고하고 현장을 보존하여 향후 검·경찰 조사를 도울 수 있을 것으로 생각합니다. 이로써 범죄과학 수사 분야를 발전시킬 수 있지 않을까요.”

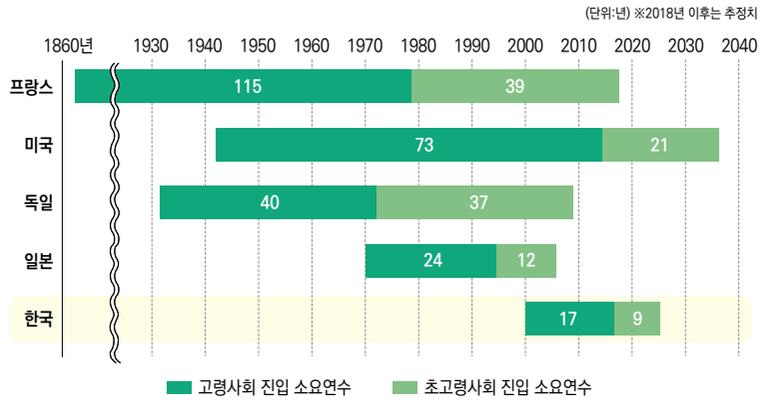
“소셜 로봇이 건강관리 및 의료서비스 중개 역할을 담당한다면 고령자 및 만성질환자 급증으로 인한 각종 문제(의료비 급증, 운전사고, 돌봄 등 사회적 비용발생)를 감소시켜 건강을 증진시키고 인류의 수명 연장에 기여할 것으로 보입니다.”

## 삶의 변화

### 소셜 로봇으로 인한 개인 삶의 변화

우리사회는 급격한 고령화와 저출산 문제 등을 겪고 있다. 이에 따라 개인적인 삶의 모습도 시시각각 변하는 중이다. 소셜 로봇의 보급은 이러한 사회와 개인의 변화에 영향을 주고받으며 도입될 것으로 보인다.

우리나라는 2018년 기준 65세 이상 노인의 비율이 전체 인구의 14.6%를 차지하는 고령사회에 진입하였다. 노인 인구가 전체 인구의 14% 이상을 차지하면 그 사회를 고령사회라고 부른다. 노령화 지수(14세 이하 유소년 인구 100명 당 노인 비율)는 111.9%로, 2017년 105.1%로 100을 넘어선 이래 급속도로 증가하는 중이다. 우리나라는 선진국과 비교할 때도 고령화 국가 진입 속도가 가장 빠른 편이다.



세계에서 가장 빠른 한국 고령화 속도.

(출처: 통계청)

1인 가구 증가세도 가파르다. 2017년 기준 평균가구원수는 2.5명이었고, 비중은 28.6%로 562만 가구에 이른다. 1인 가구는 2047년 무렵엔 37.3%(832만 가구)로 늘어날 전망이다. 1인 가구가 가장 주된 가구 형태가 된다는 의미다.<sup>36</sup>

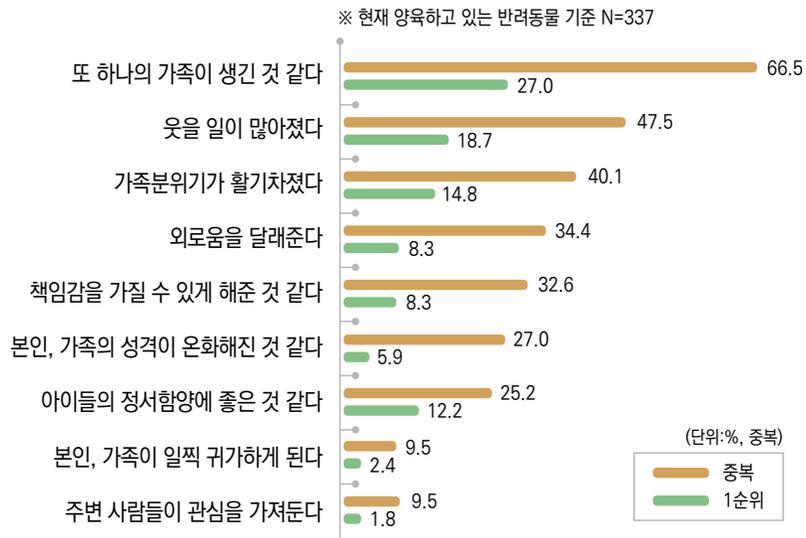
일하는 여성의 수도 늘어나고 있다. 2018년 기준 맞벌이 가구 수는 557만 5천 가구로, 배우자가 있는 가구 중 46.3%에 달했다. 이는 통계 작성 이후 최대치를 기록한 것이다.

이러한 인구 구조적 요인에 의한 사회 변화는 소셜 로봇에 대한 수요를 발생시킬 수 있다. 예를 들어 고령층에서는 건강관리 지원 소셜 로봇을 필요로 하는 이들이 점점 늘어날 것이다. 1인 가구의 증가는 반려용 소셜 로봇이나 상담·대화 중심의 커뮤니케이션 기능을 수행하는 로봇의 수요를 만들 것이다. 맞벌이 가구의 증가는 가사지원, 육아지원, 교육용 소셜 로봇의 개발을 촉진할 것으로 보인다.

미래에는 많은 소셜 로봇에 집사 로봇이나 홈 허브 로봇처럼 가사를 담당하는 기능이 추가될 것으로 보인다. 이러한 로봇들은 IoT 가전, 인터넷과 연동하여 각종 집안일을 종합적으로 관리할 것이다. 또한 육아를 돕는 돌봄 소셜 로봇도 나타날 것이다. 소셜 로봇들이 집안일과 육아를 담당하는 동안 개인은 취미 생활이나 더욱 창의적인 업무에 집중할 수 있을 것으로 기대된다. 특히 맞벌이 가구의 경우 가사 및 돌봄 노동의 부담에서 더욱 자유로워질 수 있을 것으로 보인다. 주부들도 가사를 전담하기 보다는 더욱 활발히 경제 활동에 참여할 것으로 기대된다.

최근 급격히 증가하고 있는 반려동물 산업에도 영향을 미칠 것으로 보인다. 최근 우리나라의 반려동물 보유가구 비율은 가파르게 증가하고 있다. 2012년 17.9%에서 2015년 21.8%, 2017년엔 28.1%까지 늘어났다.<sup>37</sup> 이에 따라 동물 보호에 관한 국민들의 의식이 향상되고 동물보호법 또한 갈수록 강화되고 있다. 이에 반려동물에 비하면 돌보는 수고나 관리 비용이 상대적으로 덜 필요할 것으로 보이는 반려 로봇의 효용성이 높아지리라 예상된다.

예를 들어 KB금융 경영연구소가 발표한 '2018 반려동물 보고서'에 따르면 1인 가구가 키우는 반려동물을 집에 혼자 두는 경우는 평균 6시간 50분으로 나타났다.<sup>38</sup> 이러한 상황에 대한 부담감 때문에 1인 가구 중에서는 고립감을 느끼면서도 반려동물을 키우는 것을 주저하는 이들도 많다. 소셜 로봇은 이러한 부담 없이 정서적 교감을 나눌 수 있는 존재로 각광받을 것으로 보인다. 현재도 일본에서는 강아지형 로봇 아이보나 물개형 로봇 파로 등 동물의 형상을 한 소셜 로봇이 인기를 끌고 있다. 소셜 로봇은 앞으로도 고령화와 저출산, 1인 가구 증가, 맞벌이 가구 증가 등의 사회변화로 인한 개인의 정서적 고립감을 덜어줄 것으로 기대된다.



만 19세 이상 성인남녀 1000 명을 대상으로 한 반려동물 설문조사.

(출처: 엠브레인 트렌드모니터, 2012)

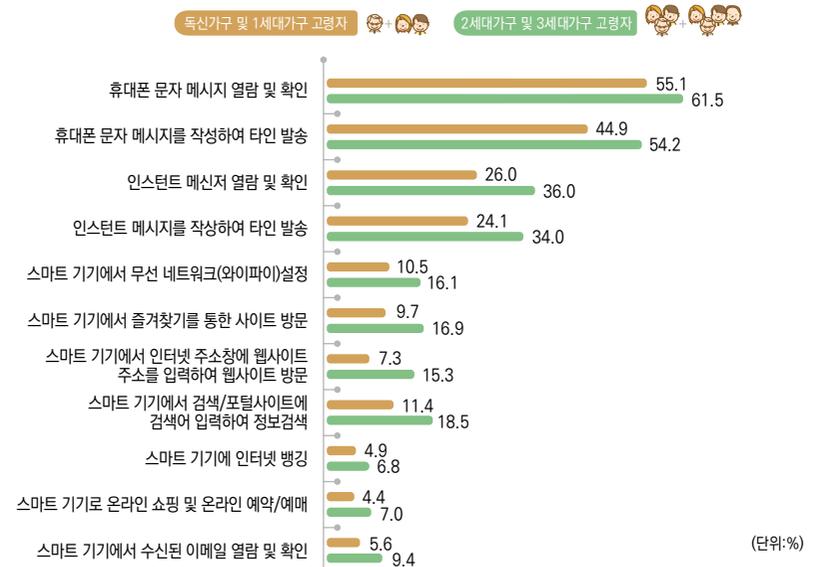
## 소셜 로봇이 가져올 사회 측면의 변화

다만 소셜 로봇이 제공하는 정서지원이나 돌봄 서비스의 품질이 인간이 제공하는 서비스 품질에 비해 낮을 경우 문제가 될 수 있다. 인간이 제공하는 서비스가 '고급'으로 간주되어 비용이 오히려 높아질 수도 있는 것이다. 그렇게 되면 높은 비용을 지불할 수 있는 사람만이 인간의 '고급' 서비스를 제공받고, 그렇지 못한 사람들은 로봇이 제공하는 품질 낮은 서비스만을 제공받게 될 것이다. 한마디로 서비스의 이원화가 일어나는 것이다.

또한 소셜 로봇 서비스의 가격이 충분히 저렴하지 않다면 돌봄을 필요로

하는 저소득층에게 실질적인 혜택이 가기가 어려울 지도 모른다.

사람들 사이의 끈끈한 정, 즉 사회적 연대감이 약화될 가능성도 있다. 기존에 정서적 유대 기능은 사회적 집단이 담당했다. 정서적 유대 기능을 소셜 로봇이 일부 감당한다면 사회적 집단에 대한 필요가 약화되어 개인화, 파편화가 심화될 수 있는 것이다. 현재에도 스마트폰이나 유튜브 등의 개인 미디어에 대한 의존성이 커질 수 있다는 지적이 있다. 바로 앞에 있는 사람과도 스마트폰 메신저로 대화를 나누는 사람들이 심심치 않게 눈에 띄는 현실인 것이다.



고령 독신 가구의 스마트 기기 활용도 조사.

(출처: 한국미디어패널조사, 2017)

소셜 로봇 기술이 아직 인간의 돌봄을 완벽히 대체하기에는 부족한데도 과도한 의존성이 생길 우려도 있다. 가령 영화 <로봇 앤 프랭크>에는 연로한 부모의 건강관리를 소셜 로봇에 전담시키는 아들이 나온다. 이처럼 가족의 돌봄을 소셜 로봇에게 전가하고 무관심해지는 현상이 나타날 가능성도 있다. 양육이 필요한 자녀들의 돌봄을 소셜 로봇에게만 맡기는 방임 현상이 나타나다면 사회적 논란이 될 수도 있다.

### 이런 의견도 있어요

“소셜 로봇에게 정서적으로 지나치게 의지할 경우, 로봇을 폐기해야 하거나 잃어버렸을 때 ‘펫로스증후군’처럼 큰 상실감을 느낄 수 있을 것입니다. 또한 소셜 로봇이 간단한 심부름부터 노약자가 환자를 돌보는 것처럼 힘든 일들을 대신해준다면 사람들은 점점 인체를 움직이거나 생각할 기회가 줄어들 것입니다. 따라서 신체 기능과 기억력, 사고력이 감소하는 부작용이 나타날 수도 있을 것 같습니다.”

“소셜 로봇과의 과도한 감정 공유로 인해 사랑의 감정을 느끼는 사람들도 나타나지 않을까요? 더 나아가 소셜 로봇과 결혼을 원하는 사람도 생길 수 있을 것 같습니다.”



영화 <로봇 앤 프랭크>의 한 장면.

(출처: ㈜마인스 엔터테인먼트)

## 3. 소셜 로봇 기술과 문화

### 엔터테인먼트 미디어의 변화

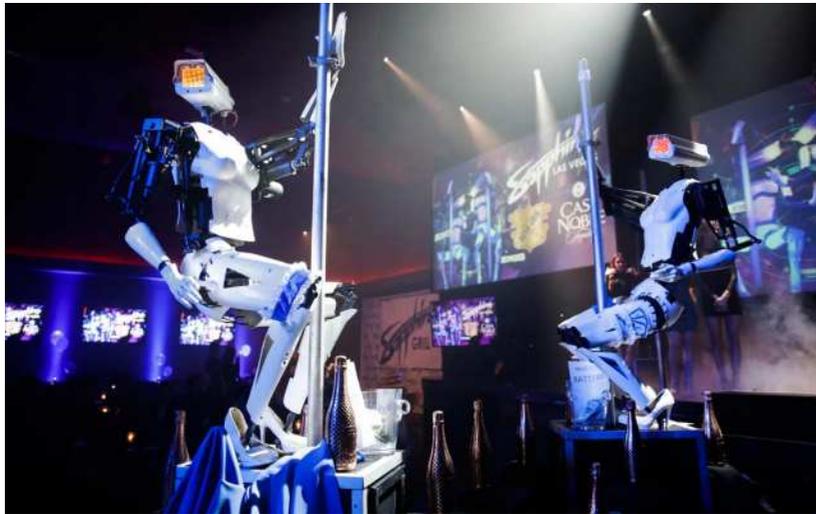
#### 양방향 상호작용이 가능한 콘텐츠 등장

엔터테인먼트 로봇은 서비스 로봇 중 가장 큰 시장으로 성장할 전망이다. 세계 엔터테인먼트 로봇 시장은 2017년 22억 달러에서 2025년 250억 달러로 10배 이상 성장할 것으로 예측된다.<sup>39</sup>

애완 로봇, 완구 로봇, 공연 로봇 등은 엔터테인먼트 로봇으로 불린다. 애완 로봇은 소니 아이보로 대표되는 동물형 로봇이다. 애완동물의 행동 특성과 정서반응을 모사해 사람들에게 즐거움을 제공한다. 완구 로봇은 의사소통을 통해 게임을 진행할 수 있을 뿐 아니라 사람, 환경, 게임 승부에 반응해 감정을 표현하는 로봇이다. 공연 로봇은 연극, 뮤지컬, 연주 등 각종 퍼포먼스를 수행하는 로봇이다.

기존의 엔터테인먼트 로봇은 사용자가 조종하거나 사전에 입력한 프로그램대로 동작하던 수준에 머물렀다. 그러나 소셜 로봇 기술이 발달하면 공연 진행 상태와 동료 연기자의 행동에 능동적으로 대응하고 관객과도 상호작용이 가능한 공연 로봇이 등장할 것으로 보인다. TV 프로그램이나 영화 속에 인공 배우로 출연할 수도 있는 것이다. 이를 통해 기존에는 볼 수 없었던 매우 새로운 문화 콘텐츠 또한 만들어질 것으로 예상된다. 인간으로서는 생각지도 못할 독창적인 콘텐츠를 생성하는 크리에이터 형태의 로봇도 등장할

수 있을 것이다. 소셜 로봇은 주제와 장르에 따라 특정 영역에서는 인간의 한계를 초월하는 작품을 만들어낼 수도 있을 것이다. 이러한 소셜 로봇의 창작활동은 음악, 미술, 영화 등 현 인류의 문화 전반에 걸쳐 높은 파급력을 갖게 될 것이다.



2018년 미국 라스 베이거스에서 열린 가전·IT 박람회 CES에서 이벤트로 열린 로봇 폴 댄싱 무대. 영국의 예술가 자일스 위커가 제작 및 연출했다.

(출처: 연합뉴스)

개인 맞춤형 엔터테인먼트 소셜 로봇을 ‘자신만의 아이돌’로 대하고 즐길 수 있는 시대가 올 수도 있다. 1인 가구 생활을 중심으로 한 사용자 경험 측면에서 소셜 로봇의 역할에 대한 연구 결과를 보면, 심층 인터뷰에 응한 모든 실험자가 자신에게만 특화되어 상호작용할 수 있는 소셜 로봇이 필요하다고 응답하였다.<sup>40</sup>

이러한 새로운 미디어와 콘텐츠의 등장은 인간 예술가들에게도 신선한 자극제가 될 수 있을 것이다. 일부 예술 영역에서는 인간 예술가들이 소셜 로봇과 협업을 통해 융합 작품을 만들 수도 있다. 이처럼 소셜 로봇이 새로운 창작 주체로 떠오름으로써 전반적인 예술 활동이 더욱 풍성하게 될 것으로 기대된다.

### 이런 의견도 있어요

“소셜 로봇에 의해 창작된 문화 콘텐츠는 소유권이 모호하여 향후 저작권과 지식재산권 등의 법률적 다툼의 소지가 있다고 봅니다.”

“소셜 로봇이 잘못된 판단을 내려 인간의 생물학적·정신적 취약함을 이용하거나 원초적 욕구를 자극하는 상업적 콘텐츠를 제작할 가능성도 있다고 생각합니다. 특히 소셜 로봇은 보편적인 인간이 가지는 윤리적 판단이나 죄의식에 대한 사고가 필요할 것 같습니다.”

## 맞춤 학습과 언어 교육에 탁월한 매체

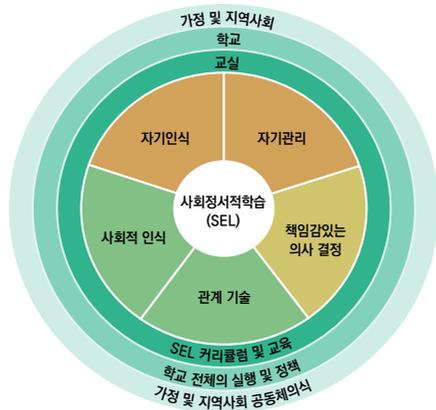
### 공감능력으로 미래 인재 교육 견인

에듀테크란 교육(Education)과 기술(Technology)이 결합된 말로 교육과정에 빅데이터, 인공지능(AI), 정보통신(IT) 등 최첨단 기술을 활용하는 것을 말한다. 최근에는 에듀테크가 트렌드가 되어 교육에서도 기술의 수용 및 활용에 대

한 의미있는 움직임이 나타나고 있다. 구글과 마이크로소프트 등 외국 유수의 기업 사례에서 보듯이 기술을 교실에서 활용하는 것은 향후 수년간 IT 기업들의 핵심 과업이 될 것이다.

미래 인재에 대한 교육은 앞으로 지식 중심에서 역량 중심으로 변화할 것으로 예측된다. 따라서 기존의 과목에서는 포함하고 있지 못한 정성적 지표들에 대한 교육과 평가가 교육의 중요한 화두가 될 것으로 보인다.

이와 같은 변화의 일환으로 2016년 3월 세계경제포럼(World Economic Forum)에서는 미래에 학생들에게 필요한 역량을 가르치기 위한 대안으로 사회정서적학습(SEL: Social Emotional Learning)을 제시한 바 있다.<sup>41</sup> 사회정서적학습이란 자신과 타인의 감정을 이해 및 관리하고, 다른 이들을 배려하고 공감하며 긍정적인 인간관계를 형성하는 기술을 배우는 것을 말한다. 소셜 로봇은 이러한 사회정서적학습 과정 설계에 효과적으로 활용될 수 있을 것으로 보인다.



사회정서적학습 체계.

(출처: <https://casel.org/what-is-sel/>)

보다 높은 수준의 맞춤형 교육을 제공하는 데에도 소셜 로봇이 활용될 수 있을 것이다. 소셜 로봇은 학습자의 학습상태뿐 아니라 감정적 상태까지 파악하고 분석할 수 있다. 이러한 데이터를 교육자들에게 제공하여 더욱 정교하고 학습자에게 효율적인 맞춤형 교육을 설계하고 만들 수 있을 것이다.

소셜 로봇은 특히 언어 교육에 있어 탁월한 효과를 거둘 수 있을 것으로 보인다. 말투나 억양, 성조 등을 이용하여 인간과 유사한 감정의 변화를 사용자에게 전달할 수 있기 때문이다.

또한 소셜 로봇을 활용하면 언어 학습에 있어 가장 중요한 요소인 자신감과 공감능력 등 현재의 언어 교육 솔루션이 미치지 못하는 부분까지 파악할 수 있을 것이다.

이를 통해 양방향 소통을 활용한 새로운 솔루션도 개발될 수 있다. 영어 교육의 경우를 예로 들자면 현재 영어 교육에서는 언어의 4대 영역(말하기, 읽기, 쓰기, 듣기) 중 말하기 영역의 솔루션과 서비스가 상대적으로 부족한 실정이다. 소셜 로봇은 말하기 영역의 언어 교육 서비스에 큰 발전을 가져올 것이다.

따라서 단순한 문자 언어와 소통 기술만으로 가르치던 기존 언어 교육의 수준을 한 단계 높일 수 있을 것이다. 상대방을 배려하고 공감하여 관계에까지 영향을 미치는 고차원적인 언어 교육을 할 수 있을 것으로 기대된다.

다만 각 기관 및 학교 등에 명확한 가이드라인 없이 소셜 로봇과 같은 신기술이 도입될 경우 문제가 생길 수도 있다. 로봇과 교사의 역할 경계가 모호해지거나 고가로 도입한 신기술을 제대로 활용할 수 없는 등 예산 낭비가 일어날 수 있다.



한글과컴퓨터가 만든 로봇 '토키'가 'CES(Consumer Electronics Show) 2020'에 전시되어 있다.

(출처: 연합뉴스)

### 기술영향평가위원회 논의 중에서...



“기존에 언어를 배울 때는 ‘낯선 곳에서 길을 물어볼 수 있느냐’와 같은 의사소통 가능성을 평가했다. 교육계에서는 앞으로는 단순한 의사소통이 아니라 공감하고 배려하는 커뮤니케이션을 할 수 있느냐가 중요해진다고 한다. 지금 시스피커 등은 이런 언어 교육을 할 수 없다. 시스피커는 감정이 없기 때문이다. 소셜 로봇은 가능할 것으로 기대하고 있다.”

“아주 어린 아이일수록 교육적으로 조심스럽게 접근해야 한다고 생각한다. 예를 들어 어린 시절 한 소셜 로봇과 아주 긴밀하게 상호작용을 거친 아이가 특정한 방향으로 성장했다고 가정해 보자. 그러한 성장 과정은 상당히 비가역적일 수 있다. 성인이라면 소셜 로봇에게 상당한 영향을 받아도 어느 순간 자각하고 되돌아갈 수도 있을 것이다.”

“교육에 있어서는 다양성의 문제도 고려해야 한다. 현재 수많은 교육자들이 피교육자들에게 다양한 생각을 가르치고 있다. 같은 교재를 사용해도 가르치는 내용은 사실 통일되지 않는다. 이러한 다양성이 중요하다고 생각한다. 문화적인 다양성은 생태계 유지를 위해서 굉장히 중요하다. 소셜 로봇이 그런 다양성을 감소시키지 않을까 경계해야 한다.”

### 이런 의견도 있어요

“어린이나 청소년에 대한 교육은 성공적인 삶의 태도 및 습관을 형성하는 것까지 포함합니다. 어린 학생일수록 그러한 태도나 습관을 말이나 글로 배우기보다 모범적인 모습을 직접 보여주고 그것을 모방하면서 배우게 됩니다. 소셜 로봇이 현실 속에서 쉽게 만날 수 없는 성공하는 삶을 위한 태도와 습관을 직접 보여줄 수 있다면, 어린이 및 청소년이 개별적 처지에 관계없이 소셜 로봇과의 상호작용을 통해 배워나갈 수 있을 것 같습니다.”

“실습을 통한 교육에도 소셜 로봇이 유용할 것 같습니다. 교육자와의 1:1 실습 교육이 필요한 경우, 소셜 로봇을 이용한 교육을 더욱 저렴하게 제공한다면 기회의 균등에도 기여할 것 같습니다.”

“소셜 로봇에 의해 교사직이 위협받을 경우 교사들은 소셜 로봇에 대해 적대적인 입장을 취할 수도 있을 것입니다. 이것이 자녀 세대의 로봇 및 과학기술에 대한 인식과 관점을 세우는 데 있어 비중립적이거나 부정적인 영향을 미칠 수도 있을 것입니다. 네오 러다이이트(Neo Luddite)와 같은 기술 거부주의가 일어날 수도 있지 않을까요?”

“교육할 때 교사의 권위는 상당한 역할을 한다고 생각합니다. 소셜 로봇은 인간 교사와 같은 권위를 가질 수가 없다고 생각하므로 로봇이 단독으로 학생들을 가르치기는 어려울 거라 생각합니다.”

## 소셜 로봇 기술에 대한 사회문화적 수용

### 동반자 소셜 로봇, 지나친 의존은 경계 필요

모든 가정에 소셜 로봇이 1대 이상 씩 보급된 상황을 상상해 보자. 소셜 로봇의 대중화는 스마트폰이 우리의 일상을 변화시킨 것과는 비교가 되지 않을 정도로 개인의 삶, 사회적 질서, 문화적 전통 등에 큰 영향을 줄 것이다.

기술 초기에 소셜 로봇은 인간에게 보조자로 다가올 것이다. 처음에 소셜 로봇은 개개인의 상황에 맞추어 어려운 일을 대신하거나 꼭 필요한 도움을 주는 보조자로서의 역할을 맡을 것으로 예측된다. 덕분에 사용자의 생활은 편리해지고 만족도도 높아질 것이다. 시간이 지나며 소셜 로봇에 대한 호감은 점점 높아져 마침내 동반자의 존재로 받아들여질 가능성이 크다.

소셜 로봇의 활용도가 커져 동반자처럼 언제 어디서나 함께 하게 된다면, 인간의 심리적 의존도가 커질 수도 있다. 이는 이른바 '에코 챔버 효과(echo chamber effect)\*'에 따라 증폭되고 악화될 수 있으므로 주의하여야 한다. 사용자가 소셜 로봇과의 관계에 몰두하느라 다른 사람과의 관계를 소홀하게 된다면 문제가 될 수 있다. 예를 들어 독신자나 독거노인, 돌봄을 받는 아동이 정서지원 로봇에게 지나친 감정을 가지고 의존하게 되는 것을 생각해 볼 수 있다. 로봇과의 잘못된 상호작용을 통해 인격 형성에 문제가 생길 가능성, 양육의 대부분이 부모보다 로봇에 의해 이루어질 때 생길 수 있는 미처 생각지 못한 부작용 등이 있는 것이다.

\* 에코 챔버 효과는 비슷한 의견을 가진 사람들끼리 교류하면서 특정 의견이 증폭되고 강화되는 현상이다.

자율성과 소통 및 공감 능력은 소셜 로봇의 특성이다. 그리고 인간은 기르고 있는 동물이나 친숙한 기계에게 의인화를 하는 경향이 강하다는 점에 주목해 볼 필요가 있다. 따라서 인간은 자칫하면 자신에게 공감해 주고 반응하는 소셜 로봇을 의인화하여 지나치게 의존할 가능성도 있다. 인간의 이런 심리적 특성을 고려하여 인간-로봇의 바람직한 관계 설정을 위한 연구, 사회적 논의 등을 지속적으로 해 나가야 할 것이다.

한편 사용자가 소셜 로봇을 일종의 감정적 노예와 같이 취급하게 되는 경우, 분노나 경멸과 같은 부정적 감정을 재생산하여 사회 전반에 부정적인 영향을 미칠 수 있다는 점도 주의해야 한다.

#### 기술영향평가위원회 논의 중에서...



“사람들이 다른 사람이 아닌 로봇에게 정서적 도움 등을 요구하며 지나치게 의존할 경우 문제가 생길 수 있다. 인간소외가 극대화되고 극단적인 개인화로 모든 사회적 소통을 거부하고 로봇과의 상호작용에만 몰두하는 사람들이 생길지도 모른다.”

**위원1** “우울증 심화, 혐오 논리 강화, 개인정보 유출 등의 문제를 고민했을 때 소셜 로봇의 행동 규범이 필요하지 않을까?”

**위원2** “소셜 로봇이 사람에게 악영향을 미칠 가능성이 있으며, 그것에 대한 책임 소재의 문제가 있다는 것이 사실이다. 그러나 이를 방지하려는 목적으로 인간이 로봇을 완벽하게 통제하는 순간 그것은 소셜 로봇이라고 볼 수 없으며 오히려 일반적 인 기계에 더 가까워진다. 즉 '자율성'은 소셜 로봇에게 필요한 능력이다. 문제가 발생하기 전에 완전히 막을 수 있는 방법은 없다. 작은 문제가 생길 때 그 문제를 적절하게 해결하는 방식으로 소셜 로봇이 진화하는 것이 바람직하다.”

“물개 모양의 ‘파로’라는 소셜 로봇이 있다. 그 로봇은 사람이 가는 데마다 시선으로 쫓는다. 그런데 사람은 자신을 쳐다보는 대상에 대해서는 애정을 느끼는 특징이 있다. 그래서 개 당 800만 원이라는 싸지 않은 가격에도 일본 노인들에게 많이 팔렸다. 심지어 유럽까지 진출했다. 이는 로봇에 적용된 기술이 대단해서가 아니고 인간의 욕구를 잘 포착해서 공략했기 때문에 그런 것이다. 때문에 소셜 로봇을 만들 때는 ‘어떤 기술을 적용할 것인가’보다 이 로봇을 어떻게 쓸 것인지에 대해 좀 더 고민해야 한다고 생각한다.”

“2014년 이코노미스트지(The Economist)는 특집호에서 로봇을 ‘미래로부터의 이민자(Immigrants from the future)’라고 표현했다. 소셜 로봇이 대중화된 시대에 우리가 로봇을 어떻게 받아들일까 하는 것은 현재 우리 사회에서 탈북자나 이민자들이 어떻게 받아들여지고 있는가를 생각해 보면 될 것 같다. 강한 거부도, 포용의 분위기도 나타날 수 있을 것이다.”

### 이런 의견도 있어요

“인간이 인간에게는 도의적으로 할 수 없는 행동을 소셜 로봇에게는 아무렇지도 않게 시킬 수도 있습니다. 이러다보면 장기적으로 인간성의 상실과 타락을 가져오게 되어 결국 사회 전반에 걸친 도덕적 해이와 윤리의식 부재가 나타날 수도 있을 것입니다.”

“소셜 로봇의 등장은 기존에는 존재하지 않았던 또 하나의 타자가 집단적으로 등장하는 것과 유사한 상황이라고 할 수 있습니다. 이것은 문화적 다양성 현상이 발생하는 타민족·타인종간의 혼합 상황과 유사할 것입니다. 외국인 노동자에 대한 문화적 수용 프레임을 이용하는 것은 소셜 로봇의 수용도를 높이는 데 있어 기여할 것이라고 기대됩니다.”

## 4. 소셜 로봇 기술과 윤리

### 소셜 데이터의 민감 정보 처리 문제

#### 빅데이터 산업 성장과 해킹에 대한 우려

소셜 로봇은 인공지능 기술을 기반으로 하고 인공지능은 빅데이터를 학습하며 작동하는 기술이다. 즉, 소셜 로봇 기술의 발달은 결국 데이터 관련 기술의 발전을 촉발시킬 것이다. 소셜 로봇과 인간 간의 상호작용이 늘어나면 엄청난 양의 데이터가 생산되고 그 종류 또한 크게 다양해질 것으로 보인다. 당연히 이를 처리하기 위한 빅데이터 산업이 발달할 수밖에 없는 것이다.

또한 소셜 로봇이 제공하는 개인화된 서비스의 질을 높이기 위해서는 사용자의 개인정보 수집이 필수적이다. 수집되는 개인정보에는 민감한 내용도 포함될 가능성이 크다. 많은 소셜 로봇이 사용자의 사적인 공간에서 함께 생활하며 정보를 얻을 것이기 때문이다.

다양한 유형의 데이터를 생산하고 수집하며 활용하는 소셜 로봇 기술의 발전은 데이터 산업의 발전을 가져올 것이다. 데이터를 이용한 업무 효율화 및 생산성 제고, 데이터 거래 활성화 등에도 영향을 미칠 것으로 보인다.

소셜 로봇이 사용자와 함께 생활하면서 만들어낼 새로운 유형의 데이터에 대해서는 그에 대한 보호와 활용이 새로운 법적 문제로 부각될 수 있다. 앞서도 언급하였듯이 이러한 데이터는 사용자의 사적인 대화, 감정 데이터 등 민감한 정보를 포함하고 있을 가능성이 크다. 따라서 사용자가 소셜 로봇

에 의해 수집된 자신의 개인정보를 삭제하거나 정정할 권리 등 정보주체로서의 권리가 보호될 수 있는 방안이 필요하다. 소셜 로봇을 이용할 때 수집된 개인정보가 외부의 서버나 클라우드로 이전할 경우에도 정보 주체로서의 권리를 행사할 수 있어야 한다.

기존에는 개인정보인지 아닌지의 여부를 식별 가능성에 따라 판단하고 있다. 하지만 이러한 기준은 모호할 뿐만 아니라 기술의 발전으로 개인을 식별할 수 있는 가능성이 점차 높아지고 있기 때문에 부적합하다는 의견이 많다. 수집된 빅데이터에 비식별 조치를 하더라도 여전히 개인정보에 해당할 가능성이 크다는 것이다. 따라서 이용자의 동의 없이 데이터를 활용한다면 개인정보보호법에 위반될 가능성이 적지 않다. 이는 소셜 로봇 개발 및 상용화에 커다란 걸림돌이 될 수 있다.

소셜 로봇 폐기 시에도 정보보안 문제가 발생한다. 소셜 로봇의 활용 특성상 특정 개인정보 등 민감 정보를 많이 저장하고 있을 가능성이 높기 때문이다. 때문에 소셜 로봇 폐기 시 개인의 민감한 정보가 함부로 유출되어 범죄 등에 악용되지 않도록 신경써야 한다.

피해를 막기 위해 폐기 과정이 어떤 방식으로 이루어지는 것이 바람직한지와, 폐기된 로봇의 일부 부품을 재활용할 때 고려해야 하는 문제 등에 대해서도 연구하고 제도를 마련해야 한다. 메모리형 RFID 칩 등 민감 정보를 포함한 전자장비의 폐기와 관련된 규정을 확장, 보완하는 것에 소셜 로봇에 대한 논의를 포함시키는 것도 가능할 것이다.

민감 정보를 클라우드 서버에 전송한 경우에도 서버 보안에 이상이 생긴다면 사용자가 피해를 입을 수 있다. 클라우드 서버에 대한 보안 기술도 함께 발달해야 하는 이유다.

정보 보안 문제 중 또 한 가지는 해킹에 관한 것이다. 해당 소셜 로봇이 어떤 서비스를 제공하는지에 따라 위협의 정도가 다르겠지만, 일부 상황에서는 해킹이 심각한 범죄로 연결될 가능성도 있다. 인간과 물리적 상호작용을 하는 소셜 로봇에 해킹 범죄가 일어나면 재산상 손실은 물론 신체에 대한 위해까지 일어날 수 있는 것이다.

하지만 소셜 로봇에 저장된 개인정보가 사회적, 제도적으로 수용 가능한 방식으로 활용할 수 있게 된다면, 관련 인문학, 사회과학 등 학술적 연구와 보다 나은 소셜 로봇을 만드는 산업 연구에 유용하게 활용될 수 있을 것이다.

이 때 정보 활용 과정은 소셜 로봇 사용자의 정보 자기결정권을 존중하는 방식으로 이루어져야 하며 기술적으로 가능한 방식과 규범적으로 바람직한 방식의 공통분모를 찾아 시행되어야 할 것이다.



2017년 영국 런던 과학박물관에서 열린 로봇 전시회에서 소셜 로봇 '로보데스피안 (Robothespian)'이 손을 들고 있다.

(출처: 연합뉴스)



“데이터를 개인정보와 동일시하는 측면이 있는데, 사실 데이터에는 개인정보뿐만 아니라 비개인정보 데이터도 있다. 그리고 배타적 지배권의 대상이 되는 데이터와 그렇지 않은 데이터, 일차적 데이터와 이차적 데이터 등으로 구분이 가능하다. 데이터 유형에 대해 주목을 하고 규범적으로 어떻게 이루어져야 하는지 세밀하게 다룰 필요가 있다.”

“지식재산권의 기본이념을 보면 ‘정보의 확산을 통한 혁신 조장’과 같은 동적 효율성에 관한 논의가 있다. 정보의 확산을 위해서는 오픈데이터가 되어야 한다. 인센티브 구현을 위해서는 정보를 만들어낸 사람에 대한 독점적인 권리를 인정해 줄 필요도 있다. 이 두 가지를 조화시킨 예가 특허권이다. 일정 기간 독점권을 보장을 해 주고 그 기간이 지나면 공공재산으로 하는 방식이다. 데이터도 비슷한 속성이 있는 것 같다. 다만 ‘데이터소유권을 인정한다.’는 말이 사회적 수준에서는 애매할 수 있다.”

“데이터의 개방이라고 하는 것이 사실은 두 가지 의미가 있다. 데이터를 유통시켜서 좀 더 많은 사람들이 활용을 하자는 측면도 있고, 다른 측면은 누군가 데이터를 독점해서 이익을 얻는 것은 바람직하지 못하다는 것이다. 그런데 사실 데이터를 유통시키기 위한 좋은 방법이 데이터에 권리를 주는 거다. 그러면 자기 데이터를 시장에 가져와서 보상을 받고 시장에 팔 수 있다.”

**위원1** “소셜 로봇 말고도 개인정보 저장 매체가 많다. 예를 들어 외장하드나 휴대폰도 개인정보를 보유하지만 폐기에 대한 법률은 전혀 없다. 그런데 소셜 로봇만 개인정보 유출을 막기 위해 폐기에 대한 법률을 만들어야 한다는 건가?”

**위원2** “외장하드 또한 소유자가 누구인지 추적할 수 있지만 소유자가 저장한 내용만 들어가 있다. 하지만 소셜 로봇에 저장되는 것은 로봇과 사용자가 나눈 대화다. 훨씬 은밀하고 민감하다. 개인적인 생각으로는 RFID가 외장하드와 소셜 로봇의 중간 정도의 민감도를 갖는다고 본다. 외장하드처럼 완전히 객체화시킬 수 있는 것도

아니고 상황 정보를 가지고 있기 때문이다. 예를 들어 RFID는 그것이 들어 있는 물건들이 어느 장소에 있었고, 어떻게 옮겨졌는지를 알 수 있어서 추적하면 교통카드처럼 소유자의 동선을 알 수 있다. 그래서 RFID 장비에 대해서는 일반폐기물보다 좀 더 민감하게 대응해야 한다고 말한다. 소셜 로봇은 그것보다 더 엄격해야 해야 한다. 현재 있는 RFID 장비에 대한 것을 좀 더 보완하는 방식으로 규정이 만들어져야 될 것 같다.”

**위원3** “소셜 로봇의 데이터는 로봇에 남아 있거나 클라우드에 올라간다. 저장 용량 때문에 로봇 내에는 인식하는 데 필요한 적은 데이터만 가지고 있다. 클라우드 쪽에 있는 데이터가 완벽하게 비식별화 해서 보낸 것이라면 문제가 없다.”

**위원4** “데이터의 비식별화가 완벽해도 다른 정보와 대조하다보면 식별할 수 있다. 소셜 로봇 데이터도 메디컬 데이터 등 다른 여러 가지 종류의 데이터베이스를 합치면 식별할 수 있을 것이다. 실제로 미국에서는 세 개나 네 개의 데이터베이스를 합치면 식별화 가능성을 3명 중의 1명, 2명 중의 1명으로 압축할 수 있다는 논문이 있다. 그 데이터에 어느 주에 사는지만 넣으면 바로 한 명으로 바로 압축되는 거다. 만약 권력 집단이 데이터베이스를 전부 다 통합하면 비식별화는 무력해질 것이다. 그런 가능성도 있다고 생각한다.”

### 이런 의견도 있어요

“공공장소에서 사용되는 소셜 로봇의 경우, 수집된 데이터 분석을 통해 각종 사고와 범죄의 조기 예방에 기여할 수 있을 것입니다. 예를 들어 얼굴 인식 기술 등을 이용하여 범죄자 및 용의자를 식별하거나 수상한 자의 이상 행동 감지, 흉기로 추정되는 물체 인식 기술을 이용하여 범죄를 예방할 수도 있을 것입니다. 개인 주거 공간에서 사용되는 소셜 로봇의 경우 사용자가 위급 상황 발생 시 비상 연락망 연락 등을 통해 빠르게 대처할 수 있을 것 같습니다.”

“소셜 로봇이 해킹된다면, 유출된 개인정보를 이용해 협박 범죄가 일어나거나 추적, 전화, 이메일, 문자 등을 통한 괴롭힘 등 기존의 스토킹이 심화될 수 있을 것 같습니다. 소셜 로봇을 이용한 새로운 형태의 스토킹도 나타날 수 있을 것 같습니다. 소셜 로봇을 이용한 몰래 카메라 범죄도 등장할지 모릅니다. 해킹으로 의료 정보가 유출된다면 이를 이용한 보험사기 등의 범죄가 일어날 수도 있을 것입니다.”



지난 2019년 3월 27일 서울 강남구 코엑스에서 열린 '코드게이트 2019' 행사. 이 행사에서 해킹 방어대회와 보안콘퍼런스 등이 열렸다.

(출처: 연합뉴스)

## 소셜 로봇 시대를 위한 법률 정비

### 소셜 로봇에 대한 법인격 부여 문제

인공지능 기술은 자율성, 합리성, 유사성이라는 특징을 지닌다. 자율성이란 인간의 개입 없이도 과업을 수행할 수 있다는 것을 의미하고, 합리성이란 특정 영역에서 과업을 효과적으로 수행할 수 있다는 것을 말한다. 유사성이란 특정한 상황에서 인간과 유사하게 여겨진다는 것을 뜻한다. 유사성이란 특정한 상황에서 인간과 유사하게 여겨진다는 것을 의미한다.

특히 최근엔 로봇의 의식에 대한 연구 결과가 증가하고 있으며, 자의식이 있는 것처럼 행동하는 로봇이 출현할 가능성이 있다는 주장이 대두되고 있다. 또한 인공지능의 발전으로 로봇의 자율성의 한계에 대한 예측이 불가능해지는 상황이다. 즉, 앞으로 소셜 로봇이 얼마나 인간과 유사한 정도로, 의식이 있는 듯 자율적이고 합리적으로 행동할지는 알기 어렵다는 말이다.

소셜 로봇은 점점 발전하여 인간에 대한 보조자의 관계를 넘어 동반자로서 받아들여질 가능성이 있다. 이에 따라 '물건'이 아니라 다른 지위를 가진 주체로서 진지하게 고려해야 할 시점이 올 지도 모른다. 예를 들어 로봇에게 법인격\*이나 혹은 사람에 준하는 새로운 지위 등을 부여할 수도 있다.

고도로 발달된 인공지능을 활용하게 되어 소셜 로봇이 상황에 따라 스스로 판단하고 행동하며 자율성이 높은 소셜 로봇들이 널리 이용된다고 해보자. 이 때 등장할 수 있는 것이 로봇에 대한 법인격 부여 문제다. 이 문제는

\* 법인격은 권리와 의무의 주체가 될 수 있는 자격을 말한다.

인간과 소셜 로봇 간에 관계를 어떻게 설정할 것인가와도 관련이 있다.

이미 2017년 유럽 의회에서는 AI로봇에게 ‘전자 인간(electronic personhood)’이라는 법적 지위를 부여하는 결의안이 통과되었다.<sup>42</sup> 독일에서도 인공지능 로봇에 의해 문제가 발생했을 때 로봇 형벌 도입을 위해 협의를 진행 중이라고 알려져 있다.<sup>43</sup> 우리나라에서도 2017년 7월 로봇에 대해 특정 권리는 물론 의무를 진 전자적 인격체의 지위를 부여토록 하자는 ‘로봇 기본법 제정안’이 발의되었으나 아직 산업통상자원중소벤처기업위원회 심의를 통과하지 못하고 있다.<sup>44</sup>

**국내외 AI 로봇 윤리현장 제정 움직임**

구분	자료	주요내용
EU	EU로봇법 권고안	로봇법 프로젝트 추진, 2017년 2월 로봇규제 권고안 의결
미국	백악관 보고서	보안, 프라이버시, 안전을 윤리규정에 포함하도록 권고
	아실로마 AI 원칙	2017년 1월 아실로마 AI 컨퍼런스, 23개 원칙 제시
일본	AI R&D 가이드라인	인간의 존엄성·익명성 보장, 안전성 등의 기본원칙 제시
국내	로봇윤리현장초안	로봇윤리현장 초안을 발표했으나, 미제정
	NIA 인공지능 윤리이슈 보고서	2017년 3월 한국정보화진흥원, 인공지능윤리이슈 6가지 발표

(출처: 머니투데이)

이러한 움직임을 계기로 인공지능 내지 인공지능 로봇에게 법인격을 부여 하자는 주장과 이에 반대하는 주장이 대립하고 있다. 인공지능의 자율성으로 인하여 민법, 형법, 행정법, 지식재산권법 등 여러 법 영역에서 책임 소재에 대한 의문이 제기되었고, 그에 대한 해결방안으로 인공지능에 법인격을

인정하는 방안들이 제시된 것이다. 최근에는 이른바 강인공지능\*이 아닌 약 인공지능 단계에서도 법인격을 인정할 수 있고, 또한 그럴 필요가 있다는 주장도 나왔다.

소셜 로봇에 법인격을 부여한다면 민형사상 문제가 일어났을 때 권리의 무·책임의 내용과 범위를 정함으로써 정교한 해결에 유리할 수 있다는 의견도 있다. 또한 소셜 로봇에게 물건 이상의 일정한 지위를 부여한다면, 이를 통해 소셜 로봇을 확대하는 일도 어느 정도 막을 수 있을 것이다.

다만 법인격 부여를 인격화와 동일시한다면 부작용이 일어날 수 있으니 경계해야 할 것이다. 소셜 로봇은 인간과 가깝게 지내는 만큼 지나친 애착 형성 등의 문제가 일어나기 쉽기 때문이다.



보스턴 다이내믹스의 네발 로봇 스팟(Spot). 균형감각 테스트를 위해 스팟을 발로 차는 영상이 공개되자 동물과 유사한 형태의 로봇을 확대하는 것에 대한 윤리적 논란이 일었다.

(출처: 연합뉴스)

\* 강인공지능(범용인공지능)은 인간과 같은 지능을 가진 컴퓨터로, 인간의 지성 전체나 그것에 맞먹는 수준의 지능을 구현한 것이다. 따라서 강인공지능은 인간이 할 수 있는 일은 거의 다 할 수 있다. 뇌과학을 포함한 다양한 분야에서 연구가 이루어지고 있다. 이론적으로 강한 인공지능에는 두 가지가 있다. 특정한 조건 하에서만 적용할 수 있는 약인공지능과 달리 모든 상황에 일반적으로 두루 적용할 수 있는 인공 일반 지능과 자의식을 가진 인공지능인 인공 의식(Artificial consciousness)이다. 다른 말로 자아를 지닌 인공지능이라고 표현할 수 있다. 명령받지 않은 일도 스스로 필요하다고 생각하면 할 수 있고 명령 받은 일을 거부할 수도 있다. (출처: 사이언스올www.scienceall.com)

한편 소셜 로봇에 대한 법인격 부여는 요건에 맞지 않다는 의견도 있다. 법인격 부여에는 인간적 속성, 사회적 현실, 법적 편의성 등의 요건이 필요하다. 예를 들어 법인의 경우, 비록 인간적인 속성은 없지만 거래 관계에서 법인을 인격체로 다루는 사회적 현실이 존재하고, 법인 제도의 법적 편의성이 있기 때문에 법인격이 인정되는 것이다. 그러나 현재까지의 소셜 로봇은 위의 세 가지 법인격 인정 원칙 중 아무것도 만족하지 못한다는 것이다. 즉, 지금까지의 기술은 인간의 구체적 개입 없이 작동한다는 점에서 자율성이 있고, 주어진 과업을 잘 수행한다는 점에서는 합리성이 있지만, 이것은 사람의 자유의지와 합리적인 이성과는 맥락과 성질이 전혀 다른 것이다. 또한 인공 에이전트에 대한 계약법적 문제는 기존의 법원칙 하에서 해결할 수 있으므로 소셜 로봇에게 법인격을 부여한다고 해서 법률적으로 크게 편리해진다고 볼 수도 없다는 주장이다.

## 소셜 로봇 사고에 대한 책임 소재

소셜 로봇과 관련된 법적 문제 중 하나는 로봇으로 인해 피해가 생겼을 때 누구에게 법적 책임을 물을 것인지에 대한 것이다. 소셜 로봇은 인간과 가까이서 상호작용을 하기 때문에 안전사고가 일어날 수도 있다. 소셜 로봇으로 인해 사용자나 주위 사람이 신체나 재산상의 피해를 입을 수 있는 것이다. 자율주행자동차나 자동화 로봇에 의해서 사고가 일어날 때와는 어떻게 다를까? 사람이 소셜 로봇에 의해 신체나 재산을 침해당한다면 이에 대한 법적 책임은 누가 져야 할까? 로봇을 만든 제조사인가? 아니면 사용자인가?

소셜 로봇 기술의 주요 요소인 인공지능 기술은 인간의 구체적 개입 없이 동작한다는 의미에서 자율성을 지닌다. 이러한 자율성 때문에 문제가 생길 수 있다. 피해가 발생할 경우 책임 소재가 분명치 않아 책임 회피가 일어날 수 있는 것이다.

소셜 로봇에 의해 일어난 피해의 책임을 묻기 위해서는 알고리즘에 대한 투명성(transparent)의 원칙이 보장되어야 한다. 다만 이를 위한 수단은 기술적·경제적 요소를 고려하여 합리적 범위 내여야 한다. 영업의 비밀과 자유 등의 다른 법적 이익과도 상충되지 않도록 고려해야 한다.

투명성 원칙에 의해 밝혀진 사실에 따라 재산상·신체상 손해가 발생하는데 따른 책임성(accountability) 원칙이 수행되어야 하고, 이는 답책성(answerability)을 넘어 법적 의미의 책무성(liability)까지 인정되어야 한다. 이외에도 소셜 로봇 안전 규제 등 다양한 법률을 정비할 필요도 있어 보인다.

## 우리나라의 로봇 관련 법제 현황

지능형 로봇의 개발, 보급 촉진, 기반 조성 등을 통한 로봇 산업의 지속적인 발전을 위하여 '지능형 로봇 개발 및 보급 촉진법'이 2008년 제정되어 시행 중이다. 이는 지능형 로봇 개발 및 보급을 활성화하여 로봇 산업이 발전하도록 하기 위한 것으로 주로 로봇 산업 진흥을 위한 내용을 담고 있다.

주요 사항	조항
'지능형 로봇', '지능형 로봇 현장' 등 법상 필요한 주요 개념을 정의함	제2조
지능형 로봇의 개발 및 보급을 위한 기본계획 수립	제5조
지능형 로봇의 개발 및 보급 정책협의를 위해 로봇산업정책현의회를 설치	제5조의2
지능형 로봇산업의 분류체계를 확보하고 그에 따른 산업통계를 작성함	제7조
지능형 로봇 개발자·제조자 및 사용자가 지켜야 할 윤리 등을 포함한 지능형 로봇윤리현장을 제정·공표할 수 있음	제18조
지능형 로봇투자회사 설립, 투자대상사업, 존립기간, 감독·검사 등	제20조~제29조
로봇랜드 조성에 관한 사항을 규정	제30조~제40조
한국로봇산업진흥원의 설치 및 운영, 지능형로봇전문연구원의 지정 등	제41조~제42조

(출처: 로봇기본법(안)의 발의에 따른 소비자 이슈, 한국소비자원, 2017)

### 기술영향평가위원회 논의 중에서...



“모든 문제가 일어날 때마다 법률을 지정해서 해결해야 된다는 생각은 지나친 정부 후견주의나 관료주의를 만들어낼 수가 있다. 실제로 법률적 해결책이 필요한 경우도 자율적 해결책이나 자율기구의 조정을 통해서 해결하는 게 더 효과적일 수 있는데 문제만 생기면 법률을 만든다는 게 좋을 지에 대해서는 의문이다.”

“무리해서 게임을 하던 이들이 사망하는 사고가 잇따르면서 2013년에 게임을 도박이나 마약처럼 중독성 강한 것으로 규정하자는 움직임이 생겼다. 이는 당시 게임 산업에 매우 큰 악영향을 끼쳤다. 그 때문에 게임 산업이 중국에 따라잡혔다고 생각한다. 때문에 법률 제정을 이야기할 때는 조심스럽게 다룰 필요가 있다고 생각한다.”

“유럽의 ‘로봇윤리헌장’은 사실 ‘아이언맨’에 나오는 ‘자비스’ 같이 높은 수준의 AI 로봇들에게 인권을 주느냐 마느냐하는 내용이 아니다. 가까운 미래에 등장할 소셜 로봇은 아직 낮은 수준의 자율성을 가졌을 것이다. 당연히 소유권도 주장할 수 있고 감정도 없을 것이다. 그러나 그런 로봇에게라도 사용자가 잔인한 행위를 하면, 로봇은 괜찮겠지만 그 것을 본 다른 사람들이 영향을 받을 수 있다. 그런 행위를 모방해서 사람과의 관계에도 적용할 수 있다. 따라서 로봇헌장은 우리가 로봇을 어떻게 대하느냐를 규정하는 것일 뿐이다. 아주 높은 수준이 아닌 로봇에 대해서도 그것과의 상호작용이 인간에게 끼칠 영향을 면밀하게 검토해서 태도를 정해야 한다는 것이다.”

### 이런 의견도 있어요

“소셜 로봇의 상용화로 인해 새롭게 제기되는 법률관계를 조정하기 위해 로봇법뿐 아니라, 소셜 로봇에게 윤리를 가르치는 로봇심리학이 등장하고, 로봇심리학자, 로봇법률학자 등의 새로운 직업이 등장할 것입니다.”

## 소셜 로봇과 인문학적 문제

### 인간 고유성에 대한 고찰을 촉구하는 로봇 기술

인공지능 알파고와 대결을 벌였던 전 프로기사 이세돌 9단은 은퇴 대국으로도 국산 인공지능 프로그램과의 대결을 선택했다. 국산 인공지능 한돌과 이세돌 9단의 대국은 한돌의 2대1 승. 바둑은 물론, 체스나 퀴즈쇼 등 일부 인지 과제에서는 인공지능이 인간을 앞서고 있다는 것을 다시 한 번 확인시켜주는 결과였다.

인공지능 기술의 급속한 발전은 아이러니하게도 인간 고유성에 대하여 새롭게 고찰하자는 움직임 또한 끌어내었다. 소셜 로봇 기술의 발전 또한 인간 고유의 가치를 탐구하는 움직임을 더욱 심화시킬 것으로 보인다. 소셜 로봇은 인간 고유의 능력이라고 생각되었던 감정 교류나 사회적 의사소통능력 등을 모방하고 구현하는 기술이기 때문이다.

인간을 노동 시장에서의 상품이나 주어진 과제를 효과적으로 해결하는 문제 해결자, 그리고 상품과 서비스의 구매자로만 보는 신자유주의적 자본주의 문화가 팽배한 시대다. 그런 상황에서 인간의 사회적 능력을 모방하는 소셜 로봇의 등장은 '인간이란 도대체 무엇인가'를 고민하게 만든다는 점에서 그 자체로는 긍정적이라고 볼 수 있다.

인간 가치에 대한 고찰은 소셜 로봇을 어떻게 프로그래밍할 것인가에도 영향을 미칠 것이다. 인간에 대한 충분한 인문적 가치에 대한 고려 없이 소셜 로봇을 프로그래밍할 경우 사회적 '편견'이나 잘못된 '전형(prototype)'을 규범적으로 제시할 수 있다. 그렇게 되면 편견으로 인해 기존에 형성되어 있던

사회적 문제를 더욱 심화시킬 수 있는 것이다.

이를 방지하기 위해서는 소셜 로봇 제작사가 자신들이 활용하는 훈련 데이터(training data)에 사회적인 편견이나 불합리한 전형화가 포함되지 않도록 주의를 기울여야 한다.

인공지능과 결합한 소셜 로봇이 이용자의 편향된 생각을 일방적으로 학습할 경우 편향성을 더욱 강화하는 방향으로 적응할 수 있다는 지적도 있다. 이러한 우려는 많은 사람이 공동으로 사용하는 소셜 로봇의 경우에도 문제가 된다. 다수의 사람으로부터 수집한 데이터가 편향되어 있다면 사회의 주류적 성향이나 선호를 지나치게 반영하여 서비스 또한 한쪽으로 치우칠 수 있는 것이다.



2018년 5월 독일 다름슈타트 회의 참가자가 일본에서 만들어진 휴머노이드 로봇 '엘레노이드'와 함께 셀프카메라를 촬영하고 있다.

(출처: 연합뉴스)

## 기술영향평가위원회 논의 중에서...



“인공지능이 제기하는 실존적 위험에 대해 이야기하는 사람들은 위험을 제거하기 위해서는 ‘인공지능이 인간의 가치를 학습하게 해야 한다’고 말한다. 마찬가지로 소셜 로봇의 부정적인 기능들을 막으려면 ‘로봇이 인간적 가치를 존중하도록 학습시켜야 된다’고 말한다. 그러나 ‘인간의 가치’란 무엇인가? 사람들은 그것에 대해 정확한 합의점을 가지고 있지 않다. 인권에 대해서조차 나라마다 문화마다 다른 정의를 가지고 있다. 물론 많은 이들이 동의하는 핵심가치들이 있지만 상당히 차별성이 있는 방식으로 구현이 되고 있다. 소셜 로봇에 대해서도 그런 관점이 필요할 것이다. 로봇에 고정된 가치를 주입하는 것보다 여러 가지 가능성을 열어두고 ‘왜 꼭 그렇게 생각해? 이렇게 생각해볼 수 있는데.’하는 담론식으로 나가야 할 것 같다.”

“시유리나 로봇유리는 사실 두 가지 측면이 있다. 인간이 시나 로봇을 대할 때 적절한 방법은 무엇인가를 생각하는 윤리가 있을 것이고, 시나 로봇을 일종의 에이전트나 행위자로 볼 때 시나 로봇이 어떻게 행위하도록 설계하고 제조할 것인가 하는 그 윤리가 있을 것이다. 이 두 가지를 동시에 다루어야 하는데, 최근에 논의되는 로봇에 대한 윤리지침이나 현장에는 둘 중 어느 한 쪽을 빼고 한 가지 측면만 언급하는 것 같다.”

## 이런 의견도 있어요

“2013~2014년 미국 플로리다 주는 약 18,000 명의 범죄자를 중심으로 향후 2년 동안 재발 가능성을 범죄 예측 알고리즘으로 분석했습니다. 그 결과 흑인의 재범 가능성이 백인보다 45% 높다고 분석했는데 이는 ‘거짓’이었습니다. 동일 기간 동안 실제로는 백인의 재범 비율이 더 높았음에도 인간이 가진 인종차별의 편견이 컴퓨터 알고리즘에 영향을 미친 사례였습니다. 이와 같은 편견의 오류가 소셜 로봇에도 일어나 판단과 행동에 영향을 미칠 수 있다고 생각합니다.”

“성인 자녀가 노인이 된 부모와 함께 사는 것이 ‘효도’로 인식되는 상황에서 가족간 갈등이 종종 초래됩니다. 노인을 돌보는 소셜 로봇이 노인 단독가구에 보급된다면, 성인 자녀와의 무리한 동거로 인한 가족 내 갈등이 감소할 수 있을 것으로 보입니다.”

“만약 소셜 로봇이 지능과 감성 측면에서 인간 수준에 이르게 되고 외모까지 유사해 진다면, 체력적으로 지치지 않고 감정 기복이 거의 없는 소셜 로봇이 인간보다 더 월등한 존재라는 인식이 확산될 수 있을 것입니다. 그렇다면 ‘로봇만도 못한 사람’, ‘로봇만도 못한 부모’와 같이 로봇보다 인간성이 부족한 인간에 대한 비난 여론도 일어날 수 있을 것 같습니다.”

## 5. 소셜 로봇 기술과 환경

### 소셜 로봇 폐기물의 처리

#### 환경을 생각하는 폐기 과정 필요

모든 기계류들과 마찬가지로, 소셜 로봇도 사용 기한이 다하면 폐기해야 한다. 가정마다 소셜 로봇이 보급되면 새로운 유형의 폐기물이 발생하게 될 것이다. 이는 모터, 전자장치, 컴퓨팅 보드, 케이스(플라스틱/금속) 등이 모두 포함되므로 일종의 폐가전제품처럼 취급될 가능성이 높다.

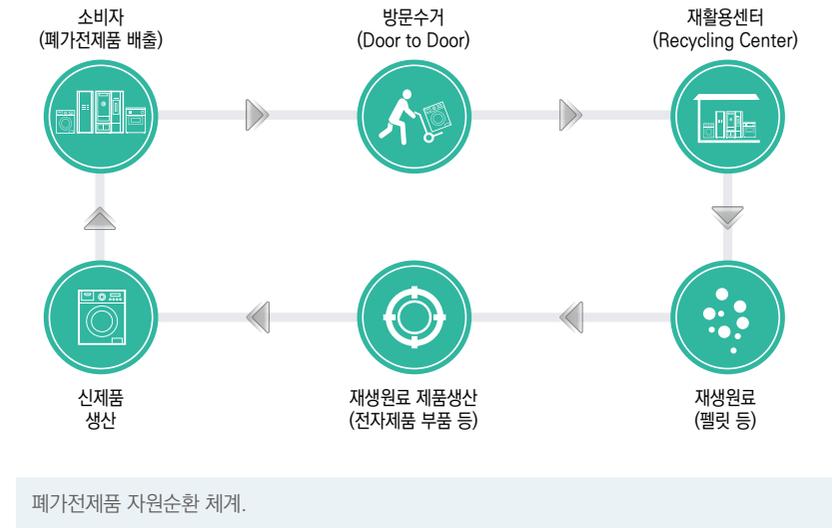
기존 폐가전 제품의 재활용은 매립과 소각으로 인한 환경오염을 방지하고, 자원의 창출과 고용을 창출 하는 등의 경제적 편익을 제공하기 때문에 국제적으로 빠르게 정착되었다.

국내에서도 1986년 제정된 ‘폐기물관리법’과 1992년 제정된 ‘자원의 절약과 재활용 촉진에 관한 법률’ 등을 통하여 폐기물 분리수거와 재활용 시설 및 기술기반 구축이 활발히 진행되고 있다.

소셜 로봇은 일반 가전제품보다 교체 주기가 짧을 것으로 보고 있다. 기술의 발전에 따라 새로운 기능이 추가되는 등 업그레이드되는 주기가 빠를 것으로 예상되기 때문이다. 한 예로 소셜 로봇 페퍼는 임대 시 3년 후 새로운 로봇으로 교체해 준다. 즉, 이 로봇의 수명은 3년인 것이다. 결국 소셜 로봇 폐기물 처리는 새로운 문제로 대두될 가능성이 있다.

폐기된 소셜 로봇은 중고품으로 재이용 하거나, 재이용이 불가능한 것은 친환경적 처리를 통해 부품 등을 재활용할 수 있을 것이다. 이를 통한 로봇 중고시장, 재활용 시장, 페로봇 처리 시장의 활성화도 기대된다.

그러나 충분한 페로봇 수거 및 재활용 방안이 마련되지 않는다면 소셜 로봇 폐기물로 인한 환경오염이 일어나고 이를 처리하기 위해 많은 비용이 들지도 모른다. 기존의 폐가전제품 자원순환 체계<sup>45</sup>를 참고하여 재활용에 힘쓰고, 친환경적으로 처리하도록 애써야 한다.



(출처: 환경부, 2014)

## 소셜 로봇 기술에 대한 정책 제언

얼마 전 세계는 신종 코로나바이러스\* 공포에 휩싸였다. 바이러스 확산을 막기 위해 밤낮으로 의료진들의 사투가 벌어지는 가운데, 의료용 로봇이 한 역할을 담당했다. 광동성 인민병원에는 코로나바이러스감염증 환자를 돌보는 로봇 '핑핑'과 '안안'이 투입되었다.<sup>46</sup> '핑핑'과 '안안'은 신종 코로나바이러스 감염 환자의 침대 시트와 의료기구를 나르고 환자에게 약을 전달하며 병실 안 상황을 영상으로 의료진들에게 전달하는 역할을 했다. 환자와 의료진의 접촉을 줄여 감염을 막고자 투입된 것이다. 우리나라에서도 신종 코로나바이러스 확진자 진료 병원인 명지병원에 의료용 로봇이 투입되었다.<sup>47</sup> 명지병원의 로봇은 의료진 대신 확진자의 1차선별 검사를 하고 있다.

앞에 예로 든 의료 로봇들은 소셜 로봇이 아니다. 그러나 로봇과 함께 일하고 살아가는 삶이 얼마나 가까이 다가왔는지를 보여주는 좋은 예라고 할 수 있다.

\* WHO(세계보건기구)가 발표한 공식 명칭은 'COVID-19'다.



신종 코로나바이러스로 고려대학교 병원에 등장한 손 소독제 로봇.

(출처: 연합뉴스)

미래의 로봇은 어쩌면 대부분 소셜 로봇일 지도 모른다. 인간이 로봇을 처음 상상할 때부터 로봇은 인간과 비슷한 존재로 묘사되었으며 애니메이션에서, 영화에서, 소설에서 끊임없이 창조되어 온 대부분의 로봇은 인간과 교감하고 소통하는 친구였기 때문이다. 소셜 로봇은 인간이 꿈꾸는 바로 그 로봇이다.

하지만 꿈이 너무 거창했던 것일까? 미국의 엔터테인먼트용 소셜 로봇 '코즈모(Cozmo)'와 '벡터(Vector)'를 생산하던 안키(Anki)가 파산했고, 최초의 소셜 로봇으로 불리며 화제가 되었던 '지보(Jibo)'는 시장에서 철수했다. 하지만 그와 동시에 또 다른 로봇, 더 나은 로봇들도 끊임없이 나타났다. 2020년 1월 미국 라스베이거스에서 열린 CES에서 애완용·교육용 등 다양한 소셜 로봇들을 선보였다.<sup>48</sup> 우리나라 대표 가전업체들도 각각 새로운 소셜 로봇을 선보

이며 소셜 로봇을 성장동력으로 삼겠다고 선언하였다.<sup>49</sup>

세계적인 시장조사기관인 가트너는 지난해 “소셜 로봇이 기대치의 정점에 진입해 거품 붕괴 과정을 거치고 나면 2023~2028년께 본격적인 발전단계에 진입할 것”이라는 전망을 내놓았다. 기대가 스러지고 거품이 붕괴하는 과정에서 발전에 대한 새로운 희망이 샘솟는 시점, 바로 그 지점에서 2019년 기술영향평가는 소셜 로봇 기술을 평가대상 주제로 선택했다. 그리고 4개월간 다양한 분야의 전문가와 시민들이 가까운 미래에 소셜 로봇이 인간의 삶에 깊숙이 들어오면 일어날 수 있는 일과 대응 방안에 대해 논의하였으며 다음과 같은 정책 제언을 도출하였다.

## 연구개발 지원

사람들은 동반자이자 반려자, 협력자, 조력자로서의 소셜 로봇을 꿈꾼다. 그 꿈을 이루기 위해서는 우선 관련 기술이 그만큼 발달하고 성장해야 할 것이다. 소셜 로봇 기술에 대한 연구개발 지원이 필요한 이유다.

소셜 로봇 시장을 형성하고 확대시켜 나가기 위해서는 소셜 로봇이 수집하는 정보에 대한 보안 솔루션 또한 발전시켜 나가야 한다. 소셜 로봇은 특성상 많은 양의 민감한 개인정보를 발생시킬 것이기 때문에 이에 대한 안전한 보안조치 없이는 시장이 제대로 발전할 수 없을 것이다. 따라서 개인정보 보호와 관련된 솔루션 개발에 많은 지원이 필요하다.

소셜 로봇 관련 R&D지원 정책은 우선순위에 따라 추진하는 것이 바람직하다. 예를 들면, 노동시장에 충격을 줄이기 위해서는 새로운 일자리를 창출할 수 있는 분야에 우선 지원을 하는 것이 더욱 좋을 것이다.

연구개발 지원은 학교 및 연구소와 기업들에게 적절히 이루어져야 한다. 학교나 연구소가 원천기술을 확보할 수 있도록 돕는 한편, 기업들은 제품개발과 실증 연구에 집중할 수 있도록 지원해 주어야 한다. 소셜 로봇 개발에는 인공지능 기술 연구가 필수적이다. 로봇에게 소셜 로봇의 특징인 인지 능력과 자율성, 사회적 교감을 가능하게 하는 것은 소셜 로봇의 뇌라고 할 수 있는 인공지능이기 때문이다. 이처럼 소셜 로봇 개발에 필요한 원천기술 확보 및 실증 연구에 대한 지원이 지속적으로 이루어져야 할 것이다.

소셜 로봇은 인간과 사회적·정서적으로 교감하면서 상호작용을 하는 로봇이다. 따라서 로봇의 기술적인 요소뿐 아니라 인간과의 상호작용 과정에서 과연 어떤 일이 벌어질 것인가에 대한 연구도 체계적으로 이루어져야 한다. 인문학 및 사회과학적인 연구 지원이 필요한 이유다. 예를 들어 소셜 로봇을 의료용이나 교육용으로 개발할 경우, 사람에게 의해서 보조를 받을 때와 소셜 로봇의 도움을 받을 때 어떤 차이가 있는 지에 대한 연구가 선행되어야 할 것이다. 이를 위해서는 공학은 물론 의학, 심리학, 보건학, 사회복지학 등과의 학제 간 연구가 필요하다.

또한 사용자의 민감한 정보를 수집하고 활용하며 작동하는 기술의 특성상 개인정보의 폐기 및 활용과 관련된 ‘자기결정권’의 범의나 내용에 대해 보다 상세한 연구도 필요하다. 더불어 인공지능이나 로봇 기술에 의한 인간성 훼손과 관련된 연구 등 다양한 인문·사회과학적 측면의 연구도 필요해 보인다.

법·제도 연구도 필요하다. 새로운 기술이 사회에서 원활히 활용되려면 관련 법·제도가 뒷받침되어야 한다. 따라서 기존의 인공지능이나 로봇과 관련을 맺고 있는 분야의 법·제도 연구가 소셜 로봇의 맥락에서도 계속 이어져야 할 것이다. 다만 이때 소셜 로봇 기술이 초래할 수 있는 위험을 과대평가하여 학문의 자유와 산업의 발전을 제한할 수 있는 법과 규제를 미리 만들지 않도록 주의해야 한다.

마지막으로 소셜 로봇 관련 연구와 산업을 끌고 나갈 인재 개발 분야에 대한 지원도 중요하다. 소셜 로봇은 앞으로 엔터테인먼트,接客, 의료, 교육 등 다양한 서비스 산업 분야에 활용될 것이다. 따라서 자연과학과 공학, 인문사회, 예술 등 다양한 분야의 융합형 인재를 필요로 할 것으로 보인다. 산업이 필요로 하는 인재 양성과 소셜 로봇과 관련하여 새롭게 생겨나는 직무 교육을 위한 지원도 이루어져야 할 것이다.

## 산업 경쟁력 강화

우리나라 로봇 산업의 경쟁력 제고를 위한 정책도 마련되어야 한다. 우선 소셜 로봇 산업이 세계적인 경쟁력을 갖출 수 있도록 각 분야의 전문기업이 수평적이고 분업식으로 협력하는 사업 구조를 만들 필요가 있다. 각각의 전문 분야에 집중하여 서로 협력할 수 있는 구조를 만드는 것이다. 예를 들어 자본이 풍부한 대기업은 플랫폼과 네트워크 산업에 역량을 집중하고 중소기업

업은 비교적 적은 자본으로도 승부를 걸 수 있는 콘텐츠나 로봇 하드웨어 제조를 담당하는 식이다. 이를 통해 서로 협력하고 시너지를 일으킬 수 있도록 하는 것이다.

글로벌 대기업에 맞서 우리나라 기업만의 경쟁력을 갖추는 데에도 정책적 뒷받침이 필요하다. 가령, 현재 인공지능 기술은 글로벌 대기업이 선도해 나가고 있는 상황이다. 그러나 한국어 기반 대화용 인공지능 관련해서는 우리나라 기업이 주도할 수도 있을 것이다. 한국어 대화형 인공지능을 발전시키기 위해서는 충분히 큰 규모의 한국어 관련 자연어 데이터 세트가 필요하다. 이는 개별 기업이 독자적으로 구축하는 데에 한계가 있으므로 정부나 국책 연구원이 주도적으로 표준 데이터 세트 구축을 추진할 필요가 있다.

우리나라가 세계 소셜 로봇 시장에 진출하고 산업 생태계 경쟁력을 강화하기 위해서는 플랫폼 활용이 반드시 필요하다. 예를 들어 소프트뱅크 페퍼의 경우 적용 분야에 특화된 앱을 개발할 수 있도록 개발 키트(Software Development Kit, SDK), 응용프로그램 인터페이스(Application Program Interface, API)를 제공하고 있으며 페퍼 전용 앱스토어도 구축하였다. 앞으로 플랫폼 구축은 소셜 로봇 시장에서 기업의 성패를 가를 중요한 요인이 될 것이다. 이를 위해 정부의 정책적 지원이 이루어져야 한다.

## 법·제도 정비

소셜 로봇 산업이 생태계를 구축하고 확산되기 위해 반드시 필요한 것 중 하나가 관련 법·제도 정비다. 특히 소셜 로봇 관련하여서는 데이터 관련 법·제도 정비가 가장 먼저 이루어져야 한다. 소셜 로봇이 서비스를 제공하기 위해서는 개인정보를 비롯한 수많은 데이터를 수집하고 활용해야 하기 때문이다. 먼저, 소셜 로봇이 서비스를 제공하는 데 필요한 음성과 시각 관련 데이터 등을 원활하게 수집하고 활용할 수 있도록 지나친 규제는 완화하고 현황과 맞지 않는 법령은 정비해야 한다. 예를 들어 개인정보 중 가명 정보의 경우에는 소셜 로봇 개발을 위한 통계작성이나 연구에 폭넓게 활용할 수 있도록 규제를 완화해야 한다. 단, 활용이나 제공 범위에 관해서는 명확한 근거 규정을 만들어 남용되지 않도록 해야 할 것이다.

개인정보에 관련된 보안이나 기술이 잘 갖춰지지 않았던 과거에는 프라이버시 보호를 위해 개인정보에 관련된 규제가 많았다. 그러나 이제는 보안 관련 기술이 많이 발전한 상태다. 발전한 기술과 현재 상황에 따라 법령과 제도를 정비할 필요가 있다.

기업이 마음 놓고 소셜 로봇을 개발할 수 있도록 명확한 법적 가이드라인을 제공하는 것도 중요하다. 개인정보 등 데이터에 대해서도 부작용을 우려하여 무조건 규제부터 만들기 보다는 기술의 발전에 걸맞은 분명한 기준을 설정하여 기업 스스로 법률적 위험을 평가하고 합리적인 의사결정을 할 수 있게 해야 한다.

현재 인터넷과 모바일 산업의 글로벌 플랫폼 기업들은 우리나라 사용자들

의 데이터를 활용하여 높은 부가가치를 창출하고 있다. 소셜 로봇 기술과 관련하여서는 사용자의 문화적·언어적 데이터도 중요한 만큼 국내에서 생성되는 데이터가 우리나라의 경쟁력을 향상시키는 데 쓰일 수 있도록 방안을 마련해야 한다.

더불어 소셜 로봇을 통해 수집된 데이터를 효율적으로 활용하기 위해서는 수집 단계부터 표준화해야 한다. 이를 위해 데이터 정보 요소에 대한 명칭과 정의, 형식, 규칙 등에 대한 원칙을 정한 가이드라인을 수립할 필요가 있다.

이용자들이 자신과 관련된 데이터 주권(ownership)을 확보할 수 있는 제도도 마련되어야 한다. 여기에는 데이터를 삭제하고 정정할 수 있는 권리는 물론, 마이데이터(My Data) 산업 등을 통해 개인데이터를 활용할 때 사용자의 권한을 강화하는 것이 포함된다.

### 마이데이터 정의 및 해외 사례

- (정의) 정보주체가 본인 정보를 적극 관리·통제하고, 이를 신용관리, 자산관리, 건강관리 등 생활에 주도적으로 활용하는 일련의 과정들을 총칭
- 해외 주요국은 개인정보 보호와 활용의 균형을 이루기 위하여 마이데이터 등 제도적 변화를 추진 중

국가	사례
영국	정부는 마이데이터 관련 정책, 세부 추진방안, 법률 등을 정비하고 민간 기업은 의료·통신·에너지 등 다양한 분야의 데이터를 활용하여 관련 서비스를 개발하여 소비자에게 제공
미국	정부와 민간 기업은 보유한 정보를 정보주체가 활용할 수 있는 형태로 제공하고, 정보주체가 데이터를 쉽게 검색하고 다운로드 받을 수 있는 중개 서비스도 함께 제공
핀란드	정보주체의 동의 내용을 관리하고 해당 동의 수준에 따라 민간 기업 등이 개인 정보를 활용할 수 있도록 하는 중개 서비스를 제공

(출처: 해외 마이데이터 사례 분석 및 국내 적용을 위한 시사점 도출, 한국신용정보원, 2018)

현재 소셜 로봇은 매우 빠른 속도로 발전하고 있다. 법과 제도가 기술의 발전 속도를 따라가기 어렵다면, 법과 규제를 서둘러 바꾸거나 고치기보다는 윤리적 접근과 가이드라인을 우선 활용할 필요가 있다. 특히 로봇에게 법인격을 부여할 것인가의 문제는 여러 가지 도덕적 윤리적 문제를 고려한 깊은 논의가 필요하다. 선불리 로봇의 법인격 부여를 허용할 경우 법·제도의 많은 영역에서 혼란을 가져올 수도 있을 것이기 때문이다.

소셜 로봇의 폐기와 관련된 권고안도 마련할 필요가 있다. 소셜 로봇은 사용자와 로봇 간의 대화 등 민감 정보를 저장할 수 있다. 따라서 현재 마련되어 있는 민감 정보를 저장한 전자장비 관련 법규를 보완하여 소셜 로봇에도 적절히 적용할 수 있도록 해야 한다. 또한 환경오염을 최소화할 수 있는 소재와 부품을 사용하도록 권고하는 것도 필요하다. 폐기와 관련해서는 현재 시행되고 있는 폐가전제품 자원순환 체계와 유사한 제도를 마련하여 환경오염과 처리비용 발생 등 부정적인 영향을 최소화하여야 한다.

## 사회적 혼란 최소화

새로운 기술의 도입은 삶을 편리하게 하고 문명의 발전에 이바지 하지만, 급격한 변화는 사회에 적잖은 혼란을 몰고 올 수 있으므로 주의해야 한다. 일어날 수 있는 가능성을 모두 열어두고 그에 대한 대비를 착실히 해 나가는 것이 혼란을 줄이는 데 큰 도움이 될 것이다.

가장 먼저 고려되어야 할 것은 소셜 로봇이 생활과 밀착해 활용될 가능성이 크다는 것이다. 공공영역에 배치되기도 하겠지만, 주로 각 가정에 보급되어 돌봄이나 의료, 교육 등에 활용될 것이다. 사적인 영역에서 사용자 가까이에서 상호작용하는 소셜 로봇은 프라이버시를 담은 데이터를 많이 만들고 확보할 것이다. 이러한 정보가 해킹으로 유출된다면 심각한 사생활 침해나 경제적 손해가 발생할 지도 모른다. 때문에 이를 막을 수 있는 사용자 보호 대책이 반드시 마련되어야 한다.

보험제도도 정비할 필요가 있다. 소셜 로봇은 인간의 가까이에서 서비스를 제공하므로 안전사고 등을 일으켜 사용자에게 피해를 입힐 가능성이 있다. 따라서 소셜 로봇의 보급을 촉진하고 사용자를 보호하며 피해에 대한 분쟁을 줄이기 위해서는 관련 보험제도를 선제적으로 정비하여야 한다.

각종 서비스를 제공하는 소셜 로봇의 등장은 노동 시장에 충격을 줄 수 있다는 것도 정책적으로 고려하여야 한다. 소셜 로봇과 함께 협업하는 법을 가르치는 재교육이나 소셜 로봇 도입으로 일자리를 잃게 되는 이들을 지원할 방안을 마련해야 할 것이다.

공공영역에 소셜 로봇을 적용할 때는 시간을 두고 차근차근 해 나가는 것이 좋을 것이다. 노약자나 장애인 등 기술취약계층은 새로운 기술을 받아들이고 적응하는데 큰 어려움을 느끼기 때문이다. 공공 영역에 소셜 로봇을 배치할 때는 경제적 가치 외에도 사회적인 가치를 고려해야 한다. 누구나 직관적으로 쓸 수 있는 기술이 개발되고, 기술이 사회에 널리 적용되기까지 대안적인 서비스도 함께 운영하여 혼란과 불편함을 줄이도록 배려해야 한다. 저소득층의 휴대폰 요금 할인 제도처럼 정부의 복지정책의 일환으로 로봇 이용료 경감 등의 복지제도가 마련된다면 소외계층의 기술 접근성을 높이는

데 큰 도움이 될 것이다.

소셜 로봇이 올바르게 사회에 수용되기 위해서는 소셜 로봇에 사회의 잘 못된 편견을 반영되지 않도록 하는 것도 중요하다. 애초에 소셜 로봇의 작동 알고리즘을 설계할 때, 문화적이고 사회적인 영향을 충분히 고려하여야 한다. 사회의 부적절한 전형이나 편견이 반영되지 않도록 하기 위해서다. 이를 위해서는 소셜 로봇의 뇌라고 할 수 있는 인공지능의 훈련 데이터에 사회적인 편견이 포함되지 않도록 유의해야 한다. 알고리즘을 설계할 때에도 다양성과 의외성을 충분히 반영할 필요가 있다. 개인적 용도의 소셜 로봇의 경우 1:1 기계학습을 통해 사용자의 편향된 욕구를 강화하거나, 자기실현적 피드백(self-fulfilling feedback)으로 원래의 성향을 심화시켜 사회적 공감능력이 줄어들게 할 수 있으므로 특히 주의해야 한다.

소셜 로봇과 상호작용이 깊어질 경우 사용자의 정신건강이나 사회적 상호작용에는 어떤 영향을 미칠 지에 대해서도 꾸준히 모니터링 해야 한다. '사람 대신 소셜 로봇의 돌봄을 받는 사용자의 정신건강은 어떤 것인가', '소셜 로봇과 함께 많은 시간을 보내는 유아나 어린이에게는 어떤 영향이 있을 것인가' 등의 문제를 지속적이고 체계적으로 조사해 나가야 한다. 모니터링이 가능한 공적 공간에서 사용자가 소셜 로봇에 적응하는 시간을 가지고 피드백을 제공받을 필요도 있을 것으로 보인다.

## 사회적 논의

새로운 기술이 도입되고 널리 보급되기 위해서 무엇보다도 중요한 것은 폭넓은 사회적 논의와 구성원들의 공감대다. 소셜 로봇은 인지 능력과 사회적 교감 능력을 바탕으로 인간을 대신하여 다양한 서비스를 제공하는 로봇이다. '소셜 로봇이 기존에 인간이 제공하던 서비스를 대신한다면 인간은 무엇을 해야 할 것인가', '인간 고유의 가치나 역할은 무엇이며 소셜 로봇에게 사회적 기능은 어디까지 위임할 것인가' 등이 논의되어야 할 것이다.

사용자의 성적 만족을 위한 로봇이나 군사 로봇 등 논란이 되는 소셜 로봇의 기능에 대해서는 더욱 심도 깊은 의견이 오가야 할 것이다. 법률적으로 검토도 해야겠지만 사회구성원들이 다양한 분야 전문가들의 의견을 들어보고 합의를 이루어가도록 도와야 한다.

스마트폰이 일상의 필수품이 되면서 현대인의 일상은 크게 바뀌었다. 각 가정마다 소셜 로봇이 배치되어 가족처럼 친구처럼 함께 생활하게 될 때 삶은 또 얼마나 바뀌게 될까? 새로운 기술과 더불어 더욱 풍요롭고 윤택한 삶을 살기 위해서 기술 개발자들과 산업 참여자, 정책 입안자들이 다 같이 노력해 나가야 할 것이다.

## 참고문헌

- 1 D 메도우스 외(1972) “성장의 한계”, 다이아몬드사
- 2 노에 게이치(2017) “과학 인문학으로의 초대”, 오아시스
- 3 김연화(2013) “시민참여형 기술영향평가를 통한 과학기술과 사회의 소통-유럽의 기술영향평가 사례를 중심으로”, R&D Inl
- 4 김경훈 외(2016) “소셜 로봇 기술동향과 산업전망”, KEIT Issue Report
- 5 존 조던(2018) “로봇 수업”, 사이언스북스
- 6 캐시 세서리(2017) “꿈꾸는 10대를 위한 로봇 첫걸음”, 프리랙
- 7 박희정(2016) “오토마타 이야기”, 양철북
- 8 폴 뒤무셀, 루이자 다미아노(2019) “로봇과 함께 살기”, 희담
- 9 고경철 외(2019) “4차 산업혁명 로봇 산업의 미래”, 크라운출판사
- 10 조선일보(2018.08.23.) “2년 뒤엔 우리집에도 ‘로봇 집사’”
- 11 파이낸셜뉴스(2017.08.07.) “‘The Next big Thing’ 부상하는 서비스로봇... 한국기업들 무대책”
- 12 전자신문(2018.03.27.) “로봇산업 정책 전담조직 필요”
- 13 지식산업정보원 R&D정보센터(2008) “인공지능 시대 지능형 로봇산업 분석: 반도체, 소셜, 제조, 의료, 안전사회구축”
- 14 미국 국립과학재단([http://www.nsf.gov/funding/pgm\\_summ.jsp?pims\\_id=503641](http://www.nsf.gov/funding/pgm_summ.jsp?pims_id=503641))
- 15 전자신문(2014.06.02.) “세계의 공장’중국, 산업로봇 최대 수요처로 발돋움”
- 16 로봇신문(2015.01.25.) “일본 ‘로봇전략’확정 발표”
- 17 동아일보(2019.01.25.) “스카우트, 알아서 배달해” ‘아이보, 할머니 부탁해”
- 18 한국경제(2018.10.18.) “글로벌 모바일 앱 시장 2022년 ‘176조원’규모로 성장”
- 19 로봇신문(2017.05.11.) “일본, 재활 로봇 ‘HA’치료 보장 보험 상품 등장”
- 20 중앙일보(2017.11.29.) “매킨지 ‘로봇-자동화로 2030년 8억명 실직, 새 기술 익혀야”
- 21 로봇신문(2017.09.22.) “향후 10년내 영국 민간 영역에서 일자리 400만개 사라진다”
- 22 한겨레(2018.07.20.) “인공지능으로 일자리 오히려 늘어난다”
- 23 더스쿠프(2018.09.21.) “플라스틱을 ‘종이’로 대체하라”
- 24 서울경제(2019.05.03.) “‘로봇 바텐더’ 쉐키셰키가 메뉴별 와인 추천”
- 25 연합뉴스(2019.07.11.) “‘로봇이 길 안내 척척’ 인천공항 안내로봇 ‘에어스타’ 첫선”
- 26 서울경제(2019.07.21.) “로봇이 간다 ‘밤낮없이 경비·손님 응대까지...로봇, 주52시간 근무 해결사로”
- 27 OSEN(2019.10.23.) “SK텔레콤, 코딩로봇 ‘알버트시’출시... 인공지능 ‘누구’ 탑재”
- 28 이투데이(2019.12.01.) “미리 보는 CES, 2020 ‘로봇’이 뜬다”
- 29 초이스경제(2018.05.17.) “로봇 자동화가 일자리를 뺐는다?...천만의 말씀!”
- 30 Robinson NL 외(2019) “Psychosocial Health Interventions by Social Robots: Systematic Review of Randomized Controlled Trials”, Journal of Medical Internet Research

31 신희선·전치형(2018) “노인과 로봇은 어떻게 만나는가.’ 상호작용의 조건과 매개자의 역할”, 과학기술연구

32 매일경제(2014.04.15.) “우울증 봄이 무섭다”

33 현대신문(2017.04.08.) “혼자서도 ‘잘’ 살고 싶습니다”

34 데일리포스트(2019.02.12.) “헬스케어의 새로운 패러다임 ‘돌봄 로봇’”

35 헤럴드경제(2019.03.12.) “로봇세·구글세·탄소세...세계는 지금 세금 전쟁 중”

36 연합뉴스(2019.09.18.) “2047년엔 1인·부부가구가 전체의 60%...부부+자녀가구는 반토막”

37 농림축산검역본부(2012, 2015, 2017) “동물보호 국민의식 조사’결과”

38 데일리팝(2019.11.06.) “‘나보다 더 외로워질까 봐’ 반려동물 양육 포기하는 1인 가구, 대책은 없을까?”

39 Macquarie(2017.06.07.) “Service Robots / AI: The force is awakening”

40 최인영,김승인(2017.02.) “사용자 경험 측면에서 소셜 로봇의 역할에 관한 고찰”, Journal of Digital Convergence

41 World Economic Forum(2016.03.) “New Vision for Education: Fostering Social and Emotional Learning through Technology”

42 The Guardian(2017.01.12.) “Give robots ‘personhood’ status, EU committee argues”

43 국민일보(2016.03.16.) “인공지능 로봇이 ‘실수’로 사람을 다치게 한다면”

44 머니투데이(2018.06.24.) “‘로봇이 있는 삶’ 준비하는 국회... 윤리헌장 출발선 끊다.”

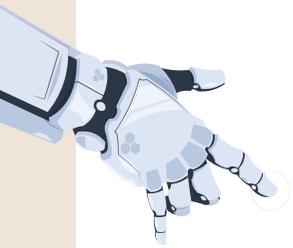
45 환경부(2014.08.04.) “알기 쉬운 소책자 ‘대형 폐가전제품 무상 방문수거 제도’”

46 서울신문(2020.02.02.) “중, 코로나 확진자 돌보기에 로봇 투입”

47 문화일보(2020.02.03.) “고양 명지병원, ‘우한폐렴’진료에 의료용 로봇 투입”

48 조선일보(2020.01.19.) “정신건강 챙기는 ‘반려로봇’...치매노인·어린이와도 교감”

49 글로벌이코노믹(2020.01.29.) “삼성-LG ‘소셜 로봇’으로 한판 붙자”



## 2019년 기술영향평가에 도움주신 분들

※ 기술영향평가위원회 및 시민포럼 명단은 책날개 참조

김승용	동국대학교 교수
김정석	가천대학교 교수
문병석	CJ 헬스케어 연구소 소장
민옥기	한국전자통신연구원 팀장
송세경	퓨처로봇 대표
양승한	경북대학교 교수
우선희	충북대학교 교수
유수웅	더비타 이사
이갑재	국토교통과학기술진흥원 팀장
최영호	한국로봇융합연구원 본부장
하영진	한국에너지기술연구원 책임연구원
허진	인천대학교 교수
홍정희	한국과학기술기획평가원 청년인턴
k2base	온라인 의견 작성자



### 온라인 시민 참여 게시판

k2base 홈페이지(<https://www.k2base.re.kr>) 접속 → [함께+] → [기술영향평가]

2019년 기술영향평가 결과

# 소셜 로봇의 미래

THE FUTURE OF SOCIAL ROBOT



지은이 과학기술정보통신부, 한국과학기술기획평가원(KISTEP)

인쇄 주식회사 동진문화사(02-2269-4783)

편집장 신동환

디자인 박미소

ISBN 979-11-87680-19-2