

우리나라 디지털 에이징 정책의 현황과 과제 Current Issues and Tasks of Digital Aging Policy in Korea

류 영 달*

한국정보화진흥원

Young Dal Ryoo

National Information Society Agency

(초록)

우리나라는 제4차 산업혁명 시대의 도래와 함께 고령사회로 변모하기 시작했다. 제4차 산업혁명 시대의 핵심기술은 인공지능, 빅데이터, 사물인터넷, 로봇 등의 기술인데, 그 핵심기술을 잘 응용할 경우 노화로 인해 어려움을 지닌 고령자들이 생활영역의 제품 및 서비스를 받으면서 삶의 질을 높일 수 있다. 고령자들이 제품 및 서비스의 발달에 따른 혜택을 얻기 위해서는 고령자 각각의 다양한 욕구를 충족시켜주는 맞춤형 제품과 서비스가 저렴하게 제공될 수 있어야 한다. 본고에서는 미래의 고령자들이 생의 후반기에서도 생활상의 큰 변화를 경험할 가능성이 어느 정도인지를 우리나라의 디지털 에이징이나 스마트 에이징 정책 차원에서 조망하였다.

주제어 : 고령사회, 인공지능, 로봇, 디지털 에이징, 스마트 에이징

(Abstract)

Korea has begun to change into the aged society with the dawning of the 4th industrial revolution era. The key technologies in the era would be artificial intelligence, big data, internet of things, robot, and so on. The older adults in the era may be able to maintain better quality of life than the contemporary older adults with a variety of products and services with applying the technologies. For the better quality of life, the products and services should be developed to tailor to different types of elderly users who might have a variety of needs, and further should be supplied inexpensively to them. How the likelihood that the Korean older adults maintain the better quality of life would be in the 4th industrial revolution era was reviewed in the context of

* 교신저자, 한국정보화진흥원 디지털문화본부 류영달 박사 (e-mail: ryoojd@nia.or.kr).

policies on digital aging or smart aging in this article.

Key words : *Age'd society, Artificial intelligence, Robot, Digital aging, Smart aging*

I. 고령화와 디지털 에이징

우리나라는 인공지능(AI, artificial intelligence)에 정보통신기술(ICT, information & communication technology)이 가미된 지능정보기술을 기반으로 하는 제4차 산업혁명을 맞이할 무렵인 2017년에 전체인구 중 65세 이상이 차지하는 비율이 14%를 초과하는 고령사회에 진입했으며, 향후 10년 이내에 그 비율이 20%를 초과하는 초고령사회로 변모할 것으로 예상된다. 고령사회가 되면서 정보기술(IT, information technology)을 기반으로 하는 디지털 에이징(digital aging)이라는 용어도 부각되었으며, 나중에는 그보다 더 정교하고 개인별 맞춤 서비스가 가능해진 스마트 에이징(smart aging)이라는 용어까지 등장하게 되었다. 고령자가 ICT를 활용하면서 생의 후반기에 잘 적응한다는 의미를 지닌 디지털 에이징이라는 용어는 우리나라가 2013년 국제노년학노인의학대회(IAGG)를 개최할 때 회의주제로 부각했으며, 고령화가 진행됨에 따라 발생가능한 개인 및 사회의 부정적인 문제들에 대해 ICT를 활용하여 똑똑하게 대처해나간다는 의미를 지닌 스마트 에이징이라는 용어는 2013년 한국과학기술기획평가원(KISTEP)에서 고령자가 건강한 노후를 보낼 수 있도록 돕는 시대를 선도할 유망 기술을 발표하면서 사용했다(김한별, 2013).

젊은 시절부터 생의 후반기에 이를 때까지 건강상태를 잘 유지하면서 사회활동을 지속할 수 있다면 삶의 질이 저하되지 않은 상태의 생활이 가능하다. 그 반면에 신체기능이 약화되어 독립적인 생활이 어려워지면 삶의 활력이나 질이 쉽게 저하된다. 그러한 이유로 고령자는 심신이 약해지는 노년기에 접어들게 되면서 타인에 대한 의존성을 탈피하고 독립적으로 살아가고자 하는 욕구가 커지게 되며, 이를 충족시켜줄 수 있는 제품과 서비스의 공급이 생기게 된다. 초창기 ICT는 인간의 신체적 능력을 제고하는 기술이나 장애문제를 해결하는 보조 및 재활기술 등에서 출발했지만, 고령사회로 변모하면서 생활영역의 제품서비스는 대부분 고령자들의 삶의 질을 높이는데 초점을 맞추고 있다(심우정·류영달·고정현, 2017). 곧 ICT의 발전은 고령자의 삶을 풍부하게 해주고, 사회, 경제 및 문화적으로도 발전하는 등 선순환 구조를 만들어주고 있다.

고령자의 삶의 질 향상을 위한 선순환 구조가 이루어지려면 정책적 패러다임의 변화가 필요하다(심우정 등, 2017). 우선 고령화, 저소득층이나 소외계층의 문제를 함께 해결하는 복지 패러다임으로부터 활력이 넘치는 고령사회 구축 패러다임으로 바뀌어야 한다. 또 불명확한 대상층보다도 누구나 경험하게 되는 노화과정에 대응하는 패러다임으로 일원화되어야 한다. 그리고 이 두 가지 패러다임 변화

에 따라서 최종 목표를 설정해야 하는데, 노화의 예방과 지연, 보상, 케어와 이를 통한 삶의 질 향상이 목표가 되어야 한다. ICT는 그러한 측면에서 전략적인 정책도구로서 맞춤형 복지 실현에 기여할 수 있는데, 그 이유는 고령자의 신체 및 사회적 특성을 반영한 사용자 경험을 개선하고, 다양한 계층의 고령자들에 맞는 맞춤형 정보화 교육 프로그램을 개편하고, 또 ICT 활용에 의거한 고령자 보호 서비스가 확대 제공될 수 있기 때문이다.

이를 구현하기 위해 기존의 방법을 이용하면서 또 ICT나 IoT(사물인터넷)를 응용하는 디지털 에이징을 추구하게 된다. 기존의 기술로는 서비스가 완전하지 못해 더 많은 지원이나 부가적인 노력이 필요하므로 스스로 완벽한 삶이 가능하도록 지원하는 기술이 필요하다. 즉, 고령자의 기능이나 사회적 환경을 극복하는 스마트 에이징은 고령자가 추가적으로 배우지 않아도 각종 기기에 항상 연결되어 상호작용을 하면서 삶이 더 윤택해질 수 있다. 이것은 디지털 기술에서 스마트 기술로의 전환을 의미한다. 이에 본고에서는 디지털 에이징의 주요 기술현황을 살펴보면서 고령화 속도가 빠르게 진행되는 상황에 부응하기 위해 우리나라의 ICT 융합사업 관련 정책이 어디에 초점을 맞추어야 하는지를 검토하고자 한다.

II. 디지털 에이징 기술 현황

1. IoT와 웨어러블

의술의 발달과 함께 국가차원에서는 포괄

케어 및 의료 시스템을 구축하여 기존의 단순한 헬스케어서비스를 넘어 응급과 원격의료에 이르는 종합적인 망이 형성되어가고 있다(김종성, 2016). 고령자는 병원, 119, 케어 센터 등에 연결된 웨어러블을 사용하게 되며, 고령으로 혼자서 병원에 가는 것이 힘들어지더라도 미래에는 원격으로 노인환자의 상황을 파악하면서 의료적 대응을 하게 된다. 즉, 미래에는 누구든지, 언제든지, 어디서든지 생활상의 서비스는 물론 헬스케어와 원격의료 서비스를 받을 수 있게 된다. 노인 시설기관에서도 원격진료가 가능하고, 그 의료처치가 효과적이라면 시설기관의 서비스 수준도 높아지게 되고, 또 의사를 고용하지 않아도 되므로 시설의 운영 경비와 관리의 부담을 경감시켜주게 된다.

이러한 망이 발전하면 우울증이나 자살위험, 치매 등 사회적으로 문제가 될 수 있는 것들을 미리 인식하고 대응하기 때문에 사회복지 기능도 더 효율적이고 효과적이게 된다. 이러한 대응에는 인공지능의 도움을 받게 되는데, 여러 사례가 연결되어 경험이 누적될수록 대응 방법도 매우 정밀해진다. 또 고령자의 삶의 질 저하를 방지하기 위해서 단지 의료 데이터만이 아니라 생활상의 데이터도 전달되어 도움을 받도록 한다. 곧 라이프 로그(life log)를 위한 각종 기기와 웨어러블이 필수가 될 것이다. IoT는 헬스 케어나 생활지원 개념에서 웨어러블 기기의 형태로 공급 및 사용되고 있으며, 고령자를 위한 웨어러블은 길 방향안내, 치매 예측, 낙상 알림, 응급 알림, 심박이나 호흡, 혈압, 당뇨 등의 체크, 운동관리, 내비게이션 등의 용도로 개발되었다. 그러

나 근래 웨어러블의 수준은 10년 전과 비교해도 별 차이가 없는데, 사용자가 특별히 유용함을 느끼지 못한다. 이처럼 웨어러블이 발전하지 못한 이유를 다음과 같이 네 가지로 정리할 수 있다(심우정 등, 2017).

첫째, 센서 문제를 들 수 있다. 현재까지의 센서는 심박이나 호흡, 움직임, 걷기, 심전도 등을 비접촉 무침습식(신체에 아무런 손상을 가하지 않는 방식)으로 측정하고 있지만, 몸이나 이동기기들의 움직임 등을 정교하게 측정하지 못한다(Bandekar & Wang, 2014). 또한 최근 언어인식으로 바뀌었음에도 발음이 부정확하고 목소리가 작은 고령자에게는 부적합하다. 그러므로 센서로부터 얻은 자료는 참조용일 뿐 의료적 효력이 부족하다. 둘째, 서비스 문제를 들 수 있다. 보행만으로도 치매진단이 가능하지만, 치매서비스로 연결되지 않기 때문에 큰 의미가 없는 상태이다. 셋째, 사용이 필수적이지 않다는 문제이다. 현재까지의 방식은 어떤 상황이 전개된 이후에 알려주는 것에 불과하다. 예를 들면, 운동량을 측정하여 오늘 얼마나 운동했는지를 알려주는 것에 불과하다. 넷째, 수용 문제로 google이나 삼성, LG 등이 손목에 차는 다양한 웨어러블을 개발했지만, 아직은 시장성이 좁은 실정이다. 기술수용 주기 모델(TALC)상 초기선각 수용자(early adopters)에서 다수 수용자(late majority)로 연결되지 않는 캐즘(chasm) 현상에 봉착한 것으로 여겨진다(Meade & Rabelo, 2004). 특히 고령자는 웨어러블을 젊은이가 사용하는 것이라고 인식하고 있다.

IoT가 기기(사물)와 사람간의 인터넷으로 보고 있지만, 실제로 생명체 간의 연결인

IoB(internet of bio-signal, 생체인터넷)에는 아직은 못 미치고 있다. 또한 IoT 사업은 산업 용에 국한되어 사람에 대한 연결로 확대되는 사업으로 발전하지 못하고 있다. 이러한 기술이 노화와 관련된 문제를 해결하는 등 노년기 삶의 질을 향상시킨다는 점을 부각시킬 필요가 있다. 이제는 4차 산업의 핵심기술이 혁신의 기회를 제공할 것인데, 우수한 센서, IoT 발전과 빅데이터, 그리고 인공지능이 결합되어 매우 유용한 서비스 제공이 가능해질 것이다(Behmann & Wu, 2015). 비용부담이나 사용상의 문제를 해결한 환경이 구축되어 자연스럽게 사용하는 시기가 올 것인데, 여기에서 기본적으로 혁신을 두 가지 측면에서 살펴볼 수 있다.

첫째, 센서의 혁신이다. 현존 웨어러블 기기들은 진정한 의미의 무구속이나 무자각이 아니며, 어딘가에 접촉되어 있어서 움직임에 취약하며, 또 웨어러블 특성상 입거나 착용했다가 벗어놓게 되면 자료 수집의 연속성이 사라진다. 현재 심박이나 호흡 관련 정보 수집 기술은 옆에 다른 사람이나 동물이 있을 때 한 사람의 신호를 인지하기가 어렵다. 결국 몸이나 기기의 움직임에도 불구하고 정확하게 측정될 수 있는 센서의 혁신이 필요하다. 또 더 광범위하고 유용한 센서 데이터가 필요한데, 예를 들면, 오감 및 생활 데이터이다(Tsai, Chu, Liu, Hsieh, & Tseng, 2017). 현재 청각과 시각은 가능하지만, 아직 미각이나 후각, 촉각은 연구 단계에 있다. 그러나 미래에는 라이프 로그로 다양한 치매, 우울, 감정 등 예측이 가능해지면서 이러한 데이터의 조합에 의해 새로운 제품서비스가 나타날 것이다. 이

때 인간이 보고 듣고 느끼고 생각하는 것에 대해 컴퓨터에서 처리할 수 있는 형태로 표현한 모델인 온톨로지(ontology)가 중요해진다(Villalonga, Pomares, Rojas, & Banos, 2017).

둘째, 사회적 약자를 위한 서비스의 혁신이다. 독거노인의 독거사 감지, 저소득층 건강 관리, 치매노인의 위치과약 등 사회복지기술(welfare technology)로 활용하는 경우를 생각해 볼 수 있다. 독거노인 모니터링의 경우 독거사 방치를 면하는 차원이 아니라 사전에 대응하는 예측시스템 운영이 중요한데, 인공지능과 빅데이터를 기반으로 며칠 전의 예측도 가능해질 것이다. 또 웨어러블 기기가 안경이나 밴드, 셔츠, 단추, 반지 등 무엇이든 라이프 로그 자료를 입수하고 인공지능의 학습 판단에 의해 예고할 수 있을 것이다. 이러한 일이 실현되려면 생활상의 빅데이터들 사이의 상관관계를 정확하게 밝히는 연구들이 필요하다(Calude & Longo, 2017).

상기의 두 가지 혁신은 결국 제품서비스에 대한 혁신 문제이지만, 그 활성화 방안의 모색도 중요하다. 현재는 유사한 기능을 지닌 기기들이 무수히 개발되고 있는데, 이들의 대부분은 노화가 매우 심한 후기 노인에 맞추어져 있어서 추후 시장 활성화가 가능한 초기 고령자를 위한 제품서비스가 필요하다. 그런 차원에서 나이에 맞는 시장 세분화에 의한 다양한 제품서비스 개발이 필요하지만, 아직 시장 세분화에 대한 유용한 도구가 없다. 나이는 신체적 나이, 심리적 나이(주관적 나이, 인지적 나이), 사회적 나이(조부모) 등 다양하지만, 이러한 나이는 고령자의 제품서비스 구매 의도와 연관성이 그렇게 높지 않다. 노인연륜

적특성(gerontographics)은 노화에 대한 관심을 바탕으로 시장을 세분화하는 방법으로 이용되고 있지만(Nimrod, 2013), 실제 노화수준을 기준으로 하지 않아서 완벽하지는 않다. 그렇다면 실제 노화와 본인이 생각하는 노화인 인지 노화수준의 두 가지가 시장 세분화의 기준이 되어야 한다(심우정, 2015).

곧 웨어러블의 가치를 높이는 다양한 센서의 혁신적 개발과 고령자의 삶을 가치 있게 해주는 서비스혁신이나 시장 세분화에 따른 다양한 제품서비스 공급이 필요하다. 웨어러블의 시장 활성화를 위해서는 소비자의 생활을 고려하고 총 비용을 줄이는 역할도 해야 한다. 앞으로 해가 거듭될수록 사물과 사람, 사람과 기계, 사람과 사람 사이에 소통이 늘어날 것이다. 고령자 IoT와 IoB가 결합한 매우 자연스럽게 무의식적으로 사용가능하면서 똑똑한 웨어러블을 이용하게 될 것이다(Hooshmand, Zordan, Del Testa, Grisan, & Rossi, 2017). 그래서 노화로 인해 저하된 신체기능을 보완하고 집 안팎에서 모든 사물과 상호작용하며 활기차게 생활하는 것이 가능해지게 된다. 아울러 웨어러블은 친구처럼 자신의 말을 다 들어주는 등 대화 상대의 역할을 하는 것이 유행하리라는 인식이 널리 공유되고 있는데, 특히 치매노인이나 홀로 사는 고령자에게 인공지능이나 감성 말벗 로봇을 이용하여 삶의 질 저하를 감소시켜줄 수 있을 것이다.

2. 인공지능

미래사회에서는 고령자를 위해 인공지능

(AI)이 다양하게 응용될 것이다. 건강한 고령자에게는 인공지능을 이용해서 몸의 유연성을 높이거나 관절질환의 치료 도구로 활용되는 것을 비롯하여 재활훈련이 필요한 고령자가 빅데이터 기반의 재활로봇을 이용하는 것, 독립생활이 어려운 고령자를 인공지능 케어 로봇이 수발하는 것 등이다(Dimitrov, 2016). 또 냉장고에서 반찬을 꺼내 식사를 준비하는 로봇, 심지어는 고령자의 건강 상태와 연동된 식사 준비가 가능해질 것이며, 몸이 불편한 고령자에게 어떤 문제를 예고하는 인공지능이 필요할 것이다. 근래 질환 판정에 쓰이고 있는 IBM Watson을 장착한 진단기기가 더 활발하게 응용될 것인데, 예를 들면, 외상환자의 신체 표면을 센싱하여 욕창 상태를 파악하는 인공지능을 활용하여 보호자가 어르신 의 욕창 관리가 가능해지며, 인공지능에 의해 당뇨, 혈압, 치매, 우울, 자살 등을 예측하는 시스템도 가능해질 것이다(Chen, Argentinis, & Weber, 2016; Kumari & Vijendra, 2017).

고령자를 위해 인공지능을 응용할 때 노화로 인한 신체적, 심리적, 및 사회적 영역에서의 변화들을 충분히 고려한 기술(gerontechnology)이어야 한다. 고령자의 능력을 향상시키거나 부족한 부분을 보완해주거나 문제를 해결해 주는 인공지능일 뿐만 아니라 스스로 학습하여 상황에 맞는 답을 찾는 인공지능, 나아가 인간의 뇌처럼 작동하는 인공지능이어야 한다. 현 시점에서는 대중화된 인공지능이 없고 장단점도 드러나지 않았기 때문에 어떤 인공지능이 유용하고 가치가 있는지를 제시하기가 쉽지 않지만, 기존의 인공지능을 토대로 고령자를 위한 인공지능으로 적

용해 추정할 때 인간적, 윤리적, 또 기술적으로 고려할 사항들이 발견되고 있다(Russell, Dewey, & Tegmark, 2015).

고령자가 인공지능과 함께 있다 보면 가족이나 사회와 점점 멀어지는 결과가 초래될 것이라는 걱정도 생긴다. 그러나 고령자가 독거 상태에서 생활할 때 인공지능의 활용은 긍정적인 효과가 더 크리라고 짐작된다. 물개 형상의 로봇 PARO는 인지능력이 쇠퇴한 고령자들과 실질적인 상호작용을 하면서 정서 및 행동 치료효과를 나타냈으며(Sabanovic, Bennett, Chang, & Huber, 2013), 고령자들의 친구가 되었던 Sony의 개 모양의 인공지능형 로봇 AIBO는 생산이 중지된 이후 소비자들이 단체로 장례식을 치러줄 정도로 긍정적 효과를 지녔다(Rault, 2015). 이처럼 인공지능이 적용된 로봇들은 마치 동물매개치료와 같은 심리적 안정감과 사회성을 향상시켜준다(Sung, Chang, Chin, & Lee, 2015). 곧 앞으로도 인공지능의 긍정적 효과 때문에 고령자에게 필요한 정보와 오락, 다양한 정신적 가치를 제공해주면서 함께 생활할 수 있는 인공지능이 더 발전할 것으로 보인다.

물론 감정 로봇들은 본질적으로 사람을 현혹시키는 행위로 인간관계에 해를 끼칠 가능성이 없지 않다(Turkle, 2015). 인지기능 장애가 없어 자율적 판단과 선택이 가능한 고령자는 인공지능과 적당한 거리를 두고 살 수 있지만, 그렇지 못한 고령자는 인공지능의 바다에 빠져 살아갈 수도 있다. 이 때 인공지능과의 거리를 어느 정도 유지해야 하는지가 중요한 문제이다. 인공지능은 이용자의 노화가 진전될수록 인공지능의 책임성 있는 자율적인

판단과 제시, 그리고 실행이 필요하거나 인공지능 자율이 아닌 제3의 법적 대리인이나 그와 같은 안심체계가 필요해 보인다. 이러한 점이 고령자를 위한 인공지능 제품서비스 혁신의 시작이 될 것이다.

3. 로봇

일본의 신에너지 산업기술 종합개발기구에 서 발간한 ‘Robot 백서 2014’에 따르면(NEDO, 2015), 인간과 유사한 모습과 기능을 가진 자동기계로 발전되고 있는 로봇 기술은 외부환경 인식(perception), 자율적 상황 판단(cognition), 자율적 동작(mobility), 및 실용성(practicality) 기술로 구분할 수 있다. 이러한 기술이 교육, 문화, 의료, 실버, 국방, 건설, 해양, 농업, 교통 등 다양한 분야에서 융복합화 응용을 통해 지능화된 서비스를 창출하고 있다. 고령자를 위한 로봇으로는 근력보조, 정서 지원, 이동지원 로봇 등이 있는데, 근력 증강 기능의 근력보조 로봇은 외골격 로봇과 착용형 로봇으로 구분된다. 초고령화 사회에 진입한 일본에서는 고령자와 장애자를 위한 생활 지원은 물론 사회 참여를 돕기 위한 목적으로 서비스 로봇을 사용한다. 서비스 로봇은 신체 기능 보조, 상업시설 등의 안내, 정보 제공, 가정에서의 생활 지원, 커뮤니티 형성 지원, 간호를 위한 로봇 등으로 다양하게 활용 가능하며, 타인과 대화를 하는 것과 같이 사회 활동 참가를 촉진하는 로봇도 있다(NEDO, 2015).

EU의 최대 연구혁신프로그램인 Horizon 2020(2014)에 의하면, 유럽의 고령 인구는 사

회의 역동성과 경제를 변화시키고 있다. 유럽 사회는 2050년까지 65세 이상의 노인 1명에 대해 생산연령층 인구 2명의 비율이 될 정도로 고령화되는데, 적어도 2020년대 중반까지 고령으로 인한 건강 문제 때문에 돌봄 서비스를 필요로 하는 자가 8,400만 명에 이를 것으로 전망되고 있다. 당시 노인의 케어에 도움이 되는 로봇이나 기타 장치의 시장 규모는 2016년까지 유럽이 130억 유로 또 미국이 145억 유로 이상일 것으로 전망했다. 또 대다수 국가들이 머지않아 간호 서비스에 대한 수요 증가에 대한 한계에 부딪혀 로봇을 활용하는 기술의 도움을 받지 않으면 안 될 상황을 맞이할 것으로 전망했다.

유럽에는 근래 500만 노인가구가 정식 케어 서비스를 받고 있다. 로봇기술을 활용한 운동 사례를 보면, 우선 로봇 보호자가 노인을 돕는 tele-presence 로봇을 들 수 있다(Girolami, Palumbo, Furfari, & Chessa, 2013; Horizon 2020, 2014). GIRAFF+는 로봇형태 tele-presence를 이용한 가정 간병 프로젝트인데, EU의 연구 프로젝트로서 로봇과 협력하여 센서 네트워크가 어떻게 노인들이 가정에서 안전하고 독립적으로 생활하는지 검증하는 것이다. 집안을 돌아다니면서 가족, 친구 및 건강관리 전문가와 화상회의를 통해 상호작용도 가능하다. GIRAFF+ 시스템에는 가정 및 착용 가능한 장치에 센서가 장착되어 있는데, 센서는 요리나 수면, TV 시청과 같은 활동을 감지하도록 설계되어 있다. 또 혈압이나 체온 등 의료 정보도 제공하면서 노인의 건강을 원격으로 모니터링하면서 낙상을 확인할 수 있다. 이와 같은 돌봄 기술은 새로운 시장을 창

출할 것인데, 2014년 말까지 15채의 주택에 설치되어 시스템의 다양한 측면이 다른 사용자에게 의해 다르게 평가되는 것을 알 수 있다. 즉, 가정에서 모든 것에 대해 일목요연하게 접근할 수 있는 기술이 없으며, 사용자의 요구에 맞게 조정해야 할 것이다. 시스템을 상용 프로덕션에 투입하게 되면, 선불 요금과 월간 구독료를 기반으로 점차 가격측면에서 경쟁력을 갖춘 서비스가 가능해질 것이다.

또 경도인지장애 노인을 돕는 로봇으로 RFID(radio-frequency identification)와 결합된 모바일로봇을 들 수 있다. 노인의 독립적인 건강 모니터링을 위한 로봇 및 보조생활 환경 활성화 프로젝트로서 Horizon 2020 프로그램의 지원을 받는 ENRICHME 프로젝트가 있는데(Horizon 2020, 2015), 이는 경도인지장애 노인들을 장시간 지원해주는 기술을 검증하며, 지속적인 인간 모니터링과 상호작용을 위해 RFID 생태계 내에 통합된 보조생활 환경에서 양방향 이동 로봇을 제안하여 고령자의 인지능력 쇠퇴 문제를 점진적으로 해결해줄 것이다. ENRICHME는 유럽의 10개 파트너사가 국제 협력을 통해 공동으로 협력하여 보완 도메인에 대한 포괄적인 전문성을 제공하는데, 사회 환경의 역할과 노인의 적극적 참여를 강조하며, 비침습적 생체 모니터링을 지원하고, 개인화된 상호작용을 제공하는 최초의 모바일 로봇 프로젝트인 셈이다. 즉 로봇은 고령자가 집에서 생활할 때의 움직임을 주기적으로 모니터링하면서 스마트 홈 시스템과 지속적으로 통신하며, 스마트 홈과 모바일 로봇은 함께 고령자의 습관과 생활양식에 적응함으로써 개별적 서비스를 제공한다. 대표적인 서비스로

는 적절한 인간-로봇 상호작용 기능으로 가장 적절한 음성 톤과 시각 신호를 사용하여 약속이나 중요한 활동에 대하여 로봇이 전달해주고 이상 행동을 감지하여 잠재적으로 위험한 상황을 식별해내는 등 고령자에게 독립적이고 능동적인 생활을 유지시켜준다(Broughton, Krajník, Fernández-Carmona, Cielniak, & Bellotto, 2016).

또 다른 로봇 응용으로 휴머노이드 로봇(humanoid robot)은 시설기관에서 치매노인들에 대한 케어의 질을 높여주고 있다. 예를 들면, Nao는 치매환자의 사회적 기능을 돕는 휴머노이드 로봇인데, 여기에 응용된 치료프로그램에는 로봇에 내장된 제어 소프트웨어와 시각적 스크립트 생성기 또는 세션을 따라 로봇 동작을 감독하는 여러 모니터링 도구가 포함되어 있다. 치료 세션에 따라 로봇의 동작은 음악 재생, 물리적 움직임(춤, 연습), 음성 합성 및 인간 모니터링과의 상호작용을 허용하는 세션 스크립트에서 시각적으로 프로그래밍되며, 모니터링 도구를 사용하면 단추, 태블릿 또는 WiiMote 장치를 통해 로봇과 상호작용할 수 있으며, 실제 치매환자를 대상으로 응용했을 때 사회적 기능이 개선되는 효과를 보이고 있다(Chu, Khosla, Khaksar, & Nguyen, 2017; Prange, Sandrala, Weber, & Sonntag, 2017).

일본 동경에서는 매년 노인환자의 재활이나 가정에서의 보살핌 관련 기기전시회(国際福祉機器展)가 개최되는데, 2016년에는 Pepper, 근력강화로봇, 이동로봇 등이 그리고 2017년에도 아기형 커뮤니케이션 로봇이 출품되었다.¹⁾ 또 중국 상해에서 2017년 개최된 의료기

기박람회(CMEF Spring 2017)에서도 이동을 위한 근력 보조로봇이 소개되었다.²⁾ 로봇 중 가장 주목을 받으면서 큰 시장이 형성될 수 있는 것은 커뮤니케이션 로봇이다. 예를 들면, PARO는 동물(물개)을 닮은 로봇으로 심리적 안정과 활동을 향상시키고자 하는 목적으로 만들어졌다(Shibata & Coughlin, 2014). PARO는 스트레스, 화, 고통, 우울, 고독 등의 감소와 수면이나 삶의 질을 제고의 효과가 있는데, 지금 현재 수 천 개가 보급되어 일본에서는 개인적 용도로까지 그리고 유럽 지역에서는 거의 대부분 시설기관에서 이용되고 있다. 이는 소통을 증대하고, 치매로 인한 방황을 줄이며, 케어의 부담이나 낙상의 위험 등을 감소시켜주고 있다(Moyle, Bramble, Jones, & Murfield, 2018).

또 다른 커뮤니케이션 로봇으로 Fuji Soft 회사가 개발한 Palro는 노인복지시설을 위한 모델로 공급하여 그 가치를 인정받고 있다(Matsuo, Miki, Takeda, & Kubota, 2015). 일본에서는 종래의 테이크어서비스에 맞춤형 신체 단련(fitness)을 가미시킨 재활형 서비스인 ARFIT를 도입하여 이용자의 신체 건강만이 아니라 정신건강도 유지·향상시키고 있는데, 그 효과는 일부는 Palro에 의한 것이라고 할 수 있다.³⁾ 역시 Pepper는 기쁨이나 슬픔, 분노, 놀람 등의 기본 감정도 인식하며, 미소를 짓거나 눈살을 찌푸린 얼굴, 목소리의 억양, 사용된 어휘나 고개를 가웃하는 등의 신체 언어를 이해할 수 있다(Tanaka, Isshiki,

Takehashi, Uekusa, Sei, & Hayashi, 2015).

로봇기술은 주거생활에도 활용될 수 있다(송원경, 2016; Chu et al., 2017). 이는 일상생활 수행 당사자와 보조자의 기능을 보완하고, 원격으로 로봇을 조정해 최소한의 노력으로 일상생활이 가능하도록 하는 기술인 셈인데, 장기적으로는 주택도 로봇의 등장을 고려하여 개조될 필요가 있다고 판단된다. 입는 로봇이나 외골격 로봇은 생활 당사자와 결합된 것으로 기존의 주택을 그대로 이용해도 무방하지만, 고령자 이송로봇이나 스마트 지팡이 로봇은 문턱, 문틀의 크기 등의 개조를 고려해야 한다.

로봇은 조종 측면에서 매사를 자율적으로 하는 로봇, 고령자가 원격으로 조종하는 로봇, 그리고 제3자가 원격으로 조정하는 로봇으로 구분할 수 있다(배영걸·최호진·정슬, 2010; 심우정 등, 2017). 자율적 로봇은 아직 요원하지만, 고령자가 조정하는 로봇은 상호작용로봇으로 분류할 수 있으며, 또 제3자가 조정하는 로봇은 인지기능이 저하된 고령자에게 적합한 로봇이라 할 수 있다. 원격조종 분야는 최근에 매우 유용하게 사용되는 로봇 기술 중 하나인데, 전쟁지역이나 환경오염으로 인간이 접근하기 어려운 곳에서의 작업, 거리상의 제약으로 접근성이 어려운 환경에서의 임무 수행(예, 의료로봇) 등에 응용된다.

요즈음에는 단순히 정보를 수집하는 이동로봇을 넘어 로봇이 이용자에게 중 역할을 하도록 제어하는 시스템(master-slave robotic system) 기술을 요구하고 있다(Nagpal, Bhushan, & Agarwal, 2017). 종(로봇)이 작업을 수행하려면 주변의 환경과 접촉해야 하는데,

1) <https://www.hcr.or.jp>

2) <http://en.cmf.com.cn>

3) http://shonankenkoudaigaku.com/togo_01.html

조작자(주인)가 로봇(종)이 작업하는 것을 그대로 느끼고 제어하면서 작업의 정확성을 증대시킨다(배영걸 등, 2010). 그러나 이런 기술을 응용하여 고령자에 적용시킨 로봇은 아직 없다. 현재의 로봇은 대다수가 산업용이고, 휴머노이드 로봇은 사람의 흉내를 내기 시작했을 뿐 아직 미흡한 수준이다. 실제로 고령자의 특성을 배려한 로봇이 제작되더라도 실생활에서의 응용은 쉽지 않을 수 있다(Polak, Elishay, Shahar, Stein, Edan, & Levy-Tzedek, 2018). 예를 들면, 고령자의 낙상이 균형감각, 반응속도 등 인지와 관련된 문제일 경우 로봇과의 동기화로 더 큰 문제를 야기할 수 있으며, 외골격 로봇은 무게가 무거워 넘어지면 일어나기 힘들어 큰 충격이 갈 수 있고, 또 입는 로봇은 가정 내에서 이용 가치가 있더라도 입고 벗는 어려움이 클 것으로 판단된다. 역시 비용이 고가로 형성되어 사업성에 문제가 생길 것으로 판단된다.

고령자를 위한 로봇은 장애인을 위한 로봇과는 달리 상호작용의 효과가 뛰어나야 한다. 기본적으로 음성을 인식하는 기술 측면에서 고령자를 위한 로봇은 인지적으로 상호보완적이면서 완벽해야 한다. 예를 들면, 고령자가 거동이 불편하거나 하반신 마비일 경우 로봇 또는 로봇 다리는 동작의 범위나 속도, 반작용 방식 등에서 고령자와 상호작용이 가능해야 한다(Bilyea, Seth, Nesathurai, & Abdullah, 2017; Pripfl, Körtner, Batko-Klein, Hebesberger, Weninger, Gisinger et al., 2016). 결론적으로 고령자를 위한 로봇은 상호보완적 및 상호작용적이어야 기능장애를 지닌 고령자도 실생활에서 다양한 동작을 구현하게 된다.

III. 국내외 디지털 기술의 현황 비교

로봇기술을 네트워크에 결합시키는 기술이 발전하면서 시공간적 제약 없이 서비스를 받는 것이 가능해졌고, 이로 인하여 원격지원 서비스도 가능해졌다. 로봇을 이용한 원격지원 서비스는 기본적으로 노인환자에게 의료적 서비스를 제공하는 것이지만, 독거노인에게 친지들과 소통할 수 있게 돕는 기능도 한다. 즉 거리의 제약 없이 집에서 외부인과 소통이 가능한 환경을 구축해주고, 이로 인해 홀로 살아가면서 우울증이나 외로움 등을 감소시켜주는 것이다(Cesta, Coradeschi, Cortellessa, Gonzalez, Tiberio, & Von Rump, 2010; Lu, Lu, Chen, Wang, & Hsu, 2011; Michaud, Boissy, Labonte, Corriveau, Grant, Lauria, M. et al., 2007). 역시 환자나 장애인이 병원이나 시설 기관에 장기간 입소했을 경우 로봇을 통하여 수업을 듣거나 의료적 서비스를 제공받는 것도 가능하다(Tsui, Norton, Brooks, Yanco, & Kontak, 2011). 게다가 미래에는 로봇을 이용한 자율주행자동차(self-driving vehicle)도 발달하게 되면 고령자의 이동성(mobility)과 안전에 큰 도움이 될 것이다(Reimer, 2014).

여러 나라에서 인공지능이나 로봇을 이용한 웨어러블 기기나 헬스케어 기술개발에 심혈을 기울이고 있다. 센서나 소프트웨어, 인터넷 등의 기술들이 대동소이하여 국내외 차이는 그렇게 크지 않지만, 우리나라의 경우 이미 개발된 제품들의 실질적인 서비스 질이 높지 않은 편이다. 기본적으로 기기들의 언어인식이 한국어에 맞게 개발되어야 그와 같은 문제가 해결될 수 있는데, 웨어러블 기기는 한

국의 문화와 생활양식에 맞게 그리고 헬스케어 시스템도 한국 상황에 적합하도록 발전시켜야 한다. 한편 일본의 인공지능과 로봇 분야 발전 상황을 보면, Softbank사의 Pepper는 감정 로봇의 개발과 공급 측면에서 선두를 달리고 있다(White, 2017). 감정 표현이나 소통의 완벽성 여부를 떠나 이와 같은 로봇이 개발되고 있다는 것 자체가 고무적인데, 우리나라에는 시나리오 성격의 제품이 개발되고 있을 뿐 고령자를 위한 대화나 감정 로봇 등이 아직 없다. 물론 일부 기업에서 Pepper를 도입하여 한국어를 인식시킨 후 국내에 배포할 계획이라고도 하지만, 우리나라는 이 분야의 기술 개발이 미진한 상태이다.

일본에서는 고령화로 인해 다양한 문제에 직면하고 있는데, 그 중 하나는 바로 치매 등 거동이 불편한 노인을 케어해줄 수 있는 인력의 부족현상이다(양철호·오세근, 2016). 이러한 배경에서 간호 분야 과제 해결을 위하여 로봇 관련 기술 등 첨단 기술의 활용 시도가 중요한 과제가 되었다. 이에 공익사단법인 카나가와복지서비스진흥회에서는 간호로봇추진본부를 통해 간호나 수발, 재활이 가능한 로봇의 보급 사업을 추진하고 있는데, 이 사업을 통하여 간호 분야의 과제 해결의 방안으로 로봇에 대한 수요가 늘어날 것인지 또 의료분야로 확대가 가능할 것인지를 확인하고자 한다.⁴⁾

또 일본에서는 고령자의 각종 상황과 임무에 따른 다양한 로봇들이 개발되고 있지만, 우리나라는 거기에 미치지 못한다. 재활이나

의료용 로봇 개발이 시도되고 있고, 또 스마트 휠체어나 이동지원 로봇, 배설물을 치워주는 기기 등이 개발되었지만, 케어 상황에서 고령자와 요양보호사를 위한 지능적인 로봇은 아직 없는 실정이다. 물론 국립재활원 재활연구소에서는 의료재활로봇보급사업으로 배설케어로봇, 착용형 보행보조로봇, 외골격제어형 보행재활로봇, 상지 재활로봇(3DBT-61) 등을 장애인에게 공급하고 있다.⁵⁾ 그러나 이러한 방법이 고령자의 불편한 생활 문제를 완전히 해결한다고 할 수 없으므로 실제 고령자의 생활과 행위 연구에 따른 이동보조로봇을 연구해야 한다.

가상현실(VR) 기기를 이용하여 신체적 및 심리적 재활, 인지기능을 향상시키기 위해서는 소프트웨어와 콘텐츠가 매우 중요하다. 역시 하드웨어와 디스플레이 등의 원천적 기술을 고령자에게 적용하여 그 효과를 증명하는 연구들도 필요하다. 우리나라는 여기에 대한 연구들이 없지는 않지만(최종원, 2018), 다양한 신체 및 심리적 노화부문을 다루거나 다양한 가상현실 플랫폼에 대한 연구는 부족한 편이다. 인지기능개선 등에 있어서 적용하는 훈련방식의 콘텐츠는 증강현실(AR: augmented reality)과 같이 현실세계와 결합된 방식으로 다양화시킬 필요가 있다.

IV. 과제와 시사점

노화에 따른 고령자의 문제를 해결하고 욕

4) 公益社団法人かながわ福祉サービス振興會
(<http://www.kaigo-robot-kanafuku.jp/>)

5) 국립재활원(http://www.nrc.go.kr/nrc/board/nrcHtmlView.jsp?menu_cd=M_04_04)

구를 충족하는 기술발달은 삶의 질 향상을 위해 필수적이다. 심신의 약화와 함께 사회활동 감소로 인해 생활환경이 집안으로 축소되는 고령자들에게는 융합의학, IoT, 원격의료, 빅 데이터 등의 기술로 삶을 윤택하게 해줄 수 있다는 뜻이다. 특히 가상사회(virtual community)는 물리적 공간 중심의 사회생활의 개념을 바꾸고 삶을 완전히 바꾸어 놓을 수 있는 기술이며, 로봇은 노후에 일하는 방식에 있어서 신체 역할과 기능에 대한 혁신적인 대안이 될 수 있다. 그러나 고령자가 이러한 기술의 혜택을 누리기 위해서는 서비스 이용료의 부담이 크지 않아야 한다. 이러한 관점에서 4차 산업혁명시대의 핵심기술에 거는 기대는 크다. 기업은 4차 산업의 주요기술을 기반으로 더 저렴하고 가치가 더 큰 제품과 서비스를 소비자에게 제공해야 하는데, 서구사회나 우리나라 모두 이러한 혁신을 차세대 산업의 핵심으로 삼고 있다.

4차 산업혁명의 핵심기술은 인공지능, 빅데이터, IoT, 로봇 등의 기술이며, 이를 응용한 제품과 서비스가 인공지능화, 무인화, 자율화, 상호작용화가 가능해지므로 생의 후반기에 심신이 약해진 상태에서도 지금과는 다른 생활을 유지하게 될 것이다. 비록 노화가 진행되더라도 개인의 노화단계에 맞춘 제품과 서비스가 제공되므로 실제로는 젊은 시절과 비교하여 큰 차이가 없는 상태에서 생활할 수 있다는 것이다. 바로 혁신적 생산시스템을 이용해 노화에 따른 다양한 욕구를 충족시켜주는 개인 맞춤형인 제품서비스가 저렴하게 공급된다는 뜻이다. 이러한 상황이 전개되기 위해서는 다음과 같은 몇 가지 혁신

이 필요하다.

첫째, 시장 측면에서 고령자가 사용하기 쉽고 또 사용하면서 즐거움과 행복을 느끼게 하는 기기들이 많이 보급되어야 한다는 점이다. 예를 들면, 자신의 얘기를 들어주고 응대해주는 등 소통이 가능한 웨어러블 상태의 기기 이용이 보편화되어야 한다는 점이다. 둘째, 기술적 측면에서 기기가 한국어 인식, 그 중 고령자의 언어를 인식하고 반응할 수 있어야 하고 또 고령자의 다양한 요구나 움직임 또는 고령자가 직면하고 있는 환경을 인지하면서 스스로 도와줄 수 있는 상황인지능력을 갖춘 인공지능이 필요하다는 점이다. 셋째, 고령자를 위한 인공지능이나 로봇, 웨어러블 등이 개발되고 있지만, 아직 고령자가 이들을 이용할 때 적합한지 또는 효과적인지를 결과물로 제시하지 못한 상태이다. 즉, 노년학이나 사회복지학, 공학 분야 연구자와 이용자가 함께 참여하는 융합연구를 통해 효과성이 측정될 필요가 있다. 마지막으로 고령사회의 문제와 시장의 발전을 전제로 고령자의 문제를 해결하는 기술개발을 시도하는 연구들이 시도되고 있지만, 연구의 효과를 얻기 위해서는 사용자인 고령자에게 적합한 개발이 되도록 국가 차원에서 공급자에게 가이드를 제시하고 규범적 준수를 위한 교육을 실시하는 등 적극적 대처가 수반되어야 한다는 점이다. 그렇게 해야 새로운 ICT기술을 기반으로 하는 스마트 에이징이 정착되고 고령자들의 여생의 질이 실질적으로 높아지게 될 것이다.

참고문헌

- 김한별 (2013). 팔순 노인이 무거운 물건 번쩍... 입는 로봇 세상 10년 내 온다. 중앙일보 (2013년 2월 22일자)
- 김중성 (2016). 노인을 위한 포괄적 케어시스템의 발전방향. **한국노년학연구**, **25**, 95-112.
- 송원경 (2016). 재활로봇의 기술 동향. **정보와통신**, **33**(8), 10-18.
- 심우정 (2015). 소비자의 노화인지가 문제인식과 고령친화제품·서비스 구매의도에 미치는 영향. 강남대학교 대학원 박사학위논문.
- 심우정·류영달·고정현 (2017). **고령사회와 스마트에이징 활성화 방안**. 정보문화 이슈리포트 17-03호. 대구: 한국정보화진흥원.
- 양철호·오세근 (2016). ‘초고령 사회’ 일본의 노인복지 실천과 교훈: 우리나라 노인복지의 해법과 정책 과제. **한국노년학연구**, **25**, 113-130.
- 배영걸·최호진·정슬 (2010). 원격제어 시스템의 중 로봇인 이동 로봇의 제작과 힘추종 제어 구현. **제어·로봇·시스템학회지**, **16**(7), 681-687.
- 최종원 (2018) **손가락 별 운동 능력 평가 및 재활 장치를 이용한 기능성 게임 연구**. 한국산업기술대학교 대학원 박사학위논문.
- Bandodkar, A., & Wang, J. (2014). Non-invasive wearable electrochemical sensors: A review. *Trends in Biotechnology*, *32*(7), 363-371.
- Behmann, F., & Wu, K. (2015). *Collaborative internet of things (C-IoT): For future smart connected life and business*. New York: John Wiley & Sons.
- Bilyea, A., Seth, N., Nesathurai, S., & Abdullah, H. (2017). Robotic assistants in personal care: A scoping review. *Medical Engineering and Physics*, *49*, 1-6.
- Broughton, G., Krajník, T., Fernández-Carmona, M., Cielniak, G., & Bellotto, N. (2016, September). RFID-based object localisation with a mobile robot to assist the elderly with mild cognitive impairments. In *International Workshop on Intelligent Environments Supporting Healthcare and Well-being* (pp. 366-375).
- Calude, C., & Longo, G. (2017). The deluge of spurious correlations in big data. *Foundations of Science*, *22*(3), 595-612.
- Cesta, A., Coradeschi, S., Cortellessa, G., Gonzalez, J., Tiberio, L., & Von Rump, S. (2010, October). Enabling social interaction through embodiment in ExCITE. In *ForItAAL: Second Italian Forum on Ambient Assisted Living* (pp. 1-7).
- Chen, Y., Argentinis, J., & Weber, G. (2016). IBM Watson: How cognitive computing can be applied to big data challenges in life sciences research. *Clinical Therapeutics*, *38*(4), 688-701.
- Chu, M., Khosla, R., Khaksar, S., & Nguyen, K. (2017). Service innovation through social robot engagement to improve dementia care

- quality. *Assistive Technology*, 29(1), 8-18.
- Dimitrov, D. (2016). Medical internet of things and big data in healthcare. *Healthcare Informatics Research*, 22(3), 156-163.
- Girolami, M., Palumbo, F., Furfari, F., & Chessa, S. (2013). The integration of zigbee with the giraffplus robotic framework. In M. O'Grady et al. (Eds.), *International Joint Conference on Ambient Intelligence* (pp. 86-101). Switzerland: Springer International Pub.
- Hooshmand, M., Zordan, D., Del Testa, D., Grisan, E., & Rossi, M. (2017). Boosting the battery life of wearables for health monitoring through the compression of biosignals. *IEEE Internet of Things Journal*, 4(5), 1647-1662.
- Horizon 2020 (2014). Robot caregivers help the elderly (May 5, 2014, <https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/news/robot-caregivers-help-elderly>).
- Horizon 2020 (2015). Robots to help elderly affected by mild cognitive impairments (October 6, 2015, <https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/news/robots-help-elderly-affected-mild-cognitive-impairments>).
- Kumari, M., & Vijendra, S. (2017). Big data analytics in healthcare: Opportunities, challenges and techniques. *International Journal of Social Computing and Cyber-Physical Systems*, 2(1), 35-58.
- Lu, J., Lu, C., Chen, Y., Wang, J., & Hsu, Y. (2011, June). *TRiCmini: A telepresence robot towards enriched quality of life of the elderly*. Paper presented in the 1st Asia Pacific eCare and TeleCare Congress, June 16-19, Hong Kong.
- Matsuo, Y., Miki, S., Takeda, T., & Kubota, N. (2015, August). Self-efficacy estimation for health promotion support with robot partner. In *Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN), 2015 24th IEEE International Symposium on* (pp. 758-762). IEEE.
- Meade, P., & Rabelo, L. (2004). The technology adoption life cycle attractor: Understanding the dynamics of high-tech markets. *Technological Forecasting and Social Change*, 71(7), 667-684.
- Michaud, F., Boissy, P., Labonte, D., Corriveau, H., Grant, A., Lauria, M. et al. (2007, March). Telepresence robot for home care assistance. In *AAAI Spring Symposium, Multidisciplinary Collaboration for Socially Assistive Robotics* (pp. 50-55).
- Moyle, W., Bramble, M., Jones, C., & Murfield, J. (2018). Care staff perceptions of a social robot called Paro and a look-alike Plush Toy: A descriptive qualitative approach. *Aging & Mental Health*, 22(3), 330-335.
- Nagpal, N., Bhushan, B., & Agarwal, V. (2017). Estimation of stochastic environment force for master-slave robotic system. *Sādhanā*, 42(6), 889-899.
- NEDO(国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構). (2015). *NEDOロボット*

- 卜白書2014. Kawasaki, Japan: The Author.
- Nimrod, G. (2013). Applying Gerontographics in the study of older Internet users. *Participations: Journal of Audience & Reception Studies*, 10(2), 46-64.
- Polak, R., Elishay, A., Shahar, Y., Stein, M., Edan, Y., & Levy-Tzedek, S. (2018, March). Differences between young and old users when interacting with a humanoid robot: A qualitative usability study. In *Companion of the 2018 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction* (pp. 107-108). ACM.
- Prange, A., Sandrala, I., Weber, M., & Sonntag, D. (2015, March). Robot companions and smartpens for improved social communication of dementia patients. In *Proceedings of the 20th International Conference on Intelligent User Interfaces Companion* (pp. 65-68). ACM.
- Pripfl, J., Körtnner, T., Batko-Klein, D., Hebesberger, D., Weninger, M., Gisinger, C. et al. (2016, March). Results of a real world trial with a mobile social service robot for older adults. In *The 11th ACM/IEEE International Conference on Human Robot Interaction* (pp. 497-498). IEEE Press.
- Rault, J. (2015). Pets in the digital age: Live, robot, or virtual? *Frontiers in Veterinary Science*, 2. [doi.org/10.3389/fvets.2015.00011]
- Reimer, B. (2014). Driver assistance systems and the transition to automated vehicles: A path to increase older adult safety and mobility? *Public Policy & Aging Report*, 24(1), 27-31.
- Russell, S., Dewey, D., & Tegmark, M. (2015). Research priorities for robust and beneficial artificial intelligence. *AI Magazine*, 36(4), 105-114.
- Sabanovic, S., Bennett, C., Chang, W., & Huber, L. (2013, June). PARO robot affects diverse interaction modalities in group sensory therapy for older adults with dementia. In *Rehabilitation Robotics (ICORR), 2013 IEEE International Conference* (pp. 1-6). IEEE.
- Shibata, T., & Coughlin, J. (2014). Trends of robot therapy with neurological therapeutic seal robot, PARO. *Journal of Robotics and Mechatronics*, 26(4), 418-425.
- Sung, H., Chang, S., Chin, M., & Lee, W. (2015). Robot-assisted therapy for improving social interactions and activity participation among institutionalized older adults: A pilot study. *Asia-Pacific Psychiatry*, 7(1), 1-6.
- Tanaka, F., Isshiki, K., Takahashi, F., Uekusa, M., Sei, R., & Hayashi, K. (2015, November). Pepper learns together with children: Development of an educational application. In *Humanoid Robots (Humanoids), 2015 IEEE-RAS 15th International Conference on* (pp. 270-275). IEEE.
- Tsai, C., Chu, C., Liu, S., Hsieh, S., & Tseng,

- V. (2017, December). Mining life patterns from wearable sensors data for elderly anomaly detection. In *2017 Conference on Technologies and Applications of Artificial Intelligence (TAAI)* (pp. 66-71). IEEE.
- Tsui, K., Norton, A., Brooks, D., Yanco, H., & Kontak, D. (2011). Designing telepresence robot systems for use by people with special needs. In Proceedings of the International Symposium on Quality of Life Technologies 2011 held in conjunction with RESNA 2011 as part of FICCDAT, Toronto, Canada, *Intelligent Systems for Better Living*.
- Turkle, S. (2015). *Reclaiming conversation: The power of talk in a digital age*. New York: Penguin Press.
- Villalonga, C., Pomares, H., Rojas, I., & Banos, O. (2017). MIMU-Wear: Ontology-based sensor selection for real-world wearable activity recognition. *Neurocomputing*, 250, 76-100.
- White, D. (2017). Affect: An introduction. *Cultural Anthropology*, 32(2), 175-180.
- 원고접수일: 2018. 03. 14.
수정원고접수일: 2018. 05. 03.
원고게재승인일: 2018. 05. 15.