

음성·영상 신호 처리 알고리즘 사례를 통해 본 젠더혁신의 필요성

이지연¹, 이혜숙^{2*}

¹중원대학교 생체의공학과 조교수, ²한국여성과학기술단체총연합회, 젠더혁신연구센터 수석연구원

Gendered innovation for algorithm through case studies

JiYeoun Lee¹, Heisook Lee^{2*}

¹Assistant professor, Department of Biomedical Engineering, Jungwon University

²Principal Researcher, Center for Gendered Innovations in Science & Technology, KOFWST

요 약 젠더혁신은 연구개발의 전 과정에서 남녀의 생물학적, 인지적, 사회적 특성 및 행동방식의 차이에 의한 성·젠더 요소를 고려하여 남녀 모두를 위한 보다 나은 연구개발과 지식을 창출하는 과정을 의미한다. 본 논문의 연구목적은 ICT 산업, 자동차 산업, 빅데이터, 로봇 산업 등에 활용할 수 있는 영상·음성신호처리에서 문헌연구 및 기존 자료를 분석하고 사례 조사를 통하여 젠더혁신의 중요성을 고찰하는 것이다. 본 연구에서는 젠더 연구를 기반으로 영상·음성신호처리의 관련된 최신 국내의 문헌을 검색하고 총 8편의 논문을 선정한다. 그리고 젠더분석 측면에서, 연구대상, 연구 환경, 연구 설계로 구분하여 살펴본다. 연구결과로써, 노인음성 신호처리, 기계학습과 젠더, 기계번역 기술, 안면 젠더인식 기술의 음성·영상 신호 처리 알고리즘 논문 사례 분석을 통하여 기존의 알고리즘에 젠더편향성이 있음을 밝히고 이들 알고리즘 개발에서 상황에 맞는 성·젠더 분석이 필요함을 보인다. 또한 알고리즘 개발에 다양한 성·젠더 요소를 반영하는 젠더혁신 방법과 정책을 제안한다. 추후 ICT에서의 젠더혁신은 남녀 모두의 요구를 반영한 제품과 서비스를 개발로 새로운 시장 창출에 기여할 수 있다.

주제어 : 과학기술 젠더혁신, 성·젠더분석, 노인음성 신호처리, 기계학습과 젠더, 융복합 젠더 정책, 기계번역기술, 안면 젠더 인식 기술

Abstract Gendered innovations is a term used by policy makers and academics to refer the process of creating better research and development (R&D) for both men and women. In this paper, we analyze the literatures in image and speech signal processing that can be used in ICT, examine the importance of gendered innovations through case study. Therefore the latest domestic and foreign literature related to image and speech signal processing based on gender research is searched and a total of 9 papers are selected. In terms of gender analysis, research subjects, research environment, and research design are examined separately. Especially, through the case analysis of algorithms of the elderly voice signal processing, machine learning, machine translation technology, and facial gender recognition technology, we found that there is gender bias in existing algorithms, and which leads to gender analysis is required. We also propose a gendered innovations method integrating sex and gender analysis in algorithm development. Gendered innovations in ICT can contribute to the creation of new markets by developing products and services that reflect the needs of both men and women.

Key Words : Science and technology gendered innovation, Gender analysis, Elderly voice signal processing, Machine learning and gender, Convergence gender policy, Machine translation, Facial gender recognition

*This research was supported by Support Program for Women in Science, Engineering and Technology through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Science and ICT(No. 2016H1C3A1903202).

*Corresponding Author : Heisook Lee(hslee@kofwst.org)

Received October 30, 2018

Revised December 4, 2018

Accepted December 20, 2018

Published December 28, 2018

1. 서론

젠더혁신은 연구개발 전 과정에 성별차이를 반영하여 남녀 모두를 위한 지식을 창출하고 기술을 개발하는 것이며, 유럽연합의 연구개발 정책과 연구 커뮤니티에서 처음 쓰이기 시작했다. ‘성별’이라는 용어는 성과 젠더를 함께 뜻하는 것으로 ‘성’은 염색체 조성 및 생리학적 특징과 같은 생물학적 기준으로 남성, 여성으로 구분된다. ‘젠더’는 사회문화적 관점에서 ‘여성스러운’ 혹은 ‘남성스러운’ 행동이나 역할 또는 제품, 기술, 지식을 형성하는 사회문화적 태도를 뜻한다[1]. 연구개발에서 성별 차이와 특성을 고려하지 않아 문제가 된 큰 사례는 1997년부터 2000년 사이에 부작용으로 미국에서 시판이 중지된 10가지 약 중에서 8가지가 남성보다 여성에게 더 부작용이 큰 것으로 알려진 것이다. 그 원인을 규명하는 과정에서 동물에서부터 암수의 차이가 크다는 것이 발견되었다. 그럼에도 불구하고 신약을 개발할 때 주로 수컷 위주의 동물실험을 하였고 임상실험도 여성보다 남성 위주로 실시된 것이 여성에게 부작용이 더 큰 원인으로 규명되면서 젠더혁신이 확산되는 기폭제가 되었다. 이후 의·생명 의료분야 연구개발에서 젠더혁신은 큰 역할을 해오고 있다. 한편 알고리즘과 같이 수리·분석적인 분야는 젠더혁신과 관련이 없는 것으로 보였다. 그러나 기계번역, 음성신호처리, 기계학습 등과 같은 알고리즘에서도 젠더편향이 과다하게 나타나고 있다[1,2]. 위 알고리즘을 포함한 음성·영상 신호처리 기술은 매우 빠른 속도로 ICT 기술에 큰 영향을 미치는 것을 고려할 때 음성·영상 신호처리 기술에도 젠더혁신을 적용하는 것이 시급한 과제이다. 주로 공적자금을 사용하는 과학기술 연구개발에서 남녀 모두를 위한 젠더혁신은 연구 윤리적인 면에서 필요하고, 연구개발의 책임성과 공공성 측면에서도 바람직할 뿐만 아니라 우수한 지식을 창출하기 위해서도 중요하다. 유럽과 미국을 중심으로 과학기술 연구개발 자금 지원과정에서 학술지 논문 등재, 기술 제품 인증에 이르는 전 단계에서 ‘성·젠더’ 특성에 대한 분석을 요구하는 분야가 확대되고 있다. 새로운 지식의 창출과 기술 활용에서 남녀의 생물학적, 인지적, 사회적 특성 등의 차이에 의한 영향을 고려하는 ‘과학기술 젠더혁신’이 세계적으로 확산되는 것이다[2,3].

한편으로, 여성의 높은 교육 수준과 경제활동 증가로 글로벌 시장에서 여성이 산업 전반의 강력한 구매영향력

을 가진 집단으로 부상함으로써 연구개발 단계에서부터 성·젠더 분석의 도입으로 새로운 시장창출 사례가 증가하고 있다. 따라서 기존 기술 및 남성의 공급자 위주 제품 중심의 산업에서 ‘인간 개인’의 삶의 질을 제고하기 위한 맞춤형 패러다임으로 전환되어 세분화 된 소비자 대응전략이 중요해지면서 젠더혁신은 새로운 시장 창출에도 기여할 수 있다[3-5].

우리의 경우 국가R&D사업관리서비스(NTIS), 국가과학기술정보센터(NDSL), 학술연구정보서비스(RISS), 국가기술사업화종합정보망(NTB)에 등록된 지식 및 기술정보의 ‘성·젠더’ 분석 적용 정도는 0.1% 수준이며 특히 국가특허전략청사진구축 분야별로 40대기술 중 약 40% 정도인 16대 기술(바이오 분야 6개, 통신분야 1개, 로봇분야 5개, 산업융합분야 4개 기술)에 젠더혁신 관련성 있지만 현재는 필연적으로 젠더를 고려해야 하는 분야에 집중되어 있고 개인의 만족도와 삶의 질이 향상되는 분야엔 젠더혁신이 전혀 도입되지 않고 있다[2,3,6].

본 논문의 목적은 인공지능분야에 핵심 기술인 알고리즘과 같은 수리 논리적인 분야에도 젠더 고려가 필요함을 밝혀서 ICT분야에서 젠더혁신의 필요성을 제기하고 관련 연구방법론 개발을 촉진하는 계기를 마련하고자 한다. 현 사회 흐름을 반영하여 ICT 산업, 자동차산업, 로봇 산업 등에 활용할 수 있는 영상·음성신호처리에 대하여 젠더연구 국내외 문헌연구 및 기존 자료를 분석하고 사례 조사 및 젠더혁신분석방법을 소개할 것이다. 또한 젠더 영향성을 분석하고 그 대응방안을 도출할 것이다. 마지막으로 젠더혁신의 확산을 위한 정책을 제안할 것이다. 본 논문의 연구 활용 및 기대효과로서, 첫 번째로, 젠더분석 사례 조사를 통해 ‘젠더결함 없는 연구개발’을 위한 젠더혁신을 도입한 과학기술 연구개발 생태계 기반 구축을 조성할 수 있다. 두 번째로, ‘젠더’ 특성 반영 영향력 점검을 통한 제품 및 서비스의 시장의 구매영향력 핵심그룹에 대한 ‘젠더’ 특성 수요와 요구를 반영하여 새로운 시장의 창출과 기존시장점유의 확대 등을 원활하게 할 수 있는 지원 시스템 구축을 기대할 수 있을 것이다.

2. 연구 방법

젠더를 적용한 영상·음성신호처리의 국내외 문헌연구 및 기존 자료를 조사하기 위해 2017년 6월 8일부터 2018

년 10월 30일까지 국외 전자데이터베이스인 'Academic Search Complete', 'Web of Science', 'IEEE', 'ERIC' 및 'PubMed'와 국내의 'RISS', 누리 미디어의 'DBPIA', 한국 학술정보(주)의 'KISS'를 대상으로 문헌검색이 이루어졌다. 문헌검색은 gender elderly voice analysis, gender speech signal processing, gendered innovation, gender bias, gender classification, face recognition algorithm gender의 키워드를 사용하였다. 국내 논문의 경우 노인음성 젠더분석, 젠더 기계 번역과 젠더, 젠더 음성·영상처리를 주제로 검색하였다.

본 연구의 문헌 선정 기준은 다음과 같다. 첫째, 2009년부터 2018년까지 발행된 음성·영상 신호처리 젠더 연구로 학술지에 게재된 논문, 둘째, 연령, 성별의 차이, 문화의 차이에 해당하는 성·젠더 분석을 실시하여 연구결과를 제시한 연구, 셋째, 한국어 혹은 영어로 출간된 논문으로 선정하였다.

노인음성 신호처리 분야는 노인음성 분석의 언어학분야에서의 약 20여 편, 기계학습과 젠더의 경우 7편, 기계번역의 경우는 1편, 안면인식분야에서는 107편의 논문들이 검색되었다. 제목 및 초록, 논문 전문을 검토하여 젠더혁신과 관련된 논문으로 노인음성의 경우 국내 논문 3편, 기계학습과 젠더분야에서는 2편의 국외논문, 기계번역기술과 젠더에서 국외 논문 1편, 안면인식기술 분야에서 2편의 국외 논문을 선정하였다. 최종적으로 선정된 문헌은 국외 논문 5편, 국내 논문 3편으로 총 8편이다. 수집된 문헌을 분석하기 위해 연구대상, 연구 환경, 연구 설계로 구분하여 젠더분석 측면을 살펴보았다. 본 연구는 일부 문헌고찰에 한정된 것으로 연구자료 결과들의 평균 또는 공동효과를 추정하지는 못했음을 연구의 제한점으로 밝힌다.

3. 사례를 통해본 젠더혁신의 필요성

3.1 노인음성 신호 처리

음성언어 처리기술은 인간의 자연어 발화를 컴퓨터가 자동으로 이해하고 처리하는 알고리즘을 연구하는 분야로써, 말의 내용과 감정을 이해하고 의미를 인식하여 자연스러운 대화를 주고받기 위해 필요하다[8].

통계청의 인구 추계에 따르면 우리나라는 이미 고령사회(aged society)로 진입하였으며, 2020년에는 15.1%

로 증가할 것이라고 예상하고 있다[9]. 신체의 노화는 목소리와 직접적으로 관련이 있는 상태 및 후두 조직의 형태를 변화시킨다. 따라서 고령자의 목소리는 노화에 따른 후두 변화에 의한 소리의 음향 특성과 함께 이해되어야 한다[10,11]. 의료 복지 시스템을 위해 음성 인터페이스를 갖춘 스마트 디바이스가 활발하게 개발되고 있지만 대부분의 의료 기기의 경우 고령자를 고려하지 않은 인터페이스로 인해 음성 인식 및 합성시스템의 성능이 하락되는 경향을 보인다[12,13]. 따라서 고령사회 변화에 대응하기 위해 다차원인 측면에서 음성을 해석하고, 적절한 중재 방안을 제공하기 한 목적으로 노인음성 분석기술이 임상에서 활용되어야 한다. 노인의 목소리 분석은 젠더 분석의 시작이 될 수 있다.

김 교수팀의 “연령에 따른 한국인의 음향지표 변화와 특성” 2000년도 연구를 통해, 음성분석을 위한 음향지표는 연령간의 차이와 40, 50대에서 노화현상으로 인한 변화가 높은 상관관계가 있음을 도출하였다[12]. 그러므로 현재까지 적용되어 온 획일화된 정상역치에 의해 환자의 음향지표를 분석하는 것은 부적절한 것으로 판단되며, 각 연령 군에 따라 같은 수의 성별 샘플을 가지고 각각의 음향지표에 대한 정상 역치를 적용하여 성·젠더기반 음향학적 분석을 시행해야 될 것이다. 2010년 노령화에 따른 건강한 정상 성인의 모음간 음향음성학 특성 비교 연구를 통해, 50, 60, 70대 남성은 /아/, /이/, /우/ 모음에서 연령증가에 따른 음향학적 변수의 평균 차이가 확인되었지만 여성의 경우에는 /이/ 모음에서만 의미 있는 차이를 보였다. 남성의 경우는 특히 /우/ 모음을 연장 발성할 때에 마찰성 소음이 뚜렷한 특징을 보였다. 따라서 성분석을 적용하여, 남성과 여성의 연령별 데이터베이스를 이용한 음성분석 및 인식 시스템이 필요함을 증명하였다[14]. 2016년의 연구는 노인 음성 잡음을 고려하여 기존의 대칭 구조 고차 미분 에너지 함수를 이용하여 노인 음성에서의 음성 구간 검출 알고리즘을 연구하였다. 그것이 자기상관함수와 AMDF 방법과 비교하였을 때, 노인 음성에서의 음성 구간 검출에 보다 우수한 성능을 가지는 것을 확인하였다. 따라서 젠더분석을 이용하여 노인 음성 신호를 분석할 수 있는 음성 분석 프로그램의 필요성을 제안하였다[15].

3.2 기계학습과 젠더

인공지능은 인간과 달리 편견이 없는 세상을 약속할

것이라는 일반 대중의 기대와는 달리, 인공지능도 인간과 같은 각종 편견을 가질 수 있음이 밝혀지고 있다. 기계학습이 기존의 데이터 패턴을 발견하여 인공지능을 도출해 내기 때문에 인공지능도 인간이 만들어낸 각종 데이터로부터 자유로울 수 없는 것은 당연하다. 이런 현상이 최근 과학적으로 증명되고 있다[16,17]. 한 연구팀은 ‘단어 긴밀도 검사(WEFAT; Word Embedding Factual Association Test)’라는 기법을 고안하여 젊은 사람들이 노인들 보다 더 유쾌한 것으로 조사된 기존의 심리학적 검사결과를 확인하였고, ‘실제 긴밀도 조사(WEFAT; Word Embedding Association Test)’라는 방법을 써서 컴퓨터가 생성해낸 직업과 젠더에 관한 단어 긴밀도 결과를 실제 미국 남녀 직업 분포와 비교한 결과 높은 상관관계가 있음을 발견했다. 이는 컴퓨터 인코딩에 의해서 우리가 가진 정서와 편견이 그대로 재현되는 것이다[16]. 비슷한 시기에 컴퓨터 과학자 Bolukbasi교수도 유사한 방법으로 인간이 가진 남성과 여성에 대한 성별 고정관념이 불편할 정도로 인공지능을 통해서도 재현됨을 증명하였다[17]. 예컨대, 컴퓨터 프로그래머는 남성의 직업이고, 가정주부는 여성, 의사는 남성, 간호사는 여성의 직업이라는 젠더편견이 인공지능을 통해서도 그대로 나타난 것이다. 이 두 연구는 기존의 데이터에 기계학습 기법을 그대로 적용하면 사람이 만들어낸 고정 관념이나 편견이 빠른 속도로 재생산될 것이고 인공지능이 내놓은 분석결과에 따라 의사결정을 한다면 이 또한 부정적인 결과를 초래할 것임을 시사한다.

이렇게 인공지능에서 나타날 수 있는 젠더편견을 인지한 기계학습 전문가들은 편견을 보정하는 방법을 2가지로 제안하였다. Bolukbasi교수 연구팀은 단어 긴밀도에서 젠더중립적인 단어는 성별로 정의된 단어와 선형적 분리 방법, 소위 ‘편견 제거(debiasing)’을 통해서 해결할 수 있을 것이라고 제안하였다[17]. 예컨대 여왕과 여성의 긴밀성은 유지하면서 ‘안내원’은 여성이라는 원하지 않는 긴밀성을 제거하여 성별고정 관념을 없애는 것이다. 그러나 Caliskan 연구팀은 단어의 긴밀성에 대한 정보를 직접 제거하는 대신에 편견에 어떻게 대응할지의 여부를 결정하는 판단 기능을 인간 또는 컴퓨터에 추가하는 방법을 선호하였다. 예컨대 컴퓨터 프로그래머 고용할 때 성별 할당제를 도입할 수 있을 것이다.

3.3 구글 기계번역과 젠더

우리의 일상 속으로 깊이 들어온 기계번역은 많은 인공지능 기술 중에 우리에게 친숙한 기술이다. 구문의 여러 가지 의미를 저장해서 번역하는 통계 기반 기계번역에서 인간이 학습하는 것과 비슷한 인공신경망 기반 기계번역으로 기술이 진화되면서 기계번역의 품질도 빠른 속도로 개선되고 있다. 그러나 기계번역기술은 Table 1과 같이 젠더 측면에서 새로운 문제를 생성한다[1,3].

Table 1. Examples of gender bias in Google translation

Language	Sentence
Korean	나의 친구는 약속을 잘 지킨다.
Chinese	我的朋友信守諾言
Japanese	私の友人は約束をきちんと守る。
English (Google Translation)	My friend keeps his promise.

친구 대신에 ‘선생님, 의사, 약사’와 같이 젠더 중립적 단어를 넣어도 모두 남성을 가리키는 ‘his’로 번역된다. “내 친구 헬렌은 약속을 잘 지킨다”는 “My friend Helen keeps her promise로 번역했지만 놀랍게도 “내 친구 제인은 약속을 잘 지킨다”를 “My friend Jane keeps **his** promise”로 번역했다. 잘 알려진 영어 여자 이름인 제인을 남성을 칭하는 대명사 ‘his’로 번역한 것이다. 젠더 중립적인 단어를 영어로 번역할 때 남성을 칭하는 대명사로 번역하면 ‘he’, ‘his’, ‘him’이 훨씬 자주 나타나서 여성보다 남성의 대표성이 과다하게 부각될 것이다.

1900년부터 2008년까지 미국에서 영어로 발행된 책에서 남성을 나타내는 대명사와 여성을 나타내는 대명사의 비율은 1950년대까지 약 3.5 대 1의 비율을 유지하다가 2차대전 이후 남성의 역할이 증가하면서 1960년대 4.5대 1을 넘어 최고점에 이르렀으나 2000년 이후 2대 1 이하로 감소했다[18]. 이 연구는 2차 대전 이후 남성이 역할이 높아진 1967년까지 이 비율이 증가했지만 미국에서 여성운동이 시작되고 이공계에 여성의 비율을 높이려는 노력이 지속되면서 점차 감소했다고 분석했다. 이 연구결과를 적용하면 젠더 요소를 고려하지 않은 구글의 기계번역기술이 40여 년에 걸쳐서 이뤄낸 남녀평등 성과를 일거에 뒤집는데 일조하고 있다고 평가할 수 있다.

기계번역이 젠더 중립적인 명사를 남성을 나타내는 대명사로 번역하는 젠더편향성을 갖게 된 원인은 기계학습을 위해서 입력된 구문이나 문장들도 젠더 요소를 고

려하지 않고 알고리즘 개발 단계에서 이미 남성을 기본 값(default)로 정했기 때문일 것이다. 이미 개발된 알고리즘을 수정하는 것은 어려운 일이다. 대표적인 젠더혁신 전문가인 론다 쉬빙거(Londa Schiebinger)교수가 구글 번역에서 여성인 자신을 'he'로 지칭하는 것을 알고 번역의 문제를 지적했으나 아직도 수정되지 못했다[19]. 그러나 기계번역 알고리즘 설계과정에서 젠더 요소가 중요하게 고려되어야 한다는 것이 밝혀진 것은 성과라고 할 수 있다. 앞으로 필요한 젠더 요소를 특정화하고 적절한 분석 방법을 도입하여 알고리즘 개발에서 젠더편견을 제거하는 것이 필요한 과제이다.

3.4 안면 젠더 인식 기술

알고리즘에서 젠더요소는 다른 요소와의 교차분석을 필요로 하는 경우가 많다. 안면 젠더 인식 기술이 바로 안면의 젠더와 함께 피부색을 교차요소로 분석할 필요가 있음을 보여주는 사례이다. 얼굴인식 기술은 이미 법 집행 기관과 공항에서 범인 색출 등 다양한 용도로 쓰이고 있다. 개발회사들은 95% 이상의 식별율로 자사의 제품이 매우 효율적이고 정확하다고 주장하지만 증명된 바는 없다. 미국 표준과학연구원(NIST)은 4년마다 시판되는 얼굴인식 기술을 평가하는데 여기서 인종에 따라 인식하는 정확도가 다음을 밝혀냈다[20]. 예컨대 아시아에서 개발된 얼굴인식 알고리즘은 백인보다 아시아인에 대한 인식률이 더 높았고 미국과 유럽에서 개발된 기술은 백인을 더 정확하게 인식했다. 이는 알고리즘 개발팀의 인종 구성과 테스트에 쓰이는 사진의 데이터베이스가 안면 인식 정확도에 영향을 주는 것을 증명하는 것이다. 2018년 MIT미디어랩의 Buolamwini와 마이크로소프트의 Gebu는 얼굴 인식기술의 젠더 편향성을 알아보기 위해서 연구팀은 피부과 의사들의 협조 하에 유럽 3개국과 아프리카 3개국에서 다양한 피부색을 가진 남성과 여성 1270명을 선정하여 이들의 이미지로 이용하여 평균 얼굴 기준을 만들었다. 그리고 마이크로소프트, 페이스++, IBM 등 3개의 얼굴 인식 알고리즘을 이용해 분석한 결과 성별과 피부색에 따라 인식률에 큰 차이가 있음을 Table 2와 같이 증명하였다[21].

안면 인식 오차율에서 남성과 여성의 차이도 크지만 젠더와 피부색을 교차시키면 그 인식 오차율은 더 크다. 백인 남성과 흑인 여성의 인식 오차율의 차이는 IBM의 경우 0.3%와 34.7%로 100배 이상이다[21]. 앞의 사례를

통해서 살펴본 바와 같이 안면 인식 알고리즘의 품질을 개선하기 위해서는 기계학습에 기본이 되는 초기 데이터를 다양하게 입력하는 것이 필요하다. 또한 젠더 요소에 대한 분석과 함께 젠더와 교차하는 요소로 피부색과 인종 등 다양한 요소를 검토하여 기술을 개발하는 것이 중요하다. 또한 개발자들이 젠더와 관련된 사항에 대해서 열린 사고를 가진 것이 필요하다.

Table 2. Facial gender recognition error rate(%)

Product	MSFT	Face++	IBM
All	6.3	10.0	12.1
Woman	10.7	21.3	20.3
Man	2.6	0.7	5.6
Black	12.9	16.5	22.4
White	0.7	4.7	3.2
Black woman	20.8	34.5	34.7
Black man	6.0	0.7	12.0
White woman	1.7	6.0	7.1
White man	0.0	0.8	0.3

4. 젠더혁신을 위한 연구방법

앞서 4가지 사례를 통해서 무의식적으로 알고리즘에 내재된 젠더 편향 사례가 존재함을 살펴보았다. 알고리즘에 있는 젠더 편향성은 오랜 사회의 젠더 고정관념을 악화시킬 수 있다. 특히 기계번역 같은 경우에는 수십 년간 국경을 뛰어넘는 범사회적 노력으로 진전되고 있는 남녀평등 성과를 허사로 만드는데 일조할 수도 있음을 보였다. 음성인식 알고리즘에서 여성과 노인의 음성을 제대로 인식하지 못한다면 응급상황에서 대처를 잘못해서 치명적인 결과를 초래할 수도 있다. 또한 얼굴인식 알고리즘이 젠더와 피부색에 따라서 오차율이 크게 달라진다면 보편화된 CCTV에 의존해서 행해지는 많은 의사결정이 개인에게 미치는 피해는 상상을 초월할 수도 있다. 사회 정의적인 면과 개인의 인권 보호 측면에서 모두 간과할 수 없는 문제를 젠더혁신 연구방법이 해결할 수기를 기대한다. 알고리즘의 젠더 편향성을 제거하기 위하여 [1]과 [19]의 방법론을 분석·재구성하여 Table 3과 같이 젠더혁신을 위한 연구 방법론을 제시한다.

Table 3. Research methodology for gender innovation

Rethinking concepts and theories		<ul style="list-style-type: none"> - Accurate definition and concept organization of sex and gender - Why sex/gender factors that can play an important role in innovation are not reflected as new technology innovation in the existing concepts and practices. - In past technological developments, are there gender-centered and narrow-minded parts that are overlooked in sex/gender factors?
Rethinking standards and reference models		<ul style="list-style-type: none"> - Has the experiment been set to one of men or women by default? - Are a reference model or data misused as a model or criterion for all groups, even though the data and model are based on sex or gender?
Formulating research questions		<ul style="list-style-type: none"> - The differences and similarities between men and women should be clearly identified in the research problem and the technology to be developed.
Research methodology	Sex analysis	<ul style="list-style-type: none"> - Reflects the biological differences between men and women. - For example, the development of a speech recognition algorithm will be examined to see whether the differences in the transliteration and wavelength of men and women are reflected.
	Gender analysis	<ul style="list-style-type: none"> - Check your engineer's thoughts and attitudes about gender. - In technology, service, and design development, the differences between the requirements and expectation of users' gender are analyzed and reflected.
	Analyzing how sex and gender interact	<ul style="list-style-type: none"> - The individual's functional capacity has to be considered to be influenced by sex/gender factors and interactions. - It is necessary to analyze U-fitness algorithm development such as obesity rate and health.
	Analyzing factors intersecting with sex and gender	<ul style="list-style-type: none"> - Define various factors and variables that can intersect sex and gender necessary for technology development. - Gender and race, gender and age, gender elements and geographical location, gender and occupation, socioeconomic, and etc. - Identify the elements that intersect with sex/gender and analyze the interactions between them.

3장에서 소개된 젠더 편향된 각 기술개발 사례에 젠더 혁신을 위한 연구방법을 적용하면 다음과 같다.

첫째, 노인음성 신호 처리 연구에서는 성 분석방법을 적용하여, 성별로 똑같은 음성 샘플 개수를 사용하였고, 노인 여성과 남성 집단의 음성에 존재하는 연구 대상의

성별 음성 특징을 분석하였다. 따라서 적용 대상에 따라서 어린이, 청소년, 성인 등 음성 타겟을 설정하는 것이 필요하다. 또한 성별 및 젠더의 편견을 줄이기 위해 기준 및 참조 모델을 재검토하여 연구 설정단계부터 성·젠더 반영 알고리즘을 설계하여야한다.

둘째, 기계학습과 젠더 연구에서는 젠더 요소 분석을 통해 성별 고정관념을 없앨 수 있는 방안을 모색하는 것이 필요하고 알고리즘 설계에서 성·젠더와 상호작용하는 요소 분석을 적용하여 성별 편견에 어떻게 대응할지의 여부를 결정하는 판단 기능을 코딩단계에서 적용하는 것과 함께 개발팀에 성별 할당제를 도입하는 것으로 해결할 수 있을 것이다.

셋째, 기계번역기술 연구에서는 성·젠더 분석을 적용하여 번역기가 자동적으로 남성대명사를 사용하는 현상을 연구하여 원문에서 언급된 사람의 젠더를 처리할 수 있는 방안을 모색할 수 있을 것이다. 그러나 언어의 다양성을 고려할 때 번역에서의 젠더 편견을 제거하기 위해서는 개발팀에 소프트웨어 엔지니어와 함께 언어학자, 인지과학자 등 관련 전문가들과 젠더전문가의 참여가 필수적일 것이다.

마지막으로, 안면 젠더 인식 기술 연구는 안면의 젠더와 함께 피부색을 교차요소로 분석할 필요가 있음을 보여주는 사례로서 기본 데이터로 인종과 피부색 연령 등을 다양하게 고려해서 정하는 것이 중요하다. 이것이 바로 성·젠더와 교차하는 요소를 분석하는 것이다. 미국 표준과학연구원의 분석 자료가 시사한 바와 같이 개발팀 구성에서도 인적다양성을 확보하는 것이 필요하다.

5. 젠더혁신 확산을 위한 정책

앞에서 살펴보았듯이 알고리즘에 내재된 젠더편향성은 모두에게 지대한 영향을 주는 제 4차 산업혁명시대에 심각한 문제를 초래할 수 있다. 기업의 입장에서도 젠더 결함을 가진 제품을 시정하려면 막대한 투자손실이 생기고 시장의 신뢰를 잃을 수 있다. 특히 연구계가 막대한 공적자금을 사용하면서 지구상에 사는 절반의 사람들을 고려하지 못해 투자의 공공성을 다하지 못한다면 연구개발의 사회적 책임을 다하지 못하는 것이 될 것이다. 이처럼 젠더혁신은 연구의 수월성과 공적 투자의 효율성과 효과성을 위해서도 필요하다. 지금까지 연구개발에서 고려하지 못했던 연구내용, 연구과정, 연구결과 활용의 전

과정에서 성·젠더분석을 도입하여 연구개발의 수월성과 사회적 책임성을 높이기 위한 젠더혁신을 확산하기 위해서는 체계적인 정책도입이 필요하다.

첫째, 성별 차이를 반영할 필요가 있는 모든 분야에, 지식·기술의 창출·활용 단계별 영역별로 연구제안서 제출에서 연구결과 보고까지 전 연구과정에 성/젠더분석을 도입하는 것을 연구비 지원정책에 반영하여 과학기술 혁신역량을 강화하는 것이다.

둘째, 법제도정책의 개선, 연구개발인력의 젠더혁신 전문성 강화, 젠더혁신을 도입한 과학기술 연구개발 지원을 추진하는 것이다. 「과학기술기초법」과 「국가연구개발사업 등의 성과 평가 및 성과 관리에 관한 법률」 및 이들 법의 관련 시행령, 행정규칙 등에 ‘젠더혁신’ 관점을 도입하여 개선한다. 연구지원 규정 및 선정심사, 평가지표 등에 ‘젠더혁신’ 반영하고 학술지 논문 등재 정책에 ‘젠더혁신’ 반영을 권장한다. 연구개발 인력확보를 위해 성젠더분석 교육훈련, 젠더혁신을 반영한 교과과정 운영, 산학연 연구인력 젠더혁신 전문성 강화를 위한 교육과 훈련을 시행하는 것이다. 마지막으로 ‘성젠더분석’ 필수 및 권고를 통한 연구지원 정책을 강화하고 시장·기술-연구가 연계된 젠더혁신 연구지원 정책을 시행하는 것이다.

셋째, 시장수요에 부응하고 잠재적인 시장니즈까지 충족하여 시장을 창출하는 젠더혁신 기술을 발굴하기 위해, 기술 관점 뿐 아니라 감성 관점을 고려한 과제 도출이 필요하다. 따라서 그 과제를 연구개발 및 산업 전략 분야의 우선순위 반영하고 시장성 및 파급효과를 평가하기 위한 방법 개발이 필요할 것이다.

6. 결론

본 연구에서는 과학기술 연구개발이 성별특성을 반영하지 못해서 여성의 요구와 기대치에 충분히 부응하지 못하고 젠더 편견을 강화할 수 있음을 살펴보았다. 특히 본 논문에 제시된 노인음성 신호처리, 기계학습과 젠더, 기계번역기술, 안면 젠더 인식 기술의 음성·영상 신호 처리 알고리즘 사례 분석을 통하여 이 기술들이 젠더 편향성을 가지고 있음을 보였고 이로 인한 사회적 폐해가 심각할 수 있음을 보였다. 특히 만들어진 알고리즘을 수정 보완하기 위해서는 막대한 비용이 추가되기 때문에 투자

의 효율화를 위해서도 알고리즘 개발단계에서 젠더혁신이 필요하다. 본 연구에서는 ICT분야에서 젠더혁신을 도입하기 위해서 연구에 직접 적용할 수 있는 성·젠더 분석 방법과 연구과정에서 고려해야할 질문들을 열거하는 등 젠더혁신 연구 방법론을 제시하였다. 또한 연구개발의 수월성과 사회적 책임성을 높이기 위한 젠더혁신 정책도입을 제시하였다. 마지막으로 본 연구에서는 연구개발에서 인적자원의 다양성과 연구개발팀의 젠더에 대한 높은 인식이 필요함을 보였다.

REFERENCES

- [1] Center for Women in Science, Engineering, and Technology. (2013). *How gender analysis of science and technology gender innovation contributes to research*. Seoul : WISER. ISBN 978-89-97520-24-4
- [2] KOFWST. (2017). <http://gister.re.kr/#/main>
- [3] M. O. Moon. (2014). *'Gender Innovation' in Science and Technology R & D and Knowledge Diffusion*. Seoul : Policy Research Report of Science and Technology Advisory Council.
- [4] L. Zhang & M. S. Na. (2017). A qualitative study on women's daily lives and smartphone use - focusing on interviews with Chinese women in their twenties. *Journal of the Korea Convergence Society*, 15(10), 467-483.
- [5] D. C. Park. (2013). Effect of news anchor's gender on affect of viewers and memory of news. *Journal of the Korea Convergence Society*, 11(9), 333-339.
- [6] J. Y. Lee. (2018). Gender Analysis in Elderly Speech Signal Processing. *Journal of the Korea Convergence Society*, 10(10), 351-356.
- [7] J. H. Moon & J. Y. Lee. (2015). Development of medical/electrical convergence software for classification between normal and pathological voices. *Journal of the Korea Convergence Society*, 13(12), 187-192.
- [8] K. N. Lee. (2017). Voice language processing technology, how far have you come. *National Korean Language Institute, New Language Life*, 27(4), 99-116.
- [9] B. C. Cho, S. Cheon, K. N. Kim & H. S. Yuk. (2018). A policy study for the voice recognition technology based on elderly health care. *Journal of the Korea Convergence Society*, 16(2), 9-17.
- [10] S. Y. Lee. (2011). The overall speaking rate and articulation rate of normal elderly people, *Graduate*

program in speech and language pathology, Master these, Yonsei University.

- [11] J. Lee. (2014). KHIDI Brief. *Korea Health Industry Development Institute, 140(2014)*, 1-2.
- [12] H. T. Kim, S. H. Cho, S. M. Youn, D. I. Sun & M. S. Kim. (2000). The Changes and Characteristics of Acoustic Parameters with Aging in Korean, *Korean J Otolaryngol, 2000(43)*, 69-74
- [13] H. J. Moon, M. H. Lee & K. H. Jeong. (2015). Authentication Performance Optimization for Smart-phone based Multimodal Biometrics. *Journal of the Korea Convergence Society, 13(6)*, 151-156.
- [14] S. W. Kim, H. H. Park, E. S. Park & H. S. Choi. (2010). Acoustic Characteristics of Normal Healthy Koreans with Advancing age, *Phonetics and Speech Sciences, 2(4)*, 19-28
- [15] J. Y. Lee. (2016). Development of Voice Activity Detection Algorithm for Elderly Voice based on the Higher Order Differential Energy Operator, *Journal of Digital Convergence. 14(11)*, 249-255.
- [16] A. Caliskan, J. J. Bryson, & A. Narayanan. (2017). Semantics derived automatically from language corpora contain human-like biases, *Science. 356(6334)*, 183-186. DOI: 10.1126/science.aal4230
- [17] T. Bolukbasi, K. Chang, J. Zou, V. Saligrama & A. Kalai. (2016). Man is to Computer Programmer as Woman is to Homemaker? Debiasing Word Embeddings. DOI: arXiv:1607.06520
- [18] J. M. Twenge, W. K. Cambell & B. Gentile. (2012). Male and Female Pronoun Use in the U.S. Books Reflects Women's Status, 1900-2008, *Sex Role, 67(9-10)*, 488-493. DOI : 10.1007/s11199-012-0194-
- [19] L. Schiebinger. (2014). Gendered Innovations: harnessing the creative power of sex and gender analysis to discover new ideas and develop new technologies, *Triple Helix*, 1-9.
- [20] P. Jonathon Phillips et al. (2011). An Other-Race Effect for Face Recognition Algorithms, *ACM digital library, 8(2)*. DOI: 10.1145/1870076.1870082
- [21] J. Buolamwini & T. Gebru. (2018). Gender Shade: Intersectional Accuracy Disparities in Commercial Gender Classification, *Proceedings of Machine Learning Research, 81*, 1-15.

이 지 연(Lee, Ji Yeoun)

[정회원]



- 2001년 2월 : 한양대학교 전자전기 컴퓨터 공학부(공학사)
- 2003년 2월 : KAIST 전자공학과 (공학석사)
- 2008년 8월 : KAIST 전자공학과 (공학박사)
- 2011년 2월 : UCLA, University of Wisconsin-Madison, 연구원
- 2011년 3월 ~ 현재 : 중원대학교 생체의공학과 조교수
- 관심분야 : 생체신호처리, 의료전자, 의공학기술
- E-Mail : jylee@jwu.ac.kr

이 혜 숙(Lee, Hei Sook)

[정회원]



- 1971년 2월 : 이화여자대학교 수학과(이학사)
- 1978년 5월 : Queen's Univ.(캐나다) 수학과(Ph.D.)
- 1980년 3월 ~ 2014년 2월 : 이화여자대학교 수학과 교수
- 2016년 4월 ~ 현재 : 한국여성과학기술단체총연합회, 젠더혁신연구센터 수석연구원
- 관심분야 : 과학기술 젠더혁신, HRD in S&T, 응용대 수학
- E-Mail : hslee@kofwst.org