

한승용 · 진치형

LK-99 사태, 한국 과학계는
어떻게 대응했나

이공주 · 윤신영

R&D 예산 삭감,
대안은 없어...
원안대로 진행해야

김소영 · 진치형

회색지대를 위한 과학 :
정치학자가 보는
후쿠시마 오염수 논란

박형주

호기심으로 하는 연구가
정말 세상을 바꿀까

이 계절의 새 책 - 정인경

인공지능과 어떻게 살지
스스로 그려내려면

에세이 - 이다혜

과학이 예술의 영감이
되는 일에 관해

탐구와 비평 - 박지형

과학은 기후 위기의 해법을
제시할 수 있나?

재활의 발견 - 강미량

강아지를 부탁해 :
워크앤런 방문기

Epi

26

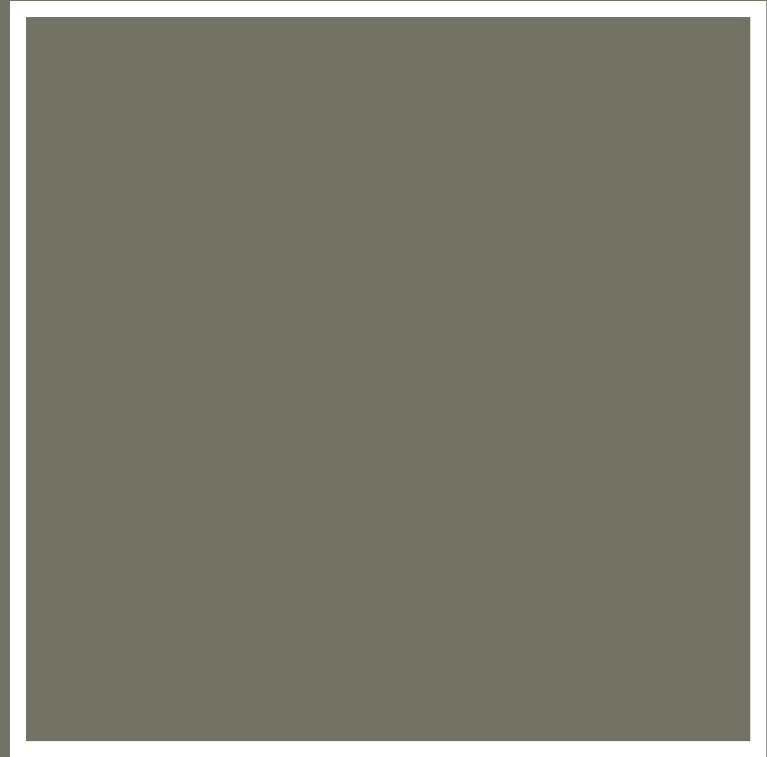
한국 과학,
어디에 있나

어디에 있나

Epi

과학잡지
에피

26



한국 과학,

어디에 있나

ISSN 2586-2006

₩15,000

ISSN 2586-2006



9

772586 200266



Epi

과학잡지 에피 편집위원
김초엽 · 김현경 · 송민령 · 윤신영 · 이두갑
전준 · 전치형 · 최명애 · 최형섭 · 황승식

과학잡지
에피

26

들어가며

한국 과학, 어디에 있나 5

EX-HA-LA-TION 슝

한승용 · 전치형

LK-99 사태,
한국 과학계는 어떻게
대응했나 16

이공주 · 윤신영

R&D 예산 삭감,
대안은 없어...
원안대로 진행해야 36

김소영 · 전치형

희색지대를 위한 과학 :
정치학자가 보는
후쿠시마 오염수 논란 54

AN-SI-BLE 갓

이 계절의 새 책

정인경

인공지능과 어떻게 살지
스스로 그려내려면 76

과학이슈돋보기

윤신영

2023 노벨상,
과학의 혁신성 논의를
촉발하다 83

글로벌 기후리포트

신방실

‘진화인류학자’에게
‘기후 위기’를 묻다 93

과학뉴스전망대

오철우

빨간 등 더 많이 켜진
지구위험한계선 103

FOUN-DA-TION 터

현대미술, 과학을 분광하다

김아영

광학적 이미지의 황혼,
유령 망막의 여명 속에서 120

에세이

이다혜

과학이 예술의 영감이
되는 일에 관해 143

SF

이산화

히치하이커 구하기 152

FAR-CAST 길

박형주

호기심으로 하는 연구가
정말 세상을 바꿀까 196

탐구와 비평

박지형

과학은 기후 위기의 해법을
제시할 수 있나? 218

슬래스택지아 vs. 실전적 둘러봄

재활의 발견

강미량

강아지를 부탁해 :
워크앤런 방문기 236

AN-THRO-PO-CENE 인류세

이다솜

지속가능한 환경을 위한
데이터 기부 252

INDEX

271

지속가능한 환경을 위한 데이터 기부

몇 년 전 인터넷에서 이런 글을 읽었다. 어떤 사람이 새로 산 컴퓨터가 너무 무겁다고 하니, 다른 사람이 용량이 커서 그럴 수 있으니 저장되어 있는 파일을 지우라고 댓글을 달았다. 그 댓글에 동조하며 이어지는 댓글들은 파일 하나의 무게만도 엄청난데, 여러 파일을 저장하는 것은 노트북의 무게를 늘리기만 할 것이라고 하였다.

컴퓨터를 많이 사용하는 사람들은 이러한 이야기가 농담이라는 것을 잘 알고 있다. 용량이 높은 이미지나 비디오 파일을 저장한다고 해서 컴퓨터의 무게가 늘어나는 것은 사실이 아니다. 컴퓨터에는 이미 저장 공간이 한정되어 있고, 그 저장 공간의 무게는 파일과 상관없기 때문이다. 몇 번의 스크롤링을 거친 뒤에야 어떤 착한 사용자가 다른 댓글들의 농담에 동조하지 않고 파일에는 무게가 없다는 댓글을 보았다.

한 가상의 인물이 보내는 하루를 그려보자. 아침에 일어나면 컴퓨터를 켜고 그날의 뉴스를 읽는다. 이것저것 살펴보다 갑

자기 몇 년 전에 본 것 같은 내용인 듯하여 검색해 보니 아니나 다를까, 5년 전에도 비슷한 뉴스가 있었다. 아침밥을 먹고 블로그를 쓰기 위해 다시 컴퓨터 앞에 앉는다. 오랫동안 운영해온 블로그는 취미이자 생활의 일부가 되었다. 글을 쓰다 옆을 보니 고양이가 이상한 자세를 취하고 잠을 자고 있다. 잠에서 깬까 조심스레 사진을 찍고 SNS에 고양이 사진을 올린다. 고양이 사진만 올리는 계정인데 벌써 사진이 몇백 장 쌓여 있다. 우리 고양이를 향한 사랑을 이렇게라도 보여준다고 생각하면서 다시 블로그를 쓰기 시작한다.

이 가상의 인물은 아침부터 많은 종류의 파일을 저장하고 인터넷에 게시하였다. 솔직히 말하자면 블로그를 쓰는 것만 제외하면 나의 아침 생활과도 그리 다르지 않다. 그렇다면 이 파일들은 어디에 저장이 되는 것일까? 우리가 노트북에 저장하는 파일들이 물리적인 저장 공간을 필요로 하는 것과 마찬가지로 이러한 블로그 게시글, 몇 년 지난 뉴스, SNS에 올리는 사진들도 물리적인 저장 공간을 필요로 한다. 처음 이야기하였던 무거운 노트북 게시글도 어딘가에 저장이 되어 몇 년이 지나도 열심히 검색한다면 찾아볼 수 있다. 이러한 저장 공간을 ‘데이터 센터’라고 부른다. 우리가 매일 스쳐 지나가는 글, 사진, 동영상들이 모두 저장되어 있는 곳이다. 천장

까지 서버와 저장 공간이 뽁뽁하게 가득 차 있는 곳으로 인터넷 또는 관련 데이터를 모아두고 서버와 전원공급을 위한 기계들도 있다. 마치 영화 <매트릭스>에 나올 법한 초록색과 검은색 등 미래적인 색깔 사용은 물론 디스토피아적인 분위기까지 풍긴다. 데이터 센터에 출입할 수 있는 사람들은 한정되어 있다. 기업 관계자, 데이터 센터 관리자만이 출입할 수 있으며, 많은 기업들은 데이터 센터의 위치를 기업기밀로 둔다. 데이터 센터에 해킹과 같은 문제가 생기면 회사 전체가 막대한 피해를 입을 수도 있기 때문이다. 따라서 데이터 센터는 사용자들에게 가려진 곳, 하지만 현대 사회에서 필수적인 곳이 되었다.

데이터 센터와 환경

데이터 센터의 환경적인 영향은 엄청나다. 현재 가장 많은 관심을 받고 있는 환경 관련 문제는 에너지 사용이다. 24시간, 365일 항상 돌아가는 데이터 센터의 전력량은 전 세

계 전력 사용량의 1~1.8%라고 예측되고(International Energy Agency, 2023; Masanet et al., 2020; Siddik et al., 2021), 데이터 센터의 개수가 가장 많은 미국은 총 전력 사용량의 2%라고 알려져 있다(Department of Energy, 2023). 데이터 센터는 면적당 에너지 사용이 가장 많은 빌딩 중 하나라고 알려져 있는데, 평균 오피스보다 면적 대비 10~50배로 전력을 사용한다고 한다(Department of Energy, 2023). 우리의 인터넷 사용량이 늘어나면 늘어날수록 그리고 시간이 지나면 지날수록 저장되는 파일의 양은 당연히 늘어날 수밖에 없고, 따라서 데이터 센터의 규모와 개수도 늘어나게 된다. 2017년에 비하여 2022년에는 서버의 전력 사용이 266% 증가했다고 하며, 2030년에는 전 세계 전력의 4% 정도를 사용할 것으로 예측된다(Law, 2022).

데이터 센터는 절대 꺼지지 않는다. 365일 24시간 쉬지 않고 가동하느라 발생하는 열을 냉각시키기 위해 엄청난 양의 물이 필요하다. 중간 규모의 데이터 센터(15메가와트)는 종합병원 3개와 같은 양의 물을 사용한다(Mytton, 2021). 하나의 데이터 센터는 하루에 3~5백만 갤런(약 11.4~18.9백만 리터)의 물이 필요하며, 이러한 물 사용은 3~5만 명 정도가 사는 도시의 물 사용과 비슷하다고 한다(Solon, 2021). 하지만 이렇게 엄청

난 양의 물이 필요함에도 불구하고 데이터 센터의 환경문제 논의는 아직도 전력 사용에 많이 치중되어 있으며, 물 사용은 부차적인 문제라고 생각하는 경우가 많다.

데이터 센터 건물을 짓기 위해서 사용되는 토지, 건축자재, 그리고 건축과정에서 어쩔 수 없이 나오는 폐기물을 고려하였을 때, 데이터 센터가 향후 기후변화의 주범 중 하나로 예견되는 것도 무리가 아니다. 토지 사용으로 인한 생물다양성(biodiversity) 피해도 점점 더 많이 논의되는 주제 중 하나다. 데이터 센터에서 배출되는 e-폐기물도 문제가 되고 있는데 관련된 규정은 현저히 부족하다.

2010년도 데이터 센터의 국제 탄소 발자국이 1.85%였던 것에 비하여, 2020년에는 3.7%로 2배 증가하였다(Al Kez et al., 2022). 미국에서는 0.5%의 온실가스가 데이터 센터 때문에 발생되었다고 한다(Siddik et al., 2021). 우리의 인터넷 및 데이터 사용이 증가할수록 그리고 데이터의 종류가 많아질수록 데이터 센터의 탄소발자국은 기하급수적으로 증가할 수밖에 없다. 데이터 센터의 가장 큰 문제는 투명성 문제이다(Judge, 2022). 이제까지 논의한 모든 통계 수치는 대략적인 것이며, 많은 수의 기업이 데이터 센터의 규모, 위치, 자원 사용

에 대한 데이터 공개를 거부하고 있다. 정확한 수치와 데이터 없이는 적절한 대응도 어렵다는 것은 자명하다.

첨단기술과 데이터 센터

데이터 센터에 저장되는 데이터는 우리가 인터넷에서 사용되는 데이터뿐 아니라 요즘 많이 논의되는 인공지능을 비롯한 첨단기술에 관한 데이터까지 포함한다. 새로운 기술을 발전시키기 위하여 이미 실행한 실험이나 관련 데이터를 수집 및 저장하는 것은 당연한 일이며, 특히 제공되거나 저장된 데이터를 기반으로 작동하는 인공지능 데이터는 분 또는 초단위로 데이터 센터에 저장하고 있다.

자율주행자동차를 예로 들어보자. 자율주행자동차는 데이터의 중요성을 잘 보여주는 사례일뿐더러 현재 사회가 가지고 있는 모빌리티(mobility)의 여러 문제점을 해결해 줄 수 있는 기술이다. 첫 번째, 자율주행자동차는 교통

안전을 향상시킬 수 있다. 유럽연합의 발표에 의하면 인간의 실수가 모든 자동차 사고의 94%를 초래한다고 하며, 이중 25%는 운전자의 주의 산만이 원인이라고 한다(European Commission, 2018). 이러한 통계는 과장된 결과라는 비판도 많지만(Koopman, 2018), 자율주행자동차가 도입되면 전반적 교통안전이 크게 개선될 것이라는 의견은 대체로 일치한다(Wachenfeld & Winner, 2016). 두 번째, 자율주행자동차는 이동이 어려운 사회적 소외 계층에게 도움이 될 수 있다. 장애인이나 고령자 같은 사회집단은 스스로 운전하기 어려워 장소 이동에 많은 불편함을 겪고 이는 결국 사회적 소외로 이어지기 쉽다. 자율주행자동차를 도입하면 이런 부분에서 많은 긍정적인 결과를 가져올 수 있다(Fitt et al., 2019). 세 번째, 자율주행자동차는 효율적인 운전을 통해 에너지 사용을 감소시킬 수 있다. 자율주행자동차는 인간보다 효율적인 가속, 감속, 정차를 통하여 3~20% 정도 에너지를 감소시킬 것이라 예상한다(Vahidi & Sciarretta, 2018).

이러한 자율주행자동차의 장점을 극대화하기 위해서는 도로 현황 및 다른 운전자들의 운전 행동에 대한 데이터가 필요하다. 자율주행자동차가 여러 다른 상황에서 어떻게 반응하고 대응하는지에 대한 데이터도 필요하다. 이러한 데이터

를 수집하기 위해 자율주행자동차는 여러 센서(예: LIDAR, 단거리 레이더, 장거리 레이더 등) 및 카메라를 사용해 주변 환경 데이터와 자동차의 데이터를 지속적으로 수집한다. 2016년 인텔에 따르면 자율주행자동차 1대는 매일 4테라바이트의 데이터를 생산하고(Dave, 2023), 2019년에 발표된 수치로는 매일 각 1대당 5~20 테라바이트의 데이터를 생산한다고 한다(Mellor, 2020). 각 자동차의 센서 수나 저장된 영상의 해상도 등에 따라 생산되는 데이터의 양이 다르지만, 자율주행자동차 기술이 발전함으로써 더욱 많은 센서와 카메라가 장착되어 수집 및 저장되는 데이터의 양도 늘어날 것이다.

자율주행자동차가 데이터를 더 많이 수집할수록 안전성이 증가하는 것은 당연하다. 하지만 수집하고 저장하는 데이터의 양이 많아질수록 더 많은 데이터 센터가 필요한 것도 사실이다. 앞으로 자율주행자동차가 상용화되면 지금보다 더 많은 양의 데이터를 매일 수집할 것이며, 도로 현황, 도로 이용자들의 행동 패턴 등을 비교 분석하기 위해 데이터 센터를 사용하고 컴퓨팅 파워를 사용할 것이다. 자율주행자동차의 장점을 고려하면 어느 정도 감당해야 할 문제들이라고 생각할 수도 있다. 하지만 끊임없는 데이터 수집 및 저장은 기후 변화 완화를 위해서라면 다시 한번 생각해보아야 하는 문제

이다.

인공지능 또는 데이터 기반 첨단기술도 생각해보자. 이미지 및 동영상 데이터, 생활 및 소비 데이터, 공장 생산 및 공급 데이터, 기업의 주식 및 관련 데이터, 블록체인, 날씨 데이터, 농업 관련 생산성 데이터, 부동산 데이터, 보건 및 의료 데이터, 사물인터넷 데이터, 그리고 우리가 사용하는 이메일을 포함한 인터넷 발자취 등 이 모든 정보가 매 순간 수집되고 데이터 센터에 저장되고 있다. 데이터가 많으면 많을수록 더욱 정확한 분석과 예측이 가능해지지만 데이터의 양은 환경 문제와 직결된다.

재생에너지 사용과 데이터 센터의 투명성

문제가 발생하면 대응방안도 검토해야 한다(수많은 연구들은 문제 제기에만 관심을 가지고 대응방안은 논의하지 않는다). 이 글에서는 두 개의 대응 방안, 구조적인 대응 방안과 개인적 차원의 대

응 방안을 논의하고자 한다.

먼저 구조적인 대응 방안이다. 데이터 센터를 운영하는 방법은 크게 두 가지가 있다. 첫 번째는 모든 데이터를 저장하는 중앙(central) 데이터 센터를 사용하는 것이고, 두 번째는 조금 더 작은 중앙 데이터 센터를 활용하되 자율주행자동차 안이나 컴퓨터 주변 등에 저장공간을 만들어서 데이터를 저장하는 방식이다. 조금이라도 에너지가 분산될수록 재생에너지를 사용할 수 있는 기회는 늘어난다. 에너지 생산과 저장, 그리고 분배가 탈중앙화될수록 여러 에너지 자원이 사용될 가능성이 늘어나며 태양열이나 풍력 같은 재생에너지가 에너지 믹스에 끼어 들 수 있는 공간도 증가한다. 또한 데이터 센터가 탈중앙화되면 여러 곳에 데이터 저장공간을 만들으로써 재난이나 사고에 잘 대비할 수 있다.

데이터 센터의 재생에너지 사용 방안은 이미 여러 경로로 활발히 논의되었다. 재생에너지는 석탄, 석유, 천연가스 같은 화석연료보다 탄소배출량이 현저히 적다는 점을 통해 기후 변화 완화를 돕는다(Gao et al., 2020). 하지만 재생에너지의 단점은 공급이 원활하지 않을 수 있다는 것이다. 구름이 많이 낀 날, 바람이 불지 않는 날은 태양열과 풍력 에너지를 사용

하기 어려워진다. 따라서 이러한 날에 대비하여 에너지를 잘 저장해 놓는 것과 얼마나 에너지가 필요할지에 대해 미리 예측하는 것이 중요하다. 충분한 양의 에너지를 저장해 놓는 것이 재생에너지의 사용량을 늘리는 데 가장 중요한 이슈이기 때문이다. 하지만 데이터 센터 관련 에너지 사용량과 저장량을 예측하는 것에 많은 어려움을 겪고 있다. 바로 투명성 때문이다. 위에서 이야기한 것처럼 기업들은 데이터 센터의 규모, 위치, 자원 사용에 대해 기업기밀이라며 내용을 공개하지 않고 있기 때문이다.

데이터 센터의 재생에너지 사용 비율을 증가시키기 위해 가장 중요한 것은 데이터 센터의 투명성에 관한 규정을 만드는 일이다. 법적인 규제와 규정을 통하여 데이터 센터의 에너지 사용이 조금 더 기후변화 완화를 고려하는 방향으로 나아가는 것이 중요하다.

개인적 차원의 대응 방안은 데이터 기부이다. 데이터 기부는 말 그대로 나의 개인적인 정보를 자발적으로 기술 발전이나 기후변화 완화를 위해 기부하는 것이다. 여러 첨단 기술의 발전을 위해 우리의 인터넷 사용 데이터뿐만 아니라 세부적이고 어떨 때는 민감한 개인정보를 사용하게 된다. 따라서 많은 양의 데이터를 수집하게 되는데 이때 엄청난 양의 데이터가 노이즈(noise) 또는 누락(missing)으로 인하여 그것의 가치가 손실될 수도 있다. 이러한 손실을 감안하기 위해 더욱 많은 데이터를 수집하게 되고 더욱 많은 데이터 센터를 필요로 한다. 아직 데이터 삭제에 관해서는 논의되고 있지 않기 때문에 그리고 데이터가 나중에 어떻게 쓰일지 모르기 때문에 학계에서도, 기업에서도 가능하면 데이터 삭제는 지양하는 편이다. 나는 개개인의 데이터를 기부해 양질의 데이터를 수집하는 것이 환경적으로 긍정적인 영향을 미칠 수 있다고 생각한다. 양질의 데이터는 전체 데이터의 수집량을 줄이고, 더욱 정확한 계산과 예측을 가능하게 하며 무엇보다도 데이터 센터의 규모를 줄인다.

데이터 기부는 많은 양질의 데이터를 필요로 하는 보건 및 의학 분야에서 이미 많이 논의되고 있다(Bietz et al., 2019). 한 연구에서는 사회적 의무라는 공감대를 형성한다면, 그리고 기부 목적을 정확히 제시한다면 사람들이 개인적인 질병 정보를 제공할 의향이 많은 것을 보여주었다. 또한 개개인 학계나 정부에 비해 민간 기업에 데이터 기부를 할 가능성은 비교적 낮으며, 데이터 유출에 대한 위험 인식이 데이터 기부를 결정하는 데 중요한 요인임을 밝힌 연구도 있다(Hillebrand et al., 2023)¹.

디지털 데이터가 널리 보급됨에 따라 데이터 기부라는 개념이 적용되고 있다. 이러한 디지털 데이터 기부에 대한 연구가 아직 충분히 이루어지지 않았지만, 데이터 센터의 사용을 줄이고 더욱 양질의 데이터를 수집하고 활용하는 데 아주 중요한 역할을 할 수 있는 방법 중 하나라고 생각한다.

하지만 데이터 기부의 가장 큰 문제는 편향된 데이터 수집(biased data collection)이다. 데이터를 기부하기로 결정한 사람들은 환경이나 디지털 환경에 대해 관심이 많을 확률이 높으며 교육 수준이나 소득 수준이 평균보다 높을 확률이 있다. 따라서 데이터 기부를 통해 수집된 데이터는 전국적인 일반

화(generalization)가 어려울 수도 있다. 그러므로 데이터 기부
의 중요성에 대해 논의하고 일반 대중을 교육하는 것이 무
엇보다도 중요하다. 다양한 사회적, 정치적 집단과 소통하
고, 데이터 기부에 관련한 내용을 여러 미디어를 사용하여
홍보해야 한다. 청년층은 SNS를 통하여, 장년층은 대면 워크
숍 또는 지역 만남 등을 통하여 대중의 인식과 참여를 높이
는 것이 중요하다. 데이터 기부는 기후 변화 문제에 대해 대
중이 보다 적극적으로 논의하고 참여할 수 있는 기회가 될
것이다. 이러한 기회를 유도하기 위해 안전한 공간을 만드는
것이 중요하다.

누구나 자신의 개인정보를 제공하는 것을 꺼려한다. 개인정
보가 중요하다고 배웠기 때문일 수도 있고, 보이스 피싱과
같은 피해 사례가 많이 알려져있기 때문일 수도 있다. 따라
서 데이터 기부는 사람들의 인식과 행동을 모두 바꿀 수 있
는 여러 조건을 충족시켜야 가능한 일이다. 이러한 개인적인
그리고 사회적인 변화는 단기간에 일어날 수 있는 일이 아
니다. 데이터 기부의 일반화를 목표로 삼고 사회적인 논의를
계속해나갈 필요가 있다.

마치며

통계수치를 너무 많이 다루느라 글이 건조해져 독자의 관심
을 잃는 것은 아닐까 고민했다. 하지만 현재 데이터 센터가
환경에 미치는 영향을 가장 직관적으로 보여줄 수 있는 것이
통계수치이기 때문에 우리가 처한 심각하고 어려운 상황을
잘 설명하기 위해 사용하기로 했다.

현대 ‘문명’이 존재하고 발전해나가기 위해서 필수적인 데이
터 센터는 ‘숨겨져 있는 기술’이다. 그것은 넓은 공간을 필요
로 하고 환경적으로 영향을 미치기 때문에 도시보다는 땅값
이 싼 시골이나 인구가 적은 지역에 짓는 것이 대부분이다.
그래서 데이터 센터는 대중과 지리적으로 그리고 심리적으
로 떨어져 있는 편이다.

그럼에도 불구하고 기술 진보의 혜택을 받는 사람으로서 우
리는 데이터 센터의 환경적인 문제에 대해 생각해보아야 한
다. 앞으로 데이터 센터의 규모와 개수가 줄어들 것 같지는
않다. 따라서 데이터 센터로 인한 환경 문제에 대해 고민할

필요가 있다. 기술 진보의 혜택을 보다 지속가능하게 누리기 위해서라도 조금이라도 빨리 대응 방안을 강구하는 것이 우리가 할 수 있는 최소한의 길이라고 생각한다.

1

한 연구에서는 데이터 기부가 높은 역량의 사회과학연구를 보장할 수 있는 개인정보보호 프레임워크라고 주장했으며(Boeschoten et al., 2022), 다른 연구에서는 사용자의 행동을 모니터링 하는 특정 소프트웨어 또는 플러그인을 사용하는 데이터 기부가 중요하다고 주장했다(Christner et al., 2022).

참고문헌

Al Kez, D., Foley, A. M., Laverty, D., Del Rio, D. F., & Sovacool, B. (2022). Exploring the sustainability challenges facing digitalization and internet data centers. *Journal of Cleaner Production*, 371, 133633. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.133633>

Bietz, M., Patrick, K., & Bloss, C. (2019). Data Donation as a Model for Citizen Science Health Research. *Citizen Science: Theory and Practice*, 4(1), 6. <https://doi.org/10.5334/cstp.178>

Boeschoten, L., Ausloos, J., Müller, J. E., Araujo, T., & Oberski, D. L. (2022). A framework for privacy preserving digital trace data collection through data donation. *Computational Communication Research*, 4(2), 388-423. <https://doi.org/10.5117/CCR2022.2.002.BOES>

Christner, C., Urman, A., Adam, S., & Maier, M. (2022). Automated Tracking Approaches for Studying Online Media Use: A Critical Review and Recommendations. *Communication Methods and Measures*, 16(2), 79-95. <https://doi.org/10.1080/19312458.2021.1907841>

Dave, P. (2023). Self-Driving Cars Are Being Put on a Data Diet. *Wired*. <https://www.wired.com/story/self-driving-cars-are-being-put-on-a-data-diet/>

Department of Energy. (2023). Data Centers and Servers. Energy.Gov. <https://www.energy.gov/eere/buildings/data-centers-and-servers>

European Commission. (2018). On the road to automated mobility: An EU strategy for mobility of the future. European Commission. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52018DC0283>

Fitt, H., Curl, A., Dionisio, M. R., Ahuriri-Driscoll, A., & Pawson, E. (2019). Considering the wellbeing implications for an ageing population of a transition to automated vehicles. *Research in Transportation Business & Management*, 30, 100382. <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2019.100382>

Gao, J., Wang, H., & Shen, H. (2020). *Smartly Handling Renewable Energy Instability in Supporting A Cloud Datacenter*. <https://ieeexplore.ieee.org/document/9139872>

Hillebrand, K., Hornuf, L., Müller, B., & Vrankar, D. (2023). The social dilemma of big data: Donating personal data to promote social welfare. *Information and Organization*, 33(1), 100452. <https://doi.org/10.1016/j.infoandorg.2023.100452>

International Energy Agency. (2023). Data centres & networks. International Energy Agency. <https://www.iea.org/energy-system/buildings/data-centres-and-data-transmission-networks>

Judge, P. (2022, August 19). Why data centers need to talk about water. <https://www.datacenterdynamics.com/en/opinions/why-data-centers-need-to-talk-about-water/>

Koopman, P. (2018). A Reality Check on the 94 Percent Human Error Statistic for Automated Cars. <https://safeautonomy.blogspot.com/2018/06/a-reality-check-on-94-percent-human.html>

Law, M. (2022). Energy efficiency predictions for data centres in 2023. *Data Centre Magazine*. <https://datacentremagazine.com/articles/efficiency-to-loom-large-for-data-centre-industry-in-2023>

Masanet, E., Shehabi, A., Lei, N., Smith, S., & Koomey, J. (2020). Recalibrating global data center energy-use estimates. *Science*, 367(6481), 984-986. <https://doi.org/10.1126/science.aba3758>

Mellor, C. (2020, January 17). Data storage estimates for intelligent vehicles vary widely. *Blocks and Files*. <https://blocksandfiles.com/2020/01/17/connected-car-data-storage-estimates-vary-widely/>

Mytton, D. (2021). Data center Water Consumption. *Nip Clean Water*, 4(11). <https://www.nature.com/articles/s41545-021-00101-w>

Siddik, M. A. B., Shehabi, A., & Marston, L. (2021). The environmental footprint of data centers in the United States. *Environmental Research Letters*, 16(6), 064017. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/abfba1>

Solon, O. (2021, June 19). Do water-intensive data centers need to be built in the desert? *NBC News*. <https://www.nbcnews.com/tech/internet/drought-stricken-communities-push-back-against-data-centers-n1271344>

Vahidi, A., & Sciarretta, A. (2018). Energy saving potentials of connected and automated vehicles. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 95, 822-843. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2018.09.001>

Wachenfeld, W., & Winner, H. (2016). The Release of Autonomous Vehicles. In M. Maurer, J. C. Gerdes, B. Lenz, & H. Winner (Eds.), *Autonomous Driving: Technical, Legal and Social Aspects* (pp. 425-449). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-662-48847-8_21