

디지털 탄소중립 인식제고를 위한 UX 연구 -모바일을 중심으로-

UX study to raise awareness of digital carbon neutrality -Focused on mobile-

김수빈¹, 반영환^{2*}

Su-bean Kim¹, Young-hwan Pan^{2*}

요약

전 세계적으로 지구온난화와 이상기후 같은 기후위기의 심각성을 깨닫고, 국제사회에서는 2015년 6월 ‘파리협정’을 채택해 지구의 평균 온도 상승폭을 1.5℃ 이내로 제한하기 위해 IPCC(기후변화에 관한 정부간 협의체)는 온실가스를 감축하고 2050년까지 탄소중립(Netzero)을 달성해야 한다고 제시했다. 코로나19 장기화로 2020년에는 비디오 스트리밍, 화상 회의, 소셜네트워크, 온라인 게임 등의 증가로 전 세계 인터넷 트래픽은 40% 이상 급증했고, 이로 인해 전 세계 온실가스의 약 3.7%가 온라인 데이터로 인해 발생했다. 전자기기로 네트워크에 접속하면 이 네트워크가 전 세계의 데이터센터 서버에 연결하는 과정에서 에너지가 소비되고, 데이터 센터는 24시간 가동되어 많은 양의 전력이 소모되고 온실가스가 발생하게 된다. 온라인에서 소비하게 되는 시간은 점점 늘어나고 있으나 온라인 데이터의 사용으로 탄소가 배출되고 있다는 사실은 모두가 외면하고 있다. 온라인 데이터를 통해 발생하는 탄소를 줄이기 위해서는 디지털도 탄소중립을 해야만 한다. 디지털 탄소중립의 실천 방안으로는 기업과 정부에서 시행중인 에너지 생산 및 효율성의 기술적인 측면뿐만 아니라 개인이 실천 가능한 에너지 사용 및 낭비와 같은 사용적인 측면 또한 고려되어야 한다. 선행연구를 통해 디지털 탄소중립 인식 제고의 필요성과 정량적인 탄소 발자국 수치를 통한 전달방식에 대한 연구의 필요성을 파악했고, 디지털 탄소중립 실천의 어려움으로 1. 디지털 탄소중립의 사회적 인식 부족, 2. 실천 가이드의 부재 두 가지의 문제점을 제시하고 디지털 탄소중립을 위한 모바일 사용 유형을 분류하여 정량적 연구방법인 설문조사를 통해 1.디지털 탄소중립 인지도와 실천의 어려움 요인 분석, 2. 디지털 탄소중립에 따른 스마트폰 사용유형 분류를 통한 화면별 UX 적합도 테스트를 통해 UX 디자인 프레임워크를 제안한다. 본 연구의 목적은 디지털 탄소중립 인식의 부족과 가이드의 부재로 인해 실천으로 이어지는 어려움을 상쇄하고 디자인 프레임워크를 제안하여 사용유형에 맞는 디지털 탄소중립 가이드를 통해 디지털 탄소중립의 인식 제고에 의의가 있다.

핵심어 : 기후변화, 탄소중립, 디지털 탄소중립, UX디자인, 프레임워크

Abstract

Realizing the seriousness of climate crises such as global warming and abnormal climate around the

- 1 Dept. of Smart Experience Design, Graduate School of Techno Design, Kookmin University, Seoul, Korea [Graduate Student]
e-mail: yo_sb107@naver.com
- 2 Dept. of Smart Experience Design, Graduate School of Techno Design, Kookmin University, Seoul, Korea [Professor]
e-mail: peterpan@kookmin.ac.kr (Corresponding author)

Received(September 29, 2022), Review Result(1st: October 16, 2022), Accepted(December 12, 2022), Published(December 31, 2022)



© 2022 The Authors. Published by NCIS.
This is an open access article licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.
To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>.

world, the international community adopted the ‘Paris Agreement’ in June 2015 to limit the increase in global average temperature to within 1.5°C IPCC(Intergovernmental Council on Climate Change) suggested that greenhouse gas emissions should be reduced and carbon neutrality(Netzero) achieved by 2050. Due to the prolonged COVID-19 outbreak, global internet traffic surged by more than 40% in 2020 due to the increase in video streaming, video conferencing, social networks, and online games, resulting in about 3.7% of global greenhouse gas emissions from online data. When an electronic device is connected to a network, energy is consumed while the network is connected to data center servers around the world, and the data center operates 24 hours a day, consuming a large amount of electricity and generating greenhouse gases. The amount of time we spend online is increasing, but everyone is ignoring the fact that the use of online data is causing carbon emissions. In order to reduce carbon generated through online data, digital must also be carbon-neutral. As a digital carbon neutral practice plan, not only the technical aspects of energy production and efficiency implemented by companies and governments, but also the practical aspects such as energy use and waste that can be practiced by individuals should be considered. Through previous studies, the necessity of raising awareness of digital carbon neutrality and the need for research on delivery methods through quantitative carbon footprint figures were identified. The lack of a guide suggests two problems and categorizes the types of mobile use for digital carbon neutrality, and through a survey, a quantitative research method, 1. Analysis of digital carbon neutrality awareness and difficulties in practice, 2. Smart according to digital carbon neutrality We propose a UX design framework through the UX suitability test for each screen through the classification of phone usage types. The purpose of this study is to offset the difficulties leading to practice due to the lack of awareness of digital carbon neutrality and the absence of a guide, and to suggest a design framework to raise awareness of digital carbon neutrality through a digital carbon neutral guide suitable for the type of use.

Keyword : Weather change, carbon neutrality, digital carbon neutrality, UX design, framework

1. 서론

세계적으로 기후변화에 따른 지구온난화와 이상기후 현상이 이어지고 있다. 국제사회에서는 이러한 기후변화의 심각성을 깨닫고, 2015년 6월 ‘파리협정’을 채택해 지구의 평균 온도 상승폭을 1.5°C 이내로 제한하기 위해 IPCC(기후변화에 관한 정부간 협의체)는 온실가스를 감축하고 2050년까지 탄소중립(Netzero)을 달성해야 한다고 제시했고 [1], 대한민국은 2020년 10월 ‘2050 탄소중립 선언’을 했다. 그러나 코로나19의 장기화로 인해 생활패턴의 이 급변하게 되어 온라인 원격교육, 화상 회의, 재택근무 등 오프라인 기반의 업무들이 온라인 서비스로 전환하면서 IT가 생활의 일부가 되었다. 국제에너지기구(IEA)가 2021년 11월에 발표한 자료에 따르면 코로나19로 인해 2020년에는 비디오 스트리밍, 화상 회의, 소셜네트워크, 온라인 게임 등의 증가로 인해 전 세계 인터넷 트래픽이 전년대비 40% 이상 급증했고, 현재 추세가 지속된다면 2023년까지 다시 두 배로 급증할 수 있다고 한다. 2010년 이후 전 세계 인터넷 트래픽은 15배 증가했으며, 인터넷 사용으로 발생하는 데이터센터의 전력량은 전체 전력량의 약 1%를 차지하고, 탄소 배출량으로는 전 세계 온실가스의 약 3.7%가 온라인 데이터로 인해 발생한다 [2]. 이는 전 세계 항공 산업에서 배출하는 탄소량과 비슷한 수준이며 앞으로 디지털 전환이 증가할 것을 예상하면 수치가 더 높아질 것으로 예상된다. 사단법인 기후변화행동연구소의 2021년 보고서에 따르면 세계 10대 경제대국이 현재까지 공표한 온실가스 감축 목표에 따라 이산화탄소를 감축할 경우 2030년 한국이 국내총생산(GDP) 상위 10개

국가 가운데 1인당 이산화탄소 배출량 1위가 될 것으로 분석했다 [3]. 탄소중립을 위한 노력으로는 기업, 정부, 개인의 3주체가 있다 [4]. 각 기업에서는 환경문제에 대한 대안으로 ‘지속가능’개념을 내세워 탄소중립 실천을 위한 노력을 해오고 있으며, 디지털 탄소중립의 실천 방안으로는 기업과 정부에서 시행중인 에너지 생산 및 효율성의 기술적인 측면뿐만 아니라 개인이 실천 가능한 에너지 사용 및 낭비와 같은 사용적인 측면 또한 고려되어야 한다. 그러나 기술적인 측면에서 탄소중립을 위한 방안은 많지만, 실천으로 이어지는 사용적인 측면의 가이드와 인식은 부족한 현황이다. 본 연구에서는 디지털 탄소중립 실천의 어려움으로 1. 디지털 탄소중립의 사회적 인식 부족, 2. 실천 가이드의 부재 두 가지의 문제점을 제시하고, 이를 해결하기 위해 탄소중립, 디지털 탄소중립에 대한 다양한 문헌연구를 통해 고찰 하여 개념을 정리하고 디지털 탄소중립을 위한 모바일 사용 유형을 분류하여 정량적 연구방법인 설문조사를 통해 1.디지털 탄소중립 인지도와 실천의 어려움 요인 분석, 2. 디지털 탄소중립에 따른 스마트폰 사용유형 분류를 통한 화면별 UX 적합도 테스트를 통해 UX 디자인 프레임워크를 제안한다. 본 연구는 디지털 탄소중립 개념의 무지와 가이드의 부재로 인해 실천으로 이어지는 어려움을 상쇄하고 디자인 프레임워크를 제안하여 사용유형에 맞는 디지털 탄소중립 가이드를 통해 디지털 탄소중립의 인식을 높이는 데에 목적이 있다.

2. 이론적 배경

2.1 탄소중립의 정책과 방안

2.1.1 기업의 탄소중립

애플은 패키지 소형화·경량화를 통해 연간 45만대의 차량이 도로에서 배출하는 탄소량을 줄일 수 있으며, 연간 200만톤의 탄소 배출을 저감하고 2030년까지 탄소 중립 목표를 달성할 계획이라고 밝혔다. 또한, 2030년의 탄소 중립 달성을 위한 제품에 외장용 소재를 100% 재활용 알루미늄 합금을 자체 제작하여 대체하는 노력을 통해 2015년 기준으로 알루미늄 관련 탄소 배출량을 72% 줄였다 [5]. 삼성전자는 메모리, 시스템 반도체, LED 제품까지 ‘탄소 발자국’ 인증을 확대했다. 삼성전자는 차세대 메모리 반도체 제품 20종이 카본 트러스트(2001년 영국 정부가 설립한 비영리 기관으로, 탄소 배출 절감을 위한 신기술, 혁신 등에 대한 지원과 정보 공유, 인증을 담당)로부터 ‘제품 탄소 발자국’ 인증을 취득하고, 제품의 소비전력 효율을 높이는 동시에 지속가능한 프로세스 패키지를 만들기 위한 노력으로 2021년 1월 29일 Galaxy S21을 충전기와 이어폰을 제외하여 출시하고, 일부 제품의 포장재 소재를 플라스틱에서 종이 포장재로 변경해 갤럭시 S21 시리즈의 패키지 개발 과정에서 배출되는 탄소량 또한 갤럭시 S7 대비 50% 감소했으며, 패키지 1세트당 발생하는 폐기물 또한 S7 대비 49% 감소시켰다 [6].

2.1.2 정부의 탄소중립

대한민국도 2020년 10월 ‘2050 탄소중립 선언’을 했으며, 12월 7일 ‘2050 탄소중립 추진전략’을 발표했으며, 3+1 전략으로 구성되어 있다. 2020년 12월 환경부에서는 2050 장기저탄소발전전략(LEDS)를 발표해 탄소중립을 위한 장기비전과 국가 전략을 제시했다 [7]. LEDS에서 다루는 5대 기본 방향으로는 1)깨끗하게 생산된 전기·수소의 활용 확대, 2)디지털 기술과 연계한 혁신적인 에너지 효율 향상, 3)탈탄소 미래기술 개발 및 상용화 촉진, 4)순환경제(원료·연료투입 감소)로 지속가능한 산업 혁신 촉진, 5)산림, 갯벌, 습지 등 자연·생태의 탄소 흡수 기능 강화가 있다. 이어 후속 대응으로 2021년 10월 ‘2050 탄소중립 시나리오’ 수립을 추진했다. 시나리오는 ‘기후위기로부터 안전하고 지속가능한 탄소중립 사회’를 만든다는 비전을 바탕으로 ▲책임성 ▲포용성 ▲공정성 ▲합리성 ▲혁신성의 원칙 등 5가지 원칙을 설정했다. 또한 환경부에서는 2022년 1월 19일부터 시행된 ‘탄소포인트제’는 온실가스를 줄일 수 있도록 가정, 상업 등에서 전기, 상수도, 도시가스의 사용량을 절감하고 감축률에 따라 탄소포인트를 부여하는 전국민 온실가스 감축 실천 제도이다. 이처럼 정부에서는 에너지, 산업, 수송 등 사회 전반 인프라에 걸쳐 탄소중립을 위한 정책을 수립하고 기반을 조성하기 위해 적극적인 노력을 하고있다.

2.1.3 개인의 탄소중립

기후 및 환경문제의 심각성을 인지하여 국민의 환경의식 수준은 높아졌으나 개인의 자발적인 참여에 허들을 느껴 어려움을 겪고 있는 현 상황에서 개인이 실천 할 수 있는 가장 효과적인 탄소중립 실천 방안 10가지를 영국과 독일의 대학교 등 국제 연구진들이 전 세계 7,000개의 연구를 분석하여 발표했다. 가장 효과가 좋은 첫 번째 방법은 ‘자동차 없이 생활하기’이며, 1인당 연간 평균 2.04톤의 이산화탄소 배출을 줄이고, 그 다음은 ‘전기차로 운전하기(1.95톤 감소)’, ‘매년 장거리 비행 1회 줄이기(1.68톤 감소)’ 등이 있다 [8]. 우리나라 환경부에서 시행하는 ‘탄소포인트제’와 저탄소생활 실천방법 또한 상황과 장소에 맞게 가이드를 제공하고 있다 [9].

3. 디지털 탄소중립과 연구

3.1 팬데믹 이후 환경의 변화

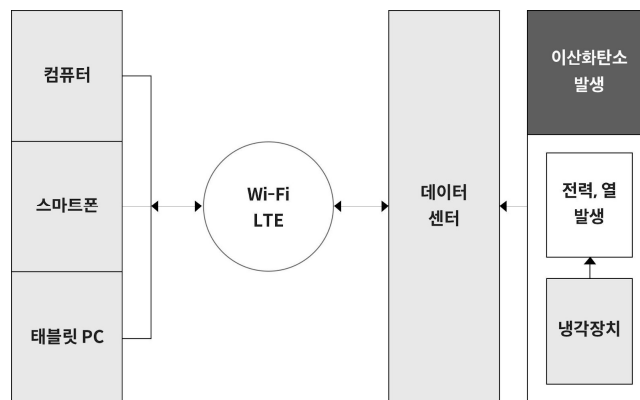
코로나19의 장기화로 인해 사회적 거리두기 단계가 강화됨에 따라 전 세계적으로 온라인 원격교육, 화상 회의, 재택근무 등 비대면 온라인 서비스가 활발하게 진행되어 스마트폰이나 컴퓨터, 태블릿 등의 전자기기를 사용하는 시간 또한 증가하게 되었다. 이렇게 오프라인에서 온라인으로 전환하는 과정 속에서 모바일 사용량이 눈에 띄게 증가했다는 것을 알 수 있다. 모바일 데이터 및

분석 플랫폼 앱애니(App Annie)에 따르면 사람들은 평균 깨어있는 시간의 3분의 1을 모바일을 사용하는 데 소비하고, 상위 10개 국가의 2021년 평균 모바일 사용 시간은 2019년 대비 30% 증가한 4시간 48분이었으며 그 중 한국은 5시간으로 3위를 차지했다고 한다 [10]. 또한 모바일 사용 시간 10분 중 7분은 소셜과 사진 및 비디오 앱(YouTube, Tiktok 등)에서 발생해 비디오 스트리밍 앱에 대한 사용률이 높아졌다. 포브스 코리아에서 발표한 ‘2021 한국인이 사랑한 모바일 앱 TOP 40’에서 1위는 소셜 동영상 플랫폼인 유튜브 앱이 차지했다 [11]. 유튜브 앱의 월 단위 활성 사용자수는 3466만명이며, 앱에서 보내는 평균시간은 121분(일단위)로 2시간 이상이다. 2위로는 카카오톡 앱이며, 3위는 넷플릭스, 4위는 국민 검색엔진인 네이버 앱이며, 넷플릭스 앱은 2021년 9월 오징어게임의 개봉과 함께 다운로드율이 6% 증가했다고 한다. 이와 같이 코로나19의 영향으로 모바일 사용 환경은 더 넓게 확대되었으며, 사용시간은 매해 증가하는 것을 알 수 있다.

3.2 디지털 탄소중립

3.2.1 디지털 탄소발자국과 데이터센터

‘디지털 탄소발자국’이란 디지털 기기에서 와이파이, LTE 등 네트워크를 통해 데이터 센터까지 서버를 연결하는 과정에서 이산화탄소가 발생하는 것을 말한다 [12]. 스마트폰이나 컴퓨터, 태블릿 등의 전자기기로 네트워크에 접속하면 이 네트워크가 전 세계의 데이터센터 서버에 연결하는 과정에서 에너지가 소비되고, 데이터 센터는 24시간 가동되어 많은 양의 전력이 소모되고 열이 발생하게 된다. 데이터 센터의 적정 온도와 습도를 유지하기 위해 냉각장치를 가동하게 되고 이 때 엄청난 전력이 소모되어 이산화탄소가 발생하게 된다. [그림 1]은 디지털 탄소발자국의 이산화탄소 발생 과정을 설명하는 그림이다.



[그림 1] 디지털 탄소발자국 이산화탄소 발생 과정

[Fig. 1] Digital carbon footprint carbon dioxide generation process

3.2.2 디지털 탄소중립 현황

인터넷 사용시간과 모바일 사용시간이 증가함에 따라 2021년에는 2010년 이후 전 세계 인터넷 트래픽은 15배 증가했으며, 인터넷 사용으로 발생하는 데이터센터의 전력량은 전체 전력량의 약 1%를 차지한다. 이로 인해 연간 약 3억톤의 이산화탄소가 배출되며 이는 영국 내 모든사람이 두 번 비행하는 것과 동일하다고 한다 [13]. 디지털 기기와 인터넷 및 이를 지원하는 시스템의 탄소 발생량은 전 세계 온실 가스 배출량의 약 3.7% 를 차지하며, 2021년 UCSUSA (참여과학자모임)에서 발표한 국가별 이산화탄소 배출량에 따르면 인터넷이 국가라면 6위에 해당 할 만큼 많은 양의 온실 가스를 배출하고 있다. 이처럼 온라인에서 소비하게 되는 시간은 점점 늘어나고 있으나 온라인 데이터의 사용으로 탄소가 배출되고 있다는 사실을 모두가 외면하고 있다. 기업과 정부에서는 에너지 효율화와 대체 가능한 신재생 에너지를 위한 R&D연구에 적극적으로 참여하며 에너지 효율을 극대화시키는 기술적인 측면만을 강조하지만 개인의 노력이 필요한 사용적인 측면에 대한 가이드는 부족한 현황이다.

3.2.3 디지털 탄소중립 선행연구 분석

디지털 탄소중립 인식과 효율에 대한 선행연구들을 살펴 본 결과 Gnanasekaran et al. 의 연구에서는 연구 결과 디지털 애플리케이션 및 서비스의 탄소 발자국에 대한 인식이 낮다는 점을 지적했고, 정보 및 사회적 인식 부족이 중요한 요인으로 식별되었다고 한다 [14]. 또한, Grinstein, A et al. 연구에 의하면 개인은 효율적이고 지속 가능한 결정을 내리기 위해 일상과 관련된 탄소발자국에 대한 양적 수치가 있어야 한다고 주장한다. 예를 들어 음식 칼로리 및 이동거리를 포함하여 잘 알려진 지표와 비교해서 가솔린 1갤런에서 배출되는 이산화탄소의 양을 추정하여 양적 수치를 기재해 실험을 했고, 탄소 발자국을 정량화하고 전달방식을 개선해야 할 필요성에 대해 지적했다 [15]. 또한, Stefan Hoffmann 외 2인의 연구에서는 소비자가 탄소 발자국 추적 앱을 사용하도록 동기부여 동인 탐색하는 것을 목표로 했다. 탄소발자국을 줄이기 위해 반복적이고 쉽게 사용 할 수 있는 피드백이 필요하다고 했으나, 사용자의 참가 강화를 위한 요소 부족과 데이터 및 보안 개인정보 문제와 어플리케이션에 모든 경로를 입력해야만 한다는 한계점이 있다고 했다 [16]. 선행 연구를 통해 탄소발자국 어플리케이션 설치를 통해 디지털 탄소중립을 실천하기에는 여러 한계점이 발견되었으며, 디지털 탄소중립 인식 제고의 필요성과 정량적인 탄소 발자국 수치를 통한 전달방식에 대한 연구가 필요하다.

3.2.4 디지털 탄소중립에 따른 스마트폰 사용유형 분류

스마트폰 사용은 모든 기기 중에서 가장 큰 탄소 발자국을 생성한다 [17]. Mike가 언급한 탄소 배출량의 정량적인 수치를 기반으로 모바일 사용 유형을 크게 디바이스 기반, 웹 기반, 앱 기반 3

가지 사용 유형으로 분류하였으며 [표 1]과 같이 정리하였다 [18]. 디바이스 사용에서는 다크모드 (영국 퍼듀대학교 연구팀은 동일한 OLED 디스플레이를 사용하는 디바이스의 경우에 배터리 밝기가 100%인 환경에서 다크모드는 라이트모드보다 배터리 소모량이 39~47% 더 적다는 연구결과를 발표했다 [19].) 설정이나 배터리 저전력 모드등과 같은 배터리 절약 수치와, 통화, SMS, 데이터 사용에 따른 최소단위당 이산화탄소 배출량을 기준으로 분류하였고, 웹 사용에서는 인터넷에서 흔히 사용하는 검색과 이메일의 이산화탄소 배출량을 기준으로 했고, 앱 사용에서는 포브스 코리아에서 발표한 ‘2021 한국인이 사랑한 모바일앱 TOP 40’의 상위 4가지 앱의 유형을 참고하여 비디오 스트리밍, 커뮤니티 2가지를 대표적으로 분류했다.

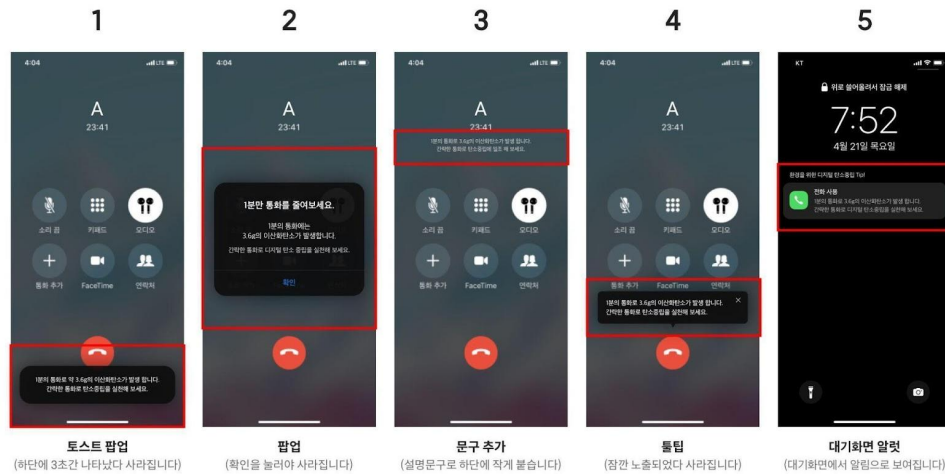
[표 1] 디지털 탄소중립에 따른 스마트폰 사용유형 분류

[Table 1] Classification of smartphone usage types according to digital carbon neutrality

| 분류 | 설정 | 내용 | 에너지 절약 혹은 이산화탄소 배출량 |
|---------|----------|-----------------------|---|
| 디바이스 기반 | 설정 | 다크모드, 배터리 저전력 모드 등 | 라이트모드보다 43% 배터리 절약 |
| | 통화 | 통화걸기/받기 | 1분 3.6g 발생 |
| | SMS문자 | SMS문자 보관/보내기 | 문자 1통 약 0.014g 발생 |
| | 데이터 | 데이터사용 | 1MB당 약 11g 발생 |
| 웹 기반 | 웹 서칭 | 인터넷 검색, 개인정보 보호모드 등 | 검색 1번당 약 0.2g 발생 |
| | 이메일 | 이메일 보관/보내기 | 일반 이메일은 4g, 스팸메일은 0.3g, 첨부파일 포함 이메일은 50g 발생 |
| 앱 기반 | 비디오 스트리밍 | Nexflix, Youtube, ... | 스트리밍 30분 1.6kg 발생 |
| | 커뮤니티 | 인스타그램, 페이스북, 틱톡 ... | 게시물 1개 업로드 당 0.2g 발생 |

3.3 연구방법 및 대상

앞서 다룬 이론적 내용과 선행연구 분석을 통해 디지털 탄소중립 인식 제고의 필요성과 정량적인 탄소 발자국 수치를 통한 전달방식에 대한 연구를 위한 온라인 설문을 2022년 4월 23일부터 27일까지 5일동안 스마트폰을 많이 사용하는 20대와 30대 30명을 대상으로 진행했으며, 크게 3가지 항목으로 나누어 설문을 했다. 첫번째로는 모바일 사용에 관련하여 사용시간과 팬데믹 이후 모바일 사용증가 여부, 시간을 제일 많이 소비하는 기능 및 서비스에 대해서 조사했으며, 두번째로는 탄소중립과 디지털 탄소중립의 인식 여부와 실천의 어려움 요인에 대해 조사했다. 세번째로는 앞서 분류한 디지털 탄소중립에 따른 스마트폰 사용유형 분류를 기준으로 정량적인 탄소배출량 수치를 기입한 ‘에코 팁 메시지(Eco Tip Message)’를 팝업형태(토스트팝업, 모달팝업), 툴팁형태, 서브문구 추가 형태, 대기화면에서의 알럿 5가지 화면별로 UX 적합도 테스트를 진행했다. [그림 2]는 ‘에코 팁 메시지(Eco Tip Message)’의 5가지 화면 중 통화부분의 테스트 이미지이다.



[그림 2] ‘에코 팁 메시지(Eco Tip Message)’ 5가지 화면별 UX 적합도 테스트 이미지 중 통화

[Fig. 2] ‘Eco Tip Message Call among’ 5 screen-specific UX suitability test images

3.4 연구결과

3.4.1 모바일 사용 관련 문항

모바일 사용 관련 설문 결과 참여자의 모바일 평균 사용 시간은 5시간 이상, 4.5시간을 합친 평균 4.5시간 이상의 비중이 60%로 앱애니에서 분석한 한국인 평균 모바일 사용시간과 근접하다는 것을 알 수 있었고, 팬데믹 이후 사용량은 1시간 이상 2시간 이하 증가의 비중이 50%로 팬데믹 이후 모바일 사용량 또한 증가했음을 검증했다. 모바일에서 제일 오래 이용하는 서비스로는 비디오 스트리밍 서비스가 40%, 소셜네트워크가 33.3%로 디지털 탄소배출량이 높은 서비스를 많이 이용하고 있었다.

3.4.2 탄소중립과 디지털 탄소중립의 인식과 실천 문항

탄소중립에 대한 인식은 많이 높아졌지만, 디지털 탄소중립에 대한 인식은 현저히 낮았다. 탄소중립과 디지털 탄소중립의 실천의 어려움을 느끼는 요인은 동일하게 정보와 가이드의 부재라는 것을 알 수 있었다. 이를 통해 디지털 탄소중립 실천을 위해서 정보와 가이드 사용자 니즈가 있음이 도출되었다.

탄소중립의 인식 설문 결과는 탄소중립에 대해 인지하고 있는 사람은 66.7%로 인지하지 못하고 있던 사람보다 2배가량 높게 확인되었고, 알게 된 주 경로로는 TV 혹은 인터넷 광고가 55%로 높았으며, 평소 환경보호에 관심이 많다고 답한 사람은 15%였다. 탄소중립 혹은 환경보호를 위한 행동으로는 일회용품 줄이기, 대중교통 이용이 각각 60%를 차지했으며, 탄소중립 실천의 어려움을

느끼는 요인으로서는 마땅한 가이드나 방안에 대한 지침이 없다는 응답이 36.7%로 제일 높았다.

탄소중립의 인식 답변과는 다르게 디지털 탄소중립 인식에 대한 항목은 모른다는 답변이 63.3%를 차지했고, 디지털 탄소중립 실천을 위한 행동은 몰라서 안하고 있다가 53.5%로 제일 높았다. 이외에 다크모드 사용 혹은 화면밝기 낮추기가 36.7%로 두번째로 높았고, 그 다음으로는 메일함 비우기가 23.3%로 나타났다.

3.4.3 디지털 탄소중립 화면별 UX 적합도 테스트

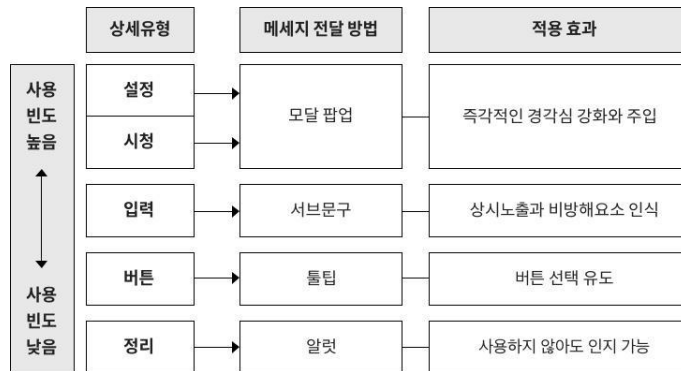
디지털 탄소중립을 위한 화면별 메시지 UX디자인 테스트를 통해 디바이스 설정과 같은 선택이 가능한 화면과 비디오 스트리밍과 같이 사용시간이 길어 탄소배출량이 서비스는 모달팝업을 통한 경각심 주입에 대한 니즈가 있었으며, 문자나 웹 검색, 소셜미디어 사용과 같이 입력이 필요한 화면에서는 서브문구를 통해 방해요소로 느껴지지 않게 하고, 선택의 자유와 사용하는 동안 상시노출로 사용율 저하에 도움이 되어야 한다. 통화와 같이 버튼을 사용하는 화면에서는 툴팁을 통해 통화종료 버튼과 같이 사용 종료를 유도를 목적으로 하고, 이메일과 같이 사용율이 저조한 기능과 서비스는 대기화면 알럿을 통해 인지를 유도해야 한다.

답변 내용으로는 디바이스 설정 화면에서는 모달팝업의 비율이 40%로 제일 높게 나왔으며, 가독성에 좋고 경각심을 가지게 된다고 답했다. 통화 화면에서는 툴팁의 비율이 43.3%로 제일 높게 나왔으며 다른 버튼을 가리지 않고 종료버튼을 유도하는 느낌이 들어 통화 종료를 유도하게 된다고 답했다. 문자는 서브문구의 비율이 46.7%로 제일 높게 나왔으며 사용시 방해되지 않고 메시지를 작성하는 동안에도 메시지가 계속 노출되서 좋다고 답했다. 웹 검색에서도 문자와 동일하게 서브문구의 비율이 36.7%로 제일 높게 나왔으며 사용에 방해되지 않고 주소 입력하는 동안에도 문구를 읽게되어 좋다고 답했다. 이메일은 자주 확인을 하지 않다 보니 대기화면 알럿으로 보여지는 것이 좋다고 40%가 답했다. 비디오 스트리밍은 모달팝업의 비율이 46.7%로 제일 높게 나왔으며, 많이 사용하는 만큼 팝업창을 통해 경각심을 가지게 하고 어르신들도 많이 이용하는 서비스라 글씨를 크게 보여주는게 효율이 좋을 것 같다고 답했다. 소셜미디어 사용에서는 36.7%로 서브문구의 비율이 제일 높게 나왔으며, 문자와 웹 검색과 동일하게 SNS작성에 방해되지 않고 메시지가 계속 노출되서 좋다고 답했다.

3.4.4 프레임워크

디지털 탄소중립 화면별 UX 적합도 테스트를 통해 사용유형에 따른 사용빈도와 적용효과의 상관관계를 발견하였다. 이를 통한 UX 디자인 프레임워크를 [그림 3]과 같이 정리하였다. 사용빈도가 높고 사용시간이 길수록 경각심의 강화에 대한 필요가 높아 화면을 가리더라도 팝업 사용을 권고하고, 그와 반대로 사용빈도가 낮을수록 대기화면을 통한 알럿을 통해 사용하지 않아도 인지가

가능하게 권고되어야 한다. 스마트폰 사용의 전반적으로 영향을 주는 환경 설정과 영상 시청과 같이 사용 빈도가 높고 사용하는 시간이 길수록 모달 팝업을 통해 즉각적인 경각심 강화와 주입이 필요하고, SNS와 같이 입력이 필요한 유형에서는 서브문구를 통해 화면의 방해가 되지 않지만 상시노출하여 선택의 자유를 주고, 통화를 비롯한 버튼 선택이 필요한 유형에서는 버튼 근처의 톨팁 존재로 인해 버튼선택을 유도하고 계속 사용할지에 대한 여부 고려에 도움을 준다. 마지막으로 사용빈도가 낮은 이메일과 같은 유형은 대기화면 알럿을 통해 잊지 않게 유도 한다.



[그림 3] 디지털 탄소중립 인식 제고를 위한 UX 디자인 프레임 워크

[Fig. 3] UX design framework to raise awareness of digital carbon neutrality

4. 결론

본 연구는 기후위기의 상황에서 탄소중립 달성을 위한 노력과 정책이 시행되고 있으나 팬데믹 상황을 직면해 온라인 데이터의 사용이 급증하여 디지털 탄소중립에 대한 인식 제고와 개인의 실천을 위한 실질적인 디지털 탄소중립 가이드와 다음과 같이 UX 프레임워크를 제안 하였다.

1) 디지털 탄소중립 가이드를 위한 스마트폰 사용유형 분류

가장 큰 탄소 발자국을 생성하는 스마트폰에서의 사용유형을 디바이스기반, 웹기반, 앱기반 3가지로 분류하여 디지털 탄소배출의 정량적인 수치를 정리했다.

2) 사용유형 기반의 UX 디자인 프레임워크 제안

디지털 탄소중립 화면별 UX 적합도 테스트를 통해 사용유형에 따라 사용빈도와 적용효과의 상관관계를 도출하여 사용유형에 맞는 적합한 디자인과 적용 효과의 선택에 도움을 줄 수 있을 것이라 예상된다.

본 연구의 한계점으로는 사용자의 성향의 다양함을 담지 못했다는 점과 스마트폰 사용에서 디지털 탄소중립의 전체 유형을 분류한 것이 아닌 대표적인 사용유형으로 축약, 분류하여 모든 사용

유형과 상황에 대한 분석과 디자인 가이드를 제안하기에 한계점이 있다.

References

- [1] J. H. Lee, J. H. Cho, "In the post-corona era, we need to prepare for a great transformation of industries and cities", Issue&Analysis, no. 449, March 2021, pp. 1-25.
- [2] International Energy Agency(IEA), "Data Centres and Data Transmission Networks", [iea.org, https://www.iea.org/reports/data-centres-and-data-transmission-networks](https://www.iea.org/reports/data-centres-and-data-transmission-networks), (accessed April 30, 2022).
- [3] J. S. Kim, "If you go like this... In 2030, Korea may be ranked No. 1 among major countries in terms of CO2 emissions per capita", [hani.co.kr, https://www.hani.co.kr/arti/society/environment/994419.html](https://www.hani.co.kr/arti/society/environment/994419.html), (accessed December 28, 2021).
- [4] Y. H. Pan, "Carbon neutrality and design", Industrial Engineering Magazine, vol. 28, June 2021, pp. 32-35.
- [5] Apple, "The Apple products you love, the love of the earth is built-in.", [apple.com, www.apple.com/kr/environment/](https://www.apple.com/kr/environment/), (accessed April 21, 2022).
- [6] Samsung Newsroom, "A sustainable future with the Galaxy S series eco-friendly package", [news.samsung.com, https://news.samsung.com/kr/%EA%B0%A4%EB%9F%AD%EC%8B%9C-s-%EC%8B%9C%EB%A6%AC%EC%A6%88-%EC%B9%9C%ED%99%98%EA%B2%BD-%ED%8C%A8%ED%82%A4%EC%A7%80%EC%99%80-%ED%95%A8%EA%BB%98-%ED%95%98%EB%8A%94-%EC%A7%80%EC%86%8D%EA%B0%80%EB%8A%A5](https://news.samsung.com/kr/%EA%B0%A4%EB%9F%AD%EC%8B%9C-s-%EC%8B%9C%EB%A6%AC%EC%A6%88-%EC%B9%9C%ED%99%98%EA%B2%BD-%ED%8C%A8%ED%82%A4%EC%A7%80%EC%99%80-%ED%95%A8%EA%BB%98-%ED%95%98%EB%8A%94-%EC%A7%80%EC%86%8D%EA%B0%80%EB%8A%A5), (accessed March 31, 2022).
- [7] Korea Policy Briefing, "2050 Carbon Neutral", [korea.kr, https://www.korea.kr/special/policyCurationView.do?newsId=148881562](https://www.korea.kr/special/policyCurationView.do?newsId=148881562), (accessed March 18, 2022).
- [8] Roger Harrabin, "Climate change: Top 10 tips to reduce carbon footprint revealed", [bbc.com, https://www.bbc.com/news/science-environment-52719662](https://www.bbc.com/news/science-environment-52719662), (accessed March 27, 2022).
- [9] Korea Environment Corporation, "How to practice a low-carbon lifestyle", [cpoint.or.kr, https://cpoint.or.kr/user/info/wisdom.do?tab=1](https://cpoint.or.kr/user/info/wisdom.do?tab=1), (accessed September 12, 2022).
- [10] Data.ai, "Mobile Status in 2022", [data.ai/kr, https://www.data.ai/kr/go/state-of-mobile-2022/](https://www.data.ai/kr/go/state-of-mobile-2022/), (accessed March 18, 2022).
- [11] J. W. Lee, "[Top 40 Mobile Apps Loved by Koreans in 2021] Power Apps Leading the 'Era of Apps'", [magazine.joins.com, https://jmagazine.joins.com/forbes/view/334959](https://jmagazine.joins.com/forbes/view/334959), (accessed December 28, 2021).
- [12] GS Caltex, "Are smartphones harming the health of the planet? digital carbon footprint", [gscaltexmediahub.com, https://gscaltexmediahub.com/csr/esg-environmental-common-sense-digitalcarbonfootprint/](https://gscaltexmediahub.com/csr/esg-environmental-common-sense-digitalcarbonfootprint/), (accessed March 27, 2022).
- [13] A. Agarwal, K. Agarwal, G. Misra, "Is Internet becoming a Major Contributor for Global warming-The Online Carbon Footprint.", Journal of Information Technology and Digital World, vol. 2, no. 4, December 2020, pp. 217-220, doi: 10.36548/jitdw.2020.4.005.
- [14] V. Gnanasekaran, H. T. Fridtun, H. Hatlen, M. M. Langøy, A. Syrstad, S. Subramanian, K. D. Moor, "Digital carbon footprint awareness among digital natives: an exploratory study", Norsk IKT-konferanse for

- forskning og utdanning, no. 1, November 2021, pp. 99-112.
- [15] A. Grinstein, E. Kodra, S. Chen, S. Sheldon, O. Zik, "Carbon innumeracy", Plos one, vol. 13, no. 5, May 2018, pp. 1-14, doi: 10.1371/journal.pone.0196282.
- [16] S. Hoffmann, W. Lasarov, H. Reimers, "Carbon footprint tracking apps. What drives consumers' adoption intention?", Technology in Society, vol. 69, pp. 101956, May 2022, doi: 10.1016/j.techsoc.2022.101956.
- [17] A. Batmunkh, "Carbon Footprint of The Most Popular Social Media Platforms", Sustainability, vol. 14, no. 4, February 2022, pp. 1-10, doi: 10.3390/su14042195.
- [18] B. L. Mike, How Bad are Bananas?: The Carbon Footprint of Everything, Profile Books Ltd; Main edition, 2010.
- [19] D. S. Go, "Purdue University research team "Smartphone dark mode actually helps to improve battery life"...one variable?", codingworldnews.com, <https://www.codingworldnews.com/news/articleView.html?idxno=5171>, (accessed April 21, 2022).