

사용자 인터랙션을 통한 탄소배출량 산정을 위한 정보디자인

Information Design for Carbon Calculator Through User Interaction

강 성 중

건국대학교 예술문화대학 산업디자인전공 교수

Kang, Sung Joong

Assistant Professor, Industrial Design Major, Konkuk University

신 진 옥

안산시 환경재단 에버그린21 연구원

Shin, Jin Ok

Senior Researcher, Ansan-city Environmental Foundation Evergreen21

1. 서 론

- 1.1. 연구의 배경 및 목적
- 1.2. 연구의 방법과 범위

2. 지구온난화와 온실가스

- 2.1. 지구온난화
- 2.2. CO₂ 배출량의 산정
- 2.3. 온실가스 감축을 위한 제도

3. 환경정보전달을 위한 인터랙션 디자인

- 3.1. 과학지식을 위한 정보디자인
- 3.2. 사용자 입력에 따른 동적 정보디자인

4. 사용자 인터랙션 기반의 CO₂배출량 산정 사이트의 사례 및 사용자평가

- 4.1. 국내 사이트 사례
- 4.2. 해외 사이트 사례
- 4.3. 사용자 참여 평가

5. 결 론

참고문헌

논문요약

지난 100년간 지구의 평균온도는 0.74℃ 상승하였으며, 이는 이산화탄소를 비롯한 온실가스 배출량의 증가로 인한 것이다. 지구 온난화를 막기 위해 개인, 가정, 기업들이 배출하는 CO₂량을 측정하고, 이에 적합한 실효적인 온실가스 저감 방안을 적용하여야 한다. 본 연구는 사용자 인터랙션 기반 CO₂배출량 산정에서 사용자 중심의 정보디자인 방법 모색을 목적으로 하며, 문헌연구, 사례분석, 사용자평가 방법으로 진행된다. CO₂배출량의 산정은 일반인들이 이해하기 어려운 배출원의 활동량, 배출계수, 연소효율, 에너지 소비량 등은 많은 변수를 사용한 공학적인 산술이 요구되며, 입력되는 정보의 정확도, 깊이에 상응하여 결과치의 정확도도 높아진다. 사용자의 데이터 입력의 문제는 입력시 오류와 입력 데이터의 품질로 구분되며, 입력시 적절한 제한 요소를 사용하여 이들 문제를 해결해야 한다. CO₂ 배출량 산정 프로그램을 갖춘 5개의 국내 사이트와 3개의 해외 사이트 분석결과, 정보 구조와 정보 접근 체계는 유사하나 정보 입력, 정보시각화, 정보의 연계성에는 차이가 있었다. 국내 사이트를 대상으로 한 사용자 참여 평가의 결과, CO₂ 배출량 산정 프로그램은 첫째, 모든 단계가 한 눈에 보여야 하며, 둘째 데이터 입력 방식에 있어 직접

수치 입력과 대표값 입력 방식을 병행하여야 한다. 셋째, 그래픽 요소를 활용하여 정보를 시각화한다. 넷째 사용자의 오류에 포용력을 가져야 하며, 다섯째 CO₂배출량의 의미를 알 수 있도록 계산 결과를 시각화해야 하며, 마지막으로 친환경 생활과 연계되도록 콘텐츠를 구성하여 한다.

주제어

탄소배출량 산정, 정보시각화, 인터랙션 디자인

Abstract

For last 100 years, the average temperature of earth has been increased 0.74 due to increase of Green House gas including Carbon Dioxide. In order to prevent the Global Warming, the quantity of Carbon Emission from individuals, homes, and companies should be calculated, and practical acts should be followed based on calculation. Many variables including emission coefficient, combustion efficiency, energy consumption are required to calculate carbon emission. It is not easy for people to understand these scientific terms and engineering formula. The accuracy and quality of output depends on the quality of input data in Carbon Calculation. The problems of input are classified into the problem of type and problem of quality. These problems could be solved by use of constraints in input system. Through analysis on web sites equipped with program to calculate carbon emission, information architecture and structure are similar, however methods for data input, information visualization, and inter-connectivity of related information are different. From the user test for domestic web sites, Carbon Calculation Program should have following attributes. First, all steps and linked output should be visible in single page. Second, two types of data input, direct data input and multi-choice, are equipped to be selected by user for convenience. Third, information should be visualized applying graphic elements. Fourth, system should have error forgiveness. Fifth, output of Carbon Calculation should be visualized showing the meaning of calculation. Finally, linked information and practical guide to induce eco-friendly life for users should be followed.

Keyword

Carbon Calculator, Information Visualization, Interaction Design

1. 서론

1.1. 연구의 배경 및 목적

지난 100년간 지구평균온도는 0.74°C 가량 상승으며 기온 상승은 지구 전체에 광범위하게 나타나고 있다. 우리나라는 도시화에 따른 열섬현상과 온난화가 겹쳐, 지난 100년간 우리나라의 연평균 온도는 세계 온도 상승의 2배(1.5°C)에 이르고 있다. 대기 중 온실가스와 태양복사량의 변화는 지구기후시스템의 에너지 균형의 변화를 초래했으며, 지구 온실가스는 산업화 이전부터 증가하여 왔으며, 1970년대부터 2004년 기간 동안 70%나 증가하였다. 특히 이산화탄소(CO₂)는 온실화의 주범이며, 같은 기간 동안 80%나 증가했다. (김기호 2009, 재인용)

지구온난화를 막기 위해 세계 각국은 기후변화 협약 등 온실가스배출 감축에 다양한 노력을 하고 있다. 기후 변화와 관련된 온실가스배출 감축은 선진국을 포함한 개발도상국 모두 온실가스 감축의무대상에 된다는 발리로드맵(2007)과 G8 정상회의(2008)에 이르기까지 전 세계적 국가간 협약이 적극 진행되고 있다. 한국은 2009년 11월 17일 온실가스 감축 목표치를 2005년 대비 4%, 2020년 배출전망치의 30%로 확정 발표한 바 있다. 시대적으로 지속가능한 발전을 위해 CO₂ 저감을 위한 다양한 노력이 요구되고 있으며, 한국은 탄소발자국과 탄소라벨링, 탄소배출권 거래제 등 제도를 도입하였다.

이산화탄소 농도의 증가는 화석연료의 사용이 주된 원인으로, 난방, 교통, 전기, 쓰레기 등 우리의 일상 모든 영역에 관련되어 있다. 현재 우리나라는 에너지소비 세계 9위(에너지부문 CO₂ 배출량 기준('07년 기준, IEA)), OECD국가 중 온실가스 총 배출량 6위, 증가율 1위로 이산화탄소 배출 감소를 위해 정부와 기업뿐만 아니라 개인과 가정의 적극적인 참여가 요구된다. 개인과 가정이 이산화탄소 감소를 위해서는 지구온난화에 영향을 미치는 CO₂ 배출량을 가정과 개인별로 산정하고, 이를 바탕으로 일상에서 온실가스 감축을 위한 가능한 실천 방안을 확인해서 실제 행동으로 옮기는 것이다. 이산화탄소 배출과 온난화의 관계를 설명하는 과학적 수식은 매우 전문적인 지식에 속하기 때문에, 일반인들이 이해하기 쉽도록 지표나 일상적인 용어와 수치로 CO₂ 배출량 정보를 제시할 필요가 있다. 전기사용량, 가스사용량, 쓰레기배출량, 대중교통 사용빈도, 자가용 이용 거리 등 이산화탄소 배출과 관계되는 항목들에 대한 탄소배출량을 개인 또는 가정별로 보여주는 가장 효과적인 방법이 사용자 인터랙션 기반의 웹사이트라 할 수 있다.

지구온난화 및 온실가스 감축 업무를 관장하는 기관과 조직들은 웹에서 사용자가 해당하는 데이터를 입력하면 개인과 가정의 CO₂ 배출량을 계산하여 결과수치를 보여주는 서비스를 운영하고 있다. 이들 사이트는 개별 가정의 CO₂ 배출량을 보여줌으로써 지구 환경에 끼치는 영향을 깨닫게 해주나 전문적인 용어와 수치로 구성되어 일반 사용자가 이해하기가 쉽지 않다.

본 연구는 인터랙션 기반의 CO₂배출량 산정 사이트에서 사용자 데이터 입력과 정보시각화라는 관점에서 사용성을 평가하고 사용자 중심의 효율적인 인터랙션 모델을 제시하는 것을 목적으로 한다. 본 연구를 이를 위해 다음과 같은 세부 연구 목표를 가진다. 첫째, 현재 운영 중인 관련 사이트의 조사, 분석을 통해 사용자 관점에서의 문제점을 도출한다. 둘째, 사용자와 시스템 사이의 데이터 입력과 정보 제공의 최적화된 방식을 사용성 평가와 정보디자인 이론에 근거하여 모색한다. 셋째, 한국의 생활환경을 적합한 환경 관련 정보 인터랙션 모델을 제안한다.

1.2. 연구의 방법과 범위

본 연구는 문헌연구, 사례분석, 사용자참여 평가 및 분석, 제안 등으로 진행된다. 문헌연구는 온실가스 감축 제도 및 산출법 등 CO₂ 배출량과 관계된 선행 연구와 주요 이론을 다룬다. 사례분석은 사용자인터랙션을 통해 CO₂ 배출량 산정 서비스를 제공하는 국내외 해외 관련 사이트를 대상으로 하며, 사용자와의 데이터 입력 등의 상호작용을 통해 능동적 정보를 제공하는 웹서비스에 초점을 맞춘다. 각 사이트의 정보시각화, 정보구조, 사용성, 정보전달성 등을 분석하도록 한다. 사례 연구 대상 사이트에서 사용자가 참여하는 Think Aloud Protocol 방법을 적용하여 데이터 입력과 정보디자인의 효율성과 문제점을 파악하고, 이로부터 개선방향을 제안하도록 한다.

본 연구는 사용자와의 인터랙션을 통해 가정 및 개인별 CO₂ 배출량을 산정해주는 웹사이트의 서비스를 핵심 연구 대상으로 하며, 정보의 공공성을 중시하여 공익의 목적으로 운영하는 웹사이트와 이에 준하는 해외 관련 사이트를 대상으로 분석한다.

2. 지구온난화와 온실가스

2.1. 지구온난화

지구온난화(Global Warming)는 지구 표면의 평균 온도가 상승하는 현상으로, 이에 동반되는 생태계 및

지구 환경 변화 등의 문제를 포괄한다. 지구온난화의 문제는 1972년 로마클럽보고서에서 처음 공식적으로 지적되었으며, 1988년 미국항공우주국(NASA)에서 미국의회에 이에 대한 발언을 한 것으로 일반인에게 널리 알려지게 되었다. (네이버 백과사전)

미국의 시사주간지 타임(TIME)은 지구온난화의 원인으로 전지구적인 CO₂ 배출량의 증가와 산림의 감소(deforestation)를 꼽았다. 또한 지구의 산소량 감소와 이로 인한 가뭄의 증가, 극지방의 빙하와 만년설 감소, 해수면 상승을 지구 온난화의 정량적 사례로 제시하였다. TIME, ABC 방송국, 스텐포드대학교가 2006년 공동으로 실시한 조사에 따르면 지난 100년 동안 지구의 온도가 지속적으로 상승하고 있다는 의견을 지지하는 비율이 85%로 이는 1997년 76%보다 상승한 수치이다. 지구온난화가 심각한 문제인가라는 질문에 97%의 응답자가 동의했다.

지구의 대기는 수증기(약 80%)와 CO₂, 이산화황 등의 온실가스로 구성되어 있다. 1997년 교토의정서에서 논의된 온실가스는 이산화탄소(CO₂), 메탄(CH₄), 아산화질소(N₂O), 수소불화탄소(HFCs), 과불화탄소(PFCs), 육불화황(SF₆) 등 6가지로, 이중 CO₂는 지구 온난화에 55%를 영향을 끼치는 것으로 보고되었다. CO₂는 공기중에 화학적으로 안정된 상태로 생물에 해를 끼치지 않으나, 산업혁명 이후 화석연료의 사용으로 대기 중에 CO₂농도가 꾸준히 증가하여 지구 기후 변화에 영향을 미치고 있다. (해양경찰청 2009, pp.8-9, 재인용)

우리나라의 이산화탄소 배출량 증가율은 국제에너지기구(IEA)가 발표한 '세계에너지 전망 2000'와 '이산화탄소 하이라이트'라는 제목의 두 보고서를 보면, 2007년 우리나라의 이산화탄소 배출량은 488만7000t으로, 1990년에 비해 113% 늘었다. 이는 경제협력개발기구(OECD) 회원국의 평균 증가율 17.4%에 비해 월등히 높은 수치이며, 국민 1인당 이산화탄소 배출량은 연가 10.1t에 이르고 있으며, 1990년과 비교한 증가율이 88.6%로 경제협력개발기구 회원국(평균 증가율 3.4%) 가운데 가장 높았다. (한겨레신문, 2009) 기후변화협약에 따라 2013~2017년에는 우리나라도 온실가스 감축의무국으로 편입이 예상되며, 탄소저감을 위한 제도와 정책 마련과 함께 생활 속에 온실가스 배출을 줄일 수 실질적인 실천이 필요하다.

2.2. CO₂ 배출량의 산정

탄소 발자국(炭素발자국, Carbon Footprint)이란 용어는 1996년 캐나다 경제학자 마티스 웨커네이겔과

윌리엄리스가 개발한 생태발자국(Ecological Footprint)이라는 용어에서 인용된 것으로, 개인 또는 단체가 직접·간접적으로 발생시키는 온실 가스의 총량을 의미한다. 여기에는 이들이 일상생활에서 사용하는 연료, 전기, 용품 등이 모두 포함된다.

일상에서 배출되는 CO₂ 배출량은 난방, 교통, 조명, 전기 등 개인 활동 중 관여하는 모든 사물과 공간 속에서 발생한다. 현대에서 온실가스는 크게 에너지를 이용하고 폐기물을 처리할 때 발생하는데 이를 세부적으로 살펴보면 에너지부분은 소비산업, 에너지산업, 제조업, 도로이동오염원, 비도로(非道路)이동오염원으로 나뉘고 폐기물 부분은 소각, 하·폐수, 매립으로 나눌 수 있다.

UN 산하의 정부간 기후 변화 협의체인 IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change)는 1996년 가이드라인을 제시하여 CO₂ 산정법을 통일시켰으며, 대부분의 국가들이 이 방법으로 CO₂ 배출량을 산정하고 있다. 에너지를 이용할 때 발생하는 CO₂ 배출량을 산정할 때는 탄소배출계수, 에너지소비량, 연소율을 곱한 값을 사용하며, 연료에 따라 연소율과 탄소배출계수는 달라진다. 배출계수와 연소율은 IPCC가 제공하는 수치를 이용하며, 발열량은 지식경제부가 고시한 값을 이용한다.

$$CO_2 \text{ 배출량}(ton) = \text{에너지소비량}(TOE) \times \text{연료별 탄소배출계수}(ton C/TOE) \times \text{연소율} \times (44/12)$$

운송수단을 이용할 때 발생하는 CO₂량은 차량별 연소 소비식과 주행속도에 따른 거리당 연소소비량, 연간 주행거리를 적용하여 산출한다. 소각시설에서 발생하는 CO₂량은 폐기되는 원료에 따라 지정된 CO₂ 배출계수와 소각시설의 연소효율을 고려하여 산출한다. (해양경찰청 2009, pp.54-63, 재인용)

이상과 같이 CO₂ 배출량은 연료 연소, 운송기관의 이용, 소각에 따라 각기 다른 공식을 사용한다. 일반적으로 CO₂ 배출량은 톤(ton) 단위로 통일하기 때문에 계산과정에서 단위를 변경해야 하는 경우가 많다. 석유류 연료는 리터(l)를 사용하며, 프로판, 부탄은 kg 단위를 사용한다. 이러한 석유류 단위는 석유 환산톤(TOE)로 통일시켜 사용하며, CO₂ 배출량 산정시 연료에 따라 여러 단위가 사용되며 이는 사용자에 게 데이터 입력을 어렵게 하는 요인이 된다.

2.3. 온실가스 감축을 위한 제도

각국 정부는 자국의 온실가스 발생을 줄이기 위해

CO₂ 배출량 감소에 참여하는 가구에게 여러 유형의 세제 지원을 하고 있다. 유럽 각국은 에너지 소비억 제 및 온실가스 감축을 위해 탄소세 또는 기후 변화 부담금 제도를 도입하였다. 국내에서도 환경부가 국민개인이 온실가스 감축활동에 직접 참여하도록 유도라는 제도로 가정, 상업시설이 자발적으로 감축한 온실가스 감축분에 대한 인센티브를 지자체로부터 제공받는 기후변화 대응 활동으로 탄소포인트(cpoint)제 운영하고 있다. 온실가스 감축의무가 있는 사업장 간에 배출거래를 허용하는 탄소배출권거래제(Emission Trading Scheme)를 시범사업으로 운영하고 있으며, 2011년 본격 시행할 예정이며, 이와 함께 탄소세 제도를 시행할 가능성이 거론되고 있다. (경향신문, 2010)

탄소 라벨링(Carbon Labeling)은 지구온난화에 영향을 주는 대상제품의 전과정(Life Cycle)에 걸쳐 배출되는 각종 온실가스의 양을 이산화탄소 환산량(CO₂-Equivalent)으로 정량화하여 제품에 표기하는 제도로, 우리나라에서는 2009년 2월부터 '탄소성적표지제'란 이름으로 시행되고 있다. 탄소성적표지는 저탄소인증마크와 제품 온실가스 배출량 인증 마크가 있다.

CO₂를 감축하는 방법은 건물의 에너지효율 증대, 고효율 제품 이용 등으로 건물(가정) 내부에서 실천하는 것과 나무심기 등 탄소거래제를 통해 외부에서 실천하는 것이다. 기본적으로 내부에서 실천할 수 있는 것을 먼저 실행해야 한다.

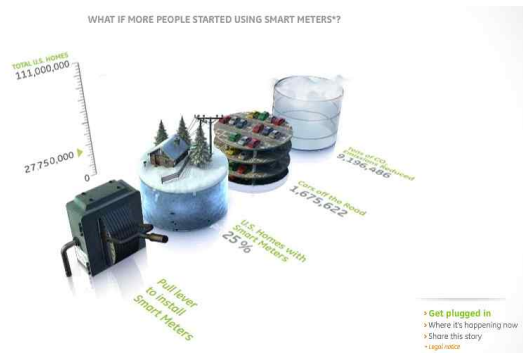
3. 환경정보 전달을 위한 인터랙션 디자인

3.1. 과학 지식을 위한 정보디자인

과학은 자연 세계에서 발견된 보편적 진리나 법칙에 대한 체계적인 지식을 의미한다, 하지만 전자, 원자, 자기장, 세포, 태양계 등 과학이 다루는 대상과 현상들은 인간이 인식하기에 너무 작거나 크거나 혹은 작용이 너무 느리거나 빠를 뿐만 아니라, 과학에 사용되는 용어와 표현도 일반인이 이해하기 어려운 전문 용어가 많아 내용 이해가 어렵다. (오병근, 강성중, 2008) 따라서 과학 정보를 일반인에게 전달하기 위해서는 원리나 구조를 쉽게 파악할 수 있도록 그림이나 도식을 사용하고, 정보의 구조와 배열도 일반인의 이해를 기반으로 구성되어야 한다. 일반적으로 과학에 대한 정보는 지식의 차원으로 정보를 시각화시켜 전달하는 예가 많은 데, 이때 인간의 인지차원을 넘는 대상, 현상, 과정을 사람들이 이해할 수 있는 추상적이고 개념적인 다이어그램, 기호, 모델을 활용하

게 된다. 과학 원리에 가장 적합한 시각 모델을 만들고, 이를 시각화하는 과정에서 가장 중요한 것은 자연 현상의 본질과 핵심이 왜곡되지 않도록 시각화를 적용하는 것이다.

일상에서 사용하는 도구와 시스템은 내부의 이를 작동시키는 복잡한 과학적 원리와 구조를 가지고 있으나, 일반적으로 사용자들은 시스템에 적용되는 과학적 원리나 구조에 관심을 두지 않는다. 웹기반으로 일반인에게 과학 지식이나 기술 정보를 전달하는 경우에도, 쉽게 이해할 수 있는 비유 모형이나 원인과 결과만은 시각적으로 인지시켜 개념만을 전달하는 방식을 주로 사용한다. 일례로 차세대 전력망 시스템인 스마트그리드(Smart Grid)에는 복잡한 수학 공식과 네트워크 시스템이 적용된다. GE는 스마트그리드의 복잡한 공학 원리를 설명하기 보다는 기술이 적용될 경우 얻게 되는 경제적 이익을 인터랙티브 시뮬레이션으로 보여주고 있다.



[그림 1] GE, 스마트그리드 설명

<http://ge.ecomagination.com/smartgrid>

3.2. 사용자 입력에 따른 동적 정보디자인

올바른 CO₂ 배출량의 산정을 위해서는 온실가스 배출과 관련되는 많은 활동에 대한 정확한 데이터가 필요하다. 인터랙션 기반의 CO₂ 배출량은 사용자 입력 값의 품질에 상응하는 구조이나, 사용 연료, 이용 차량, 주행거리, 연비, 사용하는 가전제품의 수와 에너지 효율, 거주하는 주택의 형태와 면적, 쓰레기 배출량 등 많은 수치를 입력해야 한다. 또한 국가별 지역별로 서로 다른 배출계수와 연소율을 적용하기 때문에 거주 지역도 중요한 변수가 된다.

이는 “쓰레기를 넣으면 쓰레기가 나온다 (Garbage in, Garbage out, GIGO)”의 원칙이 적용된다. GIGO 원칙은 시스템 출력물의 품질은 시스템 입력의 품질에 의존한다. GIGO의 용어는 1950년대 컴퓨터 공학에서 처음 사용하였으며, 잘못된 입력의 유형으로 크

게 문자입력의 문제와 품질의 문제로 구별된다. 문자 입력의 문제(problem of type)는 사용자가 전화번호 입력 항목에 차량번호를 입력하는 등의 실수(mistake)는 범하는 것으로 상대적으로 쉽게 문제를 찾을 수 있다. 품질의 문제(problem of quality)는 사용자가 잘못된 번호(wrong number)를 입력하는 경우로 일반적으로 사용자의 무의식적 행동에 의해 실수(slip)에 비롯된다. 이와 같이 데이터 입력에 의한 실수를 막기 위해서는 주요 데이터 입력 후 사용자에게 재확인(confirm)을 받거나 제한 요소(constraints)를 적절하게 사용하는 것이다. 제한요소의 활용은 주관식의 수치나 문자 입력 대신에 대푯값이 되는 항목만을 객관식으로 처리하거나, 연계된 데이터의 논리성을 고려하여 특정 데이터가 올바르게 입력되어야 다음 단계로 진행되도록 하는 것이다.

CO₂ 배출량 계산에 있어 핵심은 입력 데이터의 제한요소의 폭과 깊이라 할 수 있다. 가정에서 사용되는 연료에 따라 사용되는 단위가 다르다. 일반적으로 주부 등의 사용자는 도시가스, 전기, 수도 등의 용적, 무게 등의 구체적인 수치보다는 고지서의 사용 금액에 익숙하고 이를 더 잘 기억한다. CO₂ 배출량 데이터 입력에서 연료 소요량을 사용 금액으로 입력하면 용이하나, 같은 가스라도 지역에 따라 도시가스, 천연가스, 난방가스 등에 따라 과금제도가 다르기 때문에 또 다른 문제가 파생될 수 있다. 따라서 CO₂ 배출량 계산의 사용자 인터랙션에 있어 결과치의 정확성과 사용자의 데이터 입력의 편의성이라는 상반된 문제에서 타당한 균형을 잡는 것이 중요하다.

4. 사용자 인터랙션 기반의 CO₂배출량 산정 사이트의 사례 분석

본 논문에서는 일상생활에서의 CO₂ 배출량을 산정하는 웹사이트 프로그램의 사례 연구를 통해 특징과 장/단점을 분석하고, 이 가운데 국내 사이트를 대상으로 사용자 참여 평가를 통하여 문제점 및 보완점을 분석하고자 한다.

4.1. 국내 사이트 사례

4.1.1. CO₂ ZERO / 기후변화센터(환경재단)

기후변화센터의 CO₂ ZERO는 우리가 생활(행사, 프린팅, 항공, 승용차, 지하철, 버스, 가정)에서 배출한 온실가스양을 계산하고 프로그램을 통해서 내가 배출하는 CO₂만큼 CO₂를 줄이는 사업(북한에 나무심기, 태양광 발전소 세우기 등)에 사용자가 작은 기부를

할 수 있는 프로그램이다.



[그림 2] CO2 ZERO
www.co2zero.kr

CO₂ ZERO는 내가 배출하는 이산화탄소량을 계산하는 것으로 처음 7개 항목(행사, 프린팅, 항공, 승용차, 지하철, 버스, 가정) 중 알고 싶은 항목 선택을 한다. 본 논문에서는 가정을 중심으로 분석을 하기로 한다. 2단계에서는 가정의 한달 에너지 사용량을 알기 위하여 7개 항목(거주자 수, 전력사용량, 난방유 사용량, 지역난방 사용량, 도시가스 사용량, LPG사용량) 중 해당하는 항목에 사용량을 입력하는 단계이다. 3 단계에서는 2단계에서 입력한 정보에 대한 결과로 내가 발생한 CO₂양을 계산하여 알려주고 CO₂ ZERO실천이라는 후속 콘텐츠가 있어 사용자가 선택을 하면 기부를 통하여 환경보전활동(북한에 나무심기, 태양광 발전소 세우기, 친환경 조리기 보급)에 직·간접적으로 참여할 수 있는 기회를 제공해 주고 있다.

4.1.2. 탄소발자국 계산기 / 그린스타트(환경부)

CO₂ 줄이기 국민실천운동을 위하여 그린스타트 네트워크와 환경부가 운영하는 홈페이지이다. 우리집 탄소발자국 계산기를 통해 가정에서 사용하는 전기, 가스 등의 양과 교통수단 이용량 등을 입력해 개인이 생활 속에서 발생시킨 CO₂의 양을 측정할 수 있다.



[그림 3] 우리집 탄소발자국 계산기
www.greenstart.kr

탄소발자국 계산기는 4단계로 구성되며, 1단계에서는 이름, 가족수, 거주지역 등 사용자정보를 입력하고 2단계는 사용자의 기본적인 생활모습을 알아보는 단계로 5개항목(자가용·대중교통·기차의 이용여부, 난방연료 및 취사연료의 종류)을 선택한다. 3단계에서는 실질적인 가정에서 사용하는 온실가스 배출량을 알기 위한 단계로 가스사용량, 수도사용량, 전기사용량, 쓰레기사용량의 정보를 입력하여야한다. 이 단계에서 사용자는 구체적인 수치를 알지 못하여 다음 단계로 진행할 수 없다. 4단계에서는 교통이용으로 발생하는 CO₂양을 확인하는 단계로 3항목(자가용·대중교통·KTX(기차))중 이용하는 정보를 입력하면 5단계에서는 사용자가 한 달간 배출한 CO₂양과 발생한 CO₂양을 상쇄시키기 위하여 몇 그루의 잣나무를 심어야하는지 알려주는 단계로 이루어져 있다

4.1.3. 탄소나무계산기 / 국립산림과학원(삼림청)

탄소나무계산기는 국립산림과학원에서 운영하는 것으로 우리의 가정생활이나 일상적인 행사(결혼식·돌잔치), 여행으로부터 CO₂를 얼마나 배출하는지 계산해주고 우리가 배출한 CO₂를 흡수하기 위해서는 몇 그루의 나무를 심어야하는지도 계산해 준다. 마지막으로 나무심기에 참여할 수 있는 여러 가지 방법을 소개하여 지구 온난화 방지 활동에 적극 참여를 요구하는 프로그램이다.



[그림 4] 탄소나무계산기

http://carbon.forest.go.kr/tree_carbon_calculator/

처음 1단계에서는 5개 항목(가정·결혼·돌잔치·일반 행사·여행)중 온실가스배출량을 알고 싶은 항목을 선택하는 단계이다. 가정단계를 선택 후 2단계에서는 가정에서 사용하는 에너지 항목(전기·도시가스·LPG·난방유·지역난방, 연탄)과 자가용 대수를 선택하는 단계이다. 3단계에서는 2단계에서 선택한 에너지 소비량을 알기 위해 사용량 및 사용금액을 선택적으로 입력을 하고, 자가용유형, 운행거리 등의 정

보를 입력하는 단계이다. 4단계에서는 우리가족의 연간 이산화탄소 배출량을 알려주고 5단계에서는 배출한 CO₂를 흡수하기 위한 우리가족이 심어야할 수치를 어린소나무로 나타내주고 있으며, 나무심기활동 참여 할 수 있는 콘텐츠도 함께 제공되고 있다.

4.1.4. 탄소중립프로그램 / 에너지관리공단

탄소중립프로그램은 에너지관리공단에서 운영하는 프로그램으로 국민, 단체 및 기업의 자발적 참여와 탄소상쇄를 위한 참여가 기본적인 콘셉트로 운영되고 있으며, 참여자의 일상생활(가정·승용차·항공·행사)에서 발생하는 이산화탄소를 우선 산정하고, 부문별 중립목표를 선언한 후, 상쇄(offset)방안실행을 위한 추가적인 참가 프로그램이다.



[그림 5] 탄소중립프로그램

<http://zeroco2.kemco.or.kr/>

탄소중립프로그램은 1단계에서는 가정부문의 지난 달 에너지 사용량을 6개 항목(연탄·난방유·지역난방·도시가스·LPG·전기)에 정보를 입력하는 단계이다. 2단계에서는 1단계에서 입력한 에너지 사용량을 가지고 지난달 가정에서 배출한 CO₂ 양을 산정해 준다. 또한 산정 된 결과에 따라 참여의향서를 작성할 수 있으나 회원가입을 해야 하는 단점이 있다.

4.1.5. CO₂ 계산기 / 유한킴벌리

CO₂ 계산기는 생활 속에서 발생한 CO₂는 나무의 광합성을 통해 산소로 변화시킨다는 이론과 우리 가족이 생활을 하며 알게 모르게 발생된 CO₂를 줄이기 위해 나무는 얼마나 심어야 하는지를 알려주는 목적의 프로그램이다.



[그림 6] CO₂ 계산기

www.woorisoop.org/co2/main.asp

CO₂ 계산기는 7단계로 구성되며, 1단계에서는 필수사항 입력단계로 가족 수, 주거형태, 주거면적을 선택해야 한다. 2단계에서는 가정에서 사용하는 TV, 전자렌지 등의 10개의 전자제품의 사용대수가 입력하면 전기사용에 따른 CO₂ 발생량을 알려준다. 3단계에서는 난방연료 종류(석유·도시가스)를 선택하면 1단계에서 입력한 주거면적을 통해 자동으로 에너지에 의한 배출량이 계산된다. 4단계에서는 1단계에서 입력한 주거형태와 가족 수를 통해 사용자 가정에서 배출하는 쓰레기양과 쓰레기 처리과정에서 발생하는 CO₂ 양을 확인하고 이웃집과의 비교하는 단계이다. 우리나라 국민 1인당 일일 쓰레기양의 평균(약 1.230L)에 대한 정보를 제공하나 1L당 CO₂ 발생량에 대한 정보는 없어 실제 사용자의 CO₂ 발생량과의 비교에는 어려움이 있다. 5단계는 가정의 승용차 이용으로 발생하는 CO₂ 양을 측정하는 단계로 배기량에 따라 3항목으로 구분이 되며, 보유 승용차 수를 선택하면 예상 CO₂ 발생량을 볼 수 있다. 6단계에서는 월간 대중교통 이용으로 배출되는 CO₂ 양을 측정하는 과정으로 6개 항목(시내버스·지하철·철도·비행기·택시·고속버스)중 사용자가 이용하는 항목 및 횟수를 선택하여 CO₂ 배출량을 추정해 볼 수 있는 단계이다.

이상의 과정으로 연간 발생하는 CO₂ 양을 산정되고 발생된 CO₂를 정화시키기 위해서는 연간 몇 그루 30년생 나무(낙엽송, 잣나무 등)가 필요한지 알려준다. 또한 나무의 종류(백합나무, 상수리나무 등)에 따라 그루당 연간 CO₂ 흡수량에 대한 정보를 함께 알려주어 결과에 대한 비교분석을 할 수 있다.

4.1.6. 국내 사이트의 입력 단계 비교

사례 사이트 5개의 사용자 입력 과정을 단계별로 비교하면, 크게 사용자 정보를 입력이 필요한 사이트

와 사용자 정보 없이 에너지 사용량만 요구하는 사이트로 구별이 된다. 사용자 정보가 필요한 사이트의 경우 에너지 사용량의 정확한 수치 없이 가족 수, 주거형태, 주거면적에 따른 평균적인 값을 통하여 온실가스 배출량을 계산하는 방법이 적용된다. 많은 단계의 입력이 필요한 프로그램의 경우 온실가스 감축의 중요성 및 필요성에 대한 설명이나 도움말에 의한 단계의 증가가 아닌 에너지사용량 정보의 입력 항목을 여러 단계로 분류되어 단계가 증가된 것으로 대부분의 프로그램이 단계별 요구하는 정보는 유사한 체계를 지니고 있다는 것을 알 수 있다.

	CO ₂ ZERO	탄소 발자국	탄소나무 계산기	탄소중립 프로그램	CO ₂ 계산기
1 단계	측정분야 선택	사용자 정보	측정분야 선택	측정분야 선택	사용자 정보
2 단계	에너지 사용량 정보	기본생활 정보	기본생활 정보	에너지 사용량 정보	전기 사용량
3 단계	발생량 결과	에너지 사용량 정보	에너지 사용량 정보	발생량 결과	난방 에너지 사용
4 단계	추가 콘텐츠 정보	교통수단 정보	발생량 결과	추가 콘텐츠 정보	생활 쓰레기 발생
5 단계		발생량 결과	추가 콘텐츠 정보		승용차 이용
6 단계		감축 방안			대중교통 이용
7 단계		방안에 따른 발생량 결과			발생량 결과

[표 1] 테스트 프로그램의 정보 입력 단계 비교

4.2. 해외 사이트 사례

4.2.1 Safe Climate

World Resources Institute가 운영하는 사이트로 자동차와 비행기 이용의 교통수단과 가정에서의 에너지 소비에 의한 CO₂ 배출량을 계산하며, 모두 3단계의 과정으로 구성되어 있다. 가족 수를 입력하면 교통수단(transportation) 페이지로 이동하며, 자동차의 경우 단위와 산정기간, 연비, 연료와 항공기 이동거리를 입력한다. 두 번째 단계인 가정 에너지(home energy)에서는 국가를 입력한 후 녹색에너지 사용량, 전기, 천연가스, 석탄 등 각 연료의 사용량을 입력하면 가정의 전체 CO₂ 배출량을 보여준다. 전체 CO₂ 발생량 가운데 교통과 에너지의 비율을 파이 차트(pie chart)로 보여주며, 계산 방식을 알려준다.

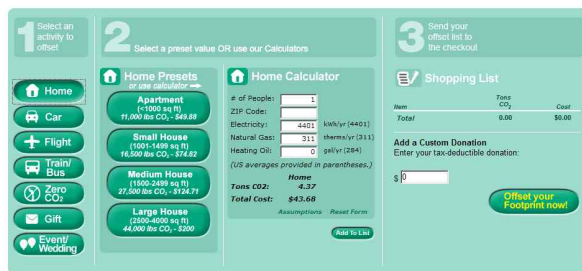


[그림 7] Safe Climate 초기 화면
<http://www.safeclimate.net/calculator/>

Safe Climate는 세계 각국을 대상으로 하는 관계로 CO₂ 배출량의 산정도 지역의 특성을 적극적으로 반영하지 않고 일반화된 방식을 선택하고 있으며, 사용량 등의 단위도 미터와 인치 등을 사용자가 선택하여 입력할 수 있다.

4.2.2 Carbonfund.org

Carbonfund.org는 CO₂ 절감을 목표로 설립된 미국의 비영리단체로 CO₂ 배출량 산정 시 사용자의 정보 입력과정에서 인지적 부담을 최소화하고, 결과에 따라 구체적인 행동까지 연결되는 구조를 가지고 있다. Carbonfund.org의 CO₂ 배출량 페이지는 화면의 수평으로 3등분하여 단계별 과정에 한 눈에 보이도록 레이아웃을 지니고 있다. 좌측의 1단계는 CO₂ 배출에 관계되는 활동을 선택하고, 중앙의 2단계는 활동에 해당하는 수치를 입력하며, 우측의 3단계는 입력 수치에 따라 즉각적으로 배출되는 이산화탄소의 용량과 이에 해당하는 세금 공제액이 산출된다.

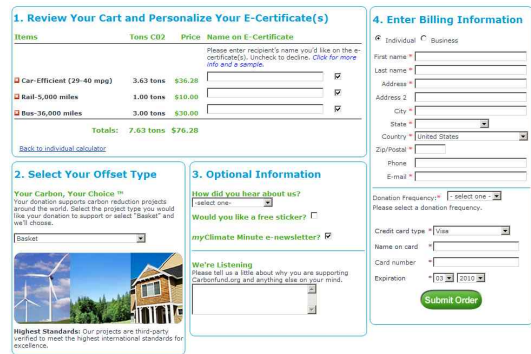


[그림 8] Carbonfund.org 입력 화면
<http://www.carbonfund.org/>

사용성 관점에서 Carbonfund.org사이트의 장점은 2단계인 수치 입력에서 평균치로 설정된 활동을 선택하거나, 또는 정확한 수치값을 입력할 수 있도록 한 것이다. 일례로 주택의 에너지 소비량을 입력하는 경

우 거주자수, 지역의 우편번호, 전기사용량(kWh/yr), 천연가스(themes/yr), 난방유(gal/yr)에 해당하는 정확한 수치를 입력할 수도 있지만, 간편하게 1,000ft² 이하의 아파트, 1,499ft² 이하의 소형 주택, 2,499ft² 이하의 중형주택, 4,000ft² 이하의 대형주택으로 구분된 4개 중 하나의 주거형태를 선택하여도 된다.

Carbonfund.org는 개인 및 가구별 CO₂ 배출량을 확인할 수 있을 뿐만 아니라 개인이 구체적인 환경활동에 참여할 수 있는 시스템을 갖추고 있다. 항목별로 배출 CO₂량에 상응하는 세금공제액이 제시되는데 사용자는 이 금액을 Carbonfund.org에 기부할 수 있도록 하고 있다.



[그림 9] Carbonfund.org 기부 화면

4.2.3 Act on CO₂

영국 정부가 운영하는 이산화탄소 산정 사이트로 일러스트레이션 기반의 플래시 애니메이션으로 사용자에게 친근감과 사실감을 주고 있다. 가구별 CO₂ 배출량 산정에서는 거주 지역, 가족 수를 입력 후 주거 유형, 건축연도, 단열재, 소유여부, 전구의 수량과 유형 등을 선택해야 CO₂ 배출량을 알려주고, 냉장고, TV, 컴퓨터, 드라이어, 세탁기, 식기세척기의 수량 등 세부적인 데이터를 입력하면 가전제품의 CO₂ 배출량을 계산한다. 교통수단과 여행거리 등을 입력하면 가구의 전체 CO₂ 배출량을 계산하여 준다.



[그림 10] Act on CO₂
<http://carboncalculator.direct.gov.uk>

각 입력항마다 사용자들이 이해하기 용이한 아이콘과 이미지를 사용하고, kWh/yr, gal/yr와 같은 과학적인 수치를 입력하지 않아도 되는 이점이 있지만, 다른 국가의 유사 사이트와 비교해서 상대적으로 입력항목이 많아, 과정이 길고, 사용자가 전체 입력 과정에서 어디까지 왔는지 확인하기 힘들다. 결과값은 전체 배출량에서 각 활동이 차지하는 비중을 용적 차트로 보여주며 이에 대한 추가적인 설명을 볼 수 있도록 하고 있다.



[그림 11] Act on CO₂ 배출량 산정 결과 보여주기

Site	주요 특징
Safe Climate	<ul style="list-style-type: none"> 전세계 이용자 고려 (단위 선택 가능) 교통/에너지 비율 표현 3단계 구성
Carbonfund.org	<ul style="list-style-type: none"> 동일 페이지에 모든 단계 표현 입력 값에 따른 즉각적 결과 산출 두 가지 유형 수치 입력 선택가능 (직접입력 / 평균치 선택) 세금공제액 기부 프로그램과의 콘텐츠 연계
Act on CO ₂	<ul style="list-style-type: none"> 플래시 기반의 애니메이션 아이콘을 활용한 명령어 시각화 각 활동별 비중 표시

[표 2] 해외 사이트의 주요 특징

4.3. 사용자 참여 평가

4.3.1 사용자 테스트 프로세스

사용자 테스트 프로세스는 평가하고자 하는 대상과 디자인 프로세스에서의 평가 시점 등에 따라 달라질 수 있으나 선행연구의 프로세스 모형을 살펴보면 유사한 흐름을 가지고 있다.

제프리 루빈(Jeffrey Rubin)은 'Handbook of Usability Testing'에서 사용성 평가 프로세스를 다음과 같이 정리하였다. 평가계획 작성, 평가 참여 사용자의 선발과 모집, 평가 용구 및 자료 준비, 평가 시행, 평가 참여 사용자 후기평가 자료의 결론 및 추천 사항으로서의 변환 등의 여섯 단계를 제시하였다. 닐센(Jacob Nielsen)은 "평가목적과 계획의 설정", "평가참여자 모집", "평가의 시행"등의 네 단계로 나누

고 있다. 애플 컴퓨터사의 경우, "평가 착수 회담 개최", "평가 계획 작성", "예비평가 시행", "실제평가의 시행", "자료의 해석", "평가보고서 작성", "평가 결과 제시" 등의 7단계로 나누어 시행하고 있다.

이건표(1996)는 이들 세 가지의 사용성 평가 프로세스는 각기 평가 단계 수도 다르고 단계별 이름도 달라 각기 그 차이가 매우 큰 것 같이 보이지만, 실제로는 같은 업무를 여러 단계로 나누어서 단계수가 늘어났거나 반대로 여러 세부 단계를 하나의 포괄적 단계로 묶어서 단계수가 줄어든 것으로 하나의 사용성 평가 프로세스로 통합 요약 될 수 있다고 논하였다. 이는 "평가 계획", "참여 사용자 모집", "평가 시행", "자료의 해석" 크게 네 단계로 구분되며, 이에 기초하여 평가를 진행한다.



[그림 12] 일반적인 사용성 평가 프로세스

4.3.2 테스트 프로그램 선정

사용자 테스트 프로세스 상의 첫 단계인 "평가 계획 작성단계"에서는 평가할 프로그램과 평가항목을 유형별로 구분하고 선정하였다. 평가 프로그램은 41. 국내사이트 사례 5개로 선정하였고, 이산화탄소가 발생하는 여러 분야 중 개인 및 가정에서 배출하는 이산화탄소량을 계산하는 프로그램으로 평가대상을 한정하였다.

4.3.3 평가 항목 및 태스크(task) 선정

CO₂ 배출량 산정 프로그램의 사용성 평가는 [표 4]와 같이 정보의 유용성, 단계별 난이도, 스타일, 오류 발생, 정보의 연계성에 초점을 맞추었다. 사용자 평가의 태스크는 사이트의 구조, 단계, 그리고 선택 입력항에 따라 내용상 상이한 부분이 있으나 전체적인 틀은 [표 3]과 같은 구조로 구성된다.

단계별	주요 태스크
사이트 접속 및 로그인	• 해당 사이트 접속, 사용자 로그인 (선택)
가정/개인 선택	• CO ₂ 배출량 산정 프로그램 선택
영역별 CO ₂ 배출원 사용량 입력	[직접수치입력] • 가정 에너지 소비량 입력 (단위 입력) • 전기사용량 입력 (단위 입력) • 차량, 철도, 항공 이용량 입력 차종, 이동거리 입력) • 쓰레기 배출량 (용적 입력)
	[객관적 선택] • 평균값 입력 (가족 수, 거주평형, 주거유형)
결과보기	• CO ₂ 배출량 확인, 결과 치 의미 읽기, 정보시각화 이해하기
후속 정보보기	• 연계 콘텐츠, 서비스 선택 및 정보 이해하기

[표 3] 사용자 평가의 주요 태스크

유형	주요 평가 항목(상단) / 태스크(하단)
정보의 유용성	• 온실가스 감축의 중요성 및 필요성을 효과적으로 전하고 있는가? • 최종 정보의 의미를 사용자가 이해할 있는가? (돈/ 나무 등으로 표시)
	• 결과치의 의미 이해하기 • 그래픽 등의 시각화 정보 이해하기 • CO ₂ 감소에 대한 자세/태도의 변화
정보의 난이도	• 각 단계별로 입력 시 필요한 추가 정보가 있는가? 있다면 어떤 정보인가? • 어느 단계에서 정보 입력의 어려움을 겪게 되는가? • 질문 중 이해하기 어려운 것은 없는가? (명령어나 전문용어 표기)
	• 단계별 수치 입력하기 • 다음 항목으로 올바르게 선택하기
스타일 편의성	• 단계별 도움말(help, tip) 제공이 되고 있는가? • 정보의 시각화는 어떻게 되고 있는가?
	• 네비게이션/버튼 올바르게 찾기 • 동일 명령어 선택하기 • 아이콘 및 그래픽 이해하기
오류 발생	• 입력에 해당하는 답변이 즉각적으로 나오는가? • 잘못 된 정보를 입력 시 취소기능이 존재하는가? • 단계별 도움말(help, tip) 제공이 되고 있는가?
	• 정보 입력 시 문제 해결하기 • 에러 발생의 빈도 및 단계 확인
정보의 연계성	• 최종 제공된 CO ₂ 발생량 이후 추가되는 후속 서비스 또는 콘텐츠는 무엇인가?
	• 결과 확인 후 다음 단계로 이동하기 • CO ₂ 감축을 위한 구체적 행동 이해하기

[표 4] 평가를 위한 테스트 항목

4.3.4 테스트 참가자

사용성 평가의 적당한 수준의 결과를 얻기 위해서 많은 수의 피실험자가 필요하지는 않다는 다양한 선행 연구 결과(Nielsen Norman Group, 2000) 에서 볼 수 있듯이 일반적인 연구실 기반의 사용성 실험의 경우 4~5명의 피실험자로 충분한 결과를 얻을 수 있다. (Jakob Nielsen, 2001) 본 연구에서는 활용 사례 평가에 참여할 피실험자를 5명으로 선정하였다. 환경분야 전공자 1인을 포함시켜 비전공자와의 결과 차이를 확인할 수 있게 하였다.

	성별	연령	직업	컴퓨터 능숙도	비고
1	여	28	대학원생	상	-
2	남	39	회사원	중	-
3	여	48	전업주부	중	-
4	남	33	회사원	상	환경분야 전공자
5	남	30	휴학생	상	-

[표 5] 피실험자 선정 리스트

4.3.5 테스트 방법

5명의 피실험자를 대상으로 평가의 진행은 데이터 기록을 위한 몇 가지 사항을 알려주고 1명의 평가자가 함께 한 상태로 특이사항이나 의문점들을 따로 노트한다. 또한 피실험자에게는 '소리내어 생각하기 (Think aloud protocol)'를 해줄 것을 요구한다. Think aloud protocol은 사용상의 문제뿐만 아니라 문제발생의 원인을 이해할 수 있게 하며, 소수의 평가자로도 풍부한 정보를 얻을 수 있는 장점이 있다. 디자인 해결을 위한 처방적인 데이터를 얻을 수 있으며, 직무의 성공과 에러 발생과 같은 정량적 데이터를 얻을 수 있다. (Patrick Jordan, 1998)

사용자의 주관적 만족도 평가는 Think aloud protocol 평가 후 설문조사를 통해 이루어졌으며, 5개 평가 사이트를 대상으로 상대적 만족도와 사이트 별로 평가자가 느끼는 장점과 어려움을 기술하도록 하였다. 5개 사이트의 평가 순서에 따른 평가 참여자의 학습효과를 고려하여, 사이트의 평가 순서는 평가자마다 무작위로 변경하였다. 사용자 테스트 및 관찰을 통해 기록된 내용과 얻어진 결과를 분석하여 문제점 및 보완점을 종합하기로 한다.

4.3.6 테스트 결과 및 분석

테스트 결과 5개의 테스트 프로그램 중 탄소나무 계산기(산림청), 우리숲(유한킴벌리), 탄소발자국(그린

스타트), CO₂ ZERO(환경재단), 탄소중립프로그램(에너지관리공단)순으로 프로그램의 만족을 느꼈다.

프로그램	주요 특징
CO ₂ Zero (환경재단)	<ul style="list-style-type: none"> 에너지 소비량의 정확한 수치 필요 결과에 따른 기부 방안 콘텐츠 유 잘못된 정보 입력 시 되돌리기 기능 유
탄소발자국 (그린스타트)	<ul style="list-style-type: none"> 에너지 소비량의 정확한 수치 필요 최종결과는 온실가스 발생량을 잣나무로 수치화함 (텍스트 형식) 잘못된 정보 입력 시 되돌리기 기능 유 온실가스 감축 방안 제시
탄소나무계산기 (산림청)	<ul style="list-style-type: none"> 배경음악이 있어 생동감 있음 에너지 소비량 입력 시 사용량 또는 금액으로 선택적 입력 가능 에너지 사용량의 정확한 수치 필요 최종결과는 온실가스 발생량을 어린소나무로 수치화함 그래프 및 이미지로 결과가 보여짐 기부할 수 있는 관련 사이트 링크 잘못된 정보 입력 시 되돌리기 기능 유
탄소중립 프로그램 (에너지관리공단)	<ul style="list-style-type: none"> 문서형식의 나열식 형태 결과에 따른 기부 방안 콘텐츠 유 에너지 소비량 입력 시 사용량 또는 금액으로 선택적 입력 가능 되돌리기 기능 무
우리숲 (유한킴벌리)	<ul style="list-style-type: none"> 단계마다 환경에 관한 설명 거주형태·가족 수·가정에 보유하는 가전제품 등의 평균값으로 온실가스 배출량 산정 최종결과는 온실가스 발생량을 나무로 수치화함 (텍스트 형식) 잘못된 정보 입력 시 되돌리기 기능 유

[표 6] 테스트 프로그램 주요 특성

피실험자가 프로그램에 만족도가 높아지는 조건은 다음과 같다. 첫째, 입력 정보의 난이도가 사용자가 아무 준비 없이 접근하기 쉽게 해결할 수 있는 프로그램으로 구성되어야 한다. 테스트 중 피실험자가 가장 어려움을 느끼는 단계는 가정에서의 소비하는 각종 에너지 소비량에 관한 정보를 입력하는 과정으로 월별 사용량·지난달 사용량 등과 같은 정확한 수치를 요구하는 단계가 있는 CO₂ ZERO, 탄소발자국 계산기프로그램에서 사용자는 어려움을 겪었다.

둘째, 피실험자에게 프로그램의 목적성을 메시지를 통해 명확하게 알려주어야 한다. 온실가스 감축의 중요성 및 필요성에 대한 설명이 나열된 후 시작되는 프로그램의 경우 사용자는 좀 더 관심을 표출하였으며, 온실가스 감축, 배출프로그램이 만들어진 배경에 대한 설명 없이 프로그램이 종료되는 탄소중립프로그램 경우에는 사용자가 모른 평가가 끝나도 프로그램에 대한 인식이 전혀 생성되지 않았다.

셋째, 최종정보의 의미를 전달할 때는 나무, 돈, 기준표 등의 비교할 수 있는 정보가 함께 제공되어야 한다. 프로그램 단계를 모두 입력한 후에 가정에서 배출하는 온실가스 사용량의 결과를 보여줄 때 전문가만 이해할 수 있는 kgCO₂의 수치로 보여주는 탄소중립프로그램에서 결과를 피실험자들은 가장 어려워하였고 우리 숲, 탄소나무계산기, 탄소발자국은 나무로 환산하고 CO₂ ZERO는 돈으로 환산하여 결과를 보여주었다. 모든 피실험자는 돈, 나무 등으로 자동 계산 및 환산되는 각 프로그램의 온실가스 배출계수를 궁금해 하였으며, 나무별 소요되는 금액에 대하여도 궁금해 하였다.

넷째, 문서형식의 메뉴 나열보다는 정보를 시각화하여야 한다. 단계별 테스트를 진행할 때 메뉴 나열로 인한 테스트단계가 증가하고 지루한 텍스트의 나열보다는 단계가 적고 아이콘, 이미지, 메뉴 등의 시각화 되어 있는 형식의 프로그램의 관심이 높았다. 특히 탄소나무계산기 같은 경우 결과를 나타낼 때 분야별(전기, 도시가스, 난방 등)로 사용량을 막대그래프로 보여주고 나무로 환산된 수치는 나무의 그래픽 이미지와 함께 보여 피실험자의 이해를 도왔다.

다섯째, 용어 설명, 도움말 등의 기능이 있어야 한다. 주거면적(m²)을 선택, 사용하는 차량의 연비 정보를 입력 시 평수를 면적으로 환산하거나 차종별 연비를 알지 못하는 어려움을 겪었다. 단계별 테스트를 하기 위해 용어나 도움말 등은 항목별로 구성되어 있는 콘텐츠를 이용하기 위한 방향제시를 해주는 중요한 요소이며 전문적인 용어보다는 메시지의 의미의 파악을 도울 수 있도록 설명이나 단계별로 일관성 있는 용어를 사용하여야 한다.

평가참여자 가운데 환경 분야 전공자에게선 의미 있는 결과의 차이는 발견되지 않았다. 이는 환경문제에 대한 이해는 높을 수 있지만, 연구 대상인 CO₂ 배출량 산정 프로그램에서 요구되는 실생활의 월간 에너지 소비량과 같은 정보 입력에 익숙하지 않기 때문으로 보인다. 다만 CO₂ 배출량 산정 결과값 및 함께 제공되는 관련 정보에 대한 이해는 확연하게 차이를 보였다.

5. 결론

CO₂ 배출량 계산의 유효성과 정확성은 사용자의 입력 수치의 정확성과 깊이에 의해 좌우된다. CO₂ 배출량 산정에 필요한 주요 입력 값의 내용들은 일반인들이 알기 어려운 생소한 전문용어가 많으며, 각종 고지서에 기재된 사용량을 보지 않고 웹사이트의

CO₂ 배출량 계산 서비스를 사용하기가 어렵다. 사례 조사의 일부 사이트들은 구체적인 수치입력 대신 가족수, 거주유형, 평형 등 사용자 정보 입력의 데이터에 근거하여 평균치로 CO₂ 배출량을 계산하는 방식을 사용하기도 한다. 이런 입력 방식은 사용의 편의성이라는 장점이 있지만, 정보의 유효성과 정확성은 일정부분 훼손될 수밖에 없다.

사례 분석과 사용자평가 결과로부터 사용자 인터랙션 기반의 CO₂ 배출량 계산 사이트는 다음과 같은 항목이 충족되어야 한다. 첫째, 모든 단계가 한 눈에 보여야 한다. 계산 과정에서 각 단계가 해당하는 상대적 위치를 보여주고, 어느 단계에서나 사용자가 입력한 항목까지의 CO₂ 배출량을 제시하는 것이 효과적이다. 이는 모든 데이터 입력을 완료한 후에 배출량을 제시하는 방식보다 사용자의 능동적 참여를 유도할 수 있으며, 데이터 입력 단계마다 증가량을 확인할 수 있어 전체 배출량에서 차지하는 비중을 비교할 수 있는 장점도 있다.

둘째, 데이터 입력 방식을 구체적인 수치를 직접 입력하는 방식과 대표값을 제시된 항목에서 선택하는 방식을 병행하는 것이 효과적이다. 구체적인 수치 입력이 정확한 CO₂ 배출량에는 용이하나, 정확한 데이터만을 요구하는 시스템은 사용자에게 프로그램이 어렵다는 선입견을 줄 뿐만 아니라, 입력 값을 모를 때 무의미한 수치를 입력하거나 프로그램을 중단한다. 이때 평균치로 대략의 값을 산출할 수 있는 융통성이 있는 선택항을 제공하는 것이 효율적이다.

셋째 정보 제공에 일러스트, 아이콘 등 그래픽 요소를 활용한 시각장치를 사용하는 것이 효과적이다. CO₂ 배출량 계산에는 공학적인 수치 입력항목이 많기 때문에 그래픽 요소의 활용을 사용자에게 친근함과 생소함을 덜 수 있고, 숫자로는 이해하기 힘든 내용을 쉽게 전달할 수 있다. 한국 사용자의 경우 감성적인 요소를 반영하여 주의를 환기시킬 수 있는 사운드나 효과음의 사용도 유용하다. 프로그램 시작 부분에 CO₂ 배출량 측정의 목적, 배경, 중요성 등을 시각적 표현을 사용하여 효과적으로 알리는 것이 사용자의 참여를 촉진할 수 있다.

넷째, 사용자의 오류에 포용력을 가져야 한다. CO₂ 배출량 계산을 처음 접한 사용자는 한 단계를 지난 후 이전에 입력한 값을 잘못된 것을 발견하는 사례가 많았다. 각 단계에서 특정 단계로 자유롭게 돌아갈 수 있어야 하며, 어려운 용어나 개념에는 부가적인 설명을 제시하는 것이 참여도를 높일 수 있다.

다섯째, CO₂ 배출량의 의미를 쉽게 파악할 수 있도록 사용자 관점의 어휘와 언어로 표현해야 한다.

CO₂ 배출량의 최종 계산 값을 배출 용적으로 표현하지 말고, 이에 상응하는 나무, 금액, 소요 노동력, 시간 등으로 표현함으로써 환경 문제를 쉽게 인지하고 실제적인 활동으로 이어지도록 한다.

마지막으로 이산화탄소 저감을 위해 사용자가 할 수 있는 구체적인 방안, 활동들과 자연스럽게 연계되도록 콘텐츠가 구성되어야 한다. CO₂ 배출량의 확인은 수치 산출 자체가 목적이 아니라, 온실가스 문제를 인지하고 이로부터 적극적인 친환경 생활을 유도하는 것이 목적으로, CO₂ 배출 감소에 따른 인센티브 제공, 세제 혜택 등 관련 제도와의 연계가 필요하다.

CO₂ 배출량 산정은 사용자의 라이프스타일 의한 CO₂ 배출량의 확인이라는 소극적인 목적을 넘어, 구체적인 환경을 위한 실천 과정으로 사용자 관점으로 정보디자인이 구성되어야 한다. 데이터 입력과 환경 정보 습득의 본원적인 기능에 더불어 구체적 행동으로 이끌 수 있는 유효한 연계 환경 정책과 제도도 함께 연구, 도입되어야 한다.

참고문헌

- 강성중.(2009). 환경마크를 통한 수단-연쇄 모형 기반의 소비자 커뮤니케이션 연구. '한국디자인문화학회지', Vol. 15, 5-7.
- 김기호.(2009). 탄소중립도시실현을 위한 인센티브 적용방안에 관한 연구. 협성대학교 석사학위 청구 논문, 6-8.
- 박성주.(2002). 모바일 콘텐츠 특성에 따른 사용자평가 프레임워크개발에 관한 연구. 인제대학교 석사학위 청구 논문.
- 이견표.(1996). 제품 디자인에 있어서의 사용성 평가에 관한 연구. '디자인학 연구', No. 18, 142-144.
- 해양경찰청.(2009). 에너지절약 생활화를 위한 지침서, 탄소발자국.
- Nielsen Norman Group.(2000). *E-Commerce User Experience -Methodology*. Nielsen Norman Group.
- Patrick W. Jordan.(1998). *An Introduction to usability*, Typo Taylor & Francis, 57-59.
- Ronnie Lipton.(2007). *The Practical Guide to Information Design*, Wiley.
- TIME.(2006). *Special Report, Global Warming*, TIME, April 3, 61-63.
- William Lidwell, Krtitina Holden, Jill Butler. (2003). *Universal Principle of Design*, Rockport

- 경향신문, 2010. 2. 17. 정부, 탄소세 도입 적극 검토,
http://news.khan.co.kr/kh_news/khan_art_view.html?artid=201002161821595&code=940701
- 한겨레신문, 2009. 10. 13., 한국 CO2 배출량 증가율 'OECD 최고',
http://www.hani.co.kr/arti/society/society_general/381483.html
- Jakob Nielsen Jakob Nielsen's Alertbox, March 19, 2000, Why You Only Need to Test With 5 UserAlertbox,
<http://www.useit.com/alertbox/20000319.html>
- 그린스타트 탄소발자국, <http://www.greenstart.kr>
- 네이버 백과사전, <http://100.naver.com>
- 산림청 탄소나무계산기,
http://carbon.forest.go.kr/tree_carbon_calculator
- 에너지관리공단 탄소중립프로그램,
<http://zeroco2.kemco.or.k>
- 유한킴벌리 우리숲,
<http://www.woorisoop.org/co2/main.asp>
- 환경부 탄소포인트제, <http://www.cpoint.or.kr>
- 환경재단 CO₂ ZERO, <http://www.co2zero.kr>
- Act on CO₂, <http://carboncalculator.direct.gov.uk>
- Carbon Fund, <http://www.carbonfund.org>
- GE, Smart Grid,
<http://ge.ecomagination.com/smartgrid>
- Safe Climate,
<http://www.safeclimate.net/calculator>