

네비게이션 데이터를 바탕으로 한 서울시의 공공 전기차 충전소 위치

Public Electric Car Charging Locations Based on Car Navigation Data in Seoul

김 태 경 (Taekyung Kim) 수원대학교 경영학부 조교수
김 장 영 (Jangyoung Kim) 수원대학교 컴퓨터미디어학부 교수, 교신저자
양 윤 기 (Yoon Gi Yang) 수원대학교 정보통신보안학부 교수

요 약

전기자동차는 화석연료 사용으로 인한 대기오염을 줄여 삶의 질을 개선하고, 신규 사업을 창조하여 경제적 발전에 역할을 할 것으로 기대된다. 그러나 이러한 기대와는 달리 전기자동차의 보급은 쉽지 않다. 주요한 이유 가운데 하나는 화석연료를 사용하는 자동차에 비해 충전이 늦거나 불편하다는 것이다. 전기자동차가 보급되지 않은 상황에서 선제적으로 충전소를 확보하는 일은 비용부담과 관리의 어려움을 야기할 수 있어 주의해야 한다. 본 연구는 디자인 과학 연구법을 활용하고 전기자동차 충전소 결정 문제를 정보시스템 관점에서 해석한다. 주행 범위 불안감을 이론적 근거로 삼아 여정 설계 알고리즘을 제안하고 네비게이션 사용자 데이터를 분석함으로써 서울시 충전소의 위치 선정의 문제점을 확인한다. 또한 여정 설계 디자인의 적용 가능성을 검토하고 시사점을 도출한다.

키워드 : 전기자동차, 디자인 과학 연구, 서울시

I. 서 론

1.1 주제

지난 세기 이어져 온 산업 발전 과정에서 화석 연료는 인류의 진보와 번영을 이끌어 온 동력이 되었지만 이와 함께 지속가능한 성장에 대한 의구심과 환경 오염 및 지구 온난화 등 인류의 생존에 영향을 미칠 수 있는 주요 요인으로 지목된다. 2009년 대한민국 정부는 2020년 온실가스를 2005년 대비하여 4% 낮은 수준으로 유지하겠다는 감

축안을 발표했다. 사실상 2020년의 한국 경제 성장을 생각했을 때 배출량의 30%를 감축하겠다는 것이어서 부담스러운 목표이며 주로 화석연료에 의존하는 한국의 현실을 고려했을 때 경제적 타격을 예상하지 않을 수 없다. 그러나 지속 가능한 발전과 삶의 질, 그리고 인류의 미래를 생각했을 때 화석연료를 보다 더 친환경적 에너지원으로 대체할 필요가 있다. 특히, 수송 부문의 경우 화석연료 사용에 따른 환경 문제와 함께 지속적인 원유가 상승으로 인한 경제적 부담도 고려되어야 한다.

이러한 배경 하에, 화석 연료를 사용해야 하는 자동차를 보다 더 친환경적 운송 수단으로 대체해야 할 필요성이 자연스럽게 제기된다. 배터리에 전기에너지를 충전하여 움직인다는 점에서 전기자동차(Electric Vehicle 혹은 Electric Car: EC)는 휘발유나 경유 같은 화석연료를 사용하는 여타 운송 수단과 다르다. 보다 더 세부적으로 전기자동차는 크게 세 종류로 나뉜다. 우선 오로지 배터리를 사용하는 전기자동차(Battery Electric Vehicle: BEV), 전기를 주로 사용하되 충전을 위한 발전용 내연기관을 함께 가진 플러그인 하이브리드(Plug-in Hybrid EV: PHEV), 그리고 전기모터와 내연기관을 함께 사용하여 에너지 효율 향상을 추구하는 하이브리드 전기자동차(Hybrid EV: HEV)가 있다. 기존의 화석연료를 함께 사용하기 때문에 전기자동차를 위한 인프라가 부족한 현실에서 PHEV나 HEV가 BEV보다는 편리한 대안일 수 있다. 반면 원래의 정책적 목적 달성에는 미흡한 측면이 있다. 시장에서는 일본 도요타의 프리우스(Prius)나 닛산의 리프(Leaf)가 PHEV와 HEV의 가능성을 증명한 바 있다. 예를 들어 PHEV 전문 조사 기관인 Plugin Cars에 따르면 2003년 5만대 정도였던 프리우스의 전 세계 출고량이 4년 만에 20만 대를 넘어섰다(Loveday, 2012). 현대기아자동차의 경우 2015년에 PHEV 306대, BEV 8,561대에 그쳤지만, HEV는 64,383대를 팔아 전기차 부문에서 427.8%의 성장을 기록했다(허준 등, 2016). 비록 PHEV나 HEV 등 전기모터를 차량에 탑재한 디자인이 상업적 성공을 거두었지만, 순수하게 배터리로 운용되는 BEV의 경우 보급에 어려움을 겪는다.

전기자동차를 보급해야 할 정당한 이유를 찾는 일은 어렵지 않다. 그러나 실제 전기자동차 보급에 필요한 충전인프라 구축은 기대에 미치지 못하는 실정이다. 산업통상자원부의 2014년 발표에 따르면 2014년 BEV는 약 3천여 대인 반면 공공급속충전기는 232대에 불과했다(도강호, 2015). 그나마 2015년 완속 충전기 설치를 위한 정부의 지원금은 1대당 600만 원에서 400만 원으로 축소

되기도 했다(박상빈, 2016). 전기자동차의 여러 장점에도 불구하고 운행에 필요한 에너지를 손쉽게 확보할 수 있는 인프라의 부족은 전기자동차 수요 증대에 걸림돌이 되고 있다.

전기자동차의 보급을 어렵게 하는 충전소 부족 문제에 대한 간단한 해답 가운데 하나는 민간의 투자를 활성화하고 정부의 보조금으로 이를 돕는다는 것이다. 그러나 수익이 불투명하고 화석연료에 비해 실질 수요가 적어 현실적으로 단기간 자금회수가 어려운 측면이 있다. 이러한 사실은 민간 기업의 협력을 기대하기 어렵게 하여 충전소 인프라 확충을 가로막을 수 있다. 전기자동차가 운행되지 않는 상태에서 충분한 실질 수요가 발생될 것으로 예상되는 지역에 충전소를 건설하는 방법을 찾는 일은 중요하다. 이러한 목적 달성에 정보통신기술과 정보시스템 활용이 해답을 줄 것이라는 아이디어가 제안되었다(Su et al., 2012; 고준호, 2009). 화석연료를 사용하는 자동차를 운행했던 기록을 정보시스템에 저장해 두었다면 빅데이터 분석을 통해 전기자동차 운행시의 상황을 예측해 볼 수 있는 것이다. 베이징 시내의 주차시설 활용에 관한 빅데이터를 바탕으로 주차 중 EV 충전을 연구한 Cai et al.(2014)은 사용자의 운행 패턴을 고려하는 것이 전기자동차 충전소의 설치입지 선정에 도움이 될 수 있음을 보였다. Ashtari et al.(2012)은 GPS 장치가 장착된 76대의 차량 운행 데이터를 바탕으로 PHEV의 충전소 입지 선정에 사용자의 운행기록을 활용하는 방안이 고려되어야 할 필요성이 있다고 주장했다. 또한 운전자의 운행 패턴에 관한 축적된 데이터를 활용과 실시간으로 수집된 데이터를 바탕으로 이동식 급속충전소를 설치하는 노력 등은 스마트 그리드(Smart Grid) 관련 연구의 목적과 마찬가지로 효율을 높이고 비용을 낮추는 효과를 낳을 것이다(Richardson, 2013).

전기자동차에 관한 보조금 지급이나 충전 인프라의 보급을 통해 전기자동차의 확산을 도모하는 접근 방향은 반드시 필요하다. 이와 함께 수요

자 측면에서 전기자동차의 충전 서비스의 질적 제고를 고려하는 노력도 병행되어야 한다. 그럼에도 불구하고 현실에서 자동차를 직접 운행하고 있는 사람들의 행동 데이터를 바탕으로 전기자동차 충전을 하나의 서비스로 바라보고 문제를 해결하려는 노력은 부족해 보인다. 본 연구는 이와 같은 연구 필요에 대응하여 디자인 과학 연구(Design Science Research: DSR)의 방법을 적용한 결과물을 제시한다.

구체적으로 본 연구는 주행 중 전기차 충전의 필요에 관한 핵심 이론으로 주행 범위 불안 이론을 제시하고, 정보기술 인공물로 여정 설계(Trip Planning: TP)를 소개한다. 전기자동차 보급 문제를 해결하기 위한 디자인 과학 연구가 부족한 것과 아울러 어떤 측면의 이론적 접근을 시도해야 하는지, 혹은 어떤 문제로 접근해야 할 것인가에 대한 기초적인 논의조차 이루어지고 있지 않는 현실을 직시할 필요가 있다. 본 연구를 통해 우리는 ‘불안(anxiety)’라는 행동과학적 연구 개념을 토대로 빅데이터를 활용한 여정 설계 디자인을 제안한다. 이를 평가하기 위해 서울 지역에서 무작위로 선정된 네비게이션 사용자들의 데이터를 분석하였다.

II. 연구배경

전기자동차를 보급하고자 하는 한국 정부의 의지는 확고해 보인다. 2010년 발표한 ‘그린카 로드맵’에 따르면 2020년까지 전기차를 100만 대 보급하고 지능형 전력망 기본계획 등을 통해 2016년까지 충전기 15만 대를 구축하겠다는 계획을 발표했다(지식경제부, 2010). 현실적으로 소비자 입장에서 보면, 전기자동차는 값 비싼 차량과 값 싼 유지비의 선택 문제다. 차량 가격을 정부에서 보조해 준다면 전기자동차 구입 시 발생하는 소비자의 부담을 상당히 줄어든다. 예를 들어 기아 자동차의 전기차인 레이 EV의 판매가격을 3,500만 원이라고 할 때 2014년 기준 환경부가 1,500만 원을, 지방

자치단체가 800만 원을 지급하고 차고지에 800만 원 가량의 완속 충전기도 설치해주었다. 실구매자의 비용은 1,200만 원 정도다. 비교 기종인 기아차의 레이의 가솔린 모델이 10km에 1,400~1,500원의 비용을 지불할 때 레이 EV는 80~100원만 들이든다. 완전 충전 시 주행 가능한 거리가 100km 정도이므로 소규모 도시 내 출퇴근을 목적으로 차량을 유지한다면 차고지에 설치한 충전기로 충분히 차량 유지가 가능할 수 있다. 전기자동차 보급 노력에 따른 정책 조정 작업도 진행되었다. 예를 들어 2010년 8월, 한국전력공사는 전기자동차의 운행 및 충전기 운영 사업을 위한 전용 전기요금제도를 신설했다. 저압일 경우 기본요금을 2,390원으로 책정했고 계절과 시간에 따라 최소 57.6원/kWh에서 최대 232.5원/kWh까지 차등 적용하는 방식이다. 2016년 4월에는 공공급속충전기의 요금이 kWh 당 313원으로 책정되기도 했다. 가정용 전기를 사용할 때 누진세로 발생할 수 있는 문제나 충전 인프라의 경제성 관련 문제들을 해소하기 위한 여러 정책적 시도가 있어왔다.

그러나 2015년까지 한국 내 전기자동차의 보급 목표는 85,700 대였지만 실제 보급 대수는 2,821 대에 불과하여 그린카 로드맵의 실현이 쉽지 않다는 사실이 드러났다. 한국의 전기차 보급이 활성화되지 않고 있는 것과는 대조적으로 미국이나 중국 등은 새로운 국면을 맞이했다. 2015년 10월 29일, 미국의 전기차 제조업체 테슬라(Tesla)는 ‘모델 X’를 출시했다. 한 번의 충전으로 400km 이상을 주행할 수 있으며 최고 속력은 시속 200km가 넘는다. 차량 인포테인먼트 시스템을 통해 다양한 서비스를 제공하도록 디자인된 이 차량을 포함하여 미국은 2015년 기준 27만 대 이상의 전기자동차를 보유했다.

한국 내 전기자동차의 보급이 뒤쳐진 만큼, 전기자동차의 보급에 관한 연구도 제한적으로 이루어지고 있다. 특히 정보시스템 측면에서 전기자동차를 직접 다룬 사례는 거의 찾아보기 어렵다. 전기자동차는 사용 환경에 따라 배터리 소비가 결정되고 운전

자의 라이프 스타일과 밀접한 관계가 있으므로 각종 정보기기의 결합이 필연적으로 요구된다. 특히 충전망에 관한 정보들을 신속히 운전자에게 제공할 수 있어야 하기 때문에 차량은 정보망에 연결될 필요가 있다. 무엇보다 화석연료를 사용하여 일상 생활을 해 온 사용자들이 주행 중 불안감을 느끼지 않도록 자동차 스스로가 충전에 필요한 정보를 받아들여 적응적인 대응을 하는 것이 바람직하다. 즉, 충전의 타이밍을 운전자가 일일이 챙기지 않아도 차량이 운행 패턴을 바탕으로 적절한 충전 시점을 결정하고 충전이 가능한 위치까지 이동할 수 있는 정보를 제공해야 한다. 그러나 전기자동차 소유자들은 충전 관련 서비스에 있어 정보시스템의 도움을 충분히 받지 못하고 있고, 이와 관련한 디자인 이론 역시 잘 축적되어 있지 않다.

전기자동차의 서비스 실패에 가장 큰 영향을 미치는 요인이 주행 중 배터리의 충전 상태라는 점은 반론의 여지가 거의 없다고 생각된다. 무엇보다 차량의 활용은 출발지로부터 도착지까지 이어지는 여정을 완벽하게 소화할 수 있다는 점이 전제되어야 하기 때문이다. 이와 같은 사실은 한 가지 중대한 디자인 문제를 제기한다: **주행 중 배터리 방전의 가능성을 감안할 때 서비스 실패를 회피하기 위한 디자인 이론은 무엇인가?** 도심을 주행 중인 차량의 운행 데이터를 분석함으로써 전기차가 보급되었다는 가정 하에 최적 충전 방식을 설계한 Ashtari *et al.*(2012)의 연구는 운행 기록을 근거로 최적의 충전 시기를 안내하는 디자인 이론을 제안한다. 베이징 시내에 운행 중인 1만 여대의 택시의 주행 기록을 바탕으로 베이징 시내의 전기차 보급의 결과를 연구한 Cai *et al.*(2014)의 연구는 실 주행 기록을 담은 빅데이터를 디자인 문제 해결에 활용했다는 특징이 있다. 전기차의 충전소가 전기차 보급에 결정적 역할을 할 것이라는 점을 전제로 30,000건의 운행 기록을 분석한 Chen *et al.*(2013)은 최적 전기차 충전소 입점 문제를 살펴보았다. 주행 중 충전 문제에 집중한 Sweda and Klabjan(2015)의 연구는 Agent-Based

Model(ABM)을 활용하여 수행된 시뮬레이션 결과 수요를 바탕으로 한 충전소 위치 결정이 대단히 효율적이라는 점을 보였다.

III. 연구 방법

3.1 디자인 과학 접근법

디자인 과학 연구(Design Science Research: DSR)는 정보기술 및 정보시스템 분야의 중요한 연구 패러다임으로 인식되어왔다(Hevner and Chatterjee, 2010; Kuechler and Vaishnavi, 2008). 시스템 설계나, 정부의 전략적 정책 방향, 기업의 구체적인 서비스 방안이나 프로토타이핑 등이 DSR 연구의 주요한 성과물로 제시되었다. DSR 접근법은 구체적인 정보기술 인공물(Information Technology Artifact)을 제시하며 이것을 평가함으로써 새로운 지식을 창출한다는 점에서 정보시스템 연구에서 주로 사용되어 온 자료 분석 중심의 접근법과 차별된다. 그러나 종종 이러한 특성 때문에 주류 학자들이 DSR의 연구 성과를 쉽게 받아들이지 못하는 문제점이 있다(Gregor and Hevner, 2013). 다른 과학적 성과물과 마찬가지로 DSR의 기여점은 부분적으로 이론 개발이나 새로운 창작물에 국한된다는 점에서 완전히 추상화된 개념들 간의 관계를 정의하려는 기존의 시도와는 다르다(Sutton and Staw, 1995). 한편 DSR은 보다 실용적인 측면에서 이론적 성과를 논의하고 문제해결을 위한 열린 접근법을 취한다는 점에서 특징적이다.

본 연구는 DSR이 보여주는 실용학문적 성격을 바탕으로 건설적인 학술적 논의가 가능하도록 설계된 Gregor and Hevner(2013)의 DSR 가이드라인(G-H DSR)을 연구방법으로 삼는다. G-H DSR은 IT인공물을 바탕으로 디자인 이론(Design Theory: DT)을 구체적으로 논의하는 절차를 제시한다. G-H DSR의 전체적인 구조는 Hevner *et al.*(2004)의 DSR 접근법을 따르고 있으나 DT의 이론적 성과를 논의하는 구체적인 수준을 세 가지로 세분화했다.

첫째, 인공물의 개발 수준이다. 이 단계에서는 소프트웨어나 새로운 기술적 표준 등을 제시하고 그것의 가치를 논의할 수 있다. 둘째, 운용 절차나 구조 차원의 지식을 축적함으로써 기초적인 DT를 확립하는 수준이다. 이때 디자인 이론은 연구개념, 모델, 디자인 원리 등으로 추상화되어 설명된다. 마지막으로 여러 현상에 내제된 기본적인 디자인 원리를 파악하는 DT를 확립하는 수준이다. 여기에서는 보다 많은 경우에 적용될 수 있는 DT로 여러 현상을 설명하는 관점을 제시한다. G-H DSR은 이 단계들이 계단식으로 연결된다고 본다. 즉, 최종 단계의 DT에 이르는 것이 바람직하지만, 그것은 이전 단계들의 성과들이 누적된 결과이다. 비록 가장 추상적인 상태의 DT가 바람직해 보이지만 이전 단계의 성과들이 점진적으로 발생되지 않으면 급진적 혁신의 방식에 따른 결과와 검증 가능한 형태의 이론적 성과들 사이의 구분이 어렵게 된다는 문제점이 있다(Gregor and Hevner, 2013). 예컨대 애플스토어나 구글플레이와 같은 플랫폼이 성공한 이후 그것을 설명하는 거대 이론(Grand Theory)을 귀납적으로 제시할 수 있으나 이들 플랫폼 설계에 바탕이 되는 프로토타입과 국지적 DT들이 뒷받침되지 않으면 연역적으로 이들 성과들의 구조를 바탕으로 한 이론적 논의의 폭이 제한된다.

G-H DSR의 방법을 통해 본 연구는 인공물 개발 수준의 성과를 제시하고 기초적인 DT 확립을 위한 방향성을 논의하고자 한다. 여정설계(Trip Planning)와 전기자동차 사이의 관련성을 논의함으로써 정보기술 인공물 설계의 핵심이론(Kernel Theory)을 제시하고 디자인 원리를 밝힌다. 또한 해당 원리를 검증하기 위한 절차를 수행하여 이 과정에 얻어진 함의를 정리한다.

3.2 이론적 배경

전기자동차 충전에 있어 이현기(2010)는 운전자의 심리적 불안(Anxiety)을 직접적인 동기로 보

았다. 불안이 자동차 충전에 미치는 영향은 직관적이다. 화석연료를 사용하는 일반적인 자동차와는 달리 전기자동차는 단시간에 임의의 장소에서 충전이 어렵다. 특히 운행 중 배터리의 잔량이 낮고 충전을 위한 시설에 접근하기 어렵다면 운전자의 심리적 불안은 커질 수밖에 없다. 따라서 운전자 입장에서 배터리를 충전하기 위한 계획을 수립하는 것이 합리적이다. 이는 출발지에서 임의의 도착지로 운항하는 과정에 있어 배터리의 잔량이 경로지점(Way Point)에 영향을 미친다는 점을 시사한다. 배터리의 잔량이 충분하여 전기자동차를 사용하지 않는 시간에 충전이 가능하다면 출발지 혹은 도착지를 충전 장소로 선택하는 것이 바람직하다. 그러나 운행 중 배터리 잔량이 도착지에 이를 정도로 충분하지 않다면 출발지와 도착지 사이에 하나 이상의 충전장소를 경로지점으로 두어야 한다.

Yaqub and Cao(2012)는 전기자동차 운전자들이 배터리 소진을 두려워하는 현상을 주행 범위 불안감(Range Anxiety)이라 지칭했다. 비록 전기자동차가 배터리 상태를 실시간으로 알려주어 주행가능거리 등을 모니터링 할 수 있도록 도움을 줄 수 있으나 근원적인 불안감을 제거하기에는 한계가 있다. 주행 범위 불안은 전기자동차 확산에 큰 장애요인이 되며 전기차 충전소를 편리하게 사용하도록 도와주는 공공 시스템의 도입은 주행 범위 불안해소에 도움이 된다(Neubauer and Wood, 2014).

주행 범위 불안의 심리적 기제를 논의한 Franke et al.(2012)은 운전자의 각종 서비스 경험을 방해하지 않으면서 충전소 간의 거리를 안정적으로 주행할 수 있는 주행 범위가 존재한다는 사실을 지적했다. 특히 Franke et al.(2012)은 운전자의 상황대처 기술(Coping Skills)에 따라 주행 범위 불안이 크게 좌우된다는 점을 실증했다. 보호 동기이론(Protection Motivation Theory: PMT)에 따르면 사용자의 행동은 불안감을 느끼는 대상으로부터 스스로를 보호하고자 하는 동기에서 촉발될 수 있다(Maddux and Rogers, 1983). 전기자동차 운행

자의 경우 스스로의 행동에 대한 불안감을 유발하는 직접적인 요인은 운행 중 일어나는 여러 상황에 내재되어 있는데, 주행 중 정지할 수도 있다는 위기감도 그에 포함된다고 본다. 따라서 원하는 장소에서 원하는 시기에 전기자동차를 충전할 수 있다는 자기결정권이 보장된다면 주행 범위 불안은 크게 해소될 수 있을 것으로 기대된다.

그러나 PMT에 따르면 이러한 문제 해결 방식은 대처능력 평가(Coping Appraisal)의 결과에 따라 달리 해석될 여지도 있음에 주목할 필요가 있다. 비록 불안감을 해소할 수 있는 방법이 존재해도 그것을 활용할 때 필요한 역량이나 편의성에 따라 대처능력 평가의 개인차가 커진다(Jeffery et al., 2004). 단순히 전기자동차의 충전인프라 수가 늘어나더라도 충전소를 관리 상태나 접근성, 활용 용이성 등에 따라 주행 범위 불안 문제가 해소되지 않을 가능성이 있는 것이다. 전기자동차를 실제로 운행한 경험이 있는 사람들을 대상으로 한 현장 실험(Field Experiment)의 결과는 개인의 경험적 지식에 따른 주행 범위 불안의 개인차가 크다는 점을 보여주었다(Rauh et al., 2014). 이들 연구는 주행 중 상황이 항상 일정하지 않으며 비록 운전자가 자신의 주행 중 상황을 완전히 제어하고 있다고 믿을지라도 예기치 않은 상황에 대한 완벽한 대처가 어려울 수 있다는 사실을 인지한다는 점을 보여준다. 그러나 어떻게 이와 같은 상황에서 벗어날 수 있는지, 혹은 충전소의 위치와 불안감이 직접적으로 연결되지는 않았다. 주행 범위 불안을 다룬 기존의 연구들이 개념적 수준에 그쳤다면 본 연구는 보다 적극적인 해결 전략을 디자인하고 실증 데이터로 검토했다는 점에

서 차이가 있다.

3.3 IT 인공물

여정 설계(Trip Planning)란 출발지와 도착지로 판별되는 어떤 경로 중간에 복수의 경로지점들을 능동적으로 발생시키는 설계 절차를 뜻한다. 출발지와 도착지 사이에 경로지점이 존재하지 않는다면($\psi=0$) 여정은 최초의 출발지 설정과(s_0) 도착지 설정으로(F_0) 고정된다. 그러나 임의의 시간에 어떤 경로지점이 존재한다면($\psi_{k,t}=1$) 이것은 와 사이의 경로를 전제로 하여 경로지점이 발생하기 전의 미충족된 필요에(μ_{t-i}) 귀인하는 것으로 볼 수 있다. 즉, 어떤 경로지점의 발생 가능성을 이분법적으로 표현하면 다음과 같다.

$$\Psi_{k,t} = T(\mu_{t-i}; S_0, F_0)$$

차량용 운행 장치나 모바일 기기에서 작동되는 차량 네비게이션 앱(Navigation App)은 사용자가 출발지와 도착지 사이에 복수의 경로지점을 입력할 수 있도록 한다. 그러나 여정 설계는 정보시스템이 미충족된 필요를 사전에 능동적으로 판별한다는 점에서 차별화된다. 본 연구는 주행 범위 불안을 일으킬 수 있는 임계치를(π) 넘어서면 충전이 필요하다는 인식이 발생된다고 본다.

$$\begin{aligned} \mu &= 1, \delta \geq \pi \\ \mu &= 0, \delta < \pi \end{aligned}$$

여정 설계를 간단한 의사코드(Pseudo Code)로 표현하면 <그림 1>과 같다. 우선, 출발지와 목적

```

BEGIN (S0, F0)
(1) ... ASSERT δ0 ≥ π0
(2) ... WHILE δ < π AND S0 ≠ F0
    ... #Waiting
(3) ... IF checkChargingStationInRange IS TRUE THEN addNewWaypoint
(4) ... ELSE alarmWarning
END
    
```

<그림 1> 여정 설계

지가 주어진다. 이때, 운전자의 주행 범위 불안이 문제가 되지 않는 상황이라면(1) 여정 설계를 수행할 이유가 없다. 운전자가 주행 범위 불안을 느끼면 주행 경로 상에 가능한 충전소 위치를 탐색하고 해당 위치를(ψ) 획득하여 여정 설계에 반영한다.

의사코드에서 확인할 수 있듯, 주행 범위 불안과 임계치에 따라 다른 시점에 새로운 경로를 추가하는 것이 여정 설계의 핵심이다. 인근의 충전소를 검색하는 매쓰드(3)는 주행 범위 불안을 넘어서 실제 자동차의 운행에 영향을 미칠 수 있는 거리 범위 내에 존재하는 충전 가능 장소를 물색한다. 만약 적절한 충전 장소를 발견한다면 경로를 수정하고, 그렇지 못하면 경고를 알려준다(4). 사실상 충전을 할 수 있는 방법을 제시하지 못한 것이기에 경고를 보내주는 일은 서비스 실패에 해당한다.

여정 설계의 기본 아이디어는 여러 방향으로 확장될 수 있다. 충전 가능 장소를 선별할 때 충전에 소요되는 시간을 반영하여 여러 장소를 경로 상에 두는 방법도 있다. 예를 들어 30km를 더 주행하도록 충전을 해야 한다면, 한 장소에서 20분 간 충전하는 대신 복수의 장소에서 10분씩 충전을 하는 방법을 선택할 수 있다. 충전소의 충전 대기열(Queuing)을 관리하는 방식을 정보시스템으로 개선하여 임의의 시간에 신속한 충전이 이루어지도록 하는 방법도 접목 가능하다. 예를 들어 Käbisch *et al.*(2010)은 전기차에 탑재된 시스템과 충전망을 연동함으로써 더 나은 전기차 운행 환경을 조성할 수 있다고 주장했다. 이때, 전기차의 운행 환경이나 거리 등이 사전에 모두 알려져 있지 않기 때문에 충전소의 효율을 높이기 위한 방법은 지역적 최적화 문제로 접근하는 것이 바람직하다(He *et al.*, 2012). 즉, 여정 설계로부터 받은 실시간 운행 데이터를 학습함으로써 전체 공간에 충전소를 배치하는 귀납적 방식이 적절하다. 단 순히 거리 당 몇 개의 충전소를 설치하는 방식은 교통량이 예측 가능한 상황에서 효율성이 낮다

(Cai *et al.*, 2014).

IV. 평 가

여정설계를 고려할 경우 나타나는 변화를 평가하기 위해 네비게이션 앱 A)의 사용자 가운데 2015년 7월에 운행기록을 보인 사용자를 대상으로 2015년 서울지역에서 발생한 목표지점 데이터를 2015년 8월 한 달 간 수집했다. 또한 공공데이터 포털)에 공시된 정보와 서울시에서 제공하는 전기자동차 관련 정보들을 고려했다.

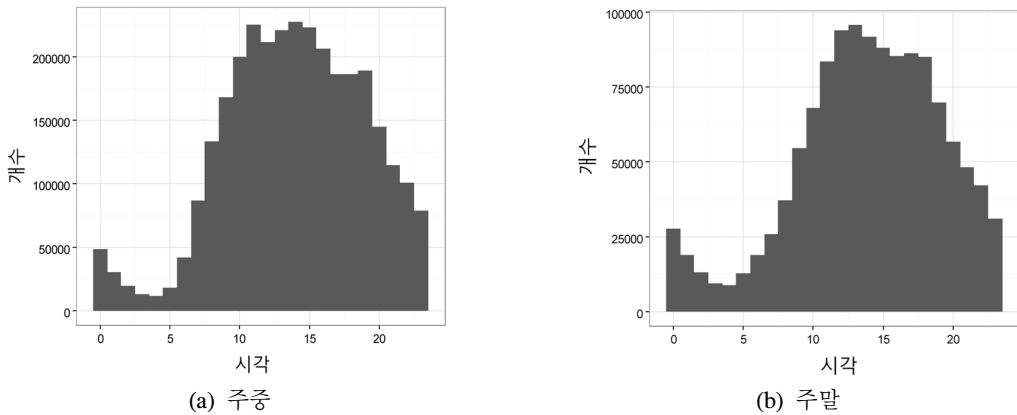
2016년 7월을 기준으로 한국에 시판 중인 전기자동차 일곱 대의 주행 거리를 살펴보면 <표 1>과 같다. 자동차와 개인의 운행 습관으로 인하여 차이가 있을 수 있으나 주행 상태를 고려할 때 현실적인 주행 범위를 100km 정도로 보는 것이 타당하다.

<표 1> 2016년 시판 전기자동차 주행거리의 예

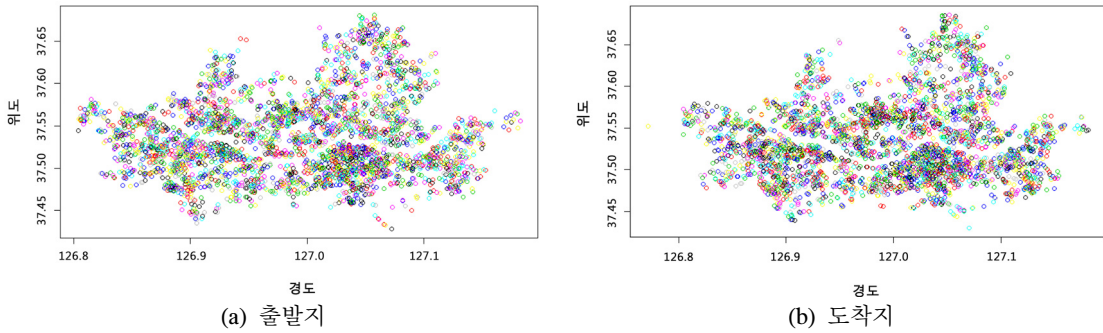
전기자동차	상온 주행 거리 (km)	저온 주행 거리 (km)
Ray	91	69.3
SM3	135	83.5
SPARK	128	83
I3	132	75.5
SOUL	148	123.7
LEAF	132	85.5
IONIC	191	155

개인 정보보호를 이유로 이동 경로가 생략된 대신 출발지와 도착지를 DD로 표현한 좌표와, POI(Point of Interest)를 기기에 입력한 시각에 관한 데이터를 2015년 8월 한 달 간 모두 4,343,938건 수집했다. 모두 407,516 개의 ID로 구분되는 이들 데이터의 시간대 별 분포를 살펴보면 <그림

- 1) 개인정보 보호와 회사의 이익충돌 때문에 애플리케이션 이름을 익명으로 처리했다.
- 2) www.data.go.kr.



<그림 2> 시각 별 서울시 교통량 통계



<그림 3> 네비게이션 데이터의 출발지와 도착지 좌표 분포

2>처럼 오전 6시 이후에 급격히 증가하여 정오를 지나 서서히 감소하는 모양이다. 또한 요일 별 편차가 존재한다. 주중 평균 POI는 618,072.8건이나 토요일은 786,313건으로 27%더 네비게이션을 사용했다. <그림 2>와 같이 수집된 데이터와 서울시가 발표한 교통량 통계³⁾를 비교해 볼 때 데이터는 서울시의 교통량을 잘 반영한다고 볼 수 있다.

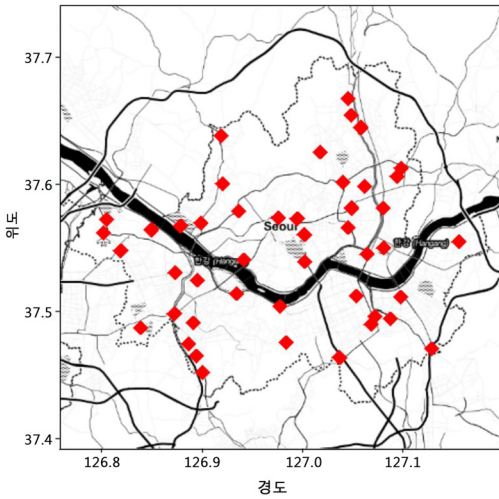
출발지와 도착지의 좌표 분포를 지도에 표시하면 <그림 3>과 같다. 출발지와 도착지를 바탕으로 차량의 운행기록을 재구성했다. 운전자는 1회에 평균 14.5km(표준편차 24.7km)를 주행했다. 완충이 되었을 경우를 100km로 하고, 평균 주행을 주행 범위 불안을 느끼는 임계치로 정했다. 따

라서 어떤 차량이든 충전이 필요할 경우 남은 주행 거리 내의 전기차 충전소로 이동할 수 있다고 가정했다.

2015년 8월에 설치된 전기자동차 충전 전용 시설의 데이터를 환경부 전기차 충전소 홈페이지⁴⁾를 통해 확인하고, 십진수(Decimal Degrees: DD)로 표현된 위도와 경도 데이터 셋을 생성했다. 서울시에서 가용한 전기자동차 충전소 위치를 환경부의 데이터를 바탕으로 지도상에 표시하면 <그림 4>와 같다. 전체적으로 충전소의 위치가 도심보다는 외곽지역에 분포되어 있음을 알 수 있다. 뿐만 아니라 도심으로 진입하기 위한 주요 고속도로의 위치에서도 멀다.

3) <http://traffic.seoul.go.kr/archives/382>.

4) <http://www.ev.or.kr>.



〈그림 4〉 서울시 공공 전기차 충전소 위치

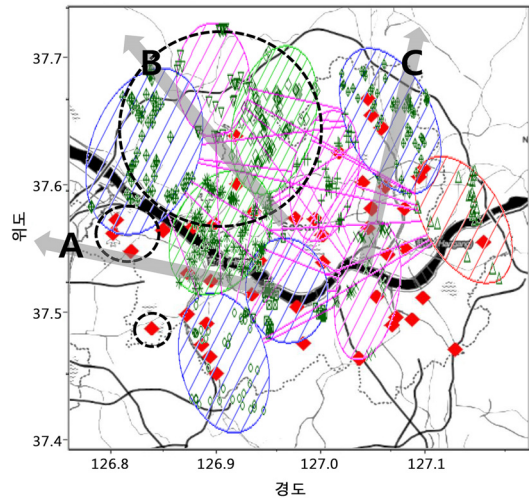
입력된 데이터를 바탕으로 네비게이션 상의 모든 차량이 BEV라고 가정하고 공공충전소를 전혀 이용하지 않는다는 시나리오를 우선 분석했다. 현존하는 전기자동차 충전소를 무시하고 407,516대의 차량이 충전을 할 동기를 주행 범위 불안을 느끼고 차량이 도착지에 입고되었을 때라고 가정하고 충전을 할 수 있을 확률을 50%로 정했을 경우, 42.1%가 주행 중 정차를 경험하였고, 충전 가능성을 25%로 낮출 경우 97.4%가 주행 중 정차를 경험한다. 주행거리의 절반에 해당되는 거리 이상으로 주행 범위 불안이 발생될 것으로 고려해야 할 필요성이 있다. 또한 차고지에서 충전이 가능한 확률이 대단히 높아야 한다는 사실도 드러난다.

위의 시나리오에서 주행 거리 불안을 느낄 경우 공공 전기차 충전소가 주행 거리 불안을 느끼는 범위 내에 있고, 도착하면 반드시 충전 서비스를 받을 수 있다는 가정을 추가할 경우 주행 중 정차 경험은 41.3%와 95.8%로 낮아졌다. 현재의 충전소 위치가 주행 중 운전자가 겪는 어려움을 덜어주는 하나 한계가 있음을 보인다.

성공적인 여정 설계를 바탕으로 모든 차량이 주행 중 정차를 경험하지 않도록 충전소의 위치를 K Nearest Neighbor(KNN) 방식에 따른 좌표 군집화

(Coordination Clustering)에 따라 계산했다. 여정 설계가 가능한 경우에 KNN의 중심점을 10개로 가정하고 각각의 중심점의 2km 인근에 무작위로 10개의 충전소를 위치시켰을 경우, 모두 100개의 충전소가 배치된다. 이 경우 시나리오 상, 차고지에서 충전을 할 수 있는 확률이 50%일 경우 13.8%가 주행 중 정차를 경험했고, 25%인 경우는 46.2%로 나타났다.

여정 설계가 발생되는 사례는 <그림 5>의 주요 축을 따라 분포된다. 주로 시내에서 짧은 거리를 주행하거나 서울의 동남부와 동북부를 운행하는 차량의 경우 비교적 시스템이 여정 설계를 수행하는 빈도가 낮다. 전기자동차 충전소의 위치와 KNN의 결과를 바탕으로 한 충전소의 위치를 병치하면 실제 필요한 충전 수요와 공급 여력을 비교할 수 있다. 여정 설계를 필요로 하는 지역은 주로 한강 주변의 도로를 기점으로 인근의 베드타운으로 이어진다. 그런데 실제 충전소가 배치된 위치는 이를 적절히 뒷받침하고 있지 않다.



〈그림 5〉 여정 설계를 바탕으로 한 전기차 충전소 수요처

V. 요약

화석연료를 사용하는 자동차는 한 번 주유로

400km 이상을 운행할 수 있고 상대적으로 짧은 시간에 연료를 채울 수 있다. 반면 전기자동차는 100~200km 주행에 짧게는 30분에서 길게 수 시간에 이르는 충전 시간이 필요하다. 전기자동차의 경우 상대적으로 주행 거리의 제약이 커 충전소 네트워크가 잘 마련된 필요가 있다. 충전 속도가 빠르지만 설치 비용이 많이 드는 고속 충전소와 상대적으로 속도가 느리지만 일반 가정용 전력망이 구축된 곳에 손쉽게 설치 가능한 완속 충전소를 병행하여 보급 중이다. 배터리 교환 방식의 경우 수 분 이내에 충전 필요를 충족함으로써 상업용 차량의 수요에 대처하기가 용이하다.

충전소 보급 노력은 전기자동차 확산에 중요하지만 이를 통합적으로 관리할 수 있는 정보시스템 체계를 마련하는 방안도 고려되어야 한다. 예를 들어 스마트 그리드(Smart Grid)와 같은 양방향 전력 정보 기술을 활용하여 전기자동차 충전 수요에 유연하게 대응하는 체계를 연구해야 한다. 한편, 정보 기술의 사용은 기존의 자동차 운행 데이터를 바탕으로 적절한 전기자동차 충전 수요를 예측하는 방향도 포함될 수 있다. 또한 자동차의 컴퓨터와 이들을 충전소에 연결되어 운전자의 충전 수요에 적절히 대응할 수 있는 방안도

필요하다.

임유석 등(2013)은 가상 충전 인프라를 통해 충전소의 최적 설치를 실험해 볼 수 있는 시뮬레이터를 소개한 바 있다. 통계자료 등 2차 자료를 바탕으로 전기자동차의 운행 특성을 결정한 다음 충전 인프라의 배치에 따른 여러 효과를 측정했다. 가령 충전요금 정산이나 사용량 등을 통해 급속 충전과 완속 충전 방식의 조합 등을 따져보았다. 전기차 충전소를 수요 측면에서 접근했다는 점에서 임유석 등(2013)의 연구는 차별화된다. 이번 연구를 통해 제안된 여정 설계 방식 또한 충전 수요 측면에서 전기자동차 문제를 다루었다는 특징이 있다. 아울러 디자인 과학 접근법을 적용하여 설계 원리의 이론화에 보다 더 초점을 맞추었다. 본 연구의 결과를 정리하면 <표 2>와 같다.

분석에 반영된 전기자동차의 충전소 위치를 살펴 보면 대형 마트나 공영주차장, 환승주차장 등 다수의 차량이 집결되며 비교적 기관의 관리가 용이하다는 특징이 있다. 문제는 마트나 이들 주차장이 주행 거리 불안감을 해소하기 위한 방편으로 입점하기보다는 설치나 관리에 소요되는 제반 문제들을 우선적으로 고려했다는 점이다. 현재 전기자동차의 배터리 성능이 개선되고 스마

<표 2> 연구 결과 요약

범주	요약
G-H DSR의 이론화 단계	여정 설계라는 인공물을 제안함으로써 전기자동차 충전 수요에 능동적이고 자동적으로 대응할 수 있는 통합 관리 체계의 기술적 대안을 제시하고 가치를 논의하는 단계
핵심 이론(Kernel Theory)	주행 거리 불안과 전기차 수요에 관한 제반 연구 성과
디자인 이론	주행 거리 불안을 일으키는 임계점에 따라 경로 재설계가 있을 경우 충전 인프라 관리의 성과가 높아질 것임
평가 과정	2015년 8월 서울시의 가용한 전기자동차 충전소 47개소의 위치와 여정 설계를 가정해 주행 데이터의 결과를 산출하고 여정 설계를 바탕으로 한 전기자동차 충전소의 재배치 결과와 비교함
디자인 지식	첫째, 주행 거리 불안을 고려했을 경우 현존하는 충전소의 위치는 대부분의 자동차 운전자의 기존 운행 습관에 부합하지 않음 둘째, 인근 위성 도시와의 주요 통행 지점 근처에 접근 가능한 충전 인프라를 보급하고 여정 설계를 반영한 시스템을 도입할 필요가 있음

트 그리드를 충전 효율 향상에 적극 활용하려는 노력이 진행되고 있다는 점을 고려할 때 차고지 근처에서의 전기차 충전 수요에 대응하려는 일은 어느 정도 성과를 거둘 것으로 기대한다. 그러나 주행 중 발생하는 충전 수요는 전기자동차 운행의 불안감을 높일 뿐만 아니라 화석연료를 사용할 때와는 다른 차량 유지 관리 노력을 요구하기 때문에 정보 기술과 제반 인프라의 지원을 통합하려는 노력이 있어야 한다.

VI. 결 론

본 연구는 주행 거리 불안에 관한 연구 성과를 바탕으로 여정 설계라는 디자인 이론을 제안하고 이를 차량 운전자를 위한 네비게이션의 사용 데이터로 평가했다. 또한 전기차 충전소에 관한 디자인 문제를 밝히고 보다 더 나은 전기자동차 사용 환경을 위한 디자인 지식을 축적하는 것에 목적을 두었다. 여정 설계는 차량과 정보시스템을 연결하는 경우 일어날 변화 가운데 하나이다. 이는 자동차 운전자의 성향과 주행 특성 등을 자율적으로 분석하고 주행 상황을 고려하여 충전 서비스를 받을 수 있도록 경로를 재설정하는 과정을 의미한다. 여정 설계가 효과를 발휘하려면 운행 정보에 관한 빅데이터를 분석하여 정보시스템이 적절한 위치에, 수요를 감당할 수 있는 충전소를 확충해야 할 필요가 있다. 이와 같은 측면의 연구는 사용자의 항행성 연구와 마찬가지로 사용자의 행동 데이터를 기반으로 할 때 많은 시사점을 획득할 수 있다(김태경 등, 2015; 박철우, 양희동, 2009).

배터리가 소진됨에 따라 주행할 수 있는 거리가 제약된다는 사실은 운전자의 행동에 따른 합수적 결과물에 불과하다. 전기자동차를 소극적 목적에 따라 사용할 경우 배터리의 용량은 사실 상대적으로 받아들여진다. 즉, 예상되는 짧은 경로를 반복적으로 주행할 경우 전기자동차의 배터리와 충전소 문제는 제약조건이 밝혀져 있는 방정식을 푸는 방식과 비슷하게 접근 가능하다. 문

제는 실제 운전자의 행동에 제약을 가하는 예상치 못한 일들이 빈번히 일어날 수 있다는 점이다. 일상적 패턴에서 벗어나는 여러 예외들에 대처할 수 있는 능력이 사실 자동차를 소유하는 이유를 제공하기도 한다. 예컨대 주중과 주말에 자동차를 쓰는 경우가 다를 수 있고 목적지를 바꾸며 일상에서 벗어나는 자유로움도 자동차 소유자에게 중요하다. 또한 각종 전자장비나 냉·난방기를 사용하기 위해 필요한 추가 전력도 제약조건의 동적 변화에 영향을 준다. 이러한 예상치 못한 행동의 변화 혹은 일상의 패턴에서 발생하는 ‘일탈’의 결과는 심리적 불안으로 연결된다. 본 연구는 이와 같은 측면에서 불안을 전기자동차 소유자의 효용에 영향을 미치는 핵심 요인으로 다루었다. 디자인 과학 연구에 따라 핵심 이론을 선정하고 이를 바탕으로 디자인을 제안함으로써 해결책을 제안하는 일련의 과정은 전기자동차와 충전소 보급의 관계에 대한 학술적 접근법을 제공한다는 장점이 있다.

본 연구를 통해 정보기술 인공물을 제안하고 그 특성을 살펴보는 단계의 디자인 과학 결과물을 제시했다. 실험실 환경에서 여정 설계를 실제 시스템으로 구현하고 성과를 살펴보는 단계를 통해 본 연구의 디자인 지식을 보다 더 발전시킬 수 있다. 특히 운전자가 이전에 사용하고 있었던 네비게이션 정보는 여정 설계 시스템에 직접적인 입력 데이터를 제공한다. 자동차의 충전시스템에 접근하고 운행 정보를 클라우드로 연결하는 통합 관계 시스템을 도입하면 여정 설계를 보다 더 충실히 수행할 가능성이 높아진다. 결국 여정 설계는 독립된 시스템보다는 정보시스템과 차량의 연결망 속에서 이해되는 것이 타당하다. 또한 본 연구는 실증을 위해 한정된 지역에 한정된 기간의 데이터를 사용했다. 이는 데이터의 대표성에 대한 문제점이 내재되어 있음을 의미한다. 비록 여정 설계의 디자인을 검토하고 실증하는 목적을 달성하기에는 충분하다고 판단되나 보다 현실성이 높은 디자인이나 잠재된 문제점을 이해하고

개선하기에는 부족한 측면이 많다. 따라서 보다 넓은 범위의 데이터를 활용한 추가 연구들이 연속적으로 진행될 필요성이 있다.

참 고 문 헌

- [1] 고준호, “전기자동차와 충전인프라”, 도로, 제 11권, 제4호, 2009, pp. 45-49.
- [2] 김태경, 문정훈, 이동원, 여의주, “보건복지부 웹사이트의 항행성 개선에 관한 실행 연구법 적용: 시선 분석을 중심으로”, *Information Systems Review*, 제17권, 제2호, 2015, pp. 157-177.
- [3] 도강호, 전기차 지원 늘어났지만... 불합리한 규제, 부처 엇박자 한계, 2015, Available at <http://news.mt.co.kr/mtview.php?no=2015102711304194328&type=1>.
- [4] 박상빈, 전기차 사라지며 지원금 깎는 정부, 외국은..., 2016, Available at <http://m.mt.co.kr/new/view.html?no=2016031300570825053&MVJ#imadnews>.
- [5] 박철우, 양희동, “인터넷을 이용한 사용자 혁신: 자동차 내비게이션”, *Information Systems Review*, 제11권, 제1호, 2009, pp. 145-160.
- [6] 이현기, “전기자동차 충전인프라 개발현황과 전망”, *전력전자학회지*, 제15권, 제6호, 2010, pp. 73-76.
- [7] 임유석, 방창현, 한승호, “전기자동차 운행특성 모의를 통한 충전패턴 분석에 관한 연구”, *전자공학회논문지*, 제50권, 제1호, 2013, pp. 205-214.
- [8] 지식경제부, *그린카 로드맵 발표*, 2010, Available at http://www.korec.go.kr/renew/notice/news02_v.asp?page=8&seq=595&mode=edit.
- [9] 허 준, 정래삼, 신주연, *2015년 친환경차 시장 특징 및 전망*, HMG CEO Report 2016-05, 2016.
- [10] Ashtari, A., E. Bibeau, S. Shahidinejad, and T. Molinski, “PEV charging profile prediction and analysis based on vehicle usage data”, *IEEE Transactions on Smart Grid*, Vol.3, No.1, 2012, pp. 341-350.
- [11] Cai, H., X. Jia, A. S. Chiu, X. Hu, and M. Xu, “Siting public electric vehicle charging stations in Beijing using big-data informed travel patterns of the taxi fleet”, *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, Vol.33, 2014, pp. 39-46.
- [12] Chen, T. D., K. M. Kockelman, and M. Khan, “The electric vehicle charging station location problem: A parking-based assignment method for Seattle”, *Paper Presented at the Transportation Research Board 92nd Annual Meeting*, 2013, pp. 1-12
- [13] Franke, T., I. Neumann, F. Bühler, P. Cocron, and J. F. Krems, “Experiencing range in an electric vehicle: Understanding psychological barriers”, *Applied Psychology*, Vol.61, No.3, 2012, pp. 368-391.
- [14] Gregor, S. and A. R. Hevner, “Positioning and presenting design science research for maximum impact”, *MIS Quarterly*, Vol.37, No.2, 2013, pp. 337-355.
- [15] He, Y., B. Venkatesh, and L. Guan, “Optimal scheduling for charging and discharging of electric vehicles”, *IEEE Transactions on Smart Grid*, Vol.3, No.3, 2012, pp. 1095-1105.
- [16] Hevner, A. and S. Chatterjee, *Design Research in Information Systems*. Springer Publishing, Springer, New York, 2010.
- [17] Hevner, A., S. T. March, J. Park, and S. Ram, “Design science in information systems research”, *MIS Quarterly*, Vol.28, No.1, 2004, pp. 75-105.
- [18] Jeffery, R. W., K. M. Kelly, A. J. Rothman, N. E. Sherwood, and K. N. Boutelle, “The weight loss experience: A descriptive analysis”, *Annals of Behavioral Medicine*, Vol.27, No.2, 2004, pp. 100-106.

- [19] Käbisch, S., A. Schmitt, M. Winter, and J. Heuer, "Interconnections and communications of electric vehicles and smart grids", *Paper presented at the Smart Grid Communications (SmartGridComm)*, 2010, pp. 161-166.
- [20] Kuechler, W. and V. Vaishnavi, "The emergence of design research in information systems in North America", *Journal of Design Research*, Vol.7, No.1, 2008, pp. 1-16.
- [21] Loveday, E., "Comparing Early Criticism of Toyota Prius and Chevy Volt", 2012, Available at <http://www.plugincars.com/comparing-toyota-prius-early-years-chevy-volt-114043.html>.
- [22] Maddux, J. E. and R. W. Rogers, "Protection motivation and self-efficacy: A revised theory of fear appeals and attitude change", *Journal of Experimental Social Psychology*, Vol.19, No.5, 1983, pp. 469-479.
- [23] Neubauer, J. and E. Wood, "The impact of range anxiety and home, workplace, and public charging infrastructure on simulated battery electric vehicle lifetime utility", *Journal of Power Sources*, Vol.257, 2014, pp. 12-20.
- [24] Rauh, N., T. Franke, and J. F. Krems, "Understanding the impact of electric vehicle driving experience on range anxiety", *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, Vol.57, No.1, pp. 177-187.
- [25] Richardson, D. B., "Electric vehicles and the electric grid: A review of modeling approaches, impacts, and renewable energy integration", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol.19, 2013, pp. 247-254.
- [26] Su, W., H. Eichi, W. Zeng, and M. Y. Chow, "A survey on the electrification of transportation in a smart grid environment", *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, Vol.8, No.1, 2012, pp. 1-10.
- [27] Sutton, R. I. and B. M. Staw, "What theory is not", *Administrative Science Quarterly*, Vol.40, No.3, 1995, pp. 371-384.
- [28] Sweda, T. M. and D. Klabjan, "Agent-based information system for electric vehicle charging infrastructure deployment", *Journal of Infrastructure Systems*, Vol.21, No.2, pp. 227-244.
- [29] Yaqub, R. and Y. Cao, "Smartphone-based accurate range and energy efficient route selection for electric vehicle", *Paper presented at 2012 IEEE International Conference on the Electric Vehicle (IEVC)*, 2012, pp. 1-6.

Public Electric Car Charging Locations Based on Car Navigation Data in Seoul

Taekyung Kim* · Jangyoung Kim** · Yoon Gi Yang***

Abstract

Electric cars are expected to increase quality of life by reducing air pollution and to contribute to economic growth by creating new businesses. However, electric car adoption has lagged and has not satisfied public expectation. One of the primary reasons for this outcome is the slow charging speed or inconvenience of charging a battery. Under the insufficient diffusion of electric cars, pushing business entities to construct charging facilities is undesirable for a policy maker to increase the adoption rate because of cost and management issues. This study adopts the design science methodology to interpret the problem of deploying electric car charging stations in the view of information systems. A trip planning algorithm is suggested on the basis of the theory of range anxiety. We investigate issues related to the current charging locations using data from drivers' car navigation devices. We also review its applicability to trip planning to obtain insights.

Keywords: *Electric Car, Design Science Research, Seoul*

* Assistant Professor, Department of Business Administration, The University of Suwon

** Corresponding Author, Professor, Department of Computer Media, The University of Suwon

*** Professor, Department of Information Technology and Security, The University of Suwon

○ 저 자 소 개 ○



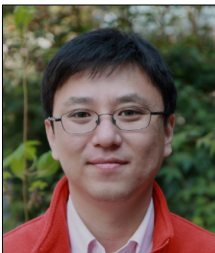
Taekyung Kim (kimtk@suwon.ac.kr)

Taekyung Kim received his B.S., M.S. and Ph.D. degree in Management Information Systems from Seoul National University. His research publications appear in International Journal of Information Management, Asian Case Research Journal and Asian Pacific Journal of Information Systems. He is currently an Assistant Professor of Business Administration in University of Suwon. His research interests are data-driven business transformation and design science.



Jangyoung Kim (jykim77@suwon.ac.kr)

Jangyoung Kim received his B.S. degree in Computer Science from Yonsei university in Seoul, Korea and M.S. degree in Computer Science and Engineering from Pennsylvania State university in University Park. He received his Ph.D. in Computer Science and Engineering from the University at Buffalo (SUNY). He is currently an Assistant Professor of Computer Science in University of Suwon. His research interests are data-intensive distributed computing, cloud computing, and throughput optimization in high-speed networks.



Yoon Gi Yang (ygyang@suwon.ac.kr)

Yoon Gi Yang received BS, MS, and Ph.D. Degrees at Seoul National University in 1989, 1991, 1996 all in Control and Instrumentation Engineering. In 1996~1997 he worked for Samsung Electronics as a senior engineer developing early CDMA system. In 1997, he joined Dept. of Information Telecommunication Eng. The University of Suwon, Korea as a professor. His research interests are smart electronics system, adaptive system and general system theory.

논문접수일 : 2016년 08월 05일

게재확정일 : 2016년 11월 02일

1차 수정일 : 2016년 09월 20일