

# 전기차 충전인프라 및 데이터 연계 분석에 의한 시스템 모델링 및 실증 설계<sup>☆</sup>

## Novel System Modeling and Design by using Eclectic Vehicle Charging Infrastructure based on Data-centric Analysis

김 항 섭<sup>1</sup>   박 호 민<sup>2</sup>   정 태 경<sup>1</sup>   이 용 재<sup>3\*</sup>  
Hangsub Kim   Homin Park   Taikyeong Jeong   Woongjae Lee

### 요 약

본 논문은 최근 각광받고 있는 전기차위주의 많은 실증 사업 중 충전 인프라와 연계된 충전운영시스템 및 전기요금간의 관계를 데이터 연계 분석하였다. 현 시점에서 앞으로 일어날 전기차 충전 인프라에 대한 급속한 수요의 증가로 말미암아 수요치를 예측한다는 의미에서 다가오는 시대를 미리 준비 할 수 있다. 동시에 시스템 모델링을 사이트를 중심으로 실증하고 도식화하는 일이 선행되어야 할 요소이다. 기존의 소규모 시뮬레이션에 의한 모델링과 운영시스템의 설계는 데이터 연계분석을 기반으로 하였다. 본 논문에서는 최종적으로 새로운 시스템 모델링을 구현하여 실제 차량과 이용자를 대상으로 각 지점과 노드별로 시간에 따른 시분할 데이터로 분석하고자 표준 형식으로 도입하였다. 실제 구현된 전기차 충전 인프라와 운영시스템을 대상으로 데이터 연계분석 중심의 효율성을 증명하고자 하였다.

☞ 주제어 : 전기차 충전 인프라, 운영시스템, 시스템 모델링, 데이터 연계 분석

### ABSTRACT

In this paper, we analyzed the relationship between charging operation system and electricity charges connected with charging infrastructure among data of many demonstration projects focused on electric vehicles recently. At this point in time, due to the rapid increase in demand for the electric charging infrastructure that will take place in the future, we can prepare for an upcoming era in the sense of forecasting the demand value. At the same time, demonstrating and modeling optimized system modeling centering on sites is a prerequisite. The modeling based on the existing small - scale simulation and the design of the operating system are based on the data linkage analysis. In this paper, we implemented a new optimized system modeling and introduced it as a standard format to analyze time - dependent time - divisional data for each vehicle and user in each point and node. In order to verify the efficiency of the optimization based on the data linkage analysis for the actual implemented electric car charging infrastructure and operation system.

☞ keyword : EV Charging Infrastructure, Management System, System Modeling, Data Analysis

## 1. 서 론

최근 자동차 시장에서는 기존 석유자원의 고갈, 지구 온난화, 각종 관련 환경 규제 등으로 인하여 친환경 자동차가 새로운 화두로 떠오르고 있다 [1]. 이러한 환경적인 흐름과 차기 자동차 시장의 장악을 위한 이해관계가 맞

물리면서 세계적인 추세로 전기차의 자리 잡고 있다.

이를 증명하듯 관련 수요는 여러 각국에서 기하급수적으로 증가하는 추세에 있다. 그 뿐만 아니라 공유경제의 개념에서 출발한 우버와 같은 세계기업들이 전 세계의 흐름을 크게 바꾸어 놓았다 [2]. 한 예로 전기차 충전인프라 구축은 미국 보스턴에서 2000년 ZipCar 가 새로이 등장하여 각광을 받았으며, 이에 대한 인식과 충전 인프라가 아직까지 매우 부족한 현실이다. 이에 전기차중심의 충전 인프라와 연계된 충전운영시스템 구축과 전기요금간의 상호 관계를 데이터 관점에서 심도 있게 살펴볼 필요가 있다.

1 School of Digital Helathcare, CHA University, Korea

2 KEPCO, Korea Electric Power Corp., Korea

3 Dept. of Digital Media, Seoul Women's Univ., Korea

\* Corresponding author (wjlee@swu.ac.kr)

☆ This work was also supported Smashing-Cop, IITP (MSIP) 2017-0-00403, funded by MSIP. This work was supported by a research grant from Seoul Women's University(2019).



(그림 1) 전기차 충전인프라 전체 시스템 개요도  
(Figure 1) Electric Vehicle Charging Infrastructure Overview System Overview

일반적으로 전기차는 크게 급속 충전기를 사용하는 급속 충전차와 완속 충전기를 사용하는 완속 충전차 둘로 나뉜다 [3]. 급속 충전의 경우 450V의 고전류 하에서 충전기로부터 자동차의 내부 배터리로 전기를 직류 공급하여 충전시간을 30분 이내로 급격히 단축시킨다. 이와 다르게 완속 충전의 경우 220V의 저전류 하에서 충전기로부터 차량 내부의 탑재형 충전기를 거쳐 배터리로 전류가 공급되므로 충전시간은 5-6 시간 정도의 충전 시간이 걸리게 된다. 이런 문제는 둘의 하이브리드 방식의 충전장치가 개발되어 문제가 해결이 되어가고 있는 추세이지만, 충전운영시스템 관점에서 데이터 연계 분석을 통한 과학적 접근을 시도하여 보다 나은 시스템적 연계 모델을 만들고자 하는 노력을 하고 있다. 최근 불어오는 전기자동차의 급속한 보급 현황과 더불어 앞으로도 많은 수요와 이에 따른 연구가 수반되어야 할 것으로 판단된다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 관련 연구와 데이터 연관분석의 필요성을 조사하고 3장에서는 제안하는 데이터 파라미터와 연관 분석의 기초와 제안 방법을 기술한다. 4장에는 시스템 모델링을 통한 실증 방법을 기술하고 5장에서는 실험의 조건에 따른 실증결과를 정리하였다. 마지막으로 그 내용을 바탕으로 6장에서 결론을 맺기로 한다.

## 2. 관련연구

자동차 공유이용(Car-Sharing)의 개념은 1948년 스위스 취리히에서 주택관련 회사가 소규모 차량으로 운영되었으나, 지금과 같은 대규모 카셰어링 서비스를 제공하는 최초 사례는 1997년 스위스 모빌리티사로 2014년 전 세

계적으로 60여개국, 1,000개 도시에서 5백만명 회원과 9만여대의 차량이 활용되고 있다 [3,4].

이로 인해 전기차는 충전 인프라의 확산에 영향을 받으며 기존 에너지 산업에 변혁과 공유경제에 크게 이바지 할 것으로 예상된다. 특히 전력 서비스측면에서 충전 인프라는 하나의 통신채널이며, 경제적 가치를 보급하는 도구이기도 하다. 그렇다면 최종 사용자가 이용하는 급속 또는 완속 충전기는 하나의 단말기가 된다. 전기자동차 충전 인프라 구축은 인프라를 관리하고 운영하는 시스템 사업을 수반하게 되고, 단말기라 명명된 충전기는 길가나 일반가정, 공동주택 주차장에 설치하고 마트나 백화점, 각종 체육시설이나 공원 등에서도 볼 수 있을 것이다 [5]. 보다 많은 단말기 즉, 충전기를 보급하고 설치하는 것은 누구나 할 수 있다. 그러나 충전 인프라의 가장 적절한 보급수, 보급위치는 과학적으로 경제적으로 중요한 문제이며 가장 급하게 해결해야 할 문제이다. 그 이유는 충전기의 공급 단가모델에 있는 것이 아닌, 보급 인프라에 따른 전기차 보급 및 활용관점에서 더욱 의미가 있다고 볼 수 있다. 이에 본 논문에서는 인프라 구성에 대한 상호 데이터 연계 분석을 실제 충전 인프라를 실증한 사이트의 실측 데이터를 가지고 분석하기에 이르렀다.

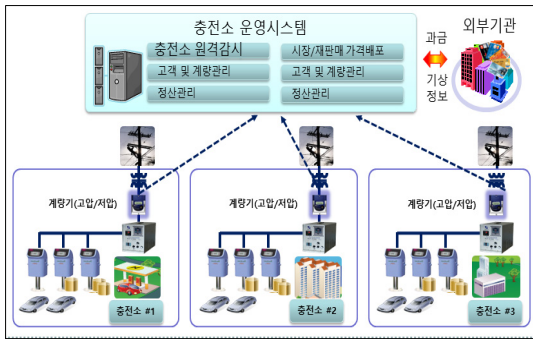
충전 인프라 및 충전소 구축과 운영에 대한 과학적 시스템적 모델제안을 위해서 전기차 30대, 충전소 10개소를 구축하여 시범 서비스를 운영하게 된다. 이때 공동이용모델은 Point to Point 임대용과 업무용 일일임대로 운영한 실측치를 데이터 연계 분석하게 된다. 각 지역 사이트에서 반납과 대여를 동시에 수행할 수 있다. 그림 2에서는 서울 시내를 바탕으로 전기차 공동모델을 설명하고 있으며 실측된 데이터를 기준으로 연계성을 검토하여 분석하는 모델을 제시하게 된다.



(그림 2) 제안된 공유이용 모델 개발 시범운영 계획모식도  
(Figure 2) Proposed car-sharing model development pilot operation model

### 3. 제안된 운영 시스템

전기차 충전소 운영 시스템은 외부기관과 과금, 기상 정보 등의 데이터를 주고받는 데이터 중심의 연계 분석이 필요하다. 충전 인프라 시스템 설계 및 운영은 충전기 사용자와 사업자에 대한 운영 및 과금, 이용, 결제, 전력 사용 계량등 서비스에 필요한 기능을 생각할 수 있다. 운영 시스템의 필요기능을 정의한 후에 각 설비 주체간의 원활한 인터페이스를 위한 연계 요건을 도출하고 통신방식, 운영서버 구조, 운영 및 응용 소프트웨어 구성 등을 결정하고 이를 토대로 시스템을 설계하게 된다 [6].

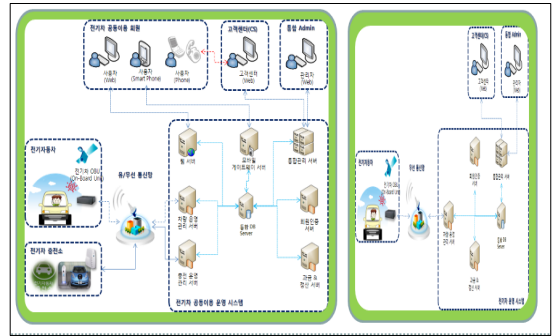


(그림 3) 전기차 충전소 운영시스템 모식도

(Figure 3) Electric car charging station operating system schematic diagram

전기차 공동 운영시스템의 분석을 위한 데이터 파라미터는 아래와 같이 구분 할 수 있으며 공동 운영시스템의 개념은 그림 4와 같다.

Data Parameter			
1	충전기	12	충전전력요금
2	충전기 ID	13	충전요금
3	충전기명	14	인증카드번호
4	제작사	15	회원ID
5	충전유형	16	회원명
6	충전시작시간	17	차량번호
7	충전종료시간	18	결제방법
8	요일	19	종료상태
9	충전시간	20	결제상태
10	충전일자	21	결제금액
11	충전량	22	충전시간대



(그림 4) (a) 전기차 공동운영 데이터 파라미터, (b)전기차 공동운영시스템 개발도

(Figure 4) (a) Data Parameter for Car-sharing System, (b) Development of electric car joint operating system

시스템 개발 시 사용하게 되는 데이터 구조와 시스템 구성을 위한 메뉴 구성을 할 수 있으며 웹·앱 형태로 개발이 완료되었다. 이를 모바일 형태로 제공하게 되는 경우, 전기차 충전 인프라 부가서비스 구축을 위한 시스템 개발도는 아래 그림 5와 같다. 추가적인 부가 서비스의 개념이라기보다는 실제 이용자를 즉, 자동차 운영시스템의 참여자들이 실증하여 사용할 수 있는 편의성, 사용성에 중점을 두고 직접 개발한 사례로 들 수 있다.



(그림 5) 전기차 충전인프라 부가서비스 구축

(Figure 5) Electric car charging infrastructure additional service construction

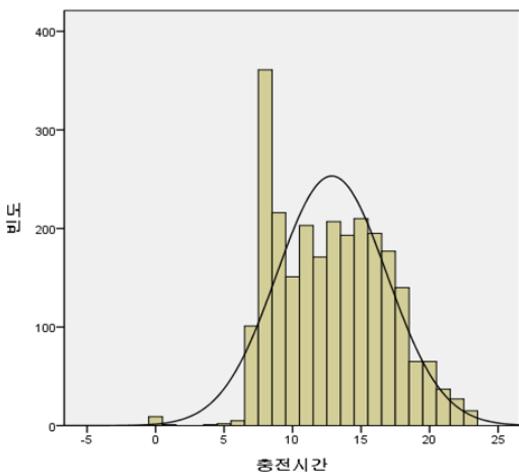
### 4. 데이터 연계분석

전기차의 공유모델인 카셰어링 시스템의 접근방법론의 실제 모델을 구성할 필요가 있다. 전기차 카셰어링 이용자의 편의를 위해 제안된 공동 이용모델에서 충전소

설치에 관한 최적 경로를 알기 위하여 이를 데이터 연계 분석을 할 필요가 있다[7]. 데이터 마이닝의 관점에서 연계분석은 시스템의 통합구현을 위해 시스템 아키텍처를 설계하고, 데이터를 정의하여 사용자 요구사항을 분석해야 한다. 사용자 요구에 의한 데이터 연계분석은 데이터가 제한적이지만, 이용자들의 실측 데이터를 통하여 세부적인 분석이 필요하다. 데이터 연계분석을 통해서 알고자 하는 것은 시스템에서 요일별 충전량, 시간대별 충전량, 월별/요일/시간대/계절별 피크치, 충전량에 따른 충전 요금의 변화, 결제방법에 대한 실질적인 분석을 통한 의사결정이 필요하다. 또한 데이터 파라미터에서 알 수 있는 것은 충전소별 충전량, 충전횟수와 충전요금과 충전전략 요금의 차이를 알 수 있게 되어 상호 연관성을 고찰할 수 있다. 아울러 시간대별 상호 연관성 분석을 통해 전기차 충전기의 설치뿐만 아니라, 충전소 운영에 따른 효율적인 거리구획과 경로분석까지 할 수 있는 방안을 가질 수 있게 된다.

표 1에서 보는 바와 같이 시스템을 분석하기 위하여 데이터 중심의 파라미터들의 상호연관성을 살펴볼 수 있도록 95%의 신뢰구간의 최대, 최소, 왜소, 첨도 등 데이터 중심의 상호 관계를 명확히 구분하였다.

아울러, 실측 데이터의 완결성을 증명하기 위한 방법으로 충전시간별 충전횟수를 데이터 중심으로 분석의 결과를 보기로 하였다. 아래 그림 6에서 보이는 바와 같이 피크치를 보이는 오전 7시부터 10시 이전에 관계를 볼 수 있으며 시간이 흐름에 따라 점차 감소함을 알 수 있다.



(그림 6) 충전시간별 충전횟수 히스토그램  
(Figure 6) Existing Algorithm's Flow Chart

(표 1) 분석에 의한 데이터중심 파라미터들의 상호연관성  
(Table 1) Correlations of data-centric parameters

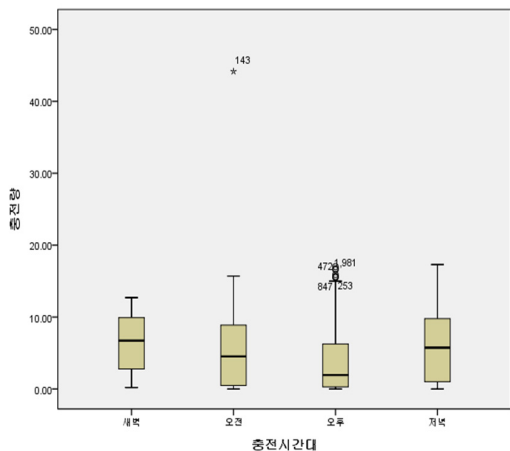
새벽	평균		6.2489	0.94273
	평균의 95% 신뢰구간	하한	4.2599	
상한		8.2379		
	5%절삭평균		6.2271	
	중위수		6.7250	
	분산		15.997	
	표준편차		3.99967	
	최소값		0.19	
	최대값		12.70	
	범위		12.51	
	사분위수 범위		7.28	
	왜도		-0.22	0.538
	첨도		-1.227	1.038
오전	평균		5.1390	0.14521
	평균의 95% 신뢰구간	하한	4.8541	
		상한	5.4239	
	5%절삭평균		4.9014	
	중위수		4.5250	
	분산		21.760	
	표준편차		4.66480	
	최소값		0.00	
	최대값		44.16	
	범위		44.16	
	사분위수 범위		8.40	
	왜도		0.913	
	첨도		3.379	
오후	평균		3.5975	0.11974
	평균의 95% 신뢰구간	하한	3.3626	
		상한	3.8325	
	5%절삭평균		3.2325	
	중위수		1.9400	
	분산		16.531	
	표준편차		4.06581	
	최소값		0.00	
	최대값		17.01	
	사분위수 범위		5.98	
왜도		1.116	0.072	
첨도		0.224	0.144	
저녁	평균		5.9770	0.25141
	평균의 95% 신뢰구간	하한	5.4825	
		상한	6.4715	
	5%절삭평균		5.7958	
	중위수		5.7400	
	분산		22.059	
	표준편차		4.69671	
	최소값		0.00	
	최대값		17.30	
	왜도		0.297	0.131
첨도		-1.047	0.260	

기존의 충전량(단위: kWh)에 대하여 세부적으로 분석하여 본 결과, 충전시간은 8시간이었을 때가 가장 많았으며, 이와는 반대로 6시간미만이 가장 적었다. 전기차 특성에 비추어 보면 반드시 일정 시간 이상의 충전 시간이 필요하기 때문에 최소 8시간 이상의 충전시간이 필요했을 것으로 예상된다. 충전하는 시간대를 분석한 결과, 이용자들이 차를 사용하기 전 또는 사용한 후에 충전하는 경우가 많았다. 이 중에서 시간대별 충전량의 케이스 처리 요약은 아래 그림 7과 같다. 이를 통해 전체 시스템의 케이스 처리를 완결할 수는 없지만, 실측 데이터의 케이스 정리를 충분할 수 있으면 유효값이 결측치의 데이터 보정을 할 필요가 없을 정도의 표본 수이기는 하나, 전체적으로 시스템적 처리가 충분히 가능한 정도로 판별하였다.

케이스 처리 요약

충전시간대		케이스					
		유효		결측		전체	
		N	퍼센트	N	퍼센트	N	퍼센트
충전량	새벽	18	100.0%	0	.0%	18	100.0%
	오전	1032	100.0%	0	.0%	1032	100.0%
	오후	1153	100.0%	0	.0%	1153	100.0%
	저녁	349	100.0%	0	.0%	349	100.0%

(그림 7) 시간대별 충전량의 케이스 처리 요약  
(Figure 7) Summary of Case Handling of Charge by Hour



(그림 8) 시간대별 충전량의 케이스 처리 요약  
(Figure 8) Summary of Case Handling of Charge by Hour

동시에 충전시간에 따른 충전량의 신뢰구간별 데이터를 분석한 결과는 아래의 그림 8과 같다. 시스템의 결과를 논하자면 이를 다시 중앙값 (50%)로 잡고 1사분면값 (25%)과 3사분면값 (75%)의 값으로 표시하여 전체적인 상황을 바라본다면 아래 그림 8과 같다. 특히 데이터 143와 같은 경우는 측정치와 다른 이상 패턴을 보이는 경우가 있으며, 이는 간단히 무시할 정도의 낮은 확률로 볼 수도 있지만 실측지역의 특수성을 무시할 수 없기 때문에 이상패턴을 보이는 것으로 예측한다.

시간대별 충전량의 케이스 처리는 4가지 케이스로 분류하여 연계분석을 하였는데, 각기 다른 변화를 보였다. 이 중에서 오후치의 변화가 상이한 것은 케이스의 분류상 가장 많은 변이를 보인 것으로 연계분석의 결과로 나온다.

## 5. 시스템 모델링과 실증

### 5.1 실측 조건

제안하는 시스템의 모델링의 실제 구현 가능성을 알아보기 위하여 요일별 충전량을 확인할 필요가 있다. 이를 위하여 실측 조건을 설정하여 관련되는 케이스를 전수 검사하기로 하였다. 표본 집단의 결과 값을 알기 위하여 우리가 제시하는 시스템 모델링은 분석 결과치가 실제 측정된 값이며, 이용자들의 설문결과를 통하여 상호호환적으로 만족되었다는데 의의가 있다. 이때 사용되는 데이터의 사이즈는 상황에 따라 그 사이즈가 달라질 수 있으므로 요일별 충전량의 케이스별 유효값, 결측값, 전체의 N값과 퍼센트를 살펴보면 아래 그림 9와 같다.

케이스 처리 요약

요일	충전량	케이스					
		유효		결측		전체	
		N	퍼센트	N	퍼센트	N	퍼센트
월	395	100.0%	0	.0%	395	100.0%	
화	507	100.0%	0	.0%	507	100.0%	
수	476	100.0%	0	.0%	476	100.0%	
목	489	100.0%	0	.0%	489	100.0%	
금	420	100.0%	0	.0%	420	100.0%	
토	148	100.0%	0	.0%	148	100.0%	
일	117	100.0%	0	.0%	117	100.0%	

(그림 9) 요일별 충전량에 따른 케이스 처리 요약  
(Figure 9) Summary of case processing according to charge amount per day

실측치의 케이스가 충전량의 유효값과 결측값이 동일하게 보이며 이를 백분율에 따라 조정할 경우 매우 동등

한 결과를 보이고 있다. 그러므로 케이스 처리요약의 결과간에 상호 신뢰성을 가진다고 볼 수 있다. 동시에 시스템 모델링을 완결하기 위하여 실측치를 확장하여 충전량과 충전요금의 두 가지 파라미터로 구분하여 다시 모델링 할 필요가 있게 된다. 모델링을 위한 케이스 역시 월별 충전량을 반기별 2회 이상 살펴보고 데이터 연계분석의 기초 값을 살펴보면 아래 그림 10과 같다.

월	케이스						
	유요		결측		전체		
	N	퍼센트	N	퍼센트	N	퍼센트	
충전량	1	336	100.0%	0	.0%	336	100.0%
	2	239	100.0%	0	.0%	239	100.0%
	3	418	100.0%	0	.0%	418	100.0%
	4	796	100.0%	0	.0%	796	100.0%
	5	763	100.0%	0	.0%	763	100.0%
충전요금	6	334	100.0%	0	.0%	336	100.0%
	7	236	100.0%	0	.0%	239	100.0%
	8	418	100.0%	0	.0%	419	100.0%
	9	796	100.0%	0	.0%	796	100.0%
	10	763	100.0%	0	.0%	763	100.0%

(그림 10) 월별 충전량에 따른 케이스 처리 요약  
(Figure 10) Summary of case processing according to charge amount per day

이후 결론적으로 월별 충전량과 충전요금의 정보를 1월부터 5월까지 반기동안 실측하여 나온 값을 분석한 결과를 신뢰구간에서 확인할 필요가 있다. 이에 반기 데이터를 가지고 모든 파라미터의 표준편차와 결측치의 평균을 그림 11과 같이 볼 수 있다. 이는 제안된 시스템의 연계성과 최대값과 최소값에 의한 변화가 신뢰구간에서 적절히 형성되었다는 것으로 판단된다.

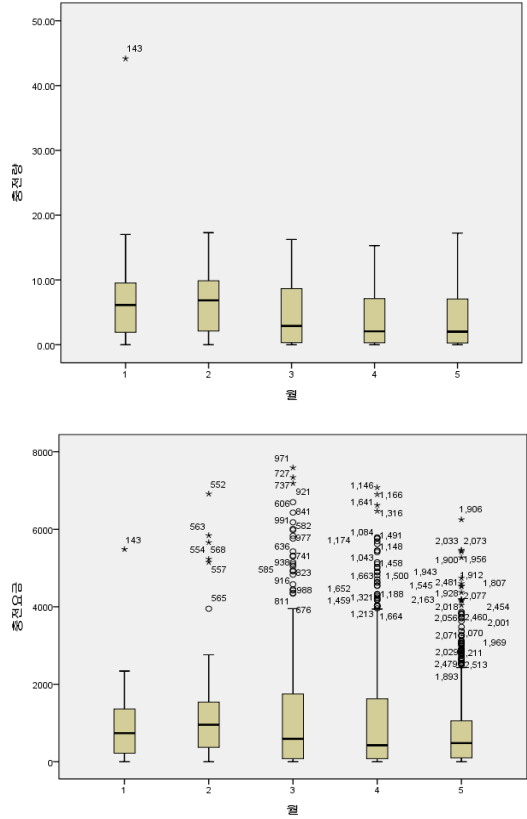
월별 충전량 정보	1월	2월	3월	4월	5월
평균	6.1341	6.7127	4.7589	3.8732	3.8167
5%절사평균	5.8946	6.1388	4.2978	3.5751	3.5162
표준편차	4.9199	4.5036	4.7956	4.1299	4.0926
최대값	44.1600	17.3000	16.2400	15.3000	17.2300
중위수	6.1350	6.8500	2.9000	2.0600	2.0200
최소값	0	0	0	0	0

월별 충전요금 정보	1월	2월	3월	4월	5월
평균	838.620	1083.630	1202.780	1033.020	830.730
5%절사평균	800.630	978.340	1018.450	875.950	705.710
표준편차	701.026	993.965	1502.702	1351.347	1039.393
최대값	5484.000	6914.000	7590.000	7080.000	6250.000
중위수	736.500	954.000	590.500	425.000	480.000
최소값	0	0	0	0	0

(그림 11) 월별 충전량과 충전요금 정보 (1월 ~ 5월, 반기 데이터)  
(Figure 11) Monthly charge and charge information (January to May, half-year data)

월별 충전량에 따른 충전요금과 변화를 보여주고 있다. 이를 다시 통계에 의해 표시하면 아래 그림 12와 같다.



(그림 12) 월별 충전량(a)과 충전요금 정보(b) (1월 ~ 5월, 반기 데이터, 통계추정치)  
(Figure 12) Data display by monthly charge (January to May, half-year data)

임의의 데이터를 생성하고 생성된 데이터가 정상적인 문자 데이터를 값을 나타낼 수 있도록 아스키 코드(ASCII)의 값을 지정하였다. 데이터의 생성 및 처리 확인 시 가독성을 높이기 위하여 소문자 데이터만 생성이 되도록 수치를 조정하였다. 특히 데이터의 이상패턴을 보기 위하여 명확한 데이터 연계성을 증명하였고, 이를 위한 데이터 도식화를 통하여 시스템 모델링의 적정성을 증명하였다. 데이터 분석에 대해서 효율적이라는 것은 데이터 수집이후 데이터 전처리(Preprocessing)과 마이닝(Mining) 단계를 이루어지기 전까지 데이터를 통한 충전 운영 시스템을 포함하는 인프라와 데이터 자원 및 분석



을 효율적으로 하는 방법 등으로 구분된다. 그러므로 데이터 사이즈 및 규모 확대하기 전에 새로운 유형의 데이터 및 데이터 분석, 실시간 분석에 대한 요구를 수용할 수 있도록 충전 운영 시스템을 이상적으로 아키텍처 설계를 진행하였다. 단순 개념증명이 아닌 충전운영시스템을 구축하면서 실시간 분석이 가능하게 되는 아키텍처를 설계하였다고 할 수 있다.

### 5.2 실측 조건 및 결과

전기차 충전 인프라의 운영에 대한 신뢰를 위하여 실측 조건은 네 가지 종류로 구분된다. 각기 완료, 비정상중지, 강제중지, 장치오류로 구분하였으며 충전소명은 한국전력공사 (이하 한전) 제주본부, 종합홍보관, 제주공항, 롯데마트, 한국전력공사 아파트, 구좌읍 사무소, 선반내 오일뱅크, 성산 일출봉, 롯데호텔, 신제주 공영주차장 인제 공영주차장, 제부마 방목지, 연북로 오일뱅크, 노형 아이파크, 애니카랜드 연동점, 애니카랜드 강정점에 위치로 선정하였다. 실측 분석결과 관광지 또는 사람들이 주로 찾는 곳일 경우 충전횟수가 빈번하나, 이용자가 드문 장소에서는 충전 횟수가 적다는 사실을 알 수 있다.

충전소를 각 노드로 가정하여 볼 때 총 노드의 숫자는 지도상에 17개로 표시되며 이를 이용한 충전횟수는 아래 그림 13과 같다. 이 중에서 상위 3개소에 집중되어있는 이

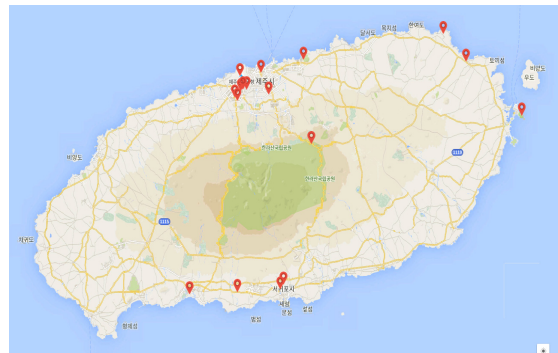
충전소명	충전횟수
한전 제주본부	775
종합홍보관	624
한전 서귀포지사	461
제주공항	112
롯데마트	111
한전 APT	110
구좌읍사무소	54
선반내 오일뱅크	49
성산일출봉	44
롯데호텔	43
신제주 공영주차장	40
인제 공영주차장	36
제부마 방목지	34
연북로 오일뱅크	34
노형 아이파크	23
애니카랜드 연동점	1
애니카랜드 강정점	1

(그림 13) 충전소별 충전 횟수

(Figure 13) Number of Charges per Charging Station

유는 다수의 전기차가 운용되는 상황임을 알 수 있으며, 이로 인해 충전횟수가 증가되었음을 짐작할 수 있다. 실측 조건 및 결과에 의한 노드들의 분산이 이루는 것은 실증사업에서 얻는 통찰과 실험의 결과를 향후 운영시스템에 접목하는 문제가 남아있다. 동시에 지역적 특수성을 감안하여 시계열데이터를 분석할 필요도 있게 된다.

이론적으로는 노드 (Node) 각각의 분포값을 가지게 되고 이를 도식화 하면 그림 14와 같이 분포가 된다.



(그림 14) 노드별 제주지역 분포도

(Figure 14) Distribution by node in Jeju island

특히 전체 지역적 특수성을 고려한 노드별 분석과 지도상의 이점을 시각화하였을 경우 나타나는 그림은 위의 그림 14와 같다. 특히 분포의 대상지인 제주도의 특수성을 감안할 경우 일부 한정된 곳에 집중되어 보이는 것은 전기차 충전인프라 구축과 같은 실증사업의 목표설정을 명확히 할 충분한 근거를 가지고 있다.

## 6. 결 론

본 논문은 제안된 전기차 충전 인프라와 충전 운영시스템을 대상으로 데이터 연계분석에 의한 모델링과 시스템 효율성을 증명하고자 하였다. 설계된 데이터 파라미터의 연계분석이 시스템 설계와 연동되고 데이터를 근거하여 실증되고 구조화하는 일이 선행되어야 할 필요가 있다.

본 논문에서는 최종적으로 새로운 모델링 통하여 데이터 연계분석의 결과와 실제 차량과 이용자를 대상으로 각 지점과 노드별로 시간에 따른 시분할 데이터 분석방법론으로 연구를 진행하였다. 따라서 본 연구는 향후 제기될 공유경제의 카셰어링 시스템의 표준적인 형식을 담

고 있는 것으로 판단된다.

## 참고문헌(Reference)

- [1] Sangtaek Lee, Juhee Cho, Daekyung Kim. "Development Trend of Electric Vehicle Drive System.", *Journal of Power Electronics*, Vol.16, No.2, pp.32-37. 2011.  
<http://www.dbpia.co.kr/Journal/ArticleDetail/NODE01628419>
- [2] Rauch, Daniel E., David Schleicher. "Like Uber, but for local government law: the future of local regulation of the sharing economy." *Ohio State Law Journal*. Vol.76, No.4, pp.901, 2015.
- [3] Seungkwon Yang, "The Strategy of development and design for EV Charging infra management system connected with power grid.", *Korean Institute of Electrical Engineers 41st Summer Conference*, pp.1120-1121, 2010.
- [4] Junsik Park, Jihye Moon, "Demand Estimation and Impact Analysis of Car-Sharing Service.", *The Korean Transport Institute*, Vol.20, No.2, pp.59-76, 2013.
- [5] Kentaro, Uesugi, Naoto Mukai, and Toyohide Watanabe. "Optimization of vehicle assignment for car sharing system." *International Conference on Knowledge-Based and Intelligent Information and Engineering Systems*. Springer, Berlin, Heidelberg, pp.1105-1111, 2007.
- [6] Berry, Michael J., and Gordon Linoff. "Data mining techniques: for marketing, sales, and customer support." John Wiley & Sons, Inc., 1997.
- [7] Kristien, Clement-Nyns, Edwin Haesen, Student Member, IEEE, and Johan Driesen, Member, IEEE, "The impact of charging plug-in hybrid electric vehicles on a residential distribution grid." *IEEE Transactions on power systems*, Vol.25, No.1, pp.371-380. 2010.  
<https://core.ac.uk/download/pdf/34458579.pdf>
- [8] Willis, H. Lee. "Power distribution planning reference book." CRC press, 1997.
- [9] Woyte, Achim, et al. "Voltage fluctuations on distribution level introduced by photovoltaic systems." *IEEE Transactions on energy conversion*, Vol.21, No.1, pp.202-209, 2002.
- [10] Low, Steven H. "Convex relaxation of optimal power flow—Part I: Formulations and equivalence." *IEEE Transactions on Control of Network Systems*, Vol.1, No.1, pp.15-27, 2014.
- [11] Lambert, Tom, Paul Gilman, and Peter Lilienthal. "Micropower system modeling with homer.", *Integration of alternative sources of energy*, pp.379-418, 2005.
- [12] Mattsson, Sven Erik, Hilding Elmqvist, and Martin Otter. "Physical system modeling with Modelica." *Control Engineering Practice*, Vol.6, No.4, pp.501-510, 1998.
- [13] Austin, Todd, Eric Larson, and Dan Ernst. "SimpleScalar: An infrastructure for computer system modeling." *Computer*, Vol.35, No.2, pp.59-67, 2002.
- [14] Mendes, P. "Modeling large scale biological systems from functional genomic data: parameter estimation." *Foundations of systems biology*, pp.163-186, 2001.
- [15] Wasserman, Stanley, and Sheila O'Leary Weaver. "Statistical analysis of binary relational data: Parameter estimation." *Journal of mathematical psychology*, Vol.29, No.4, pp.406-427, 1985.
- [16] K. Hua and J. Abraham, "Design of systems with concurrent error detection using software redundancy," In *Proceedings of ACM IEEE Fall Joint Computer Conference in Dallas*, pp. 826-834, 1986.
- [17] Lau, Ming K., Robert L. Kosut, and Stephen Boyd. "Parameter set estimation of systems with uncertain nonparametric dynamics and disturbances.", *Proceedings of the 29th IEEE Conference on Decision and Control*, 1990.
- [18] Li, Heng. "A statistical framework for SNP calling, mutation discovery, association mapping and population genetical parameter estimation from sequencing data." *Bioinformatics*, Vol.27, No.21, pp.2987-2993, 2011.
- [19] Bergstra, James, Yoshua Bengio. "Random search for hyper-parameter optimization." *Journal of Machine Learning Research*, pp.281-305, 2012.
- [20] Zhuang, Ling, and Honghua Dai. "Parameter optimization of kernel-based one-class classifier on imbalance learning." *Journal of Computers*, Vol.1, No.7, pp.32-40, 2006.
- [21] Mackerell Jr, Alexander D., Michael Feig, and Charles L. Brooks III. "Extending the treatment of backbone energetics in protein force fields: limitations of gas phase quantum mechanics in reproducing protein conformational distributions in molecular dynamics



simulations.", Journal of computational chemistry,  
Vol.25, No.11, pp.1400-1415, 2004.  
<http://doi.org/10.1002/jcc.20065>

[22] Zhuang, Ling, and Honghua Dai. "Parameter optimization

of kernel-based one-class classifier on imbalance learning." Journal of Computers Vol.1, No.7, pp.32-40, 2006.

## ◎ 저 자 소개 ◎



### 김 항 섭(Hang-sub Kim)

2019년~현재 차 의과학대학교 교수  
2013년~2018년 한국교통대학교 정보기술융합학과  
2013년 연세대학교 정보대학원 (박사)  
2003년 연세대학교 경영대학원 (석사)  
1987년 서울시립대학교 전자공학과(학사)  
관심분야 : 인공지능, 스마트미디어, IoT, etc  
E-mail : hangsubkim@cha.ac.kr



### 박 호 민(Homin Park)

1998년~현재 한국전력공사  
연세대학교 GBI-MBA (석사)  
연세대학교 전기공학과(학사)  
관심분야 : 배전공학, 부하제어, IoT, etc  
E-mail : gumprun@kepcoco.kr



### 정 태 경(Taikyeong Jeong)

2018년~현재 차 의과학대학교 교수  
2014년~2018년 서울여자대학교 교수  
(美) Cisco Systems, Inc. Software Engineer  
(美) University of Texas at Austin, 전기컴퓨터공학과(석·박사)  
(美) University of Maryland, UC, 컴퓨터학과(학사)  
관심분야 : 인지지능 데이터, IoT, 인터넷응용  
E-mail : ttjeong@cha.ac.kr



### 이 웅 재(Woongjae Lee)

1993년~현재 서울여자대학교 디지털미디어학과 교수  
1991년 Illinois Institute of Technology, Dept. of Computer Science(공학박사)  
1985년 University of Illinois, Dept. of Computer Science(공학석사)  
1981년 연세대학교 전기공학과(공학사)  
관심분야 : 인공지능, WSN, 자연어처리, 멀티미디어, etc.  
E-mail : wjlee@swu.ac.kr