

# 분산 클라우드 환경에서의 Knapsack 알고리즘 기반 전기차 충전정보 관리 기법 연구

(Knapsack Algorithm based EV Charging Information  
Management Method in Distributed Cloud Environment)

이 민 경 <sup>†</sup>      홍 충 선 <sup>\*\*</sup>  
(Minkyung Lee)    (Choong Seon Hong)

**요 약** 전기차 시장이 급증함에 따라 전기차 수 대비 적은 충전기 설치 비율을 해결하기 위해, 각 충전기 운영사업자들은 이동형 충전기를 개발하고 있는 추세이다. 그러나 충전기 운영사업자의 경우, 전기차 고객번호, 이동형 충전기 고객번호, 충전 장소의 RFID 태그번호, 전력공급업체 고유 번호에 대한 정보를 별도의 서버에 저장하여 과금을 부과해야 한다. 즉 운영사업자가 하나의 서버만을 두었을 때, 전기차 고객 수 대비 서버 네트워크 과부하 현상이 발생할 가능성이 제기되었다. 따라서 본 논문은 네트워크 과부하 문제를 해결하기 위해 분산 클라우드 환경을 적용하여, 각 지역별 모바일 에지 클라우드에 거리 기반 전기차 충전정보가 저장되게 하며, 각각의 에지 클라우드의 데이터 리소스 저장 용량을 기준으로 Knapsack 알고리즘을 통해 할당 가능한 에지 클라우드 서버에 충전정보를 저장하는 방안을 제안하고자 한다.

**키워드:** 전기차, 분산 클라우드, Knapsack 알고리즘, 네트워크 과부하

**Abstract** As the market for electric vehicles continues to soar, each charger operator is developing its own mobile charger to solve the problem of the low ratio of charger installation compared to the number of electric vehicles. However, in the case of charger operators, information about the electric car user number, the mobile charger user number, the RFID tag number of the charging place, and the electric power supplier unique number should all be stored in a separated server and charged. That is when the operator only has one server, there is the possibility of overloading the server network with respect to the number of electric vehicle users. In this paper, we propose the use of a distributed cloud environment to store distance-based electric vehicle charging information in the mobile edge cloud of each region. In addition, we apply the dynamic algorithm, particularly the multiple choice knapsack problem to check the capacity information of edge cloud servers to allocate and distribute information regarding mobile charger.

**Keywords:** electric vehicle, distributed cloud computing, Knapsack algorithm, network overhead

· 본 연구는 2019년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기술진흥센터의 지원을 받아 수행된 연구임(No.2015-0-00557, IoT 기기의 물리적 특성, 관계, 역할 기반 Resilient/Fault-Tolerant 자율 네트워크 기술 연구)  
· 이 논문은 제45회 한국소프트웨어종합학술대회에서 '분산 클라우드 환경을 활용한 동적 알고리즘 기반 전기차 충전 정보 관리 기법 연구'의 제목으로 발표된 논문을 확장한 것임

<sup>†</sup> 학생회원 : 경희대학교 컴퓨터공학과  
minkyung0110@khu.ac.kr

<sup>\*\*</sup> 종신회원 : 경희대학교 컴퓨터공학과 교수(Kyung Hee Univ.)  
cshong@khu.ac.kr  
(Corresponding author)

논문접수 : 2019년 4월 25일

(Received 25 April 2019)

논문수정 : 2019년 7월 17일

(Revised 17 July 2019)

심사완료 : 2019년 8월 6일

(Accepted 6 August 2019)

Copyright©2019 한국정보과학회; 개인 목적이나 교육 목적인 경우, 이 저작물의 전체 또는 일부에 대한 복사본 혹은 디지털 사본의 제작을 허가합니다. 이 때, 사본은 상업적 수단으로 사용할 수 없으며 첫 페이지에 본 문구와 출처를 반드시 명시해야 합니다. 이 외의 목적으로 복제, 배포, 출판, 전송 등 모든 유형의 사용행위를 하는 경우에 대하여는 사전에 허가를 얻고 비용을 지불해야 합니다.  
정보과학회 컴퓨팅의 실제 논문지 제25권 제10호(2019. 10)

## 1. 서론

전기차는 최근 미래 스마트 그리드 사업에서 전기 에너지 저장 및 운반체로서의 역할로 각광 받는 추세이다. 2017년 사상 처음 100만대를 돌파한 세계 전기차 시장은 2030년 시장 규모가 3000만대로 급증할 것이라 예상된다 [1]. 시장 규모가 급증함에 따라 충전 관련 문제들이 제기되었다. 그 중 가장 두드러진 문제는 국내 환경적 특성상 전기차 수 대비 급속 및 완속 충전기 설치가 어렵다는 것이다. 이러한 문제를 해결하기 위해, 현재 이동형 충전기가 개발되고 있는 추세이다[2]. 이동형 충전기의 경우, 일반 완속 및 급속 충전기와는 다르게 전기차 사용자가 해당 충전기를 RFID 태그에 직접 꼽아 사용한다. 즉, 장소와 무관하게 220v의 RFID 태그가 있는 곳에서 전기차 충전이 가능하다는 특징을 가지고 있다[3].

그러나 이러한 이동형 충전기의 특징은 충전기 운영 사업자가 전기차 고객번호, 이동형 충전기 고객 번호, 충전 장소의 RFID 태그번호 등 관련 정보를 별도로 저장해야하는 어려움이 있다. 또한 이동형 충전기의 경우, RFID 태그번호라는 추가적인 정보로 인해 운영사업자가 일반 충전기 서버와는 다른 별도의 데이터 저장 서버를 두어 이동형 충전기 데이터를 관리한다[4]. 그러므로 이와 같은 경우 이동형 충전기 고객 수 대비 고객별 데이터 저장량이 기하급수적으로 증가하게 되어, 운영사업자의 서버에 네트워크 과부하 및 전송 지연 시간 등의 문제가 발생할 것이라 야기된다[3,4].

따라서 본 논문은 이와 같은 네트워크 과부하 및 높은 전송 지연 문제를 해결하고자, 분산 클라우드 환경을 통해 단일 서버가 아닌 분산 클라우드 환경을 구축하여, 적재적소에 에지 클라우드 서버를 배치하는 방안을 제안한다. 이를 통해 전송 지연 문제가 해결될 것이라 예상된다. 더불어 다중 선택 배낭 이론을 분산 클라우드 환경에 적용하여 유효한 에지 클라우드의 저장 리소스를 최적으로 활용하는 방안을 제안한다. 다중 선택 배낭 이론을 통해 남은 저장 리소스 대비 거리 기준으로 최적의 값을 지닌 전기차 이동형 충전기 정보 데이터를 수집할 수 있을 것이라 예상된다. 더불어 이와 같은 최적의 솔루션을 통해, 통해 제한된 자원 내 처리량 문제가 해결될 것이라 기대한다.

## 2. 관련 연구

### 2.1 분산 클라우드

클라우드 컴퓨팅은 사용자들의 요구에 따라 가지고 있는 공유 가능한 리소스를 네트워크를 통해 이용하는 것을 가능하게 한다[5]. 그러나 기존의 코어 클라우드 하나로 구성된 중앙집중형 클라우드 컴퓨팅의 경우, 사

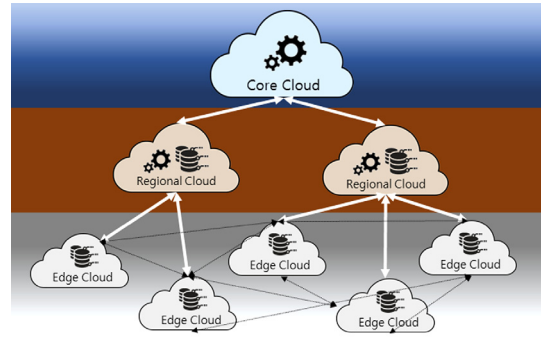


그림 1 분산 클라우드 개념 모델

Fig. 1 Distributed Cloud Basic Model

용자들과의 거리가 멀수록 전송 지연이 증가한다는 한계를 가지고 있다. 따라서 네트워크 전송 지연 문제를 줄이기 위하여 에지 클라우드를 사용자 가까이 설치하는 방안으로 분산 클라우드 환경이 설계되었다[5,6]. 그림 1과 같이 분산 클라우드 환경은 사용자와 밀접한 위치에서 클라우드 서비스를 빠르게 제공하기 위해 고안되었다. 더불어 다수의 에지 클라우드로 인해 중앙 집중형 클라우드 보다 서비스를 효율적으로 제공하며 코어 클라우드의 부하를 대폭 감소시킨다는 장점을 가지고 있다[5,6]. 이와 같은 분산 클라우드 환경이 등장하면서, 스마트 팩토리, 스마트 시티, 자율주행차, 전기차 등 실시간으로 다량의 네트워크 리소스를 통신해야하는 미션 크리티컬한 분야들에 적용되는 추세이다[7]. 본 논문에서는 분산 클라우드 환경을 이용하여 여러 지역에서 사용되어진 이동형 충전기의 데이터 정보를 용이하게 저장하는 방안을 연구한다.

### 2.2 다중 선택 배낭 이론

다중 선택 배낭 이론(MCKP, Multiple-Choice Knapsack Problem)은 동적 알고리즘의 하나로, 기존의 배낭 문제에서 분리된 다중 선택 제약 조건을 추가한 알고리즘이다[8]. 일반 배낭 문제 알고리즘은 아이템 하나당 하나의 리소스 값과 가중치만 고려하여 배낭에 최대한 큰 가중치를 지닌 리소스를 많이 담도록 설계되었다. 반면, 다중 선택 배낭 이론은 아이템 하나당 다수의 리소스와 가중치들을 고려하여 가장 큰 최적의 가중치를 지니는 아이템들을 우선적으로 담을 수 있도록 개선된 알고리즘이다[8]. MCKP 알고리즘의 경우, 서비스마다 고려해야 될 요소들이 많고, 제한된 자원 환경 내 고려 요소가 많은 서비스들을 최대로 할당하고자 할 때, 사용되기 적합한 알고리즘 중 하나이다[9]. [9]의 경우, 하나의 서비스가 지닌 채널, 저장 용량, 파워 요소를 고려하여, 제한된 수용량을 지닌 기지국의 모바일 에지 서버에 가중치가 높은 서비스를 최대로 많이 할당하는 방안을 제

안하였다. 본 논문에서는 해당 알고리즘을 통해, 이동형 충전기 하나 당 지니고 있는 다수의 리소스들과 가중치를 고려하여 최적의 거리 및 상태에 있는 에지 클라우드에 이를 연결해주는 방안을 제안한다.

### 3. 제안 사항

#### 3.1 시스템 모델

본 논문은 그림 2와 같이 분산 클라우드 환경을 이용하여 이동형 충전기 데이터가 에지 클라우드로 전송될 때, 최적의 전송지연을 가질 수 있는 방안을 제안한다. 더불어 제한된 저장 수용량 환경 내에서 다량의 이동형 충전기에서 발생한 RFID 태그번호들이 거리를 기반으로 가장 가까운 최적의 에지 클라우드에 전송될 수 있는 방안을 제안한다. 이 때, 다중 선택 배낭 문제 알고리즘을 적용하여 이동형 충전기 하나 당 지니고 있는 다수의 리소스들 중 RFID 태그번호 및 이동형 충전기 고유번호를 고려하며, 가중치의 경우 충전기와 에지 클라우드 간의 거리에 따른 Weight를 고려하여 이동형 충전기 데이터를 에지 클라우드로 연결하는 방안을 연구한다.

그림 2와 같이 에지 클라우드를 통해 수많은 전기차가 연결된 환경을 시스템 모델로 정의한다. 이러한 환경의 경우 사용자들의 정보가 동시에 다량으로 유입됨으로써 네트워크 과부하가 발생할 수 있기 때문에 다중 선택 배낭 문제 알고리즘을 기반으로 과부하 문제를 해결한다. 또한 이동형 충전기의 고유 특징으로 전기차가 RFID 태그가 있는 모든 장소에서 충전 가능하다는 특징을 활용하기 때문에 본 논문에서는 다수의 리소스들 중 본 충전정보( $j$ )로서 이동형 충전기의 두드러지는 특징인 RFID 태그번호 및 이동형 충전기 고유번호를 고

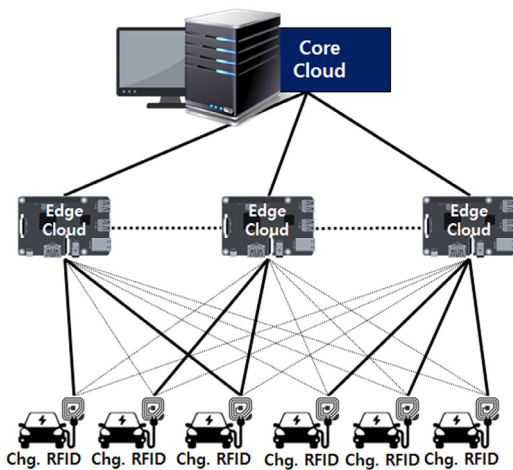


그림 2 시스템 모델  
Fig. 2 System Model

표 1 변수 정의  
Table 1 Notion Definitions

| Notion     | Description                                                                              |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| $p_{ij}$   | profit of each charger info( $j$ ) from ev mobile charger( $i$ )                         |
| $x_{ij}$   | binary function whether each charger info( $j$ ) from ev mobile charger( $i$ ) is or not |
| $w_{ij}^k$ | weight value                                                                             |
| $c$        | total capacity of each edge clouds                                                       |

려한다. 이 때, 본 논문에서 업링크 전송만을 고려한 이유는 전기차 충전정보의 경우 운영사업자의 코어 서버에서 각 고객의 이동형 충전기로 해당 데이터를 다시 전송하는 일이 없기 때문이다. 즉, 충전정보 데이터의 경우 이를 통해 측정된 과금을 사용자에게 부과하는 형식이기에 해당 데이터는 업링크 후 저장되어있을 뿐 재전송 되지는 않는다.

#### 3.2 통신 및 계산 지연 모델

3.1절의 시스템 모델을 바탕으로 전기차 충전기에서 에지 클라우드로 충전정보가 전송되는 과정에서 통신 지연 및 계산 지연이 발생한다[10].

$$T_i = \frac{n_i}{f_i} \tag{1}$$

$$f_i = b_i \log \left( 1 + \frac{hg}{N_o} \right) \tag{2}$$

식 (1)은 충전정보가 에지 클라우드로 업링크 전송될 시 발생하는 전송 지연( $T_i$ )을 의미한다. 이 때,  $n_i$ 은  $i$ -충전기의 입력 데이터 사이즈를 말한다.  $b_i$ 는  $i$ -충전기 대역폭,  $h$ 는 전송 전력,  $g$ 는 채널 이득,  $N_o$ 은 노이즈를 나타낸다. 이를 통해 구할 수 있는  $f_i$ 는 충전정보 데이터의 업링크율을 나타낸다.

$$E_i = T_i P_i \tag{3}$$

$$F_i = T_i C_i + E_i C_i \tag{4}$$

전송 지연 시 계산 지연을 야기하는 에너지 소비 문제도 발생한다. 따라서 식 (3)은 본 시스템 모델과 관련된,  $i$ -충전기에서 에지 클라우드로 충전정보 전송 시 발생하는 에너지 소비량( $E_i$ )를 계산한다. 이 때,  $P_i$ 은  $i$ -충전기의 유휴 상태 전력을 의미한다. 마지막으로 수식 (1)과 (3)을 계산하여  $i$ -충전기의  $j$ -충전정보들의 이익을 구하기 위해 비용함수( $F_i$ )를 계산한다. 이 때,  $C_i$ 는 비용함수를 구하기 위해 필요한 가중치로 상수 값이다. 식 (4)를 통해 구한 비용함수를 통해  $i$ -충전기 각각의 충전정보들의 이익( $p_{ij}$ )을 구할 수 있다. 이때  $j$ 는 식 (1)에서 구한  $n_i$ 를 나타낸다.

$$p_{ij} = \frac{1}{F_i} = \frac{1}{T_i C_i + E_i C_i} \quad (5)$$

식 (5)와 같이, 비용함수가 최소가 될 때, 구하고자 하는 충전정보들의 이익은 최대가 된다. 본 논문의 목적은 에지 클라우드에 저장할 수 있는 충전정보의 최대값을 구하는 것이기에 식 (5)가 성립하게 된다. 통신 및 계산 지연 모델을 통해 구한 각각의 충전기의 충전정보들의 이익함수를 토대로 다음 절에서는 다중 선택 배낭 알고리즘을 적용하여 에지 클라우드의 총 수용량 대비 충전정보 최대값을 찾는 방법을 구한다.

### 3.3 다중 선택 배낭 알고리즘 적용 모델

$$\text{maximize } z = R_i + M_i \quad (6)$$

subject to,

$$R_i = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{n_i} p_{ij}^R x_{ij}^R \quad (7)$$

$$M_i = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{n_i} p_{ij}^M x_{ij}^M \quad (8)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{n_j} \omega_{ij} x_{ij} \leq c \quad (9)$$

$$x_{ij} \in \{0,1\}, i = 1, \dots, n, j = 1, \dots, n_i \quad (10)$$

본 논문에서는 다중 선택 배낭 이론을 통해, 이동형 충전기의 충전정보가 존재할 시, 즉  $x_{ij}=1$ 인 경우, 전체 충전기들의 각각의 충전정보의 이익을 계산하여, 이익이 최대인 충전정보를 선택하여 해당 정보를 지닌 충전기가 해당 에지 클라우드에 충전정보를 전송하는 것을 고려한다. 따라서 식 (7)을 통해 RFID 태그번호를 고려한 값과 식 (8)을 통해 이동형 충전기 고유번호를 고려한 값을 더한 값의 최대값인 식 (6)을 구하는 것이 본 논문의 목적이다.

식 (6)을 구하기 위해 고려되는 이동형 충전기( $i$ )는 총  $n$ 개이며,  $i$ 개의 충전기가 가지고 있는 각각의 RFID 태그번호 개수 및 이동형 충전기 고유번호는 각각  $n_i$ 이다. 식 (7)은 이를 바탕으로 배낭이론을 적용하여 할당 가능한 RFID 수의 최대를 구하고, 식 (8)은 이동형 충전기 고유번호 수의 최대를 구하는 것을 의미한다. 더불어 식 (9)를 통해 전체 가중치를 기반으로  $i$ -충전기가 전송하는 충전정보가 에지 클라우드의 총 수용량을 넘지 않는 범위 내에서 전체 충전기의 저장 가능한 충전정보 이익의 최대값을 계산하게 된다.

**Algorithm:** Process to search proper Edge cloud

- 1:  $EV \leftarrow$  Electric vehicle
- 2:  $ChgInfo \leftarrow$  charge info. of Electric vehicle
- 3:  $InfoOrNot \leftarrow$  whether charge info. is or not
- 4:  $InfoW \leftarrow$  weight of charge info. from EV
- 5:  $InfoProfit \leftarrow$  profits of charge info. from EV

- 6:  $EdgeNum \leftarrow$  number of edge cloud
- 7:  $capacity \leftarrow$  capacity of edge cloud
- 8: **IF**  $ChgInfo$  from EV has  $InfoProfit$
- 9: compare  $InfoProfit$  whether high or low
- 10: **FOR**  $InfoProfit$  is high
- 11: calculate  $InfoW$
- 12: compare with capacity
- 13: **IF** capacity is greater or equal
- 14: transmit  $ChgInfo$  to the Edge
- 15: **ELSE IF** capacity is less
- 16: find other Edge from the algorithm
- 17: **BREAK** when find an available capacity

위에서 명시한 알고리즘은 이동형 충전기가 충전정보를 전송하기 위해 적합한 에지 클라우드를 찾는 과정에 대한 과정을 나타낸다. 전기차로부터 받은 충전정보가 식 (5)에서 구한 이익(profit)값을 가지고 있다면, 에지 클라우드는 해당 이익이 큰 값인지 작은 값인지 다른 충전기로부터 온 충전정보들의 이익과 비교한다. 해당 충전정보의 이익이 더 크다면, 충전정보가 지닌 가중치를 저장하려는 에지클라우드의 현재 수용 가능한 용량과 비교한다. 만약 에지 클라우드의 현재 수용 가능한 용량이 크다면, 충전정보는 에지 클라우드에 저장이 된다. 그러나 충전정보의 가중치가 현재 수용 가능한 에지클라우드의 수용량 보다 크다면 해당 충전정보는 수용 가능한 다른 에지클라우드를 찾는다. 본 알고리즘은 각각의 충전기들이 지닌 충전정보들을 수용가능한 에지클라우드를 찾을 때까지 진행되며 모든 충전기들에서 발생한 충전정보들이 적합한 수용량을 지닌 에지클라우드를 찾으면 종료된다. 수식관련 사항은 표 1 변수 정의 부분을 참고한다.

## 4. 성능평가

### 4.1 시스템 환경 구성

제안하는 기법에 대한 성능평가의 경우 분산 클라우드 환경에서 다중 선택 배낭 문제 알고리즘을 기반으로 정보 전송 지연 시간, 처리량에 대한 성능평가를 진행하였다.

표 2에 나타낸 바와 같이 IBM Bluemix를 통해서 코어 및 에지 클라우드 환경을 구성하였다. 에지 간에도 서로 남아있는 리소스를 확인하기 위하여 통신을 할 수 있게 설정하였다. 이동형 충전기 및 RFID 테이터의 경우, 실제 이동형 충전기 테이터를 참조하여, 난수발생으로 구축한 테이터셋을 활용하였다. 분산 클라우드 환경을 통해 이동형 충전기가 에지 클라우드를 통해 충전정보인 RFID 태그번호와 이동형 충전기 고유 번호를 저장할 때의 네트워크 과부하를 평가하였다.

에지 클라우드를 통해, RFID 태그번호를 이동형 충전기가 전송할 때에, 우선적으로 거리가 가까운 에지 클라우드에 저장을 한다. 그러나 가까운 에지 클라우드의 수

표 2 시스템 구축 환경  
Table 2 System Environment

| Node Name                 | Description   | Operating System                   |
|---------------------------|---------------|------------------------------------|
| core cloud                | IBM cloud     | Ubuntu 14.04                       |
| edge cloud                | IBM cloud     | Ubuntu 14.04                       |
| RFID tag / charger number | maximum 10    | uniform random variable generation |
| mobile charger            | 10 by dataset | uniform random variable generation |

용량이 이동형 충전기가 지닌 RFID 태그 리소스보다 많은 경우, 최적의 거리에 있는 에지 클라우드에 이를 저장하기 위해 다중 선택 배낭 이론을 에지 상에 적용하여 평가를 진행하였다.

4.2 성능평가 결과

본 연구 성능평가의 경우, 분산 클라우드 환경에서 다중 선택 배낭 이론을 적용한 경우와 적용하지 않은 경우의 지연 시간 및 처리량을 비교하는 실험을 진행하였다.

그림 3은 분산 클라우드 환경에서 다중 선택 배낭 이론을 적용한 경우와 적용하지 않은 경우의 전송 지연 시간을 비교한 그래프로 단위는 밀리초이며, 총 100회의 시뮬레이션 수행에 따른 평균 값에 대한 결과이다. x축은 이동형 충전기 수를 의미하며, 1에서부터 10까지 충전정보를 지닌 이동형 충전기 개수의 누적에 따른 지연 시간 비교 결과이다. 다중 선택 배낭 이론을 적용한 경우, 통신 및 계산 지연 수식을 통해 구한 각 충전기의 충전정보 별 이익을 고려하기 때문에, Dynamic Data Selection이 가능하게 되고, 이를 통해 에지 클라우드에 충전정보를 전송할 때의 지연시간을 줄일 수 있게 된다.

그림 4는 분산 클라우드 환경에서 다중 선택 배낭 이론을 적용하지 않은 경우와 해당 알고리즘을 적용한 경우 에지 클라우드 상에서 충전정보 처리량을 나타낸 그래프로, 단위는 bit/sec이다. 그림 4의 결과를 바탕으로 에지 클라우드 상에 다중 선택 배낭 이론 알고리즘을

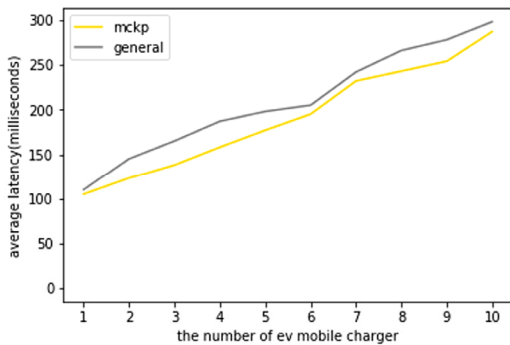


그림 3 지연시간 비교 그래프  
Fig. 3 Latency Graph

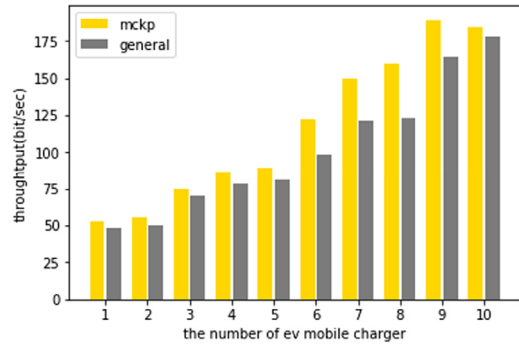


그림 4 처리량 비교 그래프  
Fig. 4 Throughput Graph

적용하는 것이 적용하지 않은 경우 보다 처리량이 높다는 것을 알 수 있다.

그림 3의 전송지연 측정 결과와 그림 4의 처리량 결과를 통하여 동일한 분산 클라우드 환경에서 제안하는 알고리즘을 적용했을 경우, 네트워크 과부하를 감소하는 결과를 가져온다는 것을 알 수 있다.

5. 결론 및 향후 연구

본 논문은 전기차의 수가 급증함에 따라 야기되는 충전기 운영사업자의 충전정보 관리 관련 네트워크 부하 분산과 서비스 전송 지연 시간 해결을 위해 다중 선택 배낭 이론을 정교할 방안을 제안하였다. 분산 클라우드 환경을 도입함에 따라 운영사업자의 코어에서 관리해야 될 전기차 및 충전 관련 정보의 수가 급감하게 된다. 또한 분산 클라우드 환경을 통해 충전정보가 코어로만 집중될 때에 비해 정보 전송 실패율이 하락하였다는 것을 알 수 있었다. 더불어 다중 선택 배낭 이론을 통해 충전을 완료한 전기차가 여러 에지 클라우드들의 중간점에 있는 경우, 할당 가능한 수용량이 남은 에지 클라우드를 찾아 충전정보를 전송할 수 있도록 하였다. 이를 통해 충전정보 지연 시간이 감축될 수 있다는 것을 알 수 있었다. 그러나 본 논문의 경우, 국내 전기차 충전시장에서 데이터를 전송할 시 RFID 태그번호가 암호화되는 과정을 고려하지 않고 진행하였다는 한계가 존재한다. 또한 시뮬레이션 및 난수 생성 데이터 셋을 통해 실험이 진행되었다는 부분에서 실제 전기차 이동형 충전기 운영사업자들이 운영하는 서버 및 데이터 관리 방안과는 다를 수 있다는 한계가 존재한다.

향후 실제 환경과 유사한 분산 클라우드 환경을 구성하여 본 논문의 제안사항을 기반으로 스마트그리드 전력 수요관리 시장의 전력 거래 및 공급 과정에서 전기를 이용한 효율적인 전력 자원 할당 및 거래 방안에 대한 연구를 진행하고자 한다.

## References

- [1] Bloomer NEF, 2018 "Energy Outlook 2018" [Online]. Available: <https://bnef.turtl.co/story/neo2018?teaser=true> (downloaded 2018. Nov. 20)
- [2] H.C Kim, "Mobile Electric Vehicle Charger Propagation Example and Implications," JRI Policy Issue Brief, Vol.278, 2017. (in Korean)
- [3] H.G Lee, D.W Kim, and S.S Kang, "The Status of Standardization of EV Charging Infrastructure," *Auto Journal*, Vol. 35, No. 12, pp. 63-67, 2013 (in Korean)
- [4] Nam Ho Kim, Sun Moo Kang, Choong Seon Hong, "Mobile charger billing system using lightweighth Blockchain," *19th Asia-Pacific Network Operations and Management Symposium (APNOMS)*, Nov. 2017.
- [5] Y.K Kim, D.Y Son, J.Y Byun, and E.N Huh, "Study on Cloud Gradual Decentralization Model for Distributed Cloud Environment," *Korean Institute Information Scientists and Engineering 2017*, pp. 1181-1183, 2017. (in Korean)
- [6] Patricia Takako Endo et al., "Resource allocation for distributed cloud concepts and research challenges," *IEEE Network*, pp. 42-46, 2011.
- [7] Jamuna S. Murthy, "EdgeCloud: A Distributed Management System for Resource Continuity in Edge to Cloud Computing Environment," *The Rise of Fog Computing in the Digital Era*, pp. 21, 2019.
- [8] Prabhakant Sinha and Andris A. Zoltners, "The Multiple-Choice Knapsack Problem," *Operations Research*, Vol. 27, No. 3, pp. 503-515, 1979.
- [9] Minkyung Lee, Choong Seon Hong, "Efficient Slice Allocation for Novel 5G Services," *2018 Tenth International Conference on Ubiquitous and Future Networks (ICUFN)*, Jul. 2018.
- [10] Ji Li, Hui Gao, Tiejun Lv, and Yueming Lu, "Deep reinforcement learning based computation offloading and resource allocation for MEC," *2018 IEEE Wireless Communications and Networking Conference (WCNC)*, 11, Jun. 2018.



홍 충 선

1983년 경희대학교 전자공학과(공학사)  
 1985년 경희대학교 전자공학과(공학석사)  
 1997년 Keio University, Department of Information and Computer Science (공학박사). 1988년~1999년 한국통신통신망연구소 수석연구원/네트워킹 연구실장. 1999년~현재 경희대학교 컴퓨터공학과 교수. 관심분야는 인터넷 서비스 및 망 관리구조, 미래인터넷, IP mobility, Sensor Networks, Network Security



이 민 경

2017년 2월 아주대학교 영어영문학과(학사). 2019년 2월 경희대학교 컴퓨터공학과(공학석사). 2019년 3월~현재 경희대학교 컴퓨터공학과 박사과정. 관심분야는 Deep Learning, UAV, Mobile Edge Computing