

# 인공지능과 블록체인 기술을 이용한 전기차 충전 시스템 설계

강명조\*, 김미희\*

\*한경대학교 컴퓨터응용수학부

email:{rkdaudwh13, mhkim}@hknu.ac.kr

## Design of Electric Vehicle Charging System Using AI and Blockchain

Myung-Joe Kang\*, Mi-Hui Kim\*

\*School of Computer Engineering & Applied Mathematics,  
Hankyong University

### 요 약

최근 환경문제에 관한 관심이 높아짐에 따라 전기차 시스템에 관한 연구개발도 활발히 진행되고 있다. 이에, 본 논문에서는 충전 가능성 예측을 위한 인공지능 기술과 학습 데이터의 무결성 보장, 데이터 속 개인정보 보호를 위한 블록체인 기술을 활용한 스마트 계약 중심의 효율적인 전기차 충전 시스템을 설계한다. 또한, 시스템 구현을 위한 충전 시스템의 충전 전, 충전 중, 충전 후로 나누어 제안하고, 충전소 선택 과정을 그림으로 보이며 실제 구현에 필요한 내용을 구성요소별로 제시한다.

### 1. 서론

최근 지구온난화를 비롯한 환경오염 이슈의 관심이 높아짐에 따라 세계 각국에서 대기오염의 큰 부분을 차지하고 있는 자동차들에 대한 이산화탄소 배출량 규제를 강화하고 있다[1]. 우리나라는 2025년까지 1180만대의 전기차 추가 공급을 목표로 삼고 전기차 구매 지원금, 하이패스 요금 50% 감면 등 전기차 수요 증가에 필요한 제도를 지원하고 있으며, 신차 판매의 50% 이상은 친환경 차를 구매하도록 하는 제도를 조만간 도입해 탄소 배출 감소에 이바지한다[2]. 이러한 이유 등으로 인해 이산화탄소를 배출하지 않는 전기차의 시장 규모가 더욱 확대되고 있으며 세계의 자동차 회사들은 각국의 규제에 따라 내연기관 자동차의 개발을 멈추고, 대신 전기모터를 탑재한 전기차의 개발에 집중하고 있다[3].

다양한 지원 정책과 신기술을 탑재한 전기차 개발로 전기차의 수요는 매년 증가하는 추세이지만, 전기차의 보급과 함께 전기차 충전 관련 민원 수도 함께 증가했다. 또한, 전기차 구매를 망설이고 있는 사람들의 대다수는 충전소의 부족과 오랜 충전 시간을 이유로 들었다[4]. 즉, 전기차의 특성상 초고속 충전과 같은 기술이 개발되기 전까지 기름을 넣는 내연기관 자동차보다 충전 시간이 월등히 오래 걸리

고, 그마저도 충전소가 부족하여 대기시간이 있는 상황이다. 더욱이 앞으로 전기차의 수는 더욱 증가할 것이므로 새로운 충전소가 구축되더라도 늘어난 전기차의 충전 수요를 감당하기 힘들 것이다. 이를 해결하기 위해 현재 구축되어있는 충전소를 효율적으로 사용할 수 있는 시스템을 구축해야 한다.

본 논문에서는 인공지능과 블록체인 기술을 이용하여 스마트 계약을 중심으로 한 효율적인 전기차 충전 시스템을 설계한다. 또한, 시스템을 구현하기 위한 내용을 구성요소별로 제시해 실제 구현의 가능성을 보인다.

### 2. 배경 지식

본 장에서는 3장에서 설계한 시스템의 기반기술인 인공지능, 블록체인, 스마트 계약을 설명한다.

#### 2.1 인공지능

인공지능은 빅데이터 기술과 함께 4차 산업혁명을 주도하고 있는 신기술로 인간의 뇌에서 일어나는 학습, 추론, 지각 등의 작업을 컴퓨터 시스템에서 인공적으로 구현한 시스템을 말한다. 즉, 단순히 명령어로 이루어진 프로그램을 실행하거나 주어진 업무만 처리하는 컴퓨터가 아닌, 인간과 비슷한 지능을 갖추어 보다 복잡하고 정교한 작업을 수행하는 컴퓨

터 시스템을 말한다[5]. 인공지능은 인간의 뇌 속 신경망과 비슷한 구조로 시스템을 설계하는 연결주의에 기반을 두고 있으므로 인간과 비슷한 방식으로 데이터를 학습하여 인공지능 스스로 더욱 강력한 지능을 갖출 수 있다. 구체화 된 기술로 컴퓨터가 학습할 수 있도록 설계한 알고리즘과 기술을 머신러닝이라 하며, 인간의 뇌의 학습 과정과 비슷하게 설계된 머신러닝 알고리즘과 기술을 딥 러닝이라 한다. 머신러닝과 딥 러닝 외에도 인공지능은 자연어처리, 이미지 인식, 음성 인식, 인지 컴퓨팅 등 다양한 분야에서 활용되고 있으며 거의 모든 분야에서 이미 인간의 능력을 훨씬 뛰어넘은 성과를 내고 있다[6].

## 2.2 블록체인

블록체인[7]은 익명의 저자 Satoshi Nakamoto가 제안한 기술로 2009년 비트코인 백서를 통해 공개되었으며 중앙 서버의 통제 없이 P2P 기술을 이용해 구성된 분산 장부 저장 기술이다. 블록체인을 구성하고 있는 블록은 블록 헤더와 트랜잭션 집합으로 구성된다. 블록 헤더는 80bytes의 크기이며 이전 블록 해시, 머클 트리 해시, 타임스탬프, 채굴 난이도, 트랜잭션 수 등의 정보를 포함한다. 트랜잭션 집합은 블록의 본체 부분으로, 검증된 트랜잭션 집합을 포함하고 블록에 담을 수 있는 최대 트랜잭션 수는 블록체인 네트워크의 블록 크기와 트랜잭션의 크기에 따라 달라진다. 트랜잭션은 트랜잭션 발행자가 자신의 개인 키로 서명한 특정 데이터 집합을 뜻하며 블록체인 네트워크의 종류에 따라 달라진다. 예로 비트코인 네트워크에서 트랜잭션은 수신자의 공개키를 이용해 비트코인 소유 상태를 해쉬한 데이터 집합의 의미로 사용되고, 이더리움 네트워크에서 트랜잭션은 스마트 계약을 위한 데이터 집합, 가스, 송신자의 전자서명 등으로 구성된 데이터 집합의 의미로 사용된다.

블록체인의 유형은 크게 3가지로 퍼블릭 블록체인, 프라이빗 블록체인, 컨소시엄 블록체인으로 분류할 수 있다. 퍼블릭 블록체인은 블록체인에 담긴 모든 내용이 일반에 공개되고, 모두가 검증 및 합의에 참여할 수 있다. 프라이빗 블록체인은 퍼블릭 블록체인과 달리 중앙집중식 네트워크와 같이 하나의 조직 내에서 구성된 네트워크이기 때문에 허용된 노드(블록체인 네트워크 참여자)를 제외한 외부에서는 블록 데이터에 열람이 불가하며, 조직에서 지정한 노드만 검증 및 합의에 참여한다. 컨소시엄 블록체

인은 퍼블릭 블록체인과 프라이빗 블록체인의 중간 단계인 하이브리드 블록체인이라고 불리며, 데이터의 공개 여부를 결정할 수 있고 선택된 노드만 검증 및 합의 과정에 참여하는 게 특징이다[8].

## 2.3 스마트 계약

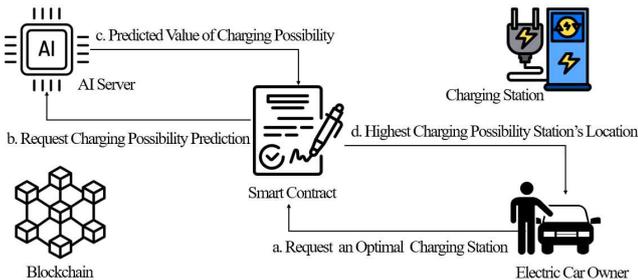
스마트 계약[9]은 1994년 Nick Szabo가 제안한 개념으로 ‘계약조건을 실행하는 컴퓨터화 된 거래 프로토콜’이라고 정의한다. 즉, 코드를 통해 계약에 필요한 내용을 자동으로 실행하도록 하는 전산화된 거래다. 하지만 스마트 계약은 제안 초기에 계약을 중개하는 제3의 신용기관이 없었기 때문에 위변조가 쉽고 계약의 신뢰성을 보장할 수 없는 문제점이 있어 잘 사용되지 않았다. 이후 탈중앙화를 통해 데이터의 무결성과 보안성을 보장할 수 있는 블록체인 기술이 제안됨에 따라 제3의 신용기관 없이 자유롭게 계약이 성립할 수 있게 되면서 일상으로 적용할 수 있게 되었다.

스마트 계약의 사용은 계약 당사자 사이의 계약 내용과 이행을 보장하고 제3의 신용기관의 필요성을 최소화하기 때문에 거래에서 발생하는 수수료나 기타 비용을 줄이며 기존에 사용하던 계약 방식보다 강력한 보안성을 제공할 수 있다. 또한, 블록체인 기술과 결합하여 특정 네트워크에서 전자화폐의 기능을 수행하는 암호화폐가 전자자산의 거래수단으로 활용될 경우 계약의 이행에 당사자의 개입 없이 자동으로 계약이 성사되어 효율적이고 단순한 거래 구조를 설계할 수 있다. 종합해보면, 스마트 계약은 블록체인 기술을 이용해 계약 당사자 사이에서 계약조건 만족 여부를 제3의 신용기관 없이 확인하고, 조건이 만족 되면 인간의 개입 없이 자동으로 체결되는 강력한 프로그램으로써 활용된다[10].

## 3. 제안 시스템

본 논문에서는 스마트 계약을 중심으로 인공지능 서버와 블록체인, 충전소, 전기차 오너를 결합하여 최적의 전기차 충전소 위치를 안내해주는 시스템을 설계한다. 스마트 계약은 충전 전, 충전 중, 충전 후와 같은 전기차 충전에 관한 모든 상황에 관여해 각 상황에 필요한 특정 조건을 만족할 경우 시스템의 많은 부분을 자동화하고, 이를 통해 중앙 서버 시스템으로 서비스를 운영하는 것에 비해 유지보수 비용을 절감할 수 있다. 인공지능 서버는 블록체인으로부터 충전과 관련된 데이터를 전달받아 예측 모델을

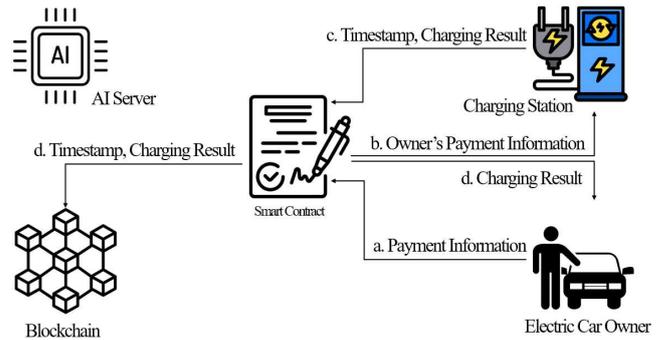
학습하고, 스마트 계약이 오너 위치를 기준으로 제공한 오너 주변 여러 충전소의 충전 가능성을 예측해 스마트 계약에 반환한다. 충전 가능성은 블록체인이 전달한 충전 데이터 중 충전 시간과 충전 시각, 충전기 종류 등의 데이터를 이용해 학습된 모델을 이용하여 예측한다. 이로써 전기차 오너는 최소의 대기시간으로 충전할 수 있는 최적의 전기차 충전소를 이용할 수 있다. 블록체인은 충전이 완료된 시점에 충전소가 스마트 계약에 전달한 충전 관련 데이터를 담고 있다. 블록체인에 데이터를 저장함으로써 예측 모델 학습에 필요한 데이터를 위변조로부터 보호하고 데이터 무결성을 보장하며 인공지능 학습 시에만 데이터를 제공하여 충전 데이터에 포함된 오너의 위치 정보, 시간 정보 등을 안전하게 유통할 수 있다. 블록체인의 노드는 각 지역의 지자체가 맡도록 하고 프라이빗 블록체인으로 구성하여 허가된 기관을 제외한 외부에서 데이터를 열람할 수 없도록 하며, 분산 네트워크의 블록체인 특성상 노드 일부분에 장애가 있어도 끊김 없는 서비스를 제공할 수 있다.



(그림 1) 전기차 충전 전 개요도.

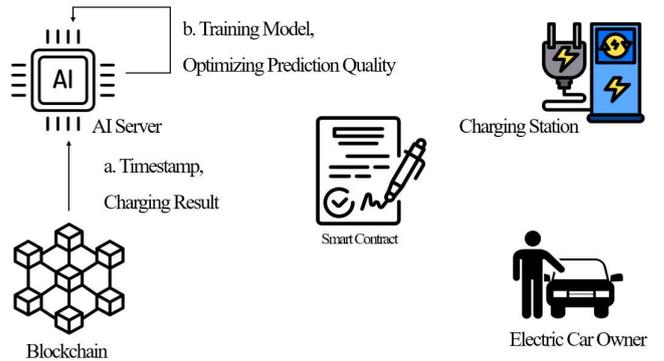
(그림 1)은 전기차 충전 전 시스템의 개요도다. 일의 순서는 알파벳 순서대로 진행되며 상호작용이 있는 엔티티는 전기차 오너와 스마트 계약, 인공지능 서버이다. 먼저 전기차 오너가 스마트 계약에 차를 충전하기 위한 충전소의 위치를 요청한다(그림 1. a). 요청을 받은 스마트 계약은 오너의 위치를 기준으로 가까운 충전소 몇 곳을 선정하여 인공지능에 충전소들의 충전 가능성 예측을 요청한다(그림 1. b). 인공지능 서버는 현재까지 학습된 모델을 이용해 스마트 계약이 제공한 충전소들의 충전 가능성을 예측해 반환한다(그림 1. c). 스마트 계약은 반환된 충전 가능성을 집계해 가능성이 가장 큰 충전소의 위치를 오너에게 전달한다(그림 1. d).

(그림 2)는 전기차 충전 중 시스템의 개요도다.



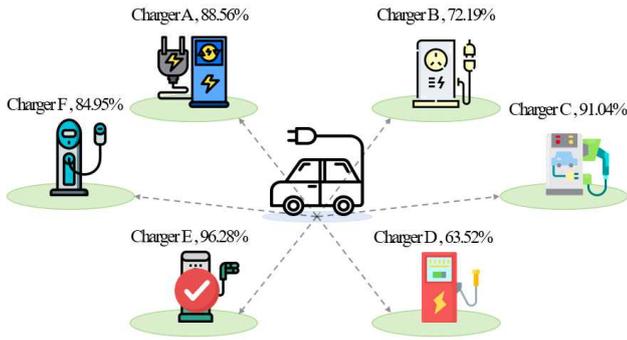
(그림 2) 전기차 충전 후 개요도.

일의 순서는 알파벳 순서대로 진행되며 상호작용이 있는 엔티티는 전기차 오너와 충전소, 스마트 계약, 블록체인이다. 먼저 전기차 오너가 충전을 위해 결제 정보를 스마트 계약에 전달한다(그림 2. a). 스마트 계약은 충전소로 오너의 결제 정보를 전달하고 충전소는 전기차 충전을 시작한다(그림 2. b). 충전이 완료되면 충전소는 충전 결과, 충전 시간 등 충전 관련 데이터를 스마트 계약에 전달한다(그림 2. c). 충전소로부터 데이터를 전달받은 스마트 계약은 블록에 해당 데이터를 담아 블록체인에 저장하고 충전 결과를 전기차 오너에게 전달한다(그림 2. d).



(그림 3) 전기차 충전 후 개요도.

(그림 3)은 전기차 충전 후 시스템의 개요도다. 일의 순서는 알파벳 순서대로 진행되며 상호작용이 있는 엔티티는 인공지능 서버와 블록체인이다. 모델의 학습과 최적화를 위해 블록체인에 저장되어있는 데이터 중 충전 시간, 충전소 위치, 충전 시각 등의 데이터를 인공지능의 학습 입력 값으로 넣어준다(그림 3. a). 해당 과정은 스마트 계약에 의해 자동으로 시행되지만, 직접적인 기여가 없어 그림 3에서 스마트 계약과 블록체인의 연결선은 생략했다. 인공지능 서버는 입력 값으로 들어온 충전 데이터를 모델 학습에 이용하여 충전 가능성 예측의 질을 높이고, 모델을 최적화해 더욱 정확한 결과가 나올 수 있도록 한다(그림 3. b).



(그림 4) 최적 충전소 선택 과정.

(그림 4)는 스마트 계약이 전기차 오너에게 추천할 충전소를 선택하는 시점에 인공지능 서버로부터 전달받은 충전 가능성 지표를 이용해 추천할 충전소를 선택하는 과정을 그림으로 나타낸 것이다. 그림에 나타난 Charger A ~ Charger E는 전기차 오너 주변에 있는 6개의 충전소를 의미하며, 각 충전소 옆에 있는 지표는 인공지능이 예측한 충전 가능성을 뜻한다. 기본적으로 스마트 계약은 충전 가능성이 가장 큰 충전소를 추천한다. 예를 들어 그림 4에서는 Charger E가 96.28%로 가장 큰 충전 가능성이 도출되었기 때문에 오너에게 Charger E를 추천한다. 혹여나 2개 이상 충전소의 충전 가능성 지표가 같을 경우, 스마트 계약은 오너로부터 가까운 충전소를 추천한다.

#### 4. 결론 및 향후 방향

앞으로 환경문제의 해결을 위해 전기차의 보급은 더욱 가속화될 것이고 그에 따른 전기차 충전 관련 문제도 함께 증가할 것이다. 본 논문에서는 인공지능과 블록체인 기술을 이용해 전기차 오너에게 최적의 전기차 충전소를 추천하는 시스템을 설계했다. 이를 통해 한정된 충전소를 최대한 효율적으로 사용하여 전기차 충전의 다양한 불편함을 해소하고 전기차 충전이 불편하다는 인식을 개선할 수 있도록 한다.

본 논문에서 설계한 시스템을 효과적으로 운영하려면 몇 가지 조건이 충족되어야 한다. 환경부에서 발표한 자료에 따르면 2020년 기준 전기차 충전소를 운영하는 사업자는 28여 곳이다[11]. 인공지능의 충전 가능성 예측 질을 높이기 위해서는 충전 관련 빅데이터가 필요한데, 이를 위해 28여 곳의 충전소 사업장에서 충전 데이터를 공유해주어야 하며 전기차 오너가 충전 시스템 최적화를 위한 충전 데이터 관련 개인정보공개 항목에 동의해야 한다. 또한, 인공

능이 전국 충전소 데이터를 이용해 학습할 때 학습에 걸리는 시간을 최소화하기 위한 컴퓨팅 파워가 필요하다. 추가로 경찰청에서 제공하는 실시간 도로 교통량 데이터나 도로에 있는 센서로부터 측정된 날씨 데이터 등을 인공지능의 입력 데이터로 이용해 예측의 신뢰성을 더할 수 있다. 향후 연구에서는 스마트 계약이 인공지능에 충전 가능성 예측을 요청할 충전소의 개수, 사용할 인공지능 모델의 유형, 인공지능 서버의 구성, 결제 시스템 구축, 프라이빗 블록체인 구현 언어 등의 내용도 함께 정의되어야 한다.

#### 6. Acknowledgement

이 논문은 2018년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No.2018R1A2B6009620), 교신저자 김미희.

#### 참고문헌

- [1] 광재진, 김성수, “국내 전기차 수요 분석 및 예측”, 한국 SCM 학회지, 20(1), 24-35, 2020.
- [2] 환경부, “제4차 친환경 자동차 기본계획”, 2021.
- [3] 정안자, 정동균, 이춘수. “현대차 글로벌 경쟁력 강화 전략에 관한 연구 - 수소전기차 개발 및 내부 조직개혁 중심으로”, 통상정보연구, 21(4), 151-170, 2019.
- [4] 국민권익위원회 “전기, 수소차 관련 불편사항 민원 빅데이터를 통해 관계기관과 함께 개선한다”, 2021.
- [5] Artificial intelligence, Wikipedia  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Artificial\\_intelligence](https://en.wikipedia.org/wiki/Artificial_intelligence)
- [6] 창조경제연구회, “인공지능과 4차 산업혁명”, 포럼보고서, 1-182, 2016.
- [7] Nakamoto Satoshi, “Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System,” 2009.
- [8] 권영식, “블록체인 기반 공급사슬관리 서비스 도입의 결정요인 연구: TOE(Technology-Organization-Environment) 프레임워크를 중심으로”, 국민대학교, 1-80, 2021.
- [9] Szabo, Nick. “Smart Contracts in Essays on Smart Contracts,” Commercial Controls and Security, 1994.
- [10] 김동민, “블록체인 기술을 이용한 스마트계약의 구조와 그 특징에 관한 소고”, 비교사법, 28(3), 75-112, 2021.
- [11] 송태곤, “한국경제 2020.12.2. 일자 보도에 대한 해명”, 환경부, 2020.