

모바일 엣지 컴퓨팅 환경에서 주차장 정보의 활용 범위를 반영한 협력적 주차장 할당 시스템

이경민, 이미정*
이화여자대학교

jully0425@ewhain.net, *lmj@ewha.ac.kr

The Cooperative Parking Lot Allocation System Reflecting the Scope of Parking Lot Information Utilization in the MEC Environment

Lee Kyoung Min, Lee Mee Jeong*
Ewha Womans Univ.

요 약

운전자는 보통 목적지와 가까운 곳에 위치한 주차장을 선택하므로, 주차장 할당 시스템에서 각 주차장의 정보는 지역적으로 활용된다는 점을 고려해야 한다. 또한 목적지의 위치에 따라 목적지 주변 구역이 여러 지역에 걸쳐 있는 경우도 고려해야 한다. 본 논문은 클라우드 대신 각 지역에 설치된 MEC(Mobile Edge Computing)를 기반으로 하는 주차장 할당 시스템의 구조와 이 구조에서 효과적인 주차장 할당을 위해 MEC 서버들이 서로 협력하여 주차장을 할당하는 과정을 제안하였다.

I. 서 론

스마트 시티에서의 주차장 할당 시스템은 주차장에 설치된 센서를 통해 빈 주차 공간에 대한 실시간 정보를 수집한다. 그리고 주차장 할당을 원하는 차량으로부터 할당에 필요한 정보를 수집한다. 주차장 할당 시스템은 이러한 정보들을 활용하여 차량이 목적지에 도착하기 전에 운전자에게 가장 적합한 주차장을 할당한다. 이를 통해 운전자는 빈 주차 공간을 찾기 위한 주행 시간을 줄일 수 있으며, 환경 오염을 방지할 수 있다.[1]

주차장 할당 시스템의 구조 중 하나는 클라우드에서 주차장을 할당하는 것이다. MAPark, ASPIRE 등의 주차장 할당 시스템에서 이와 같은 구조를 사용한다.[2-3] 클라우드는 모든 주차장의 정보를 저장하고 있고, 차량의 주차장 할당 요청도 클라우드가 받아서 처리한다. 모든 정보를 다 고려할 수 있으므로 운전자에게 가장 적합한 주차장을 할당할 수 있지만, 네트워크 트래픽 오버헤드가 크기 때문에 이를 줄일 필요가 있다. 주차장 할당 시스템의 또 다른 구조는 차량의 목적지와 가장 가까운 한 개의 RSU(Road Side Unit)가 주차장을 할당하는 것이다.[4] 각 RSU는 담당 구역 내에 있는 모든 주차장의 데이터를 저장하고 있고, 클라우드는 RSU들의 위치 정보를 저장하고 있다. 차량은 현재 위치에서 가장 가까운 RSU로 주차장 할당 요청을 전송하는데, 이를 받은 차량의 현재 RSU가 차량의 목적지와 가장 가까운 RSU가 아니라면, 클라우드를 통해 차량의 목적지 근처 RSU로 차량의 주차장 할당 요청을 전달한다. 이 구조는 상황에 따라 클라우드를 활용한다. 그리고 주차장을 할당할 때는 목적지를 기준으로 운전자가 설정한 최대 반경 이내의 구역인

주차장 검색 구역에 속하는 주차장을 모두 고려해야 하는데, 이 구조는 하나의 RSU가 할당하기 때문에 [그림 2]와 같이 주차장 검색 구역이 여러 지역에 걸쳐 있는 경우 운전자에게 가장 적합한 주차장이 있는 구역이 고려되지 않을 수 있다.

본 논문에서는 시스템의 네트워크 트래픽 오버헤드를 줄이고 주차장 할당 시에는 목적지 주변의 주차장 정보만을 고려한다는 점을 반영하기 위해, 클라우드를 포함하지 않은 모바일 엣지 컴퓨팅 기반의 주차 할당 시스템을 제안한다. 또한 운전자에게 적합한 주차장이 있을 가능성이 높은 구역을 모두 고려하기 위해, 주차장 할당 과정에서 MEC 서버들 사이의 협력 방안을 제안한다.

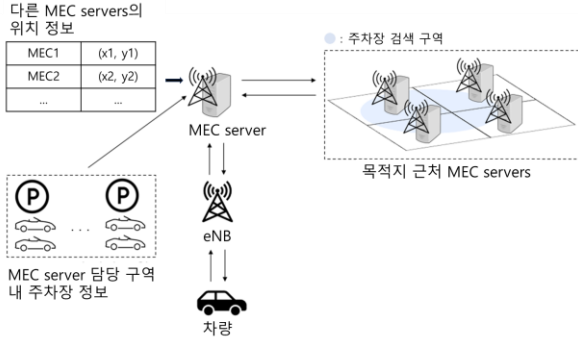
2 장에서는 제안하는 방안의 구조 및 작동 방식에 대해서 설명하고, 3 장으로 결론을 맺는다.

II. 모바일 엣지 컴퓨팅 기반의 주차장 할당 시스템

제안하는 모바일 엣지 컴퓨팅 환경에서의 주차장 할당 시스템은 [그림 1]과 같이 차량, eNB(eNodeB), MEC server로 구성되어 있다.

차량은 GPS(Global Positioning System)를 사용하여 현재 위치를 수집한다. 그리고 운전자로부터 주차장에 대한 신호 정보와 각 정보에 대한 신호도 가중치 값, 목적지 위치를 수집한다. 주차장에 대한 신호 정보에는 주차장과 목적지 사이의 최대 거리 등이 포함된다. 각 MEC 서버는 각자의 담당 구역 내에 있는 모든 주차장으로부터 수집한 실시간 주차장 정보와 다른 MEC 서버들의 위치 정보를 저장하고 있다. 제안 방안에서는 MEC 서버가 eNB에 위치할 수 있다는 특징을 반영하여,

하나의 eNB 에 하나의 MEC 서버가 연결되어 있다고 가정하였다.[5] 그리고 MEC 서버는 역할에 따라 두 가지로 분류된다. 여기에는 차량의 현재 위치를 담당하는 현재 MEC server 와 차량의 목적지 기준 주차장 검색 구역을 담당하는 목적지 MEC servers 가 있다.



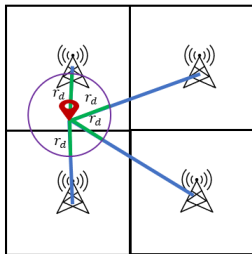
[그림 1] 모바일 엣지 컴퓨팅 환경에서의 주차장 할당 시스템 구조

차량은 LTE 를 사용하여, 현재 연결된 eNB 를 통해 차량의 현재 MEC 서버로 주차장 할당 요청을 전송한다. 이때, 운전자의 주차장 선호 정보, 차량의 현재 위치, 목적지 위치를 주차장 할당 요청에 포함한다.

차량의 주차장 할당 요청을 받은 현재 MEC 서버는 해당 요청에 포함된 목적지 정보와 주차장과 목적지 사이의 거리 정보를 통해 주차장 검색 구역을 설정한다. 그리고 현재 MEC 서버는 저장하고 있는 다른 MEC 서버들의 위치 정보를 활용하여, 주차장 검색 구역을 담당하는 MEC 서버들을 확인한다. 이 서버들은 목적지 MEC servers 이다. 이 과정은 식 (1)과 [그림 2]를 통해 나타난다.

$$\sqrt{(x_m - x_d)^2 + (y_m - y_d)^2} - r_d \leq r_m \quad (1)$$

- 📍: 차량의 목적지
- : 주차장 검색 구역
- : 운전자가 허용한 목적지에서 주차장까지의 최대 허용 거리 (r_d)
- : MEC 서버에서 주차장 검색 구역까지의 거리



[그림 2] 목적지 MEC servers 선택 과정

x_m 과 y_m 은 MEC 서버의 위치, x_d 과 y_d 는 차량 목적지의 위치로, 이를 통해 각 MEC 서버와 차량의 목적지 사이의 거리를 계산한다. 여기에서 운전자가 설정한 목적지에서 주차장까지의 최대 허용 거리인 r_d 를 뺀 결과는 [그림 2]에서 파란색 선 부분에 해당한다. 이 선이 각 MEC 서버가 담당하는 구역의 반경인 r_m 보다 짧은 경우, 해당 MEC 서버는 차량의 주차장 검색 구역을 담당하고 있다. 그러므로 식 (1)을 사용하여 목적지 MEC servers 를 선택한다. 그리고 현재 MEC server 는 이와 같은 방법으로 선택한 목적지 MEC servers 로 차량의 주차장 할당 요청을 전송한다.

각 목적지 MEC servers 에서는 현재 MEC server 로부터 차량의 주차장 할당 요청을 받은 후, 해당 요청에 포함된 주차장에 대한 운전자의 선호 정보와 각 선호 정보에 대한

가중치 값을 활용하여 운전자에게 가장 적합한 주차장 한 곳을 선정한다. 그리고 선정된 주차장에 대한 정보를 현재 MEC server 에 전송한다.

현재 MEC server 는 각 목적지 MEC servers 가 선정된 주차장 정보를 일정 시간 동안 수집한다. 모든 목적지 MEC servers 로부터 주차장 정보를 받았거나, 설정한 시간이 지난 경우, 현재 MEC server 는 목적지 MEC servers 가 선정된 주차장 중 운전자에게 가장 적합한 주차장 한 곳을 선택한다. 그리고 이 주차장에 대한 정보를 차량에게 제공한다.

차량은 현재 MEC server 가 선정된 주차장 정보를 받은 후, 운전자에게 해당 주차장에 주차할 것인지 확인을 받는다. 운전자가 해당 주차장을 선택한 경우, 차량은 현재 MEC server 로 주차장 예약에 필요한 정보를 전송한다.

차량의 주차장 예약 정보를 받은 현재 MEC server 는 이 정보를 해당 주차장 정보를 저장하고 있는 목적지 MEC server 로 전송한다. 이때, 현재 MEC server 는 주차장 예약 정보에 포함된 선택된 주차장의 위치 정보와, 기존에 저장하고 있던 다른 MEC 서버들의 위치 정보를 활용한다.

목적지 MEC server 에서는 차량의 주차장 예약 정보를 받은 경우, 해당 차량에 대한 주차장을 예약하여 주차장 할당을 완료한다.

III. 결론

본 논문에서는 각 주차장의 정보는 해당 주차장과 가까운 장소를 목적지로 하는 차량이 주차장 할당 요청을 했을 때만 활용된다는 점을 반영하여, MEC 기반의 주차장 할당 시스템을 제안하였다. 이를 통해 주차장 할당 과정에서의 네트워크 트래픽 오버헤드를 줄이고자 하였다. 또한 주차장 할당 과정에서 MEC 서버들 사이의 협력을 통해, 주차장 검색 구역 내에 해당하는 모든 주차장을 고려하고자 하였다.

참고 문헌

- [1] 장재민 and 김태형, "불법주정차의 사회적 비용에 기반한 주차정책방향에 대한 연구" 교통연구 24, no.3 (2017) : 45-59. doi: 10.34143/jtr.2017.24.3.45
- [2] S. R. Rizvi, S. Zehra and S. Olariu, "MAPark: A Multi-Agent Auction-Based Parking System in Internet of Things," in IEEE Intelligent Transportation Systems Magazine, vol. 13, no. 4, pp. 104-115, winter 2021, doi: 10.1109/MITS.2019.2953524.
- [3] S. R. Rizvi, S. Zehra and S. Olariu, "ASPIRE: An Agent-Oriented Smart Parking Recommendation System for Smart Cities," in IEEE Intelligent Transportation Systems Magazine, vol. 11, no. 4, pp. 48-61, winter 2019, doi: 10.1109/MITS.2018.2876569.
- [4] O. Tran Thi Kim, N. H. Tran, C. Pham, T. LeAnh, M. T. Thai and C. S. Hong, "Parking Assignment: Minimizing Parking Expenses and Balancing Parking Demand Among Multiple Parking Lots," in IEEE Transactions on Automation Science and Engineering, vol. 17, no. 3, pp. 1320-1331, July 2020, doi: 10.1109/TASE.2019.2948200.
- [5] 김상기 and 박종대, "5G 를 위한 MEC 기술동향," 한국전자통신연구원, 2016.