

# 차량 네트워크에서 차량 클라우드의 이탈 멤버 사전 교체를 활용한 최적의 차량 클라우드 유지 프로토콜

허송무, 박태현, 남영주, 최현석, 이의신  
충북대학교

{kmo2578, helico701}@naver.com, {imnyj, hschoi, eslee}@cbnu.ac.kr

## The optimal vehicular cloud retention protocol using the proactive replacement of the leaving member in Vehicular Networks

Songmu Heo, Taehyun Park, Youngju Nam, Hyunseok Choi, Euisin Lee  
Chungbuk Univ.

### 요 약

본 논문은 차량 네트워크에서 통신 범위 내의 차량에 대한 정보를 알고 있는 Roadside unit 을 활용하여 차량 클라우드 멤버의 이탈 발생 전에 다른 차량들의 연결성 등의 정보를 토대로 미리 멤버를 교체하여 차량 클라우드를 유지하는 방안을 제시한다. 최근 사용자가 요구하는 데이터의 급격한 증가로 인하여 기지국이 부담해야 할 트래픽이 거대해지고 있다. 따라서, 주변에 있는 차량을 이용하여 클라우드를 생성하는 방안으로 기지국의 부담을 완화시키는 연구가 진행 중이다. 본 논문에서는 클라우드가 붕괴되는 상황을 예측하여 기지국의 통신 범위에 있는 후보들을 이용하여 클라우드가 붕괴되기 전에 미리 재구성함으로써 클라우드를 유지하는 방안을 제시한다. 시뮬레이션은 NS-3 로 진행되었으며 성능 결과에서 기지국이 감당하는 패킷 수가 현저히 감소하였다.

### I. 서 론

최근 데이터 크기와 요청의 급격한 상승으로 인하여 기지국이 부담해야 할 트래픽이 매우 거대해졌다. Cisco Virtual Network Index[1]에 따르면, 데이터 트래픽은 2016 년부터 2021 년까지 7 배가 증가하였다. 계속되는 요구 트래픽의 증가로 인하여 요청 트래픽의 크기가 기지국의 수용 범위를 초과하게 되면 사용자가 서비스를 제공받는 데에 있어서 매우 긴 지연 시간이나 서비스 중단을 경험하게 된다. 더욱이, 차량 네트워크에 있어서 차량의 빠른 이동성 및 잦은 핸드오버로 인하여 해당 문제점은 더욱 심해지게 된다.

그러므로, Road Side Unit(RSU)를 이용하여 차량에게 더 안정적이며 빠른 서비스를 제공하기 위해 많은 연구가 진행되어 왔다[2]. 차량은 콘텐츠 뿐만 아니라 연산 능력, 또는 통신 등의 리소스를 RSU로부터 제공받을 수 있다. 차량들은 셀룰러보다 가까운 RSU로부터 보다 나은 품질로 리소스를 제공받을 수 있다. 하지만, RSU 또한 범위 내의 모든 차량에게 리소스를 서비스하기에는 부담이 크며 RSU의 범위 밖으로 이동하는 차량에게 서비스를 할 수 없다는 단점이 있다.

이러한 이유로, 리소스가 남아 있는 주변의 차량을 이용하여 차량 클라우드를 만들어 리소스를 제공받는 방안이 연구되고 있다[3, 4]. 차량 클라우드의 생성은 요청 차량으로 인하여 발생되며 요청 리소스를 충족시키는 동안

차량 클라우드는 유지된다. 만약, 차량 클라우드 멤버의 연결 해제로 인하여 차량 클라우드의 제공 리소스가 충분하지 않는 경우, 차량 클라우드는 붕괴되며 요청 차량은 다시 주위 차량들에게 요청을 하여 차량 클라우드를 생성한다. 차량 클라우드를 매번 다시 만드는 과정은 매우 많은 패킷 수를 소모하며 제공 받지 못하는 시간 또한 증가한다. 그리고, 차량 클라우드를 재생성하기 위한 후보로서 차량 클라우드가 붕괴된 시간에 바로 주위에 있는 차량 밖에 사용을 할 수가 없다.

따라서, 본 논문에서는 RSU를 이용하여 범위 내에 있는 차량들의 정보를 기반으로 차량 클라우드의 붕괴가 발생하기 전에 교체를 실행하여 차량 클라우드를 유지하는 방안을 제시한다. 가장 최적화된 교체 시기에 있어서 세 가지 방안을 제시하고 있으며 각 방안에 따른 차량 클라우드 재생성 빈도로 인한 성능 평가를 실행하였다.

### II. 본론

본 논문은 교차로 상황에서의 효율적인 차량 클라우드 재구성을 통한 차량 클라우드 유지 방안을 제시한다. 차량 클라우드 재구성에 있어 차량 클라우드의 멤버 교체에 대한 방안에는 Reactive 방식과 Proactive 방식이 있다. Reactive 방식은 V2V 통신을 이용하여 차량 클라우드 멤버가 탈퇴하여 차량 클라우드가 깨지게 되는 순간에

탈퇴하는 멤버를 즉시 교체하는 방안이다. Proactive 방식은 V2I 와 V2V 를 이용하여 RSU 를 이용해 차량 클라우드가 깨지기 전에 RSU 를 이용하여 더 넓은 범위의 교체 후보를 파악하여 차량 클라우드가 깨지기 전에 차량 클라우드 멤버의 전체를 한 번에 교체해준다. RSU의 넓은 통신 범위와 한번에 교체를 하기 때문에 트래픽이 덜 발생한다는 장점 때문에 Proactive 방식이 효율 측면에서 더 우수하다. 따라서, 본 논문에서는 Proactive 방식을 이용하여 교차로 상황에서의 차량 클라우드 를 재구성한다.

본 논문은 차량 클라우드 재구성에 있어서 세 가지 시점을 제시한다. 차량 클라우드 형성 이후 차량 클라우드 멤버가 차량 클라우드를 탈퇴하기까지의 시간을 연결 시간이라고 한다. 첫 번째 시점은 차량 클라우드 멤버 중 연결 시간이 가장 짧아 차량 클라우드 형성 이후 차량 클라우드 멤버의 이탈이 가장 먼저 발생하는 시점이다. 즉, 차량 클라우드 형성 이후 차량 클라우드가 깨지는 시점이다. 이 시점을 ‘min’ 이라고 한다. 해당 시점은 멤버의 이탈이 발생하기 전에 교체를 진행한다. 두 번째 시점은 차량 클라우드 멤버 중 RSU 가 차량 클라우드의 붕괴를 방지하기 위해 교체를 실행할 수 있는 범위 내에서 가장 마지막 시점에 이탈하는 멤버가 발생하는 시점이다. 이 시점을 ‘max’ 이라고 한다. 해당 시점은 ‘min’ 시점에 차량 클라우드의 붕괴가 발생하며 붕괴로 인하여 추가적인 요구 리소스가 발생하게 된다. 따라서, ‘max’ 시점에서 기존 요구 리소스보다 큰 량의 교체 요구 리소스를 가지게 된다. 마지막 시점은 ‘min’ 시점과 ‘max’ 시점의 평균 시점이다. 이 시점을 ‘avg’이라고 한다. 해당 시점 또한 ‘min’ 시점에 차량 클라우드의 붕괴가 발생하여 추가적인 요구 리소스가 발생하지만, ‘max’보다 빠른 시점에 교체가 발생하기 때문에, ‘max’ 시점에 교체하는 방안보다 적은 량을 추가 요구하게 된다. 본 논문에서는 이 세가지 시점에서 어느 시점에서 클라우드를 재구성하는 것이 효율적인지 분석하고 비교한다.

본 논문의 세 방안에 대한 비교는 NS3 를 기반으로 수행되었으며 통신 모듈은 NS3에 기본으로 내제되어 있는 802.11p 인 WAVE 를 사용하였다[5]. 차량 클라우드의 형성 이래로 멤버들의 이탈 정보를 요구 차량이 받게 되며, 요구 차량은 해당 이탈 정보를 바탕으로 RSU 에게 교체 멤버를 요구한다. RSU 는 이탈 정보를 받게 되면, 범위 내의 차량들의 위치 및 속도, 경로 정보를 사용하여 각 시점을 기반으로 한 방안들에 따라 교체 방식을 선택한다. 교체할 후보들을 계산을 통하여 선택한 RSU 는 교체 가능 멤버를 요구 차량에게 전달하며, 교체되는 리소스가 이탈되는 리소스보다 작은 경우, 차량 클라우드는 유지될 수 없기 때문에, 재생성 실패로 정의한다. 그림 1 은 요구 차량이 요구한 리소스의 크기에 따른 차량 클라우드 재생성의 성공률을 나타낸 그래프이다. 전체적으로 모든 방안에서 요구 리소스가 증가할수록 교체에 대한 부담이 커지기 때문에, 재생성 성공률이 감소하게 된다. 차량 클라우드의 재생성 성공률 관점에서 보았을 때, ‘min’ 시점에서 교체가 발생하는 상황에서 요구되는 리소스보다 ‘max’ 시점에서 요구되는 리소스가 더 크기 때문에, 더 낮은 지표를 보인다. ‘min’ 시점으로부터 교체가 이루어지는 시점까지의 차량 클라우드의 부재로 인한 추가 리소스 발생이 해당 지표의 원인이다. ‘avg’의 경우, ‘max’보다 이른 시점에 교체가 이루어지게 되므로 더 적은 추가 요구 리소스가 발생하기 때문에, ‘max’보다 차량 클라우드 재생성 성공률이 향상되었다.

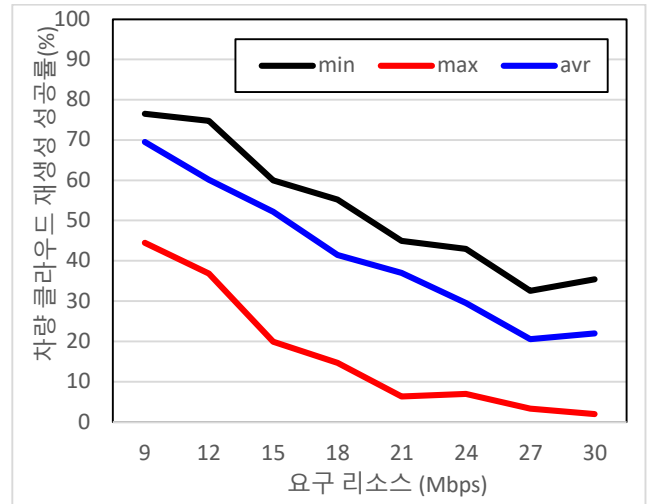


그림 1 요구리소스에 따른 차량 클라우드 재생성 성공률 그래프

### III. 결론

본 논문에서는 차량의 이동성 정보를 알고 있는 RSU 를 사용하여 범위 내에 있는 차량 클라우드의 유지를 위해 최적의 시기와 멤버를 탐색하는 방안을 제시한다. 교체 시기에 있어서 첫 이탈 멤버 발생 시, 마지막 이탈 멤버 발생 시, 그 중간 시기에 따른 최적의 교체 멤버를 활용하여 차량 클라우드를 유지하는 성능을 평가하였다. 첫 이탈 멤버가 발생할 때 교체를 하는 방안이 마지막 이탈 멤버가 발생할 때 교체를 하는 방안보다 교체 성공률이 높았다. 추후 추가적인 성능 평가를 통하여 세 방안의 장단점을 파악한 뒤, 최적화 및 머신 러닝 등을 활용하여 최적의 교체 시기와 멤버를 선정함으로써 클라우드 붕괴를 최소화하는 연구를 진행할 예정이다.

### 참 고 문 헌

- [1] Cisco, Visual networking index: Forecast and methodology, 2015–2020, Jan. 2021, White Paper. [online]. Available: <http://www.cisco.com/go/vni>.
- [2] Z. Su, Y. Hui and Q. Yang, "The Next Generation Vehicular Networks: A Content-Centric Framework," in IEEE Wireless Communications, vol. 24, no. 1, pp. 60–66, February 2017.
- [3] E. Lee, E. Lee, M. Gerla and S. Y. Oh, "Vehicular cloud networking: architecture and design principles," in IEEE Communications Magazine, vol. 52, no. 2, pp. 148–155, February 2014.
- [4] L. Gafencu and L. Scripcariu, "Vehicular cloud: Overview and security issues," 2018 International Conference on Development and Application Systems (DAS), 2018, pp. 78–82, doi: 10.1109/DAAS.2018.8396075.
- [5] NS-3, [online] Available: <http://www.nsnam.org/>