

<https://doi.org/10.7236/JIIBC.2018.18.4.183>

JIIBC 2018-4-26

# 차량 데이터센터에서 클라우드 컴퓨팅을 위한 자원 선택 기법

## A Resource Allocation Strategy for Cloud Computing in Vehicular Datacenter

김서연\*, 정진만\*\*, 김태식\*\*\*, 민홍\*\*\*\*

Seoyeon Kim\*, Jinman Jung\*\*, Taesik Kim\*\*\*, Hong Min\*\*\*\*

**요약** 최근 차량 무선통신 기술이 발달됨에 따라 차량과 클라우드 기술을 접목한 차량 클라우드(Vehicular Cloud)의 관심이 높아지고 있다. 기존 기법들은 이동성이 있는 V2V(Vehicle-to-Vehicle)와 V2I(Vehicle-to-infrastructure)의 차량 네트워크를 기반으로 데이터 수집을 하거나 중앙 서버와의 실시간 통신을 통한 클라우드 서비스에 집중하고 있다. 본 논문에서는 주차된 차량을 클라우드 형태로 그룹화 하여 데이터센터로 활용하기 위한 연구에 초점을 맞춘다. 먼저 주차 공간의 차량을 데이터센터의 자원으로 활용하는 차량 데이터센터 모델을 제시한다. 또한 차량 데이터센터 모델에서 각 차량의 이탈율을 고려한 예상 실행시간을 계산하고 이를 활용하는 자원 선택 기법을 제안한다. 시뮬레이션을 통해 예상 실행시간 관점에서 제안된 자원 선택 기법이 기존 기법에 비해 더 향상됨을 보인다.

**Abstract** With the recent advancement of vehicle wireless communication technology, many vehicular clouds have been proposed. The existing research focused on cloud services through data collection based on vehicular networks of mobile V2V (Vehicle-to-Vehicle) and V2I (Vehicle-to-Infrastructure). In this paper, we present a vehicular datacenter model that utilizes the vehicle in the parking space as a resource for the datacenter. Also, we derive resource allocation strategy based on the expected execution time considering the leave rate of each vehicle in our vehicular datacenter model. Simulation results show that our proposed resource allocation strategies outperform the existing strategy in terms of mean execution time.

**Key Words** : Vehicular Cloud Computing, Parking Space, Resource Allocation, Datacenter

### 1. 서 론

차량 클라우드는 높은 컴퓨팅 자원과 통신 자원을 가진 차량들을 클라우드의 형태로 그룹화 하는 가상의 클라우드 컴퓨팅 기술로써 공동의 작업 및 서비스를 수행

할 수 있다<sup>[1]</sup>. 차량 클라우드 컴퓨팅은 커넥티드 카의 개념과 유사하며 움직이는 차량에 설치되어 교통 정보 등에 관련된 다양한 서비스를 제공하는 VANET(Vehicular Ad-Hoc Network)을 기반으로 한다<sup>[2]</sup>. 클라우드 컴퓨팅 서비스는 인터넷 기술을 활용한 SaaS(Software as a

\*준회원, 한남대학교 정보통신공학과

\*\*정회원, 한남대학교 정보통신공학과(교신저자)

\*\*\*정회원, 홍익대학교 토목공학과

\*\*\*\*중신회원, 호서대학교 컴퓨터정보공학부

접수일자 2018년 5월 25일, 수정완료 2018년 6월 25일

게재확정일자 2018년 8월 10일

Received: 25 May, 2018 / Revised: 25 June, 2018 /

Accepted: 10 August, 2018

\*\*Corresponding Author: [jmjung@hnu.kr](mailto:jmjung@hnu.kr)

Dept. of Information & Communication Engineering, Hannam University, Korea

Service), Paas(Platform as a Service), Iaas(Infrastructure as a Service) 등이 있으며<sup>[3]</sup>, 차량들이 제공할 수 있는 서비스로는 차량 정보 제공을 위한 DaaS (Data as a Service), 컴퓨팅 자원을 제공하는 CaaS(Computing as a Service), 네트워크 연결성을 제공하는 NaaS(Network as a Service), 저장 공간을 확장하는 STaaS(Storage as a Service)등이 있다<sup>[4][5]</sup>. 서로 연결된 차량들은 데이터를 공유할 뿐만 아니라 다양하고 광범위한 작업을 수행한다. 이러한 서비스를 제공하기 위해 데이터센터에서는 각 차량들의 자원들이 효율적으로 관리되고 신속하게 구성, 배치, 제공될 수 있도록 하는 것이 중요하다. 기존 연구들은 이동성이 있는 V2V (Vehicle-to-Vehicle)와 V2I (Vehicle-to-infrastructure)의 차량 네트워크를 기반으로 데이터 수집을 하거나 중앙 서버와의 실시간 통신을 통한 클라우드 서비스에 집중되어 있다<sup>[6][7]</sup>. 하지만 우리는 차량들이 움직이지 않는 주차장을 데이터센터로서 가능성을 두고 분석 하였다<sup>[8]</sup>. 주차장에 주차되어 있는 차량들을 유희 컴퓨팅 자원이라고 하였고, 이 차량 자원 들을 이용하여 차량 클라우드의 서비스를 제공 할 수 있다.

본 논문에서는 주차 공간을 분석하고 차량 자원의 캐퍼시티와 이탈율을 함께 고려한 자원 선택 기법을 제안 하였다. 제안 기법은 차량 이동성을 반영하기 위해 마감 시간을 가진 작업 요청이 왔을 때, 예상 실행시간이 최소인 자원을 선택하는 방법과 마감시간을 지나지 않으면서 최대의 예상 실행시간을 가진 자원을 선택하는 방법을 제시한다. 또한 시뮬레이션을 통해 각 자원 선택 기법의 성능을 비교 분석하였다.

논문의 순서는 다음과 같다. 2장에서는 관련된 연구들을 설명하며, 3장은 차량 데이터센터 모델을 제안하고 시스템 구성과 이탈율을 고려한 자원 선택 기법을 소개한다. 4장에서는 제안된 주차장 모델링의 평가 방법 및 평가 결과를 보이고, 5장에서 결론과 향후 작업으로 끝맺는다.

## II. 관련 연구

### 1. 차량 클라우드 서비스

차량 클라우드의 구조는 일반적으로 차량 네트워크 (Vehicular Network), 노변 클라우드 (Roadside Cloud), 중앙 클라우드 (Central Cloud)로 구성되어 있다<sup>[3]</sup>. Vehicular Ad-hoc Network (VANET) 기반의 차량 클

라우드에는 근거리 무선 통신 방식인 DSRC(Dedicated Short Range Communication)를 이용하여 OBU(On-Board Unit)를 갖춘 차량들 간의 통신인 V2V(Vehicle-to-Vehicle)와 도로에 설치된 RSU(Road-Side Unit)와 차량 간의 통신인 V2I(Vehicle-to-infrastructure)를 지원한다<sup>[9]</sup>.

차량 클라우드 서비스는 교통 신호 관리나, 특수한 상황에서의 교통량을 관리할 수 있다<sup>[10]</sup>. 현재 차량이 있는 도로의 교통 상황을 클라우드 서버에 전송하면, 신호를 재조정하여 교통 혼잡을 줄여 준다. 차량 네트워크를 동적으로 사용하여 교통 신호 시스템의 성능을 극대화 할 수 있다. 또한, 차량은 인프라에 설치된 CCTV와 같은 카메라, 센서 등을 보완하는 도시 감시에 이용 될 수 있다. 대부분의 차량에 장착된 GPS 장치나 카메라 등을 이용하여 도시에서 일어나는 사고들을 방지하거나 사고 후 증거를 찾는 등의 일에 이용할 수 있다<sup>[11]</sup>. Gerla 등은 서비스 이용자가 정보가 필요한 사진의 위치 등을 클라우드 서버로 보내면 서버에서 검색한 조건에 맞는 차량이 찍은 사진을 다시 사용자에게 전달하는 사진 감시 시스템을 제안하였다<sup>[12]</sup>. 주차장을 데이터센터로 활용하기 위해서는 자신의 차량을 허락한 차량 소유주들에게 여러가지 혜택이 주어져야 한다. 오랜 기간 동안 여행을 떠나는 여행객들이 차량을 장기간 주차하는 공항에서 인터넷과 전력을 제공할 때, 자신의 차량 공유를 허락한 차량 소유주들에게 차량 감시 시스템으로 자동차의 안전을 보장할 수 있으며 주차장 요금할인이나 무료 주차와 같은 보상을 줄 수도 있다<sup>[13]</sup>.

### 2. 주차 공간 및 차량 특성 분석

일반 차량의 경우 주차시간이 주행시간보다 훨씬 크다는 것을 고려하여 주차장 내 차량들을 클라우드 형태로 연결하여 데이터센터로서 활용하기 위해 다양한 주차

표 1. 주차 공간 및 차량 특성 분석  
Table 1. Characteristics of parking lots

장소	공간적 특성 (주차 가능 공간, cars)	시간적 특성 (평균 주차시간, hour)
공항	단기 : 4,758 장기 : 6,427	단기 : 0.9~9.9 장기 : 24 이상
경기장 / 콘서트 홀	173	1.6
지하철 역사	400	평일: 6.8 주말: 7.5
쇼핑몰	792	평일: 1.5 주말: 1.6
병원	대략 100	환자: 1.2 직원: 7.3

장의 사례 분석을 하였다. 표 1은 주차 공간 특성과 차량 특성의 분석 결과를 요약한 것이다. 공항은 주차 가능 공간과 평균 주차 시간 등의 특성을 고려하였을 때, 데이터 센터로 활용될 경우 성능이 가장 좋을 것으로 예상된다.

### III. 제안 기법

본 장에서는 이탈율을 고려한 차량을 자원으로 활용하는 차량 데이터센터의 시스템 구성과 차량의 이탈율을 고려한 예상 실행시간을 계산하여 활용하는 자원 선택 기법을 제안한다.

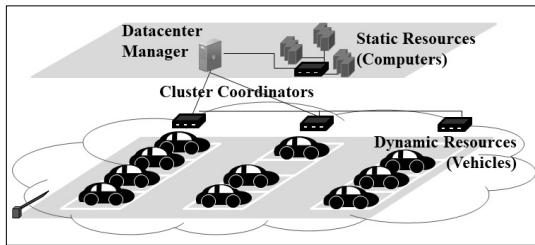


그림 1. 차량 데이터센터 모델  
 Fig. 1. Vehicular datacenter model

#### 1. 시스템 구성

제안하는 차량 데이터센터는 그림 1과 같이 기존 컴퓨팅 자원을 주차장 내 유휴 차량의 컴퓨팅 자원으로 대체하여 비용을 절감한 데이터센터이다. 안정성을 고려하여 기존 데이터센터의 인프라 자원과 동적인 차량 자원을 결합하여 활용될 수 있다. 작업의 시간 요구사항을 고려하여 정적 자원과 동적 자원에 할당하게 함으로써 주어진 QoS를 만족시킬 수 있다.

차량 데이터센터 모델에서 데이터센터 관리자(Datacenter Manager)는 클라우드와 사용자간의 인터페이스 역할을 수행하며 그림 2와 같이 주로 네 가지 구성 요소로 구성 된다.

클라우드 브로커(Cloud Broker)는 차량 데이터센터에 제출된 서비스 요청을 요구 사항에 따라 실행할 수 있는지 여부를 결정한다. 클라우드 스케줄러(Cloud Scheduler)는 수신된 서비스 요청의 우선순위를 선정하여 사용할 수 있는 자원에 할당한다. 자원 관리자(Resource Manager)는 자원에 대한 요청이 도착하였을 때, 자원 선택 기법을 사용하여 가장 적절한 자원을 선택한다. 이때, 차량의 잦

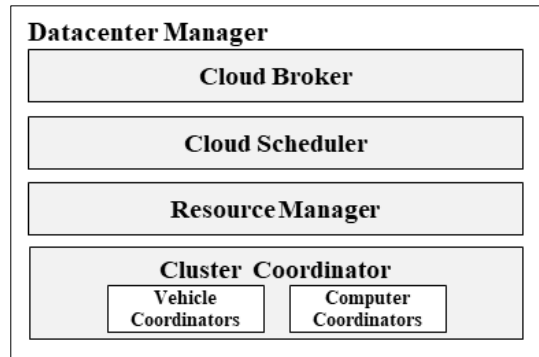


그림 2. 데이터센터 관리자 구조  
 Fig. 2. Architecture of datacenter Manager

은 이탈로 인한 연결 실패를 완화하기 위해 차량의 캐퍼시티 및 이탈율을 고려한 자원 선택 기법을 사용한다. 클러스터 코디네이터(Cluster Coordinator)는 데이터센터 내 모든 차량 또는 컴퓨터 자원을 하나의 컴퓨팅 자원 인터페이스로 추상화하여 관리하며 서비스 처리 및 종료 동적 상태를 감시하는 역할을 한다. 자원의 동적 및 정적 특성에 맞게 차량 코디네이터(Vehicle Coordinator)와 컴퓨터 코디네이터 (Computer Coordinator)로 구분할 수 있다.

본 논문에서는 자원 관리자에서 차량 자원의 효율적 사용을 위한 자원 선택 기법에 초점을 맞춘다. N개의 차량을 가진 차량 데이터센터를  $V = \{v_1, v_2, v_3, \dots, v_N\}$  로 표시하며, 주차장의 각 차량은 유무선 연결을 통해 데이

표 2. 논문에 사용된 표기법

Table 2. Notations used in this paper

Notation	Description
$N$	차량의 수
$V$	차량 데이터센터 $V = \{v_1, v_2, \dots, v_N\}$
$c_i$	차량 $v_i$ 의 캐퍼시티
$\lambda_i$	차량 $v_i$ 의 유입률
$\mu_i$	차량 $v_i$ 의 이탈율
$D_i$	차량 $v_i$ 의 마감시간
$t_i$	차량 $v_i$ 에서 작업이 실행될 때 필요한 시간 i.e.) $t_i = \frac{w}{c_i}$ where $w$ 는 작업의 크기
$E[t_i]$	차량 $v_i$ 의 예상 실행시간 (Expected Execution Time)
$r$	실패한 경우 복구에 필요한 시간
$x$	작업의 실패 시간을 나타내는 랜덤 변수

터센터에 연결된다.  $c_i$ 는 차량  $v_i$ 에서 제공되는 자원의 캐퍼시티를 나타낸다.  $v_i$ 에서 태스크의 예상 실행시간은  $c_i$ 에 반비례하여 감소한다.  $\lambda_i$ 는 각 차량  $v_i$ 의 유입률로 정의되며,  $\mu_i$ 는 이탈율로 정의된다. 표 2는 논문에서 사용된 표기법을 보여준다.

## 2. 자원 선택 기법

기존 데이터센터에서 활용되는 자원 관리자의 자원 선택 기법은 최소 반환시간, 최소 수행시간 등 자원의 캐퍼시티에 의존하여 결정되었다. 하지만 차량 데이터센터에서는 차량의 이탈로 인한 실패가 성능에 큰 영향을 미칠 수 있다. 그림 3과 같이 차량 자원이  $\lambda$ 의 비율로 주차장에 유입되며,  $\mu$ 의 비율로 이탈하는 차량 데이터센터에서는 캐퍼시티와 이탈율을 모두 고려하여 동적 자원을 효과적으로 결정하는 자원 선택 기법이 필요하다.

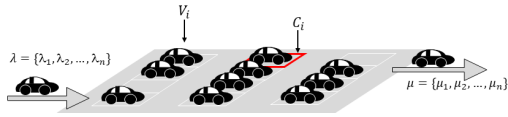


그림 3. 차량의 이탈을 고려한 차량 데이터센터 모델  
Fig. 3. Vehicular datacenter model considering leave rate

먼저 차량 데이터센터에서 활용 가능한 예상 실행시간을 계산한다. 예상 실행시간은 실행 시작부터 차량에서 완료까지의 처리 시간으로 정의할 수 있다. 단, 차량의 이탈율은 실패율로 간주한다.

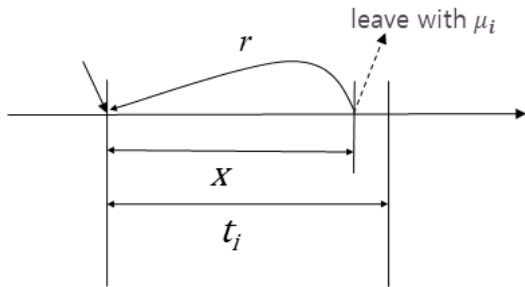


그림 4. 예상 실행시간  
Fig. 4. Expected execution time

그림 4에서는 예상 실행시간의 시간흐름을 보여준다.  $t_i$ 는 차량  $v_i$ 에서 작업이 실행 될 때 필요한 시간을 나타낸다. 차량이  $\mu_i$ 의 확률로 이탈할 수 있으며, 이때 실패

시간을  $x$ , 복구되는 시간을  $r$ 로 정의하였다. 이  $t_i$ 는 작업량  $w$ 를  $c_i$ 의 캐퍼시티로 나누어 계산할 수 있다. 물론 실패가 없는 경우 예상 실행시간은  $t_i$ 지만, 작업 완료 전에 차량이 주차장을 이탈하게 되면 작업을 롤백하고 다시 시작하는데 복구시간  $r$ 이 필요하다. 이 경우  $E[t_i]$ 는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$E[t_i] = \begin{cases} t_i & (x \geq t_i) \\ x+r+E[t_i] & (x < t_i) \end{cases} \quad (1)$$

포아송 분포에 의해 주차장 내의 차량  $v_i$ 의 이탈율을  $\mu_i$ 로 가정한다.  $f_X(x)$ 에  $\mu_i e^{-\mu_i x}$ 를 대입하면 예상 실행시간을 얻을 수 있다.

$$\begin{aligned} E[t_i] &= \int_0^{t_i} (x+r+E[t_i])f_X(x)dx + \int_{t_i}^{\infty} t_i f_X(x)dx \\ &= \frac{t_i + \int_0^{t_i} (x+r-t_i)\mu_i e^{-\mu_i x} dx}{1 - \mu_i \int_0^{t_i} e^{-\mu_i x} dx} \\ &= \frac{(e^{\mu_i t_i} - 1)(1 + \mu_i r)}{\mu_i} \\ &= \frac{\frac{\mu_i w}{c_i} - 1}{\mu_i} (1 + \mu_i r) \end{aligned} \quad (2)$$

본 논문에서는 차량의 단순한 캐퍼시티뿐만 아니라 차량의 이탈율을 반영한 예상 실행시간을 자원 선택 기법에 적용하여 2가지 자원 선택 기법에 활용하였다. 먼저 최소 실행 (Minimum EET) 전략은 각 차량에 대한 예상 실행시간이 가장 최소인 자원을 선택하는 방법이다.

$$\min\{EET_i\}, \text{ where } D_i > EET_i$$

여기서  $D_i$ 는 마감시간을 나타낸다. 예상 실행시간은 마감시간보다 작으면서 수식 (2)의 최소 예상 실행시간은 제공하는 전략이다. 물론, 이때 예상 실행시간은 마감시간보다 작아야 한다. 작지 않다면 차량 데이터센터에서 서비스를 할 수 없다. 이 전략은 가장 빨리 수행할 것으로 보이는 자원을 선택하는 방법이며 전형적인 Greedy 알고리즘이다.

두 번째 제안 방법은 최적 실행(Deadline Best Fit) 전략은 마감시간  $D_i$ 에서 최소 실행 시간을 뺀 값이 가장 작은 자원을 선택하는 방법으로 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$\min\{D_i - EET_i\}, \text{ where } D_i > EET_i$$

작업의 요청이 많을 때 더 긴 작업을 더 성능 좋은 자원에 할당할 수 있도록 마감시간에 맞춰 실행시키는 전략이다.

## IV. 평가

본 장에서는 다양한 차량 데이터센터 환경에서 제안 기법들의 시뮬레이션 결과를 보여준다.

### 1. 시뮬레이션 환경

시뮬레이션에서  $N=100$ ,  $\lambda=20$  로 설정하였고 기타 실험에 사용한 인자는 표 3과 같다. 각 차량의 캐퍼시티  $c_i$  은 1시간이 요구되는 작업에 대한 각 차량에서의 상대적인 수행시간 1, 1.25, 1.5, 2의 4가지 값을 랜덤 생성하여 실험하였다. 값이 낮을수록 성능이 좋은 차량임을 의미한다. 각 차량의 이탈율 ( $\mu$ )은  $\mu_d = 1$  또는  $\mu_s = 0.2$  로 하여 동적인 주차유형을 가지도록 설정하였다. 이탈율  $\mu_d = 1$ 은 평균 주차 시간이 1 시간을 의미하므로 상대적으로 동적인 자원임을 의미한다. 실험 인자로서 이탈율 제어를 위해  $\mu_d$ 의 분포 확률을 P로 정의하여 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9로 변화하며 실험하였다. 예를 들어, P가 0.9로 설정하면 전체 차량 중  $\mu_d$ 가 90%,  $\mu_s$ 가 10%의 비율로 랜덤 생성되는 것을 의미한다.

L의 비율로 2가지 종류의 크기를 갖는 작업들을 랜덤 생성하여 차량들에게 할당하였다. 즉 L=4인 경우, 작업의 크기가 각각 1시간과 4시간인 작업이 랜덤 생성된다. 이러한 작업들을 총 100개 생성하여 차량에게 할당하게 하고 요청된 작업들에 대한 평균 실행 시간을 측정하였다. 캐퍼시티만 고려하여 자원을 선택하는 기존 Naive 기법과 제안 기법을 비교하여 실험하였다. P와 L을 변화해가며 이탈율과 작업의 크기에 따른 성능 평가를 수행하였다. 실험에서 모든 측정값은 5번씩 측정하여 평균을 구하였다.

표 3. 실험 인자

Table 3. Simulation Parameter

기호	인자	실험값
$\lambda$	차량 유입률	20
$\mu$	차량 이탈율	0.2, 1
K	주차장 슬롯의 수	100
L	작업의 크기	1, 2, 3, 4
P	이탈율의 분포 확률	50, 60, 70, 80, 90

## 2. 시뮬레이션 결과

그림 5는 다양한 자원 할당 기법에 대한 P에 따른 평균 실행 시간을 보여준다. 예상 실행시간 기반의 제안 기법은 차량의 성능만 고려한 기존 기법보다 P에 상관없이 더 나은 성능을 보여준다. 최소 실행 전략은 이탈율의 분포 확률이 낮을 때 더 빠르지만 분포 확률이 높아질수록 최적 실행 전략보다 느린 결과를 보이며 최적 실행 전략은 분포 확률이 약 65%인 지점부터 최소 실행 전략보다 높은 성능을 확인할 수 있다.

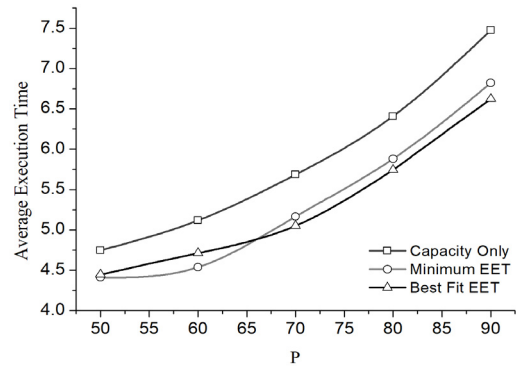


그림 5. P에 따른 평균 실행 시간

Fig. 5. Average execution time according to the probability P

그림 6은 작업 크기에 따른 평균 실행시간을 분석하기 위해 L에 따른 평균 실행 시간을 측정하여 각 자원 할당 기법을 비교한 결과를 보인다. 작업 크기가 1일 경우에는 최소 실행 전략이 가장 좋은 성능을 보였으며 최적 실행 전략은 기존 기법보다 낮은 성능을 보였다. 특히 최적 실행 전략은 작업의 크기의 차이가 크고 이탈율이 큰 환경에서 효과적임을 확인할 수 있다.

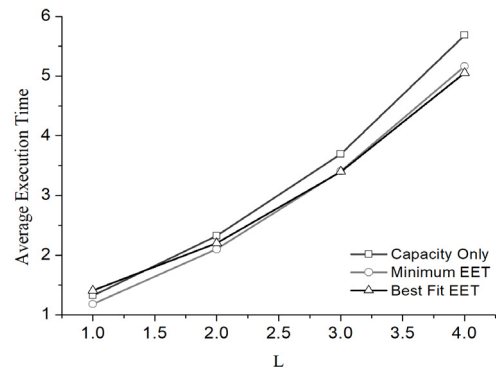


그림 6. L에 따른 평균 실행 시간

Fig. 6. Average execution time according to the size of job L

## V. 결 론

본 논문에서는 차량 데이터센터 모델에서 각 차량의 이탈율을 고려한 예상 실행시간을 계산하여 활용하는 자원 선택 기법은 작업의 특성에 따라 차량 자원을 선택할 수 있도록 2가지 방법을 제안하였다. 시뮬레이션 결과, 이탈율을 고려한 제안된 자원 선택 기법이 차량 캐퍼시티만 고려한 기존 기법에 비해 더 향상됨을 보였다. 특히 작업의 크기가 크고 이탈율이 다양하게 혼재되어 있을 때 최적 실행 전략이 효과적임을 확인하였다.

## References

- [1] Myeongsu Kim, Insun Jang, Sukjin Choo and Sangheon Park, "Trends and Research Issues for Vehicular Cloud," Proceedings of Symposium of the Korean Institute of communications and Information Sciences, pp. 1601~1602, Jun, 2015.
- [2] M Whaiduzzaman, M. Sookhak, A. Gani, R. Buyya, "A survey on vehicular cloud computing," Journal of Network and Computer Applications, vol. 40, pp. 325-344, April 2014.  
DOI:https://doi.org/10.1016/j.jnca.2013.08.004
- [3] C.S. Park, "Study on Security Considerations in the Cloud Computing," Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society(JKAIS), Vol. 12, No. 3, pp. 1408-1416, 2011.  
DOI:http://10.5762/KAIS.2011.12.3.1408
- [4] E.J.Lee, E.Y.Roh, I.H.Bae, and H.Y.Noh, "A Study on the VSLA-based Resource Provisioning for Vehicular Cloud Computing", Proceedings of the Korean Society for Internet Information Conference, Vol. 14 No. 2 pp. 211-212, Nov 2013.
- [5] Gu-Min Jeong, Tae-Yang Lee and Jin-Woo Choi, "Standardization for Extended Vehicle and Automotive Cloud Evolution," AUTO JOURNAL : Journal of the Korean Society of Automotive Engineers, Vol. 37, No. 8, pp. 51~55, Aug, 2015.
- [6] E. Lee, E. Lee, M. Geria, and S. Y. Oh, "Vehicular cloud networking: architecture and design principles," IEEE Communications Magazine, vol. 52, no. 2, pp. 148-155, February 2014.  
DOI:https://doi.org/10.1109/MCOM.2014.6736756
- [7] W. He, G. Yan, and L. D. Xu, "Developing Vehicular Data Cloud Services in the IoT Environment," IEEE Transactions on Industrial Informatics, vol. 10, no. 2, pp. 1587-1595, May 2014.  
DOI:https://doi.org/10.1109/TII.2014.2299233
- [8] CAIPT - T. Kim et al., "Analysis on Characteristics of Vehicle and Parking Lot as a Datacenter," in proceedings of International Conference on Computer Applications and Information Processing Technology, Bali Indonesia, Aug. 8~10, 2017.
- [9] M. Raya and J. P. Hubaux, "Securing vehicular ad hoc networks," Journal of Computer Security, 15(1), pp.39-68, 2007.  
DOI:https://doi.org/10.3233/JCS-2007-15103
- [10] Myung Hak Heo, Kyung Hyun Lee, "Vehicular And Security Requirement", korea institute of information Security & Cryptology, vol 24, no 2, April.2013.
- [11] M. Gerla, "Vehicular Cloud Computing," Ad Hoc Networking Workshop, pp.152-155, 2012.  
DOI:https://doi.org/10.1109/MedHocNet.2012.6257116
- [12] M. Gerla, J. T. Weng and G. Pau, "Pics-On-Wheels: Photo Surveillance in the Vehicular Cloud," 2013 International Conference on Computing, Networking and Communications, pp.1123-1127, 2013.  
DOI:https://doi.org/10.1109/ICCNC.2013.6504250
- [13] S. Arif, S. Olariu, J. Wang, G. Yan, W. Yang, and I. Khalil, "Datacenter at the Airport: Reasoning about Time-Dependent Parking Lot Occupancy," IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems, Vol. 23, No. 11, pp. 2067-2080, 2012.  
DOI:https://doi.org/10.1109/TPDS.2012.47

## 저자 소개

### 김 서 연(준회원)



- 2016년 : 건양대학교 의료IT공학과 졸업 (학사)
- 2018년 : 한남대학교 무인시스템공학과 졸업(석사)
- 2018년 ~ 현재 : 한남대학교 정보통신공학과 박사과정

<주관심 분야: 운영체제, 임베디드 시스템, IoT, 시스템 보안>

### 정 진 만(정회원)



- 2008년 : 서울대학교 컴퓨터공학과 졸업(학사)
- 2014년 : 서울대학교 전기컴퓨터공학과 졸업(박사)
- 2014년 ~ 현재 : 한남대학교 정보통신공학과 조교수

<주관심 분야: 운영체제, 임베디드 시스템, IoT, 시스템 보안>

### 김 태 식(정회원)



- 2000년 : 서울대학교 지구환경시스템공학부 졸업 (학사)
- 2002년 : 서울대학교 지구환경시스템공학부 졸업 (석사)
- 2013년 ~ 현재 : 홍익대학교 토목공학과 조교수

<주관심 분야 : 도심지 굴착, 무선 센서 네트워크, IoT>

### 민 홍(중신회원)



- 2004년 : 한동대학교 전산과학 졸업 (학사)
- 2011년 : 서울대학교 컴퓨터공학부 졸업 (박사)
- 2013년 ~ 현재 : 호서대학교 컴퓨터정보공학부 조교수.

<주관심 분야 : 운영체제, 사물인터넷, 무선 센서 네트워크, 스마트폰 센싱, 임베디드 시스템, 결합허용 시스템>

※ 이 논문은 2018학년도 한남대학교 학술연구비조성 지원에 의하여 연구되었음