

Folo: Latency and Quality Optimized Task Allocation in Vehicular Fog Computing

报告人：王琦 导师：李智勇





论文介绍:

题目: 《Folo: Latency and Quality Optimized Task Allocation in Vehicular Fog Computing》

期刊: 《IEEE Internet of Things Journal》 11 October 2018

目标: 提出了**Folo**, 一种用于车载雾计算(VFC)中**延迟**和**质量**优化任务分配的新颖解决方案, 在**服务延迟**和**质量损失**之间保持折衷。

贡献:

- 1) 同时考虑固定节点和移动雾节点上延迟和质量任务分配的优化。
- 2) 任务分配过程被制定为**延迟**和**质量**的联合优化问题, 并通过基于**LBO**和**BPSO**的方法解决。
- 3) 使用真实出租车轨迹作为输入, 以视频中的目标识别为任务, 通过模拟评估**Folo**的有效性。



相关概念:

1. Fog Nodes:

固定雾节点: 基站、RSU, Wi-Fi接入点等固定基础设施结点。

移动雾节点: 具有通信模块的移动车辆节点。

2. Tasks:

应用程序的过程可以分解为一组任务, 任务不能分为子任务。

3. Client Vehicles:

生成任务的车辆被定义为Client Vehicles

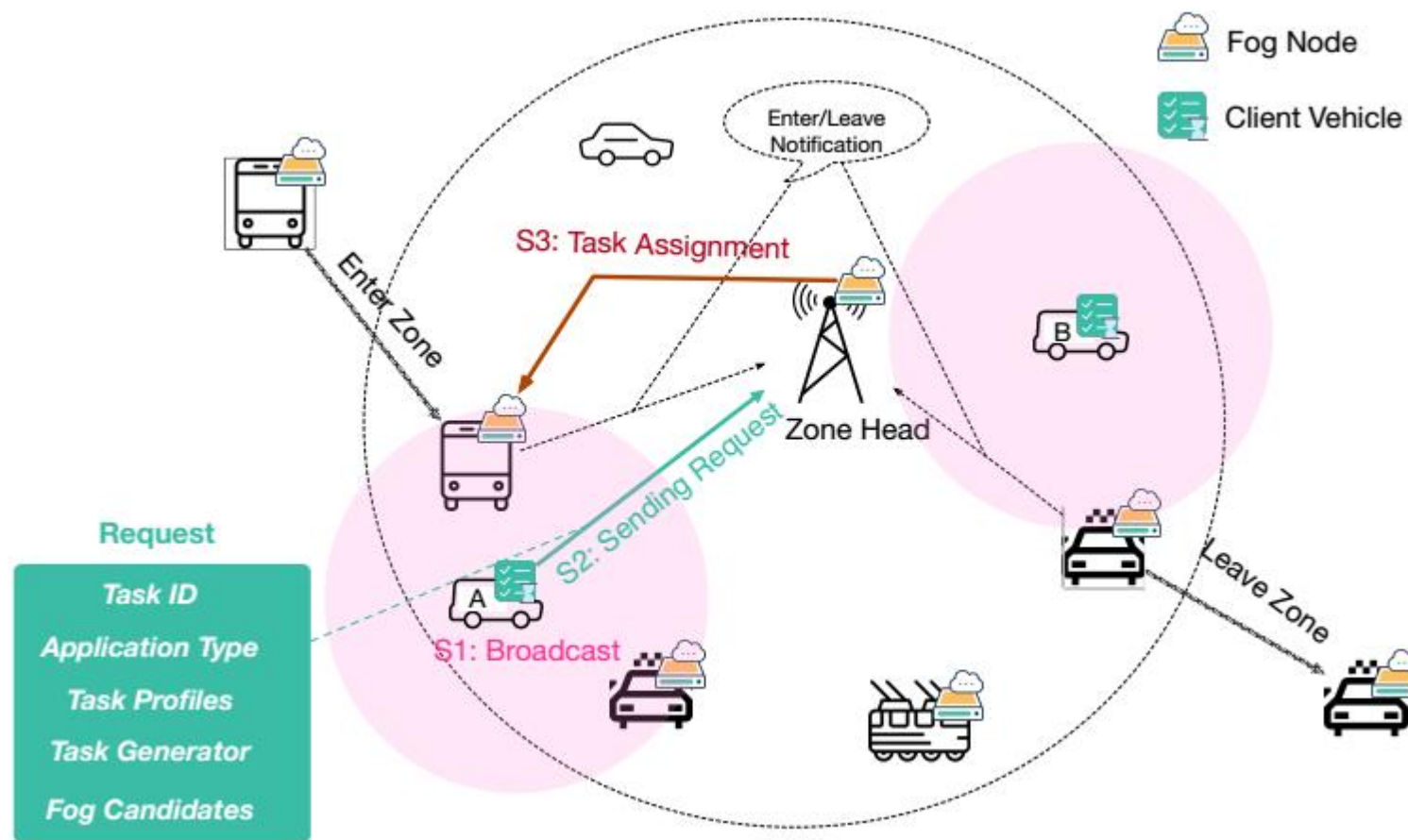
4. Service Zones:

在每一个服务区域内都会有一个区域头负责管理和协调同一区域内的所有雾结点。

移动雾节点在进入或离开区域时始终通知区域头, 并定期向区域负责人报告他们的移动方向, 位置和可用容量。

模型介绍:

1. 广播
2. 请求发送
3. 任务分配
4. 任务迁移调度





模型介绍:

$$x_{ik} = \begin{cases} 1, & k \in \mathcal{K}_i \\ 0, & \text{Otherwise} \end{cases}, \quad x_{ij} = \begin{cases} 1, & j \in \mathcal{J}_i \\ 0, & \text{Otherwise} \end{cases} \quad (1)$$

$$\forall i \in \mathcal{I}, j \in \mathcal{J}, k \in \mathcal{K}, x_{jk} \leq \min\{x_{ik}, x_{ij}\} \quad (2)$$

服务延迟

Quality Loss of Results (QLR): 服务质量损失的等级
 q_k : 对每个任务k对应的QLR等级, q_k 越大, 损失越多

320*240, 640*480, 960*720, 1280*960, 1920*1080 correspond to QLR level of 5, 4, 3, 2, 1 respectively.

1. 传输延迟:
$$T_k^{Comm} = \frac{D(q_k)}{C_{ij}}$$

(3) $D(q_k)$: 当QLR为 q_k 时传输数据量的大小
 C_{ij} : 结点j和client i之间的数据传输率

2. 处理延迟:
$$T_k^{Proc} = P(q_k)$$

(4) $P(q_k)$: 当QLR为 q_k 时所需要的处理延迟

每个任务k的服务延迟:
$$T_k = T_k^{Comm} + T_k^{Proc} + \ell,$$

(5) ℓ : 是固定的时间开销, 代表结点j和i之间的往返时延

约束

1.质量损失约束: $\forall k \in \mathcal{K}, q_k \in \{1, 2, 3, 4, 5\}$ (6)

2.分配约束: $\forall k \in \mathcal{K}, \sum_{j \in \mathcal{J}} x_{jk} = 1$ (7)

3.服务延迟约束: $\forall k \in \mathcal{K}, T(k) \leq \tau_k$ (8)

4.资源容量约束: $\forall j \in \mathcal{J}, \sum_{k \in \mathcal{K}} R(q_k) x_{jk} \leq S_j$ (9)
(GPU, CPU, memory)

所有任务最大的服务延迟:

$$T = \max_{k \in \mathcal{K}} \{T_k\}$$

所有任务的质量损失之和:

$$Q^{sum} = \sum_{j \in \mathcal{J}, k \in \mathcal{K}} \{q_k x_{jk}\}$$

同时最小化最大服务延迟和质量损失之和:

$$\min_{\mathcal{X}, \mathcal{Q}} \varphi_t T + \varphi_q Q^{sum}$$

$$\xi 1 : \min_{\mathcal{X}, \mathcal{Q}} \varphi_t T + \varphi_q Q^{sum} \quad (10)$$

s.t.

$$\forall j, k, x_{jk} \in \{0, 1\}, q_k \in \{1, 2, 3, 4, 5\} \quad (10a)$$

$$\forall k, \sum_{i \in \mathcal{I}, j \in \mathcal{J}} \left(\frac{D(q_k)}{C_{ij}} + P(q_k) + \ell \right) x_{jk} \leq \tau_k \quad (10b)$$

$$\forall j, \sum_{k \in \mathcal{K}} R(q_k) x_{jk} \leq S_j \quad (10c)$$

$$\forall k, \sum_{j \in \mathcal{J}} x_{jk} = 1 \quad (10d)$$

$$T = \max_{\forall k \in \mathcal{K}} \left\{ \sum_{i \in \mathcal{I}, j \in \mathcal{J}} \left(\frac{D(q_k)}{C_{ij}} + P(q_k) + \ell \right) x_{jk} \right\} \quad (10e)$$

$$Q^{sum} = \sum_{j \in \mathcal{J}, k \in \mathcal{K}} q_k x_{jk} \quad (10f)$$

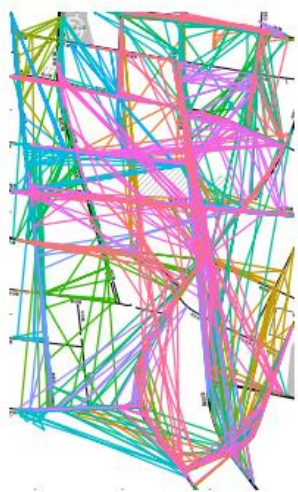
$$\forall i, j, k, x_{jk} \leq \min\{x_{ij}, x_{ik}\} \quad (10g)$$

使用算法: LBO (Linear Programming based Optimization)
BPSO (Binary Particle Swarm Optimization)

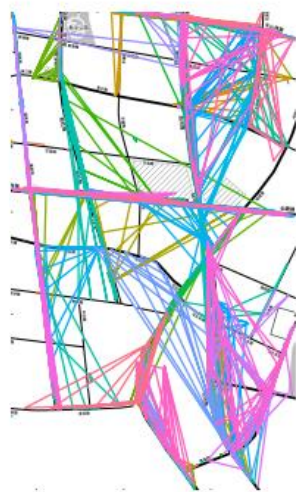
实验数据: April 13 to 30, 2015 in Shanghai city, an area of 4 km² near Shanghai Pudong Airport

* Time Period I: 09 : 55 ~ 10 : 00, April 20, 2015

* Time Period II: 13 : 55 ~ 14 : 00, April 20, 2015



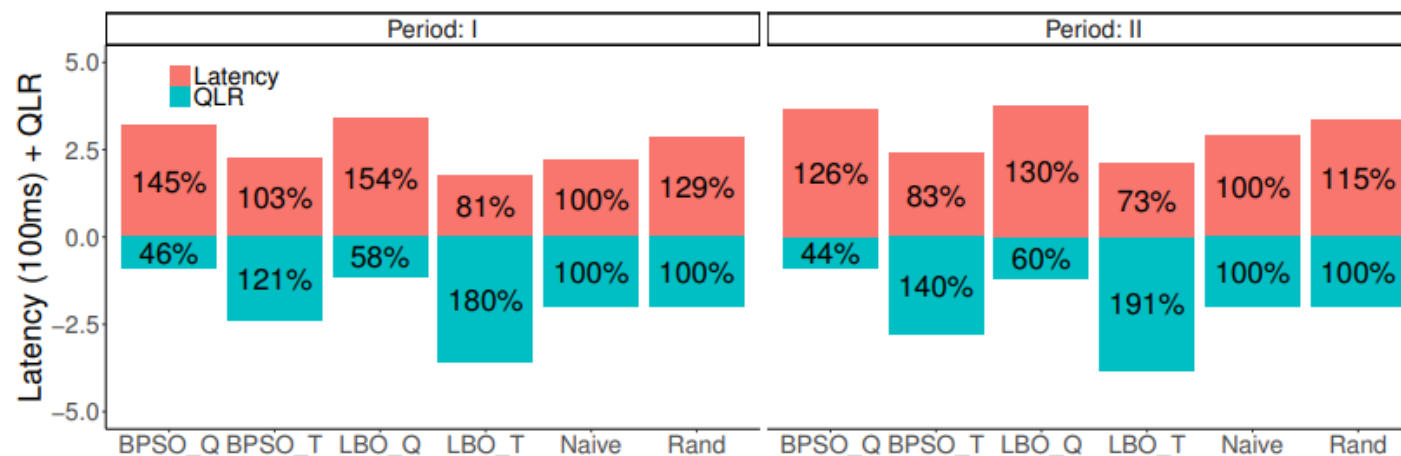
09:55~10:00



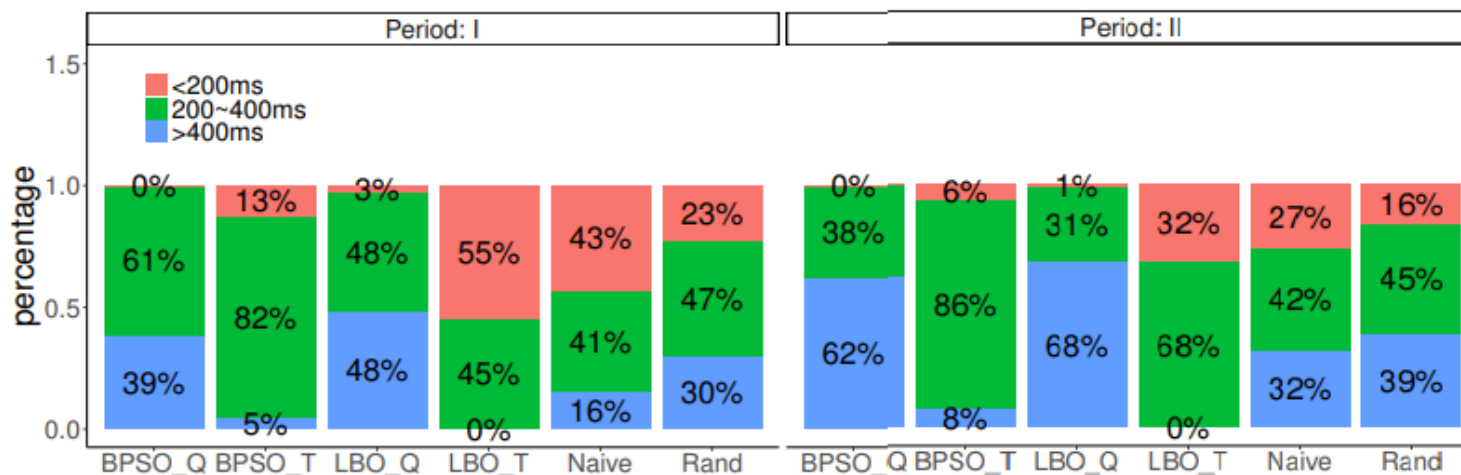
13:55~14:00

- * LBO_Q: QLR Sensitive LBO with $\phi_t/\phi_q = 50$.
- * LBO_T: Latency Sensitive LBO with $\phi_t/\phi_q = 500$.
- * BPSO_Q: QLR Sensitive BPSO with $\phi_t/\phi_q = 50$.
- * BPSO_T: Latency Sensitive BPSO with $\phi_t/\phi_q = 500$.
- * Rand: Randomly selects one fog node from among the available candidat.
- * Naive: Always selects the fog node with the highest available data rate.

(a) Visualization of taxi traces



(a) Latency and QLR Performance



(b) Service Latency Distribution

谢谢

汇报人：王琦

导师：李智勇

