

Cost-Effective Resource Sharing in an Internet of Vehicles-Employed Mobile Edge Computing Environment

Tri D. T. Nguyen , Tien-Dung Nguyen, Van Dung Nguyen , Xuan-Quy Pham and Eui-Nam Huh *

问题的提出:

随着车联网和自动驾驶技术的飞速发展，会给自动驾驶车辆提供安全应用和车载娱乐应用。其中是视频流是车载信息娱乐的首要应用。但是这种移动视频业务的快速增长在车辆网络上造成巨大的交通负担，导致VSP向车辆传送视频内容的成本增加，并且还降低了QoS要求。因此，在保证服务提供商收入的同时，有效地向移动用户提供视频内容成为一个重要问题。

解决方案:

在未充分利用的车辆资源之间进行有效的资源共享 -- 通过使用附近车辆的现有数据资源，降低向移动用户提供视频服务的成本。并引入了一种激励机制来鼓励用户租用资源

使用MEC的好处:

1. VSP可以预先将流行的视频内容引入边缘网络上的MEC服务器，并通过无线通信直接向移动用户传送该内容。这减轻了拥挤的车辆网络的交通负担，并以较低的成本提供视频内容。
2. 由于接近最终用户，MEC可以提供低延迟服务
3. 由于MEC是分布式范例，因此它减轻了集中点故障的影响
4. 它还可以确定连接的设备的位置，从而提高基于位置的服务的性能

模型: 新的VSA模型 -- 基于从车辆获取数据的较低成本，然后最小化VSP的成本

Network Model

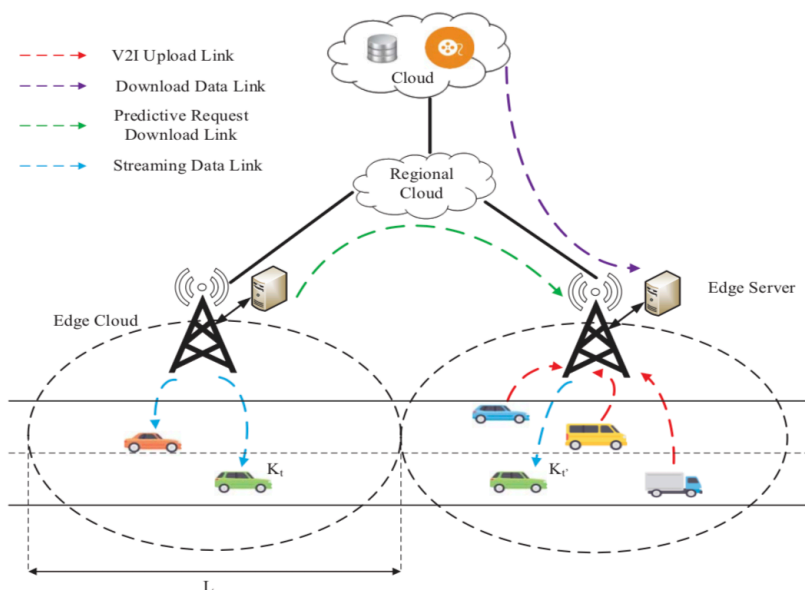


Figure 1. Video streaming service in a distributed cloud-based vehicular network.

将车辆网络考虑为单向的，由多个部署在edge cloud层的multi-edge computing nodes 组成。其中每个边缘计算节点包括基站和MEC server的连接。中间层的区域云协调边缘计算节点之间的信息交换。同一区域内的BSs能够通过区域云节点进行通信。当在边缘云上发生过载时，工作量的一部分能够转移到核心云。边缘层主要提供数据服务。顶部是一个集中式数据中心，VSP部署了它的服务在核心云。因为edge cloud有更低的延迟，VSP想在边缘云层中部署BS服务，使其服务接近于移动车辆。

车辆在道路上基于泊松模型分布.单位距离的车辆数表示为交通密度，道路车辆之间的距离服从指数分布

Traffic Model

车辆可以通过V2I通信与BS-i共享内容。车辆可以在系统中访问的视频内容的集合表示为 $F=\{1, 2, \dots, f, \dots, F\}$ ，其中F是文件的数量。每个文件的不同流行度被认为遵循ZIPF分布。表示为

$$q_f = \frac{\frac{1}{f^\psi}}{\sum_{h=1}^F \frac{1}{h^\psi}}$$

Video Transmission Process

如果视频内容已经缓存在MEC的存储器中，BS可以直接将视频流到车辆。但是由于车辆的移动性，全视频传输可能无法在一个BS中完成。它可能需要沿车辆轨迹的多个BS。每个边缘云层必须收集车辆的信息，并将处理后的信息发送到移动的车辆。

在从区域云接收到控制消息之后，每个BS开始为服务请求寻找需求内容。BS可以从远程内容服务器获取内容的某些副本，或者向其驻留车辆广播消息以检查是否能够从这些车辆获得所需的内容。无论如何获得请求文件f，在数据大小设置为D f的情况下，BS必须确保在请求者到达其覆盖范围之前必须将f存储在MEC服务器中，以便保证VSA的QoS。

利用MEC存储容量来缓存流行的视频以减少视频传输延迟。因此，我们认为每个BS在其缓存中保存最流行的文件。将C表示为每个BS的缓存大小，内容命中率为：

$$Q_C = \sum_{f=1}^{f=C} q_f$$

Cost Model

如果VUs不共享他们的汽车资源，这个方法便不能成功。因此，必须提供一种激励方法以鼓励VU参与进来。通过这种方式，VU-h可以从共享资源中获得好处，而VSP可以通过在附近的车辆中而不是在遥远的核心云中获取可用数据来降低服务成本。成本函数定义为：

$$C(t) = p - bt^\gamma$$

Wireless Transmission Model

the data rate $R_h = W_h \log_2 (1 + v_h)$

The BS shared the bandwidth $W_h = \frac{W_S}{1 + N_{VR}}$

The received SINR is $v_h = 1 + \frac{P_t d_{hi}^{-\alpha}}{\sigma^2 + I}$

The average achievable rate is

$$\begin{aligned} \bar{R}_h &= E_{\{N_{VR}, d_{hi}\}} \left[\frac{W_S}{1 + N_{VR}} \log_2 \left(1 + \frac{P_t d_{hi}^{-\alpha}}{\sigma^2 + I} \right) \right] \\ &= \int_{d=0}^{\infty} \sum_{n=0}^{\infty} \left[\frac{W_S}{1 + N_{VR}} \log_2 \left(1 + \frac{P_t d_{hi}^{-\alpha}}{\sigma^2 + I} \right) \right] \\ &\quad \cdot Pr \{ N_{VR} = n, d_{hi} = d \} dd \end{aligned}$$

具有成本效益的视频传输旨在使VSP的成本最小化，同时满足用户的服务质量

$$\begin{aligned} \min_{x, d} \quad & \sum_{f=1}^F \sum_{h=1}^{H_f} x_{h,f} d_{h,f} C(t_{h,f}) \\ \text{subject to} \quad & \max(t_{h,f}) \leq T_{f, \max} \quad \forall f \in \mathbb{F}, h \in H_f \\ & t_{h,f} \leq T_h \quad \forall f \in \mathbb{F}, h \in H_f \\ & \sum_{h=1}^{H_f} x_{h,f} d_{h,f} = D_f \\ & x_{h,f} \in \{0, 1\}, d_{h,f} \geq 0. \end{aligned}$$