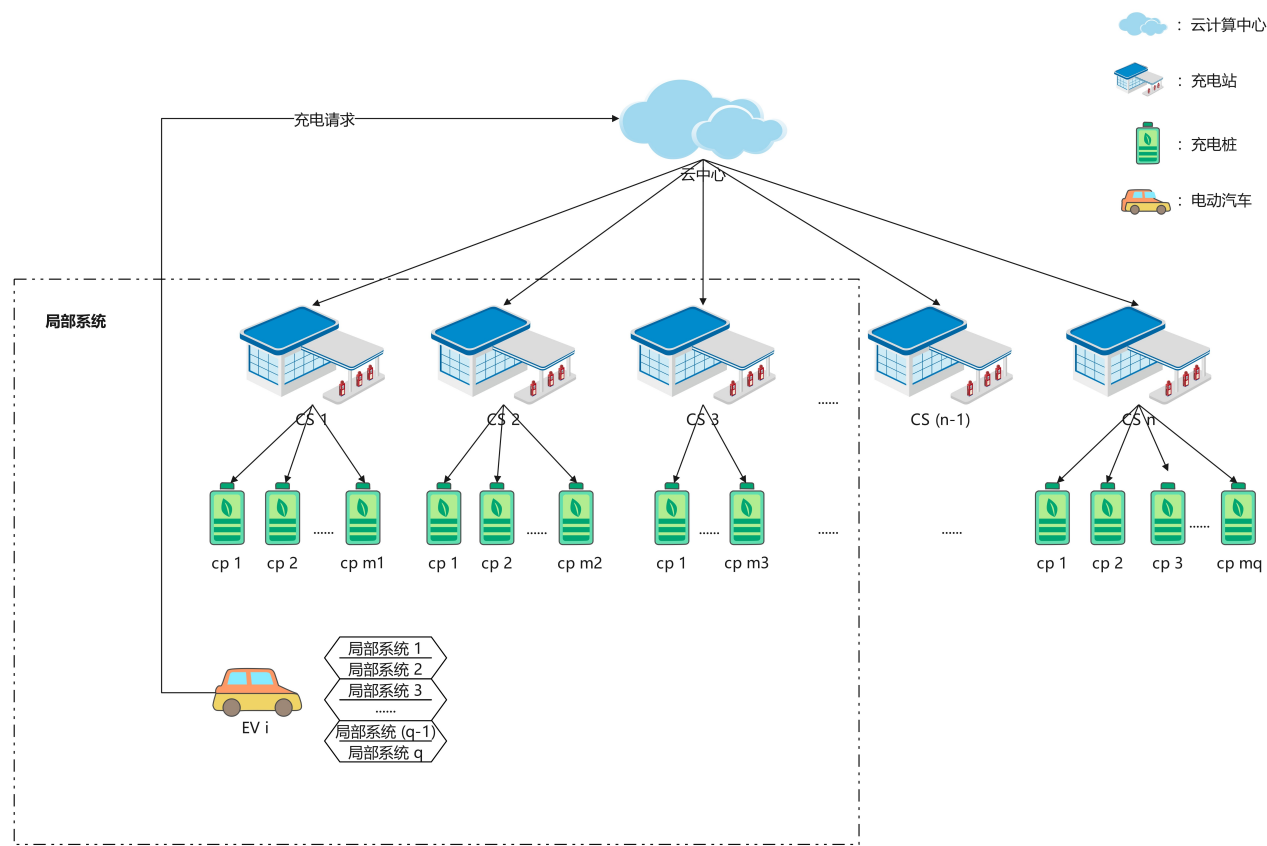


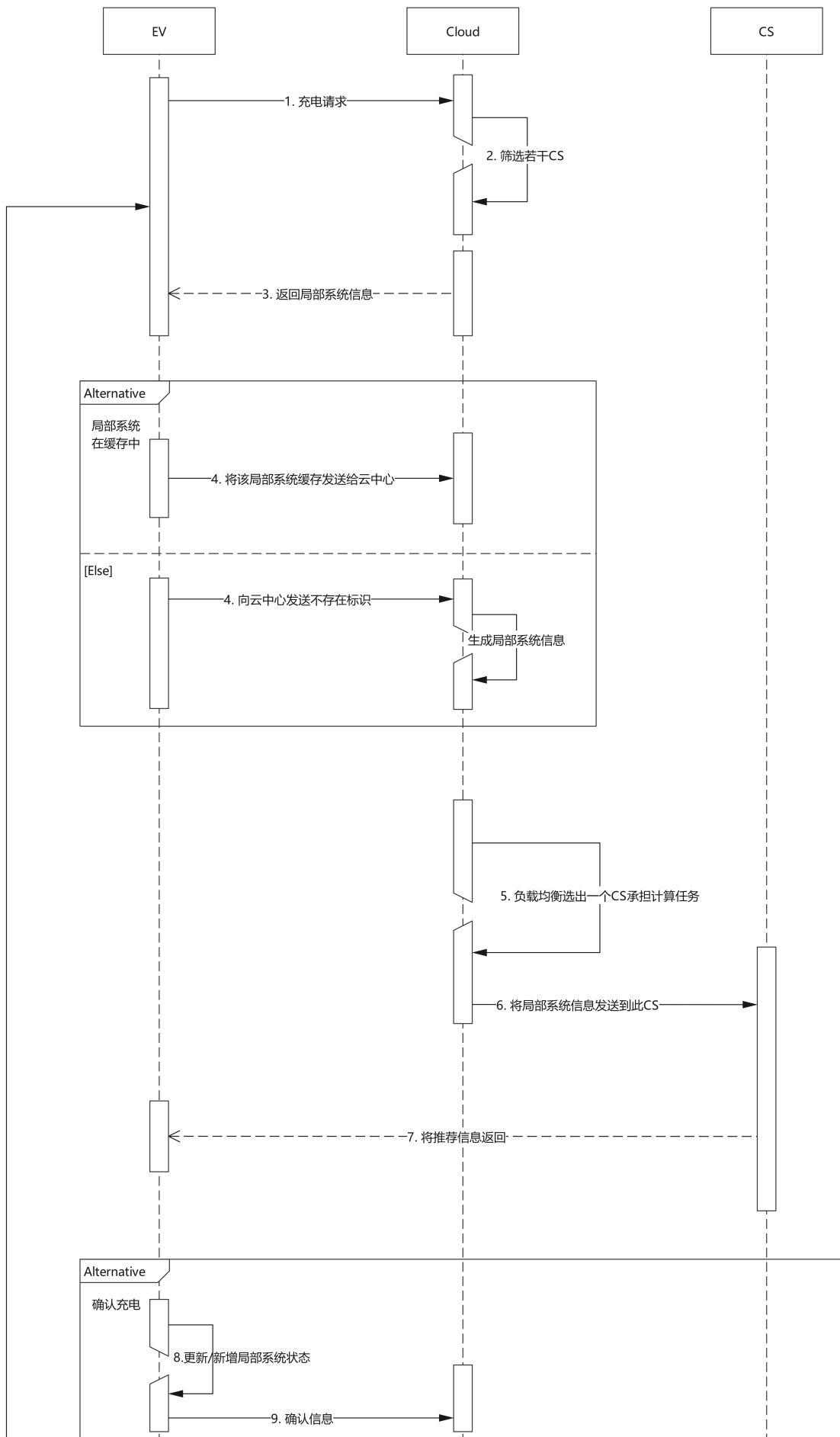
# 充电站推荐模型

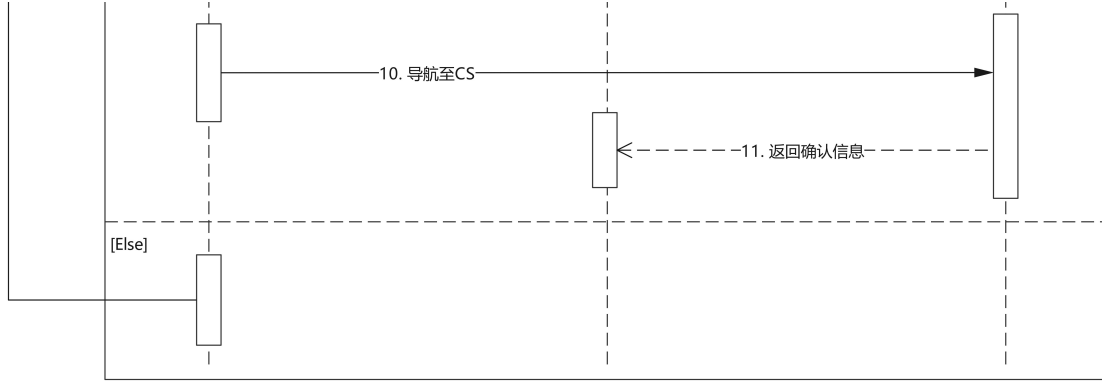
## 模型图



## 过程描述

- EVU通过车载系统或连接了车辆的移动设备向云中心发送充电请求，并将EV状态信息随请求一并发送；
- 云端根据EV状态信息筛选出若干充电站CS，此时EV与若干CS组成局部系统，云中心通过负载均衡分配其中一个CS完成计算任务（执行推荐行为），此时EV判断此局部系统是否在缓存中，如果在缓存中，将缓存信息（系统状态）发送到此CS，CS再根据当前数据对系统状态进行更新，如果不存在，此CS根据当前数据生成新的系统状态后，再进行推荐计算；
- CS执行完成后将结果以及当前系统状态返回给云中心，经云中心返回EV；
- EV收到结果以及当前局部系统状态，保存局部系统状态到本地缓存列表（如本地缓存满，则会删除掉长时间未更新的系统状态信息），并根据推荐结果导航至目标CS。





## 参数设定

### 动作集 (Action)

定义集合  $A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$  为动作  $a$  的集合，其中  $n$  为区域内总充电站数。定义  $a = i$  为向请求 EV 推荐充电站  $CS_i$ 。 $n$  为变量，根据不同的局部系统总计总的充电站数。

### 局部系统状态 (Local System State)

定义：

$\mathcal{LS} = \{\mathcal{M}, \mathcal{V}\}$ ，其中  $\mathcal{M}$  表示区域中充电站的状态， $\mathcal{V}$  表示请求充电 EV 的状态。

$\mathcal{M} = \{S_{cp}, T_{cp}, L_{cp}, G_{cp}\}$ ，其中：

$S_{cp} = \{m_1, m_2, \dots, m_n\}$  为  $n$  元组，表示各个 CS 中充电桩的状态， $m_i \in (-\infty, k_i]$ ， $k_i$  为  $CS_i$  拥有的充电桩数， $m_i < 0$  表示  $CS_i$  有  $|m_i|$  辆 EV 正在排队且没有空闲充电桩； $m_i = 0$  表示  $CS_i$  的所有充电桩正在使用且没有排队的 EV； $m_i > 0$  表示  $CS_i$  有  $m_i$  个空闲充电桩。

$T_{cp}$  为 CS 的兼容类型。

#### 1. 第一种实现方式：

定义固定含义的兼容向量，如果兼容则分量为 1，否则为 0。

#### 2. 第二种实现方式：

收集目前所有充电协议，为其制定像计算机中读写执行相似的数学表示，根据协议的使用情况设置合适的数值，使用组合加法得到的结果即可分析出支持哪些协议。

$L_{cp}$  为 CS 负载，是当地国家电网划分一天中标准用电量，当  $L_{cp} > 0$  时，表示此 CS 当前负载较低，当  $L_{cp} \leq 0$  时，表示此 CS 负载较高，且数值越小，负载越高。

$G_{cp}$ 为CS地理位置。

#### 1. 第一种实现方式：

所有地理位置使用经纬度标识，使用哈弗辛公式（Haversine）计算两个经纬度的直线距离：

$$Hav(\theta) = \sin^2\left(\frac{\theta}{2}\right) = (1 - \cos(\theta))/2$$

设：EV与CS的纬度分别为 $\psi_1$ 与 $\psi_2$ ，经度分别为 $\omega_1$ 与 $\omega_2$ ，代入上式：

$$Hav(\Theta) = Hav(\psi_2 - \psi_1) + \cos(\psi_1)\cos(\psi_2)Hav(\omega_2 - \omega_1)$$

则EV与CS的直线距离为：

$$d = R\Theta$$

其中， $R$ 为地球半径。

#### 2. 第二种实现方式：

将整个推荐系统覆盖的区域使用Voronoi图划分为若干区域，根据EV与CS所在的区域进行分配。

$\mathcal{V} = \{C_{ev}, B_{ev}, E_{ev}, T_{ev}, G_{ev}\}$ ，其中 $C_{ev}$ 为EV电池实际容量， $B_{ev}$ 为EV的当前电量， $E_{ev}$ 为EV充满电所需要的电量， $T_{ev}$ 为充电协议， $G_{ev}$ 为EV的地理位置。

将 $\mathcal{M}$ 与 $\mathcal{V}$ 解包，得到局部系统状态 $\mathcal{LS} = \{S_{cp}, T_{cp}, L_{cp}, G_{cp}, C_{ev}, B_{ev}, E_{ev}, T_{ev}, G_{ev}\}$ 。

### 奖励（Reward）

EVU总焦虑 $\triangleq (t_{ch} + t_q + t_d)$ ，其中 $t_{ch}$ 为充电时间， $t_q$ 为排队时间， $t_d$ 为行驶时间。定义奖励为

EVU总焦虑的倒数，即 $\frac{1}{t_{ch} + t_q + t_d}$ 。