

- 一 元胞自动机的设计
 - 1. 产生汽车的规则
 - 2. 跟驰规则
 - 3. 变道规则
 - 4. 分岔路规则
- 二 仿真

一 元胞自动机的设计

道路被分成若干cells，每个cell长4米，每个cell记录三种状态：

- cell的状态：0表示无车，1表示human-driven，2表示self-driving
- 汽车的速度： v
- 汽车的加速度： a

1. 产生汽车的规则

由附件计算高峰/非高峰期，路段一秒钟经过车的平均数量：

$$\lambda_{peak} = \frac{0.08N}{3600p}, \quad \lambda_{non-peak} = \frac{0.92N}{3600(24-p)}$$

由泊松分布，得到高峰/非高峰期，路段一秒钟生成新车的概率密度函数：

$$P_{peak}(n) = \frac{\lambda_{peak}^n}{n!} e^{-\lambda_{peak}}, \quad P_{non-peak}(n) = \frac{\lambda_{non-peak}^n}{n!} e^{-\lambda_{non-peak}}$$

通过调整高峰期时间 p 和生成新车中self-driving的比例 q 可模拟不同状态

2. 跟驰规则

由 $G_S = T_{rh} v$ 计算安全距离，根据当前距离 G 与安全距离的关系分以下多种情况讨论：

1. 前后两车都是human-driven（加速度1m/s）：
 - $G \leq G_S$ ：减速
 - $G > G_S$ ： P_a 概率加速， P_d 概率减速， $1 - P_a - P_d$ 概率不变速

由限速60英里/h得到： $v_{max} \approx 27m/s$ ，一个cell4米，即 $v_{max} \approx 7cell/s$

Table 1: Acceleration and Deceleration Probabilities when $G > G_S$

v	1	2	3	4	5	6	7
P_a	1	0.9	0.8	0.7	0.5	0.2	0
P_d	0	0.1	0.2	0.2	0.3	0.4	0.6

2. 前车是human-driven，后车是self-driving：

$$v_{\text{new}} = \begin{cases} \min(V_{\text{max}}, v + a), & a \geq 0 \\ \max(V_{\text{min}}, v + a), & a < 0 \end{cases}$$

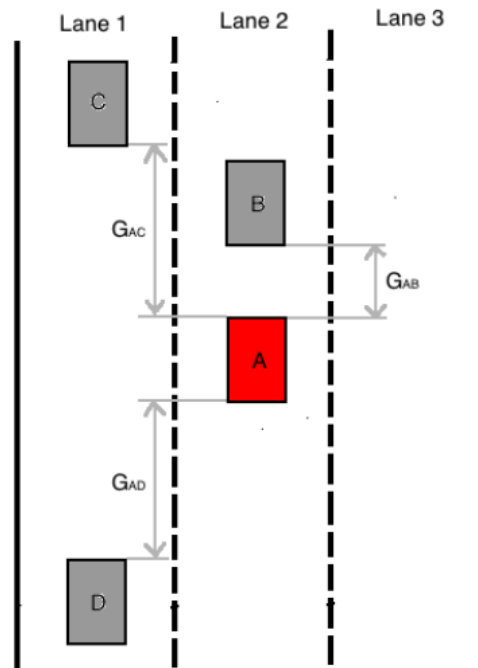
$$a_{\text{new}} = \alpha(G - G_S) + \beta(v_p - v)$$

3. 前后两车都是self-driving:

$$v_{\text{new}} = \begin{cases} \min(V_{\text{max}}, v + a), & a \geq 0 \\ \max(V_{\text{min}}, v + a), & a < 0 \end{cases}$$

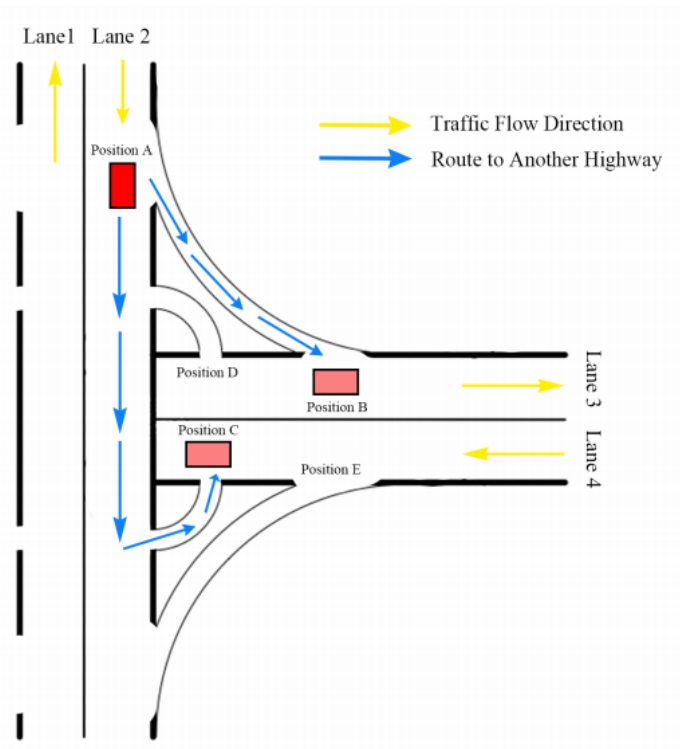
$$a_{\text{new}} = \alpha(G - G_S) + \beta(v_p - v) + \gamma a_p$$

3. 变道规则



上述情况发生时才有 P_c 的概率变道

4. 分岔路规则



- 在分岔路没有穿过交通流，不影响通行速率，所以假设汽车从当前道路消失一定时间 T_{inter} 后，重新出现在另一道路上
- u_{ij} 表示从道路 i 跨越到道路 j 的概率，道路数确定， u_{ij} 的状态数随之确定
- 时间 T_{inter} 到达后，若预到达位置无车，则出现；否则等待至无车

二 仿真

衡量道路通行能力的指标：

- 全天平均通行时间
- 高峰期平均通行时间
- 交通密度

给定道路长度，车道数，self-driving比例，一天交通流量，高峰期时间，变道概率即可进行仿真

通过改变self-driving比例，车道数，设置专用车道，一天交通流量，观察上述指标的变化，将其可视化

Impact of Self-Driving Cars on Average Passing Time

