

The background features a dark blue gradient with several overlapping geometric shapes: a large teal triangle pointing right, a grey triangle pointing left, a dark blue triangle pointing left, and a teal triangle pointing right. On the left side, there is a photograph of a modern building with a glass facade and a complex structural grid.

智能交通系统课程设计

VMS 可变信息板 对交通系统的影响分析

姓名：王倩妮

班级：交通2015-02班

学号：2015112956

任课教师：郑芳芳



目录

CONTENT

- 01 文献综述
 - 02 问题描述及实现过程
 - 03 评价指标及计算方法
 - 04 影响分析
- 



01 文献综述



先进的出行者信息服务系统(Advanced Traveler Information Systems)是智能交通系统(ITS)的重要组成部分,通过地理信息数据、交通运行数据、道路信息数据、公共交通信息数据等使用计算机和通信技术采集数据、传输数据从而对数据进行进一步处理,并进行信息发布,旨在辅助出行者在出行前(pre-trip)或者在途(enroute)状态下做出出行选择,提供道路交通信息服务。

ATIS主要提供以下信息服务:

- ① 公共交通信息服务
- ② 出行者信息服务
- ③ 路径诱导及导航服务
- ④ 个性化信息服务



[1] Adler, J. L., & Blue, V. J. (1999). Toward the design of intelligent traveler information systems. Transportation Research Part C, 6, 157-172.

[2] 江筱薇. VMS影响下驾驶员路径选择机理及信息发布策略研究[D].东南大学,2017.

ATIS发展起步于上世纪50年代，至今已发展约60年，尽管技术在不断提高，但ATIS的最初目标并没有改变，即：更好的对交通流进行管理，从而提高安全性与效率性。其发展可以大体分为两个阶段：

第一阶段：1960s-1970s traveler information systems

- 第一阶段的产生伴随着通信技术、计算机及交通监测与控制系统的的发展，在本阶段，系统主要针对网络中的**局部点**进行优化，例如诱导驾驶员在拥挤的高速公路上选择替代道路，或告
- **提供何种信息** 特殊事件、事故的非经常性的拥堵。
- **信息如何呈现**
- 第一阶段系统代表：可变信息板(VMS)和高速公告广播(HAR)。

第二阶段：1970s-至今

[1] Adler, J. L., & Blue, V. J. (1999). Toward the design of intelligent traveler information systems. *Transportation Research Part C*, 6, 157-172.

[2] Kaan Ozbay, Bekir Bartin (2004). ESTIMATION OF ECONOMIC IMPACT OF VMS ROUTE GUIDANCE USING MICROSIMULATION. *Research in Transportation Economics*, Volume 8, Pages 215-241

 第二阶段：1970s-至今

- 第二阶段的ATIS利用更多的新技术为出行者提供动态路径诱导、实时交通状态信息与出行者信息服务。现有的一些大城市区正在建立区域性的多式联运信息系统，以使出行者能够更明智地进行出行方式和出行路线的选择。
- 与第一阶段VMS与HAR相比更具个性化，减少信息量，提升信息的对需求的针对性。
- 使用设备：车辆路径诱导系统、蜂窝移动电话、闭路电视、网络、信息亭
- 使用技术
 - 交互式用户界面 *Interactive user interface*
 - 车辆定位与智能地图 *Vehicle location and intelligent mapping*
 - 多元目标的路径搜索 *Individualized path search*
 - 黄页目录 *Yellow pages directory*(使目的地与路径结合，如搜索餐厅、电影院)
 - 综合交通信息 *Multimodal information*
 - 动态路径导航 *Dynamic route guidance* (依据现状或预测数据推荐路线)

ATIS的实施效果

系统状态的因素

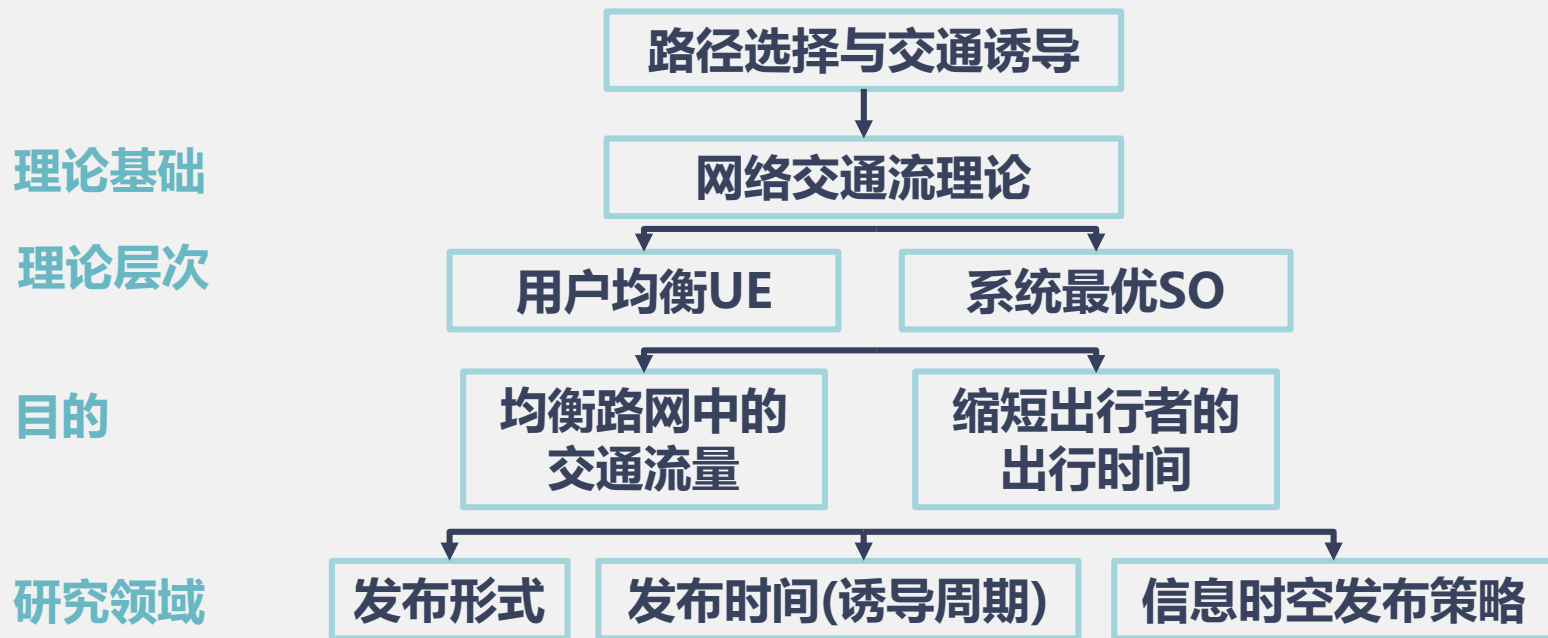
人的因素

人的因素

- (1) Do travelers use ATIS? 出行者是否使用ATIS?
- (2) How and when do travelers use ATIS? 出行时在何时如何使用ATIS?
- (3) Why do travelers use ATIS ?为什么出行者使用ATIS?
- (4) How do travelers perceive ATIS? 出行者对于ATIS信息的接受度?
- (5) What are the consequences of ATIS? ATIS带来的结果、效应?

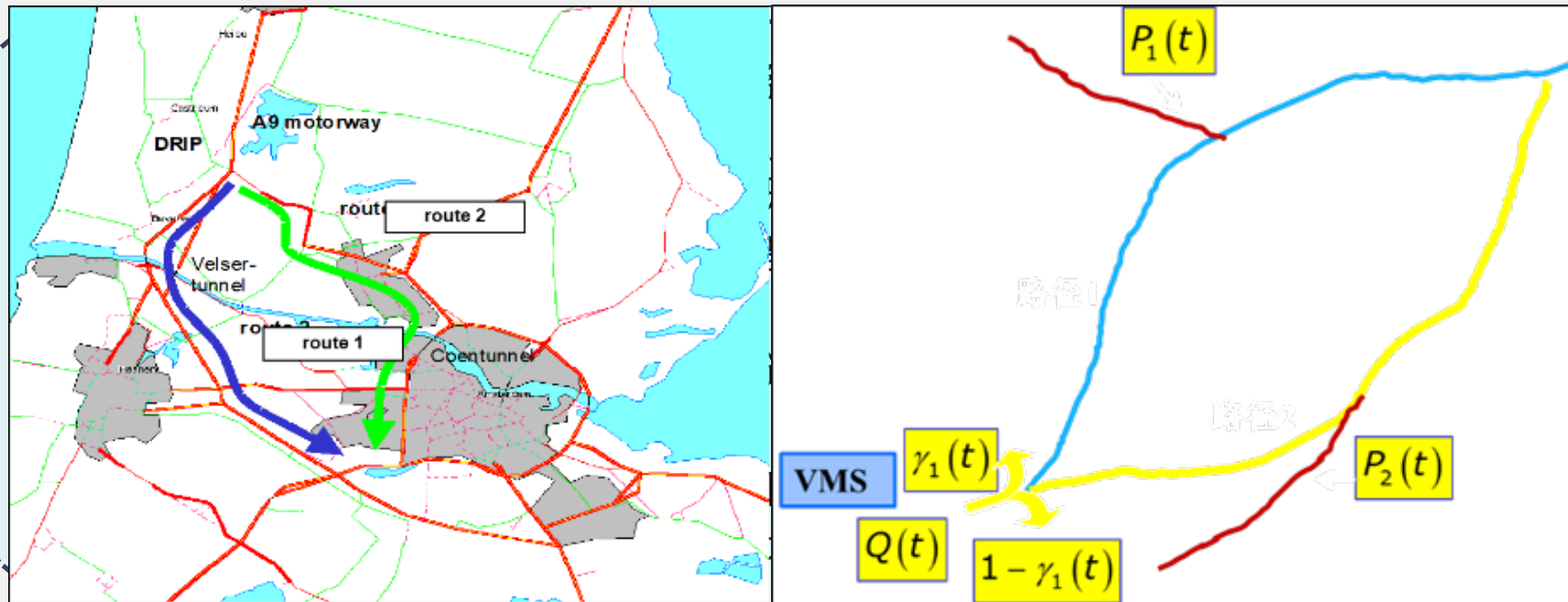
其他重要因素:

Cost (用户信息获取费用与基础建设投资), **Compliance** (用户对于ATIS信息的服从程度), **Oversaturation** (随市场占有率增加边际收益减少), **Effects over the long-term** (随时间推移人们对于ATIS的需求), **Driver Comfort** (简单易学, 信息可靠)





02 问题描述及实现过程



序号	符号	定义	序号	符号	定义
1	$i(t)$	交通需求 (veh/h)	9	$r2(t)$	路径2的排队车辆数
2	$p1(t)$	路径1的外部交通需求量 (veh/h)	10	$L1(t)$	路径1的排队长度 (km)
3	$p2(t)$	路径2的外部交通需求量 (veh/h)	11	$L2(t)$	路径2的排队长度 (km)
4	$i1(t)$	路径1的实际交通需求量 (veh/h)	12	$D1(t)$	由于车辆排队导致路径1的延误 (h)
5	$i2(t)$	路径2的实际交通需求量 (veh/h)	13	$D2(t)$	由于车辆排队导致路径2的延误 (h)
6	$C1(t)$	路径1的容量 (通行能力) (veh/h)	14	$sp(t)$	选择路径1的百分比
7	$C2(t)$	路径2的容量 (通行能力) (veh/h)	15	D_{tot}	总延误 (h)
8	$r1(t)$	路径1的排队车辆数	16	P_{tot}	总的系统性能 (veh x km)

- A. 排队长度（数量）与行程时间计算，需知路径流量 ?
- B. 路径流量取决于路径选择比率，需知路径选择比率 ?
- C. 路径选择比率由出行路径不受限制的出行者的习惯性选择参数 β_0 ，和对交通信息的敏感性 β ，以及其他出行者(出行路径受限)的“缺省选择率”决定

因此该过程是循环迭代的过程

A. 排队长度 (数量) 与行程时间计算

排队车辆数

$$N_j(t + \Delta t) = N_j(t) + \Delta t [Q_j(t - T_j^{free}) + P_j(t) - C_j(t)]$$

与程序中的r1,r2相对应

瞬时行程时间

$$T_j^{inst}(t + \Delta t) = T_j^{free} + \frac{N_j(t)}{C_j(t)}$$

预测行程时间

$$T_j^{exp}(t) = T_j^{free} + \frac{N_j(t + T_j^{free})}{C_j(t + T_j^{free})}$$

B. 路径流量计算

$$Q_j(t) = \gamma_j(t) Q(t)$$

与程序中的i1,i2相对应

C. 路径选择比率计算

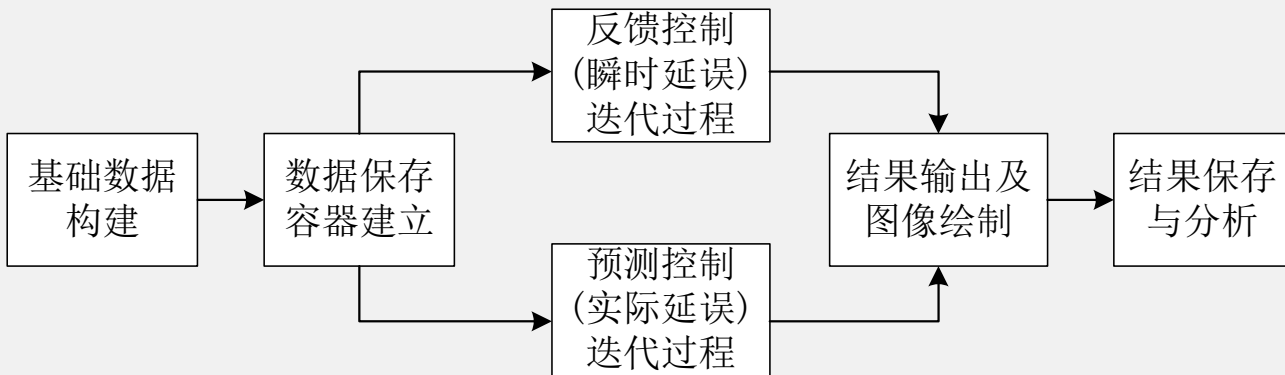
$$\gamma_j(t) = [1 - P^{nc}] \gamma_j^{capitives}(t) + P^{nc} \gamma_j^{nc}(t)$$

$$\gamma_j^{nc}(t) = \beta_0 + \beta [T_k^{inst}(t) - T_j^{inst}(t)] \quad or$$

$$\gamma_j^{nc}(t) = \beta_0 + \beta [T_k^{exp}(t) - T_j^{exp}(t)]$$

与程序中的sp相对应

程序构建思路



- ✓ 以时间(min)为循环变量构建整个过程
- ✓ 由模型公式表明，分别构建反馈控制与预测控制过程可以在一定程度上降低难度
- ✓ 需分析的量如事件发生与否、敏感性、事件持续长度等，可在函数构建完成后遍历并调用函数实现

Step1: 基础数据构建

Code=218

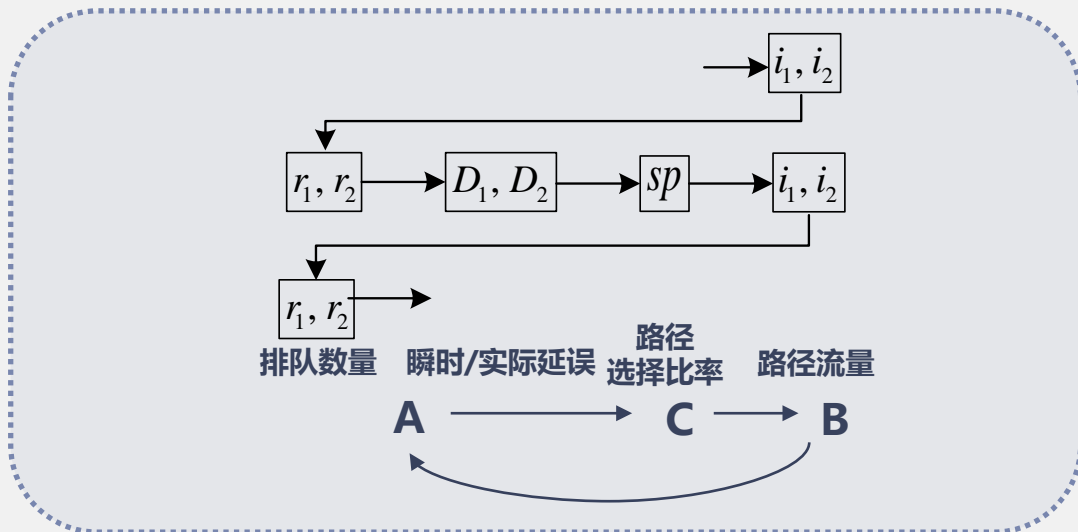
数值	含义	数值	含义
T = 552	仿真时长	TT1 = 18	路径1自由流时间min
basic_i = 2180	基础交通流量veh/h	TT2 = 16	路径2自由流时间min
basic_P1 = 2491	外部交通需求量P1veh/h	basic_L1 = 30	路径1长度km
basic_P2 = 3354	外部交通需求量P2veh/h	basic_L2 = 27	路径2长度km
basic_C1 = 5232	基础路径1通行能力veh/h	B0 = 0.58	缺省路径1选择比例
basic_C2 = 5232	基础路径2通行能力veh/h	TTacc = 20	事件持续时长min
L_car = 0.005	车辆平均长度km	acc_start=150	事件开始时间

Step2: 数据保存容器建立

- 分别初始化*ii*, *C1*, *C2*, *P1*, *P2*, *i1*, *i2*, *D1*, *D2*, *r1*, *r2*, *L1*, *L2*, *Dtot*, *Ptot*为长度为T=552的全0矩阵;
- 将*sp*初始化为数值均为默认选择比例的长度为T的矩阵;
- 将*P1*,*P2*,*C1*按照基础数据设定为长度为T的矩阵;
- 将*C2*按照是否有事件发生分为0.1**basic_C2*与*basic_C2*;
- 总需求*ii*量数据生成函数与原始文件生成方法一致, 完成数据生成;

Step3: 控制迭代过程

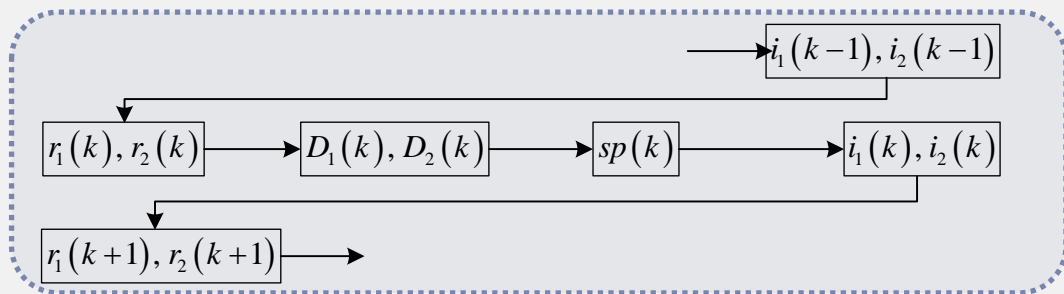
- 首先，需要利用默认值填充在前自由流运行时间内的数据(18s与16s);
- 接下来的循环过程按照下图所示进行循环：



反馈控制与预测控制的区别主要在于利用的不同时间的数据进行循环。

Step3(1): 反馈控制（瞬时延误）迭代过程

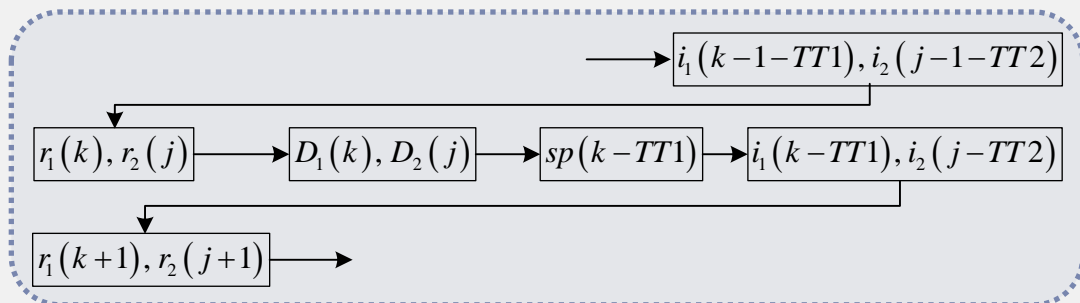
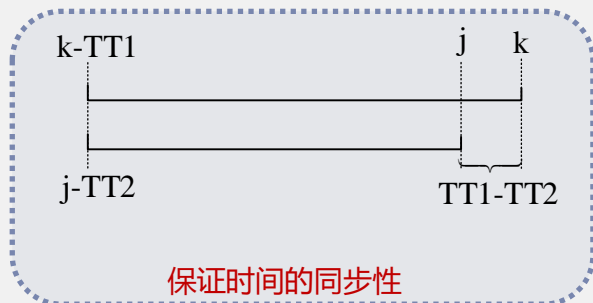
反馈控制指将t时刻的排队数据状况,告知t时刻获取VMS可变信息板的驾驶员,使驾驶员做出相应决策的过程。



- 初始化自由流时间内的数据 r_1, r_2 为0, 否则按照 $r_j[t] = r_j[t-1] + \frac{i_j[t-1-T^{free}] + P_j[t-1] - C_j[t-1]}{60}$ 计算
- 利用 $D_j = \frac{60 \times r_j}{C_j}$ 计算延误时间
- 利用 $sp[k] = B_0 + B \times (D_1[k] - D_2[k])$ 计算选择路径1的比例
- 利用 $i_j(t) = \bar{i}_j(t) \times sp(t)$ 计算路径1的流量, 总流量做差得路径2的流量

Step3(2): 预测控制 (实际延误) 迭代过程

预测控制指将 $t + T_j^{free}$ 时刻的排队数据状况,告知t时刻获取VMS可变信息板的驾驶员,使驾驶员做出相应决策的过程。



- 初始化自由流时间内的数据 r_1, r_2 为0, 否则按照 $r_j[t] = r_j[t-1] + \frac{i_j[t-1-T^{free}] + P_j[t-1] - C_j[t-1]}{60}$ 计算 $r_1(k), r_2(j)$
- 利用 $D_j = \frac{60 \times r_j}{C}$ 计算延误时间 $D_1(k), D_2(j)$
- 利用 $\begin{cases} sp[k-TT1] = B0 - B * (D1[k] - (D2[j] + acc * TTacc)) & \text{while accident} \\ sp[k-TT1] = B0 - B * (D1[k] - D2[j]) & \text{no accident} \end{cases}$ 计算选择路径1的比例
- 利用 $i_j(t) = ii(t) \times sp(t)$ 计算路径1的流量 $i_1[k-TT1]$, 总流量做差得路径2的流量 $i_2[k-TT1]$

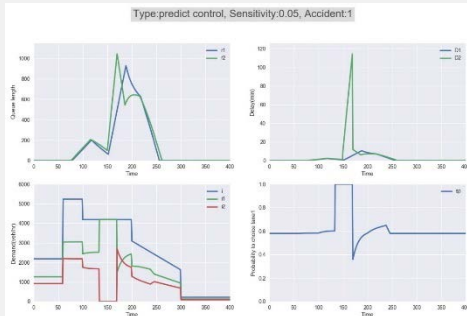
Step4、5: 结果输出图像绘制及结果保存

● 不同参数的可能性组合

序号	是否事件发生Accident	敏感度B	是否反馈控制react
0-20	0	[0.00,1.00];变化步长0.05	1
21-41	1	[0.00,1.00];变化步长0.05	1
42-62	0	[0.00,1.00];变化步长0.05	0
63-83	1	[0.00,1.00];变化步长0.05	0

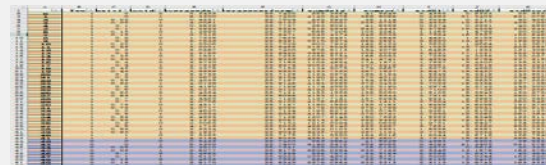
● 随时间变化图像输出

子图1绘制随时间变化路径1、2排队长度的变化;
 子图2绘制随时间变化路径1、2延误的变化;
 子图3绘制总需求及路径1、2的需求随时间的变化情况;
 子图4绘制随时间变化选择路径1用户的比例。
 修改标题、轴名称、轴区间、加图例等。



● 每种组合下总体指标输出

遍历以上84种可能性，并计算每种可能下的7个指标，写入Excel文件





03 评价指标及计算方法

平均延误

延误是指车辆在行驶中，由于受到驾驶员无法控制的或意外的其他车辆的干扰或交通控制设施等的阻碍所**损失的时间**。平均延误即每辆车在行驶中平均损失的时间。

$$AverageDelay = \frac{\sum_{t=0}^{T-1} D_{tot}(t)}{\sum_{t=0}^{T-1} ii(t)}$$

$$D_{tot}(t) = i_1(t) D_1(t + T_1^{free}) + i_2(t) D_2(t + T_2^{free})$$

平均性能

使用交通需求*路径长度定义“性能”。

$$Averageperformance = \frac{\sum_{t=0}^{T-1} P_{tot}(t)}{\sum_{t=0}^{T-1} ii(t)}$$

$$P_{tot}(t) = i_1(t) \times L_1 + i_2(t) \times L_2$$

总延误

$$SumDelay = \sum_{t=0}^{T-1} D_1(t) + \sum_{t=0}^{T-1} D_2(t)$$

总排队长度

$$sumrow = \frac{\sum_{t=0}^{T-1} r_1(t) + \sum_{t=0}^{T-1} r_2(t)}{T}$$

延误可变性指延误的偏差状况，使用“标准差”对这一指标进行表示。

路径1延误可变性

$$stdD1 = \sqrt{\frac{\sum_{t=0}^{T-1} (D_1(t) - \bar{D}_1)^2}{T-1}}$$

路径2延误可变性

$$stdD2 = \sqrt{\frac{\sum_{t=0}^{T-1} (D_2(t) - \bar{D}_2)^2}{T-1}}$$

总延误可变性

$$stdDt_{tot} = \frac{1}{60} \sqrt{\frac{\sum_{t=0}^{T-1} (Dt_{tot}(t) - \bar{D}_{tot})^2}{T-1}}$$

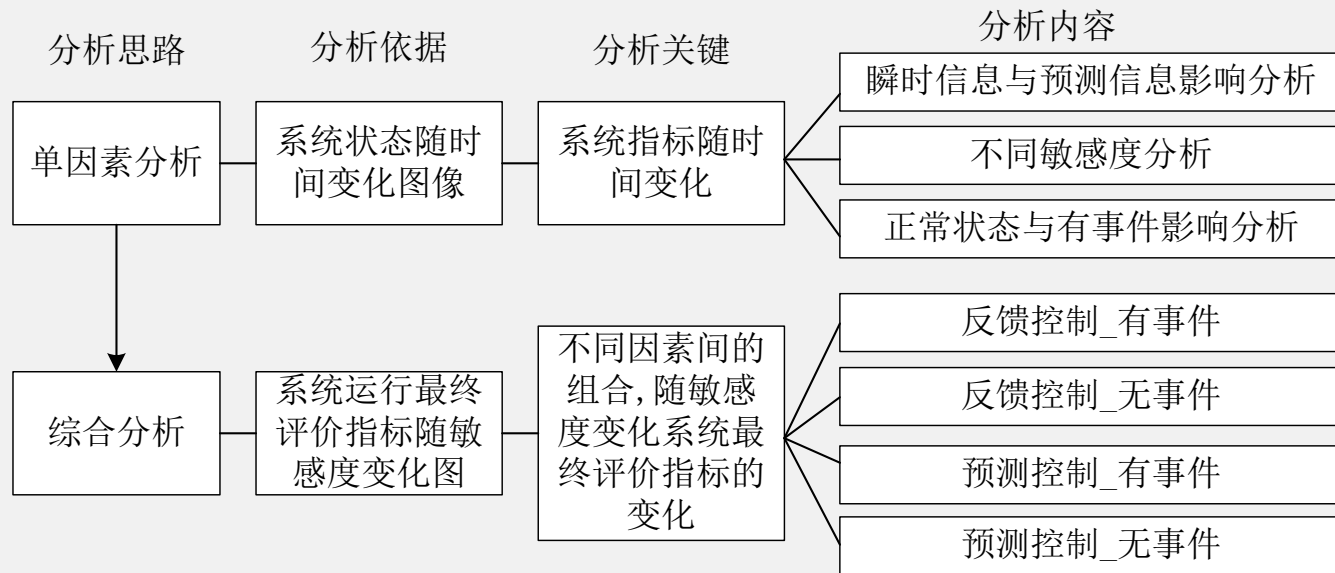


04 影响分析



基本思想：对照

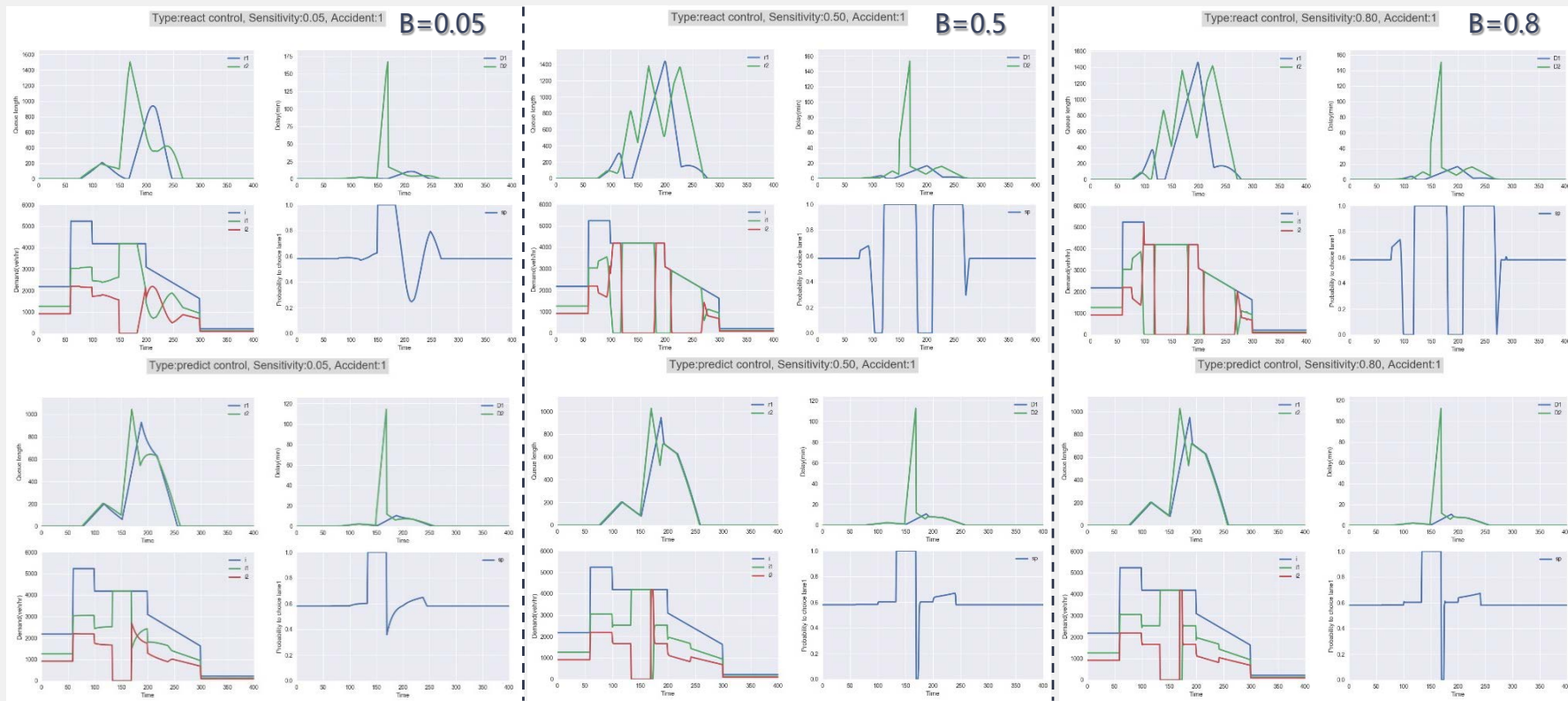
分析过程：



影响分析——提供瞬时信息与预测信息分析



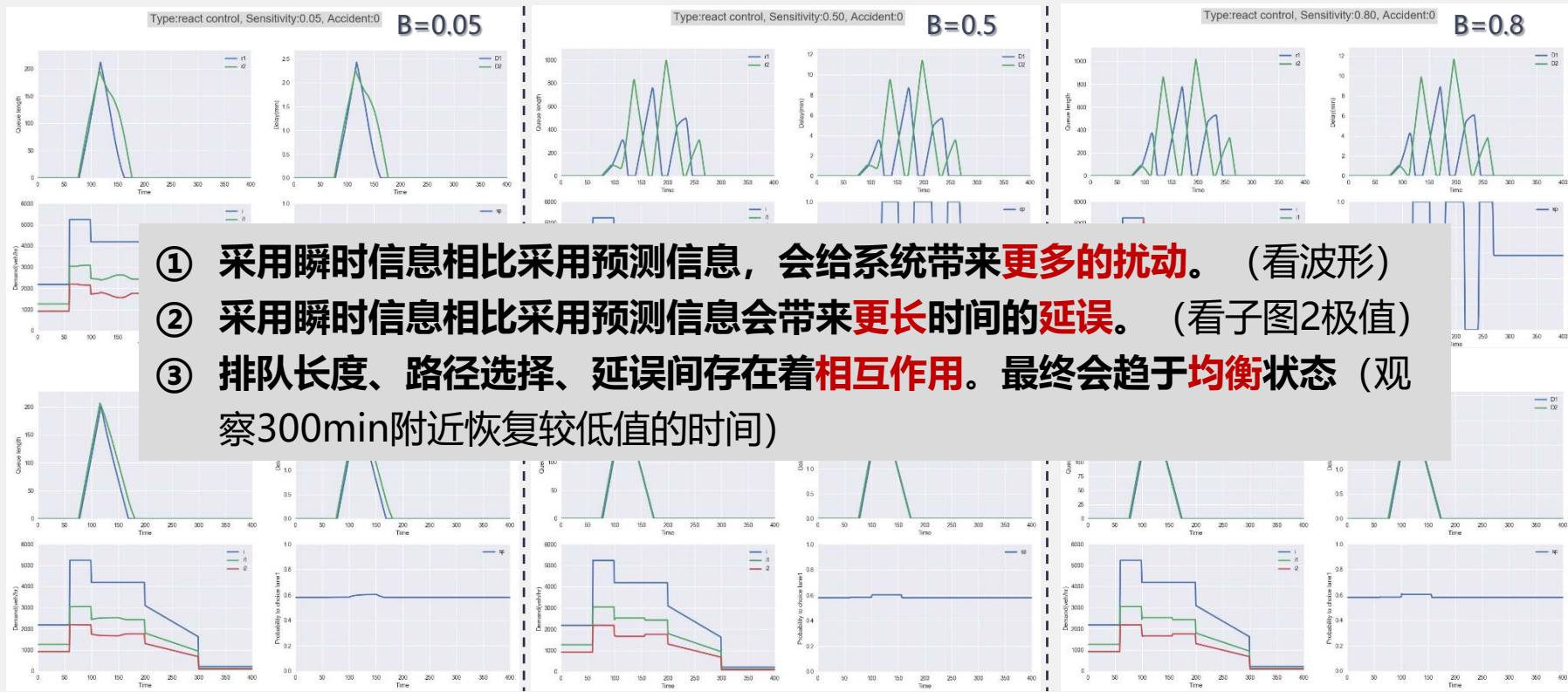
- 比较有事件发生、相同灵敏度下的反馈控制与预测控制状态下排队数量、延误等数据：



影响分析——提供瞬时信息与预测信息分析

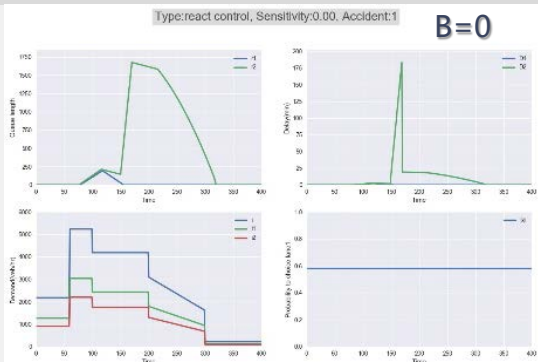


- 比较**无事件发生**、**相同灵敏度**下的反馈控制与预测控制状态下排队数量、延误等数据：

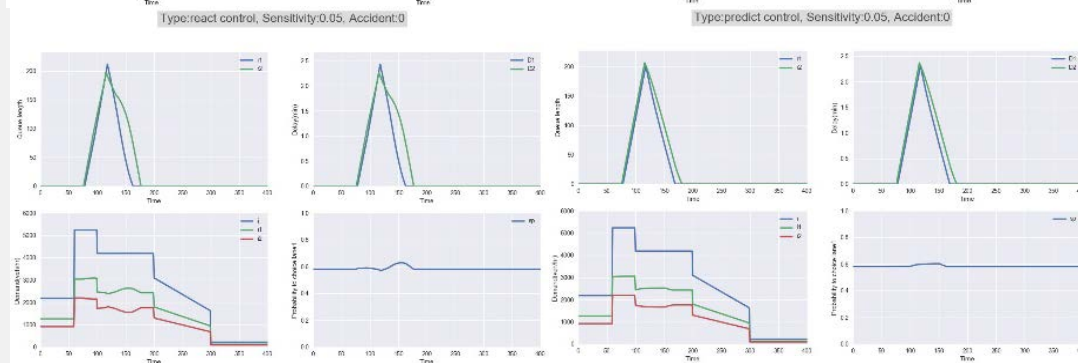
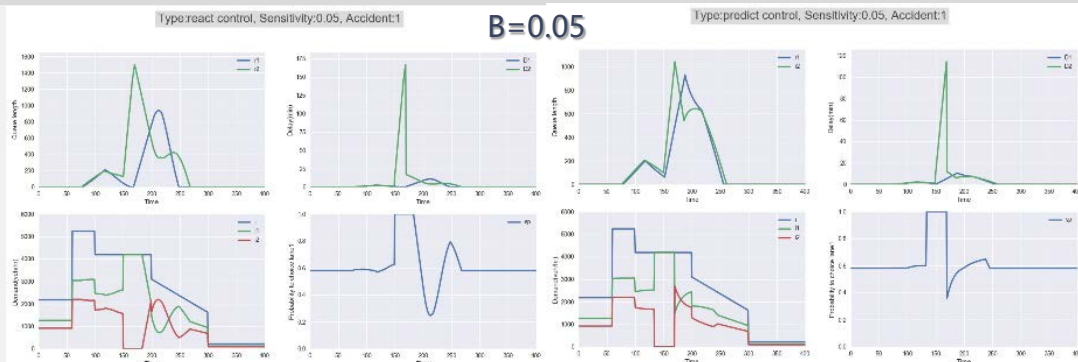
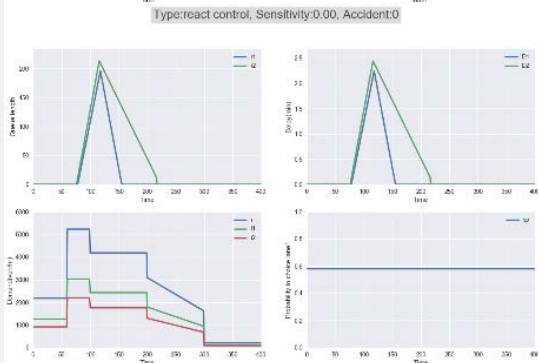


- ① 敏感度在0与0.05变化的过程中造成了最大的影响，之后随着敏感度的均匀增加，变化幅度逐渐减小，说明毫不敏感与存在一定敏感度对于结果存在显著影响。

有事件



无事件



反馈控制

预测控制

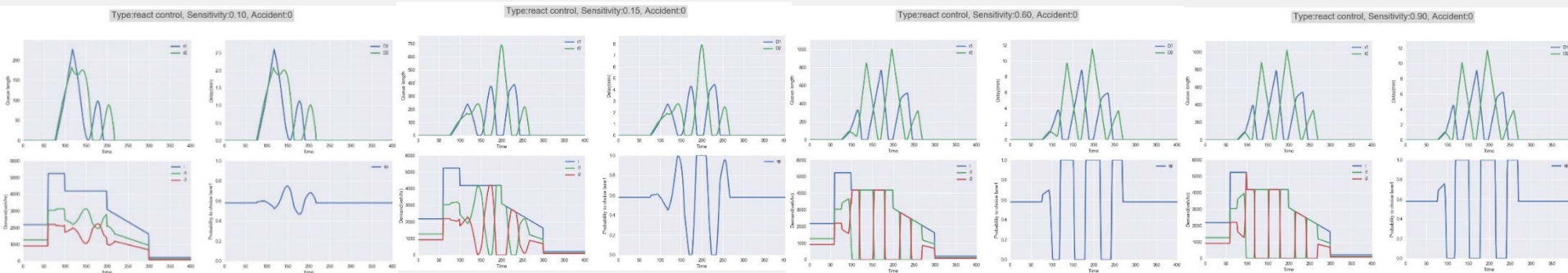
② 敏感度变化对瞬时信息(反馈控制)的影响远大于敏感度变化对实际信息(预测控制)的影响。

Type	Sensitivity	Acc	avgedel av	avgperfor mance	sumdelay	sumrow	stdD1	stdD2	stdDtot
0	0.1	0	0.4925	28.7556	226.7274	35.8164	0.5086	0.5474	40.4942
0	0.15	0	0.4936	28.7562	226.4918	35.7791	0.5139	0.5416	40.5677
0	0.6	0	0.4959	28.7570	226.3154	35.7513	0.5237	0.5314	40.6983
0	0.9	0	0.4962	28.7570	226.3138	35.7510	0.5249	0.5301	40.7143
1	0.1	0	0.5652	28.7737	263.9021	41.6889	0.5374	0.5881	40.6989
1	0.15	0	1.3998	28.7587	666.7306	105.3241	1.1365	1.4799	80.0262
1	0.6	0	2.4190	28.7129	1174.3865	185.5190	1.8974	2.5735	148.8004
1	0.9	0	2.5065	28.7153	1215.8294	192.0658	1.9751	2.6427	154.8697

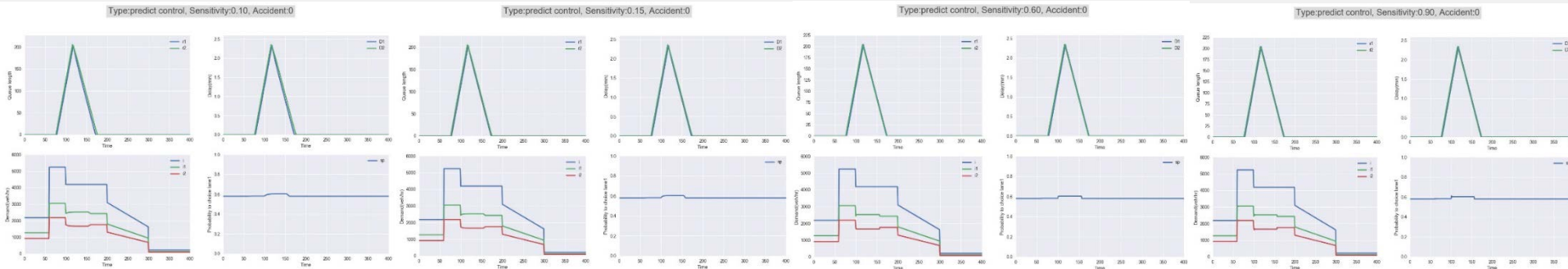
以无事件发生的情况为例，选取敏感度为0.1, 0.15, 0.6, 0.9的反馈控制与预测控制数据

② 敏感度变化对瞬时信息(反馈控制)的影响远大于敏感度变化对实际信息(预测控制)的影响。

以无事件为例，反馈控制：



敏感度增加



以无事件为例，预测控制：

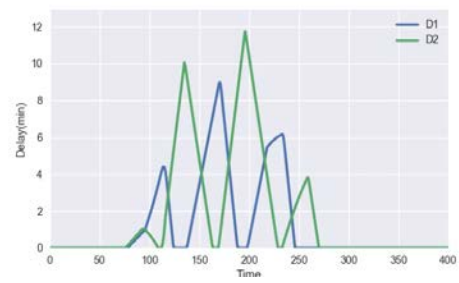
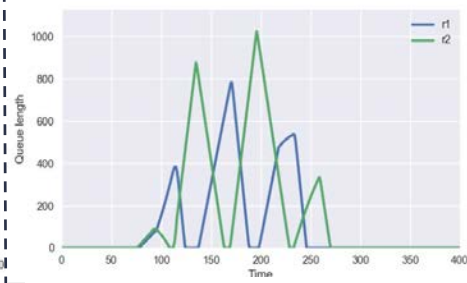
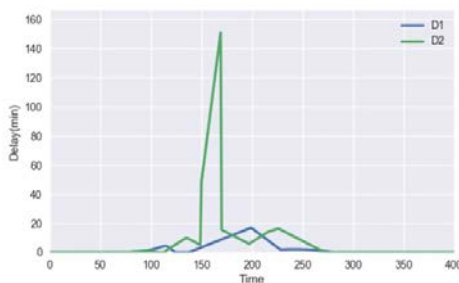
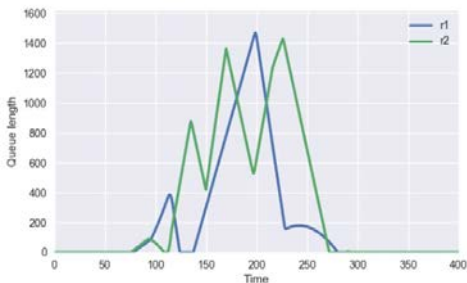


有事件

无事件

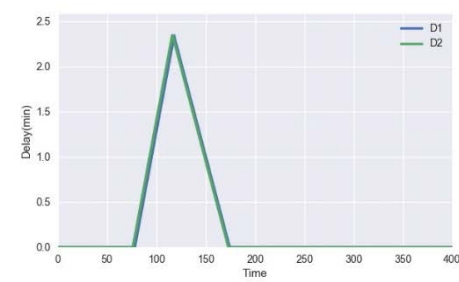
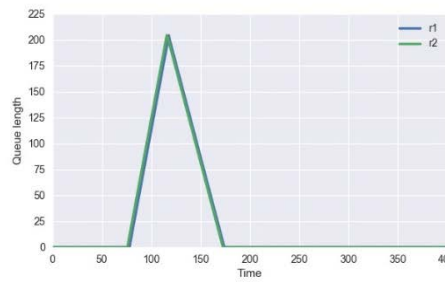
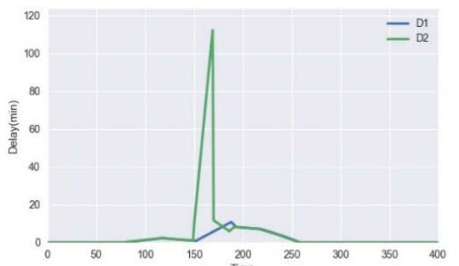
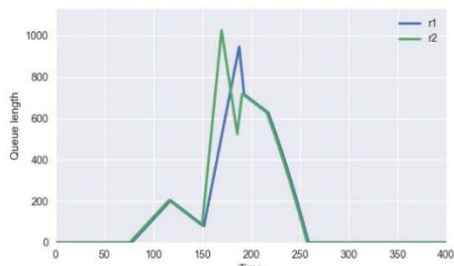
Type:react control, Sensitivity:0.85, Accident:1

Type:react control, Sensitivity:0.85, Accident:0



Type:predict control, Sensitivity:0.85, Accident:1

Type:predict control, Sensitivity:0.85, Accident:0



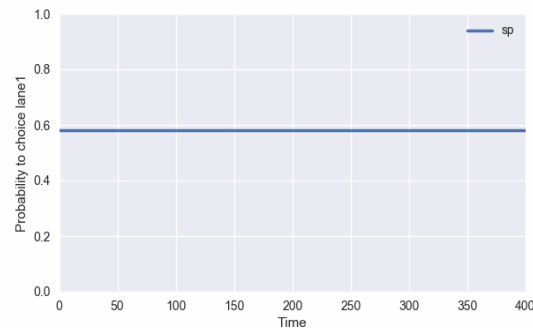
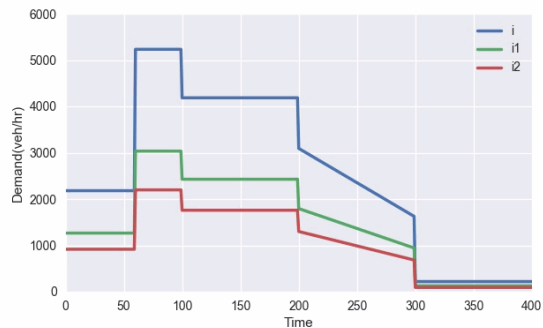
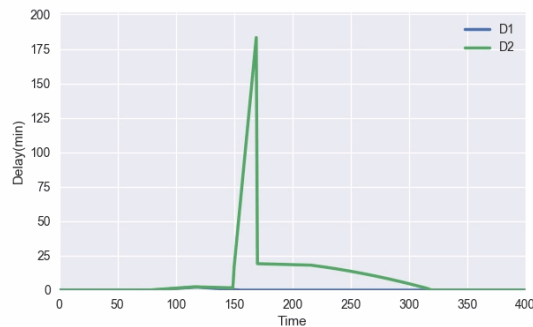
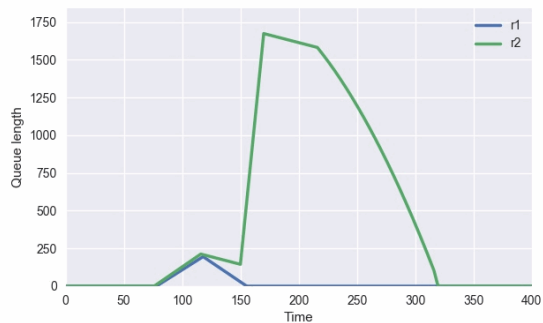
- ① 无论反馈控制与否与敏感度数值为何值，**有事件发生时**，子图1,2**趋势非同步**；**无事件发生时**，子图1,2趋势为**同步**。子图1为**排队车辆数**，子图2为**延误**。



- ② **事件发生时段事件产生的影响远大于其他因素对于系统的影响，但系统具有一定稳定性，在事件发生后的一段时间内即可恢复正常。**通过事件发生状态下的延误数值，可见在事件发生时段内，事件发生路径延误较高，人们普遍会选择替代路径出行。而这种选择将造成替代路径的拥堵，随着事件的结束，在几次路径决策过程后系统将恢复至稳定状态。

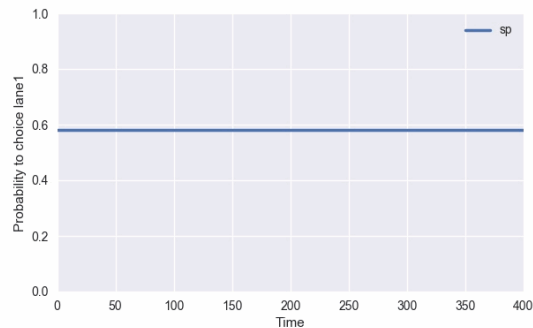
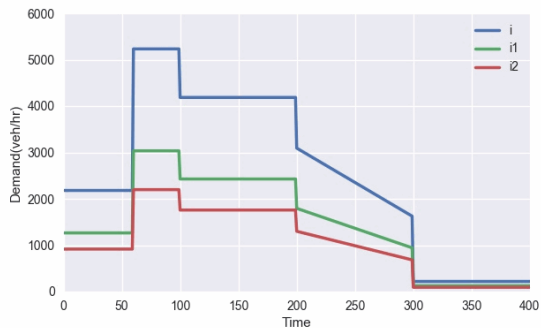
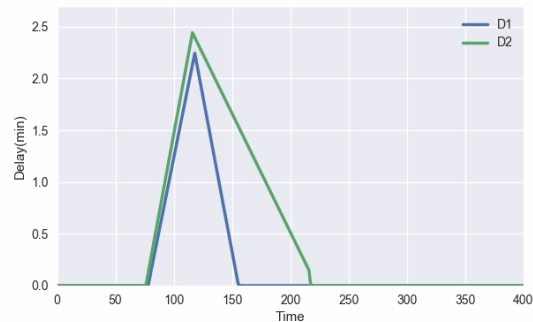
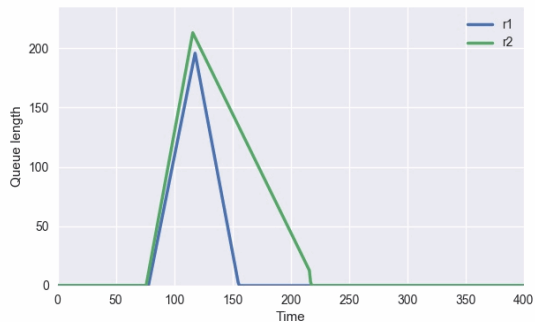
AGif - UNREGISTERED

Type:react control, Sensitivity:0.00, Accident:1



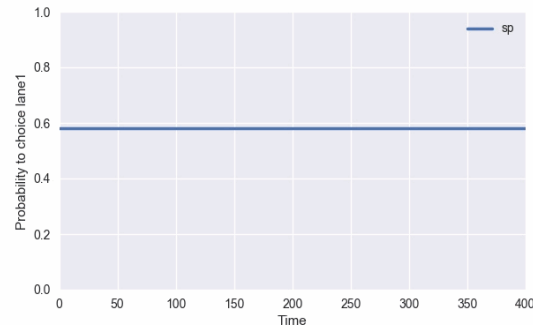
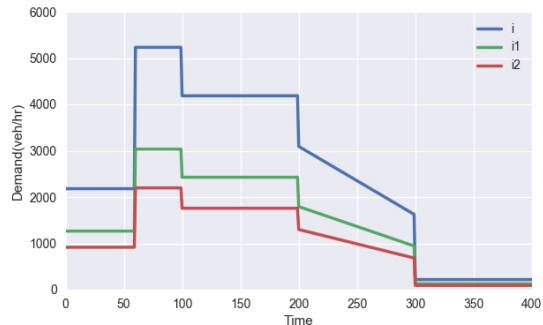
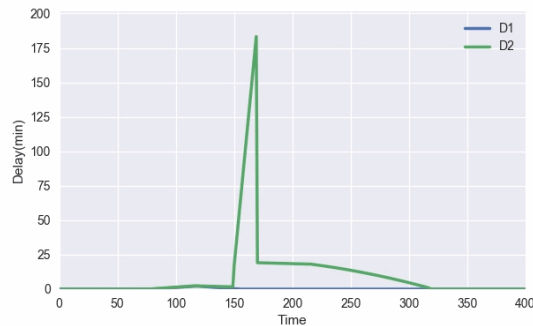
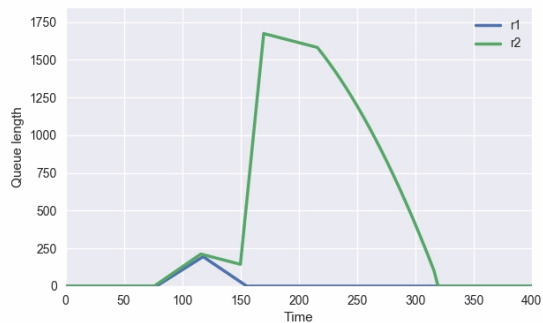
AGil - UNREGISTERED

Type:react control, Sensitivity:0.00, Accident:0



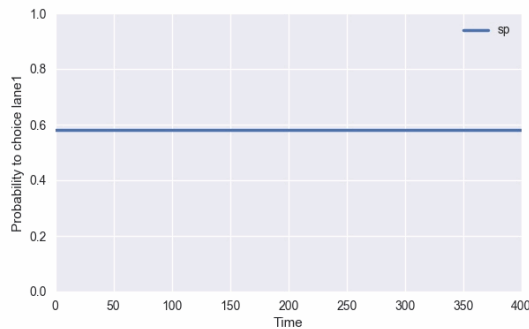
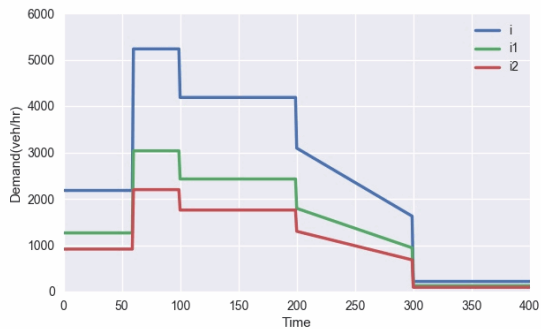
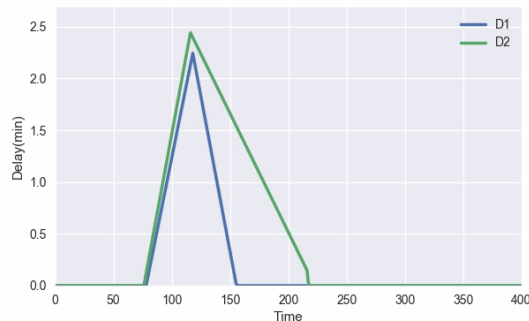
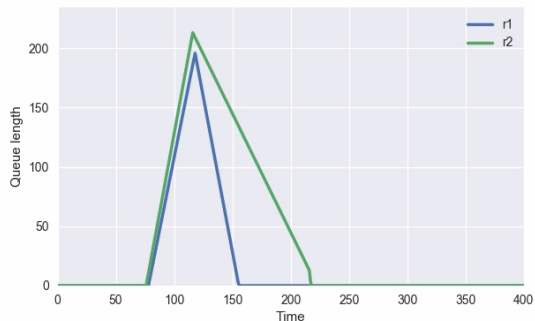
AGif - UNREGISTERED

Type:predict control, Sensitivity:0.00, Accident:1



AGil - UNREGISTERED

Type:predict control, Sensitivity:0.00, Accident:0



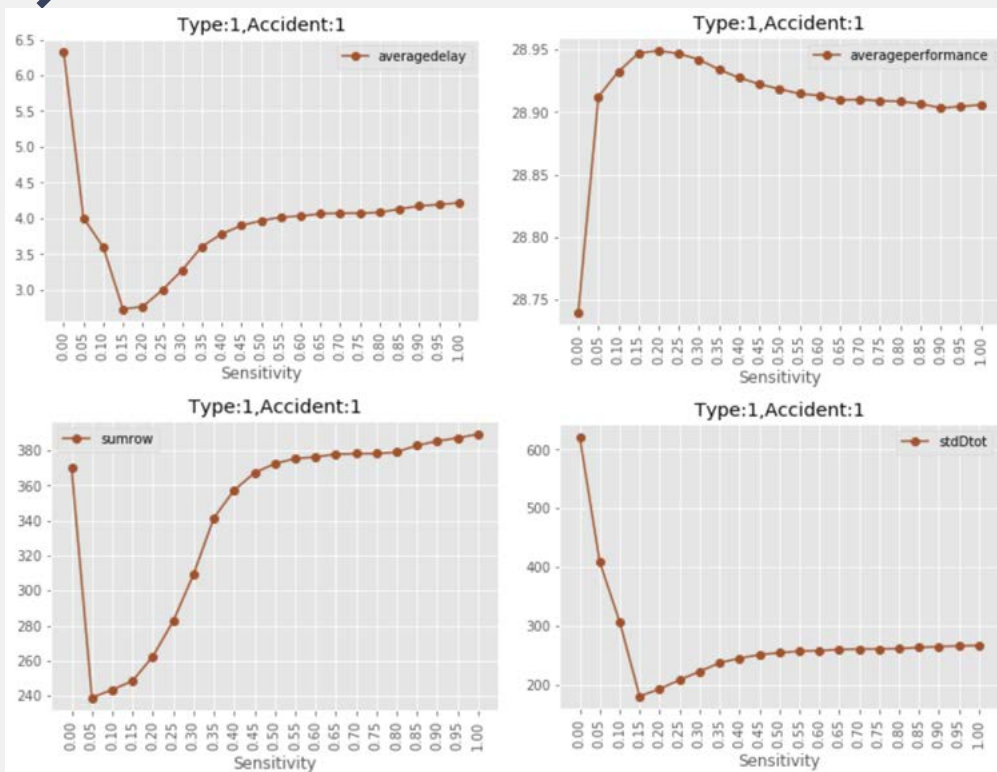


图 26 反馈控制、事件发生时总体指标随敏感度变化图

在反馈控制，有事件发生的状态，随着敏感度的增加：

- **平均延误**先下降后上升
- **平均性能**先上升后有小幅下降且下降速度逐渐减慢
- **总排队长度**先下降后逐渐上升，上升速度先快后慢最后又有小幅加快
- **总延误可变性**先下降后上升最后趋于平稳。

由此可见在反馈控制且有事件发生的情况下，**敏感度在[0.15,0.20]区间**系统可以得到较好的效果。造成这种现象主要是因为**反馈控制信息与实际信息存在一定差异，即在一定程度上提供了错误信息，这种信息对于系统将产生不良影响。**

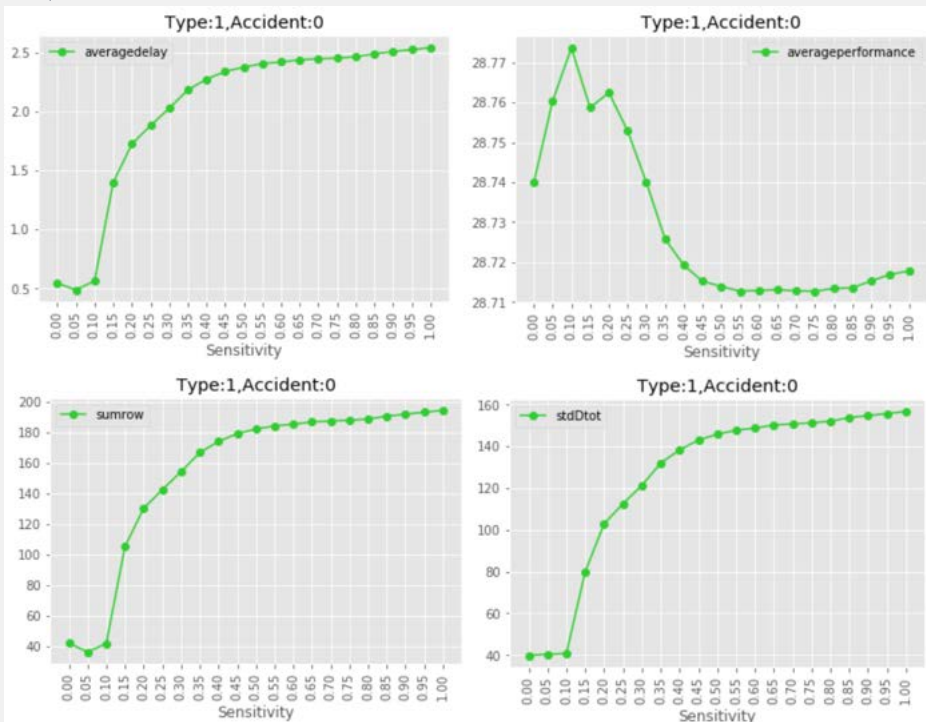


图 27 反馈控制、无事件发生时总体指标随敏感度变化图

在反馈控制、无事件发生的状况，随着敏感度的增加：

- **平均延误**先较平缓而后逐渐上升且上升速度下降
- **平均性能**先上升后下降再趋于平缓
- **总排队长度、总延误可变性**趋势与平均延误的趋势一致

在反馈控制，无事件发生的状态，**敏感度**在**0.10左右**系统运行效果较好。

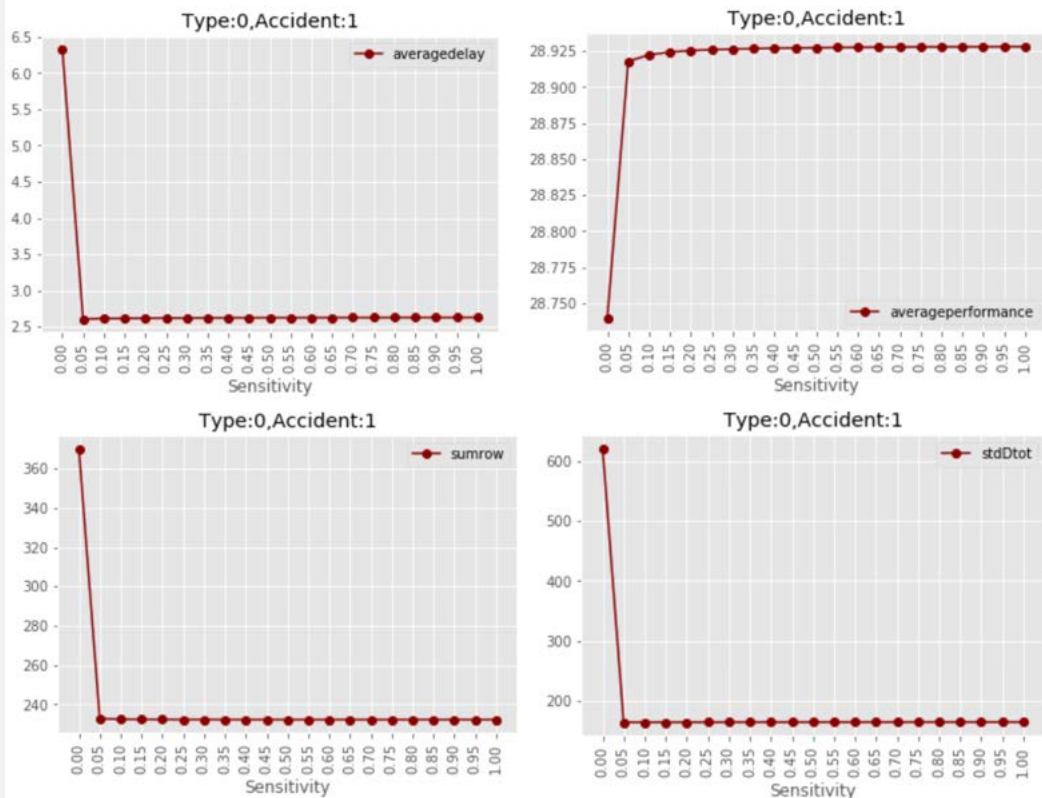


图 28 预测控制、事件发生时总体指标随敏感度变化图

在预测控制、有事件发生时：

- 敏感度为0与敏感度大于0有着本质差异。
- 敏感度大于0范围内，总指标随敏感度变化几乎没有变化。

这是由于预测控制提供的信息较为准确，能够引导驾驶员做出更为正确的决定。可将[0-0.05]区间数据加密，从而寻找到变化较快的区间。

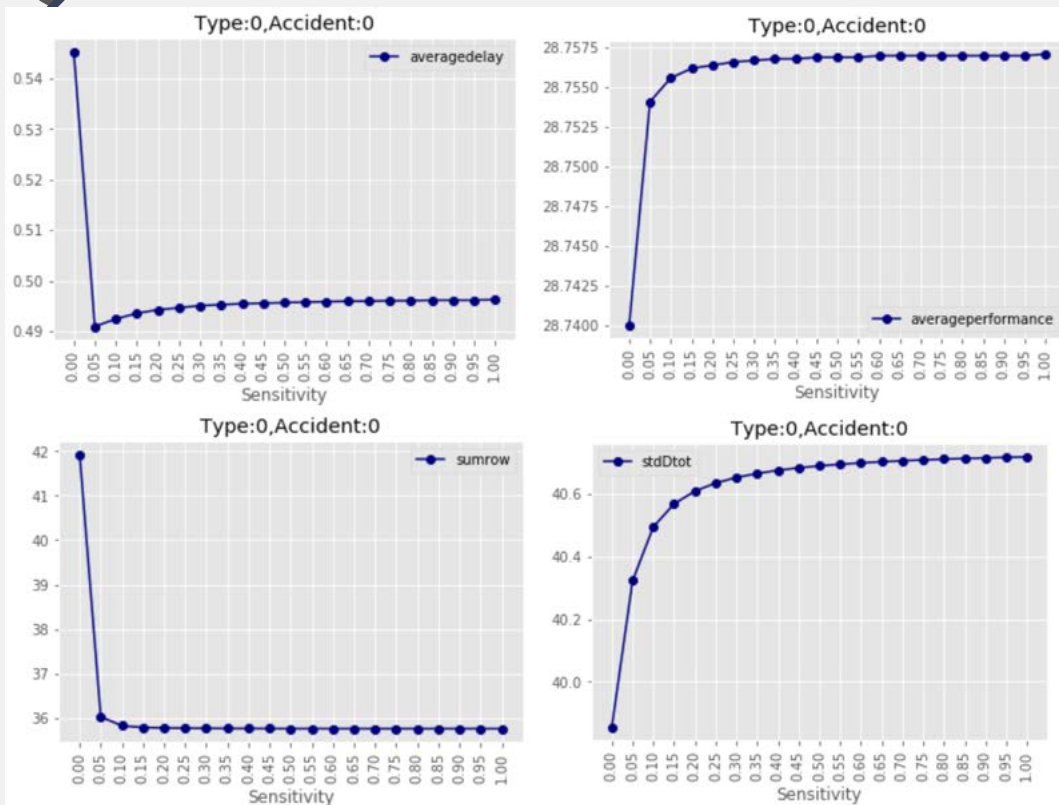
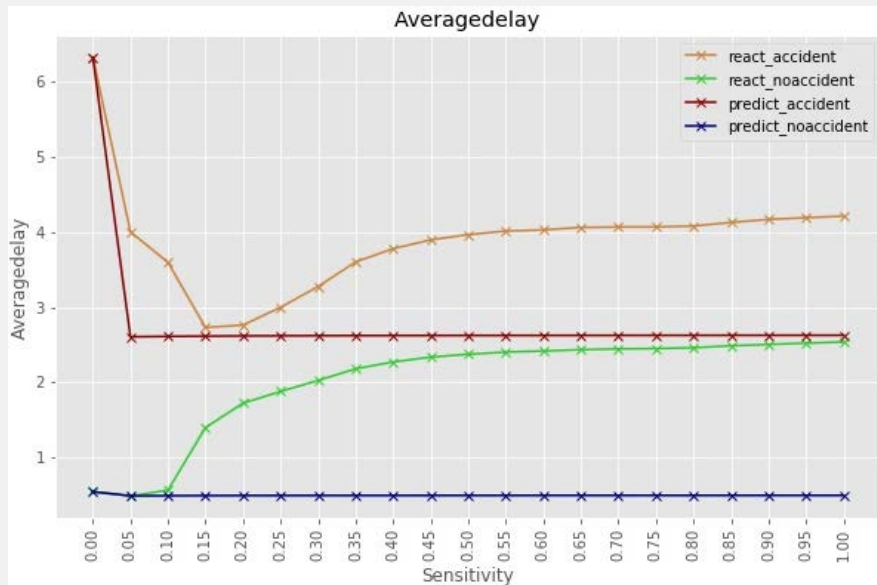


图 29 预测控制、无事件发生时总体指标随敏感度变化图。

在预测控制、无事件发生时：

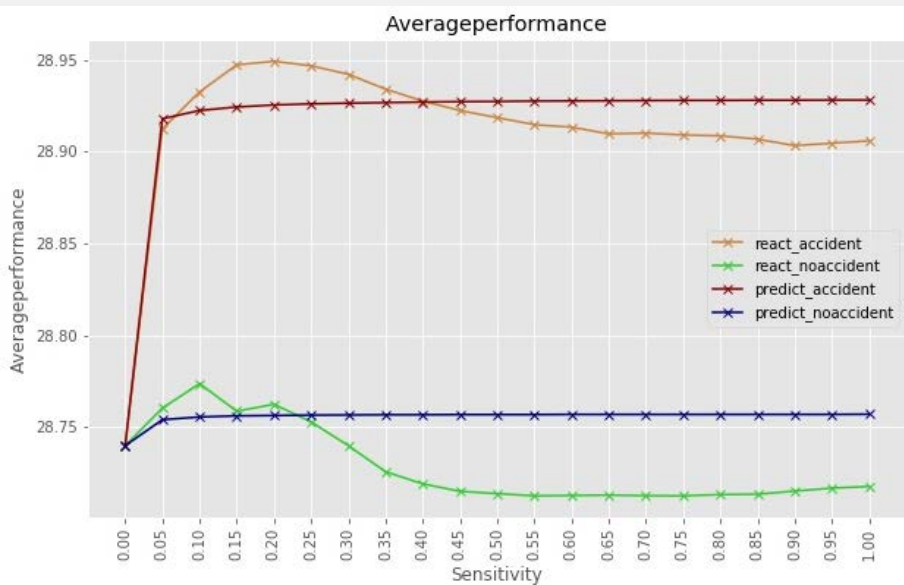
- 敏感度为0与敏感度大于0同样有着较大差异
- 随着敏感度的增加，四项指标均处于较为稳定的水平

因此在预测控制状态下，若**敏感度达到5%**即可达到较好的效果。

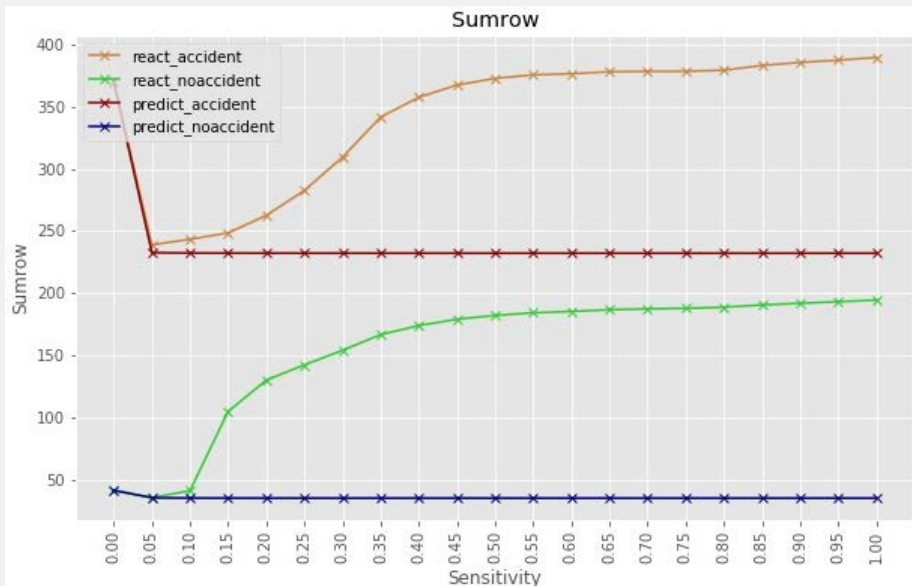


平均延误

- 预测控制效果整体由于反馈控制;
- 事件的发生会对系统带来影响, 阻碍系统的正常运行;
- 通过VMS等信息手段提供可靠性高的信息, 能够减弱这种影响, 并使系统尽快恢复正常。

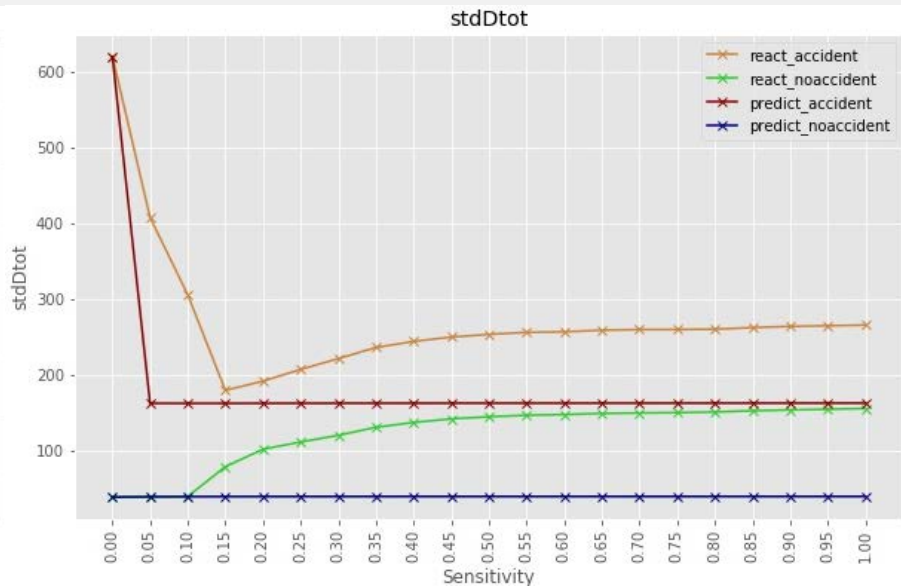


平均性能



总排队车辆数

- 预测控制效果整体由于反馈控制;
- 事件的发生会对系统带来影响, 阻碍系统的正常运行;
- 通过VMS等信息手段提供可靠性高的信息, 能够减弱这种影响, 并使系统尽快恢复正常。



总延误标准差

影响分析——综合分析



- ① 在**事件发生**的状态进行**反馈控制**，随着敏感度变化，系统性能先增加后减小，实际应用中可以选取性能较优的敏感度范围；[幻灯片 32](#)
 - ② 在**无事件**情况下进行**反馈控制**，随着敏感性增加，系统稳定性与性能变差，波动性更强，延误、排队数等指标均有所上升；[幻灯片 33](#)
 - ③ 在**有事件**的情况下进行**预测控制**，系统性能随敏感度变化而无明显变化，且效果优于反馈控制；[幻灯片 34](#)
 - ④ 在**无事件**情况下进行**预测控制**可有效提升系统性能，且在敏感度较低范围内变化，系统性能有效提升，在敏感度大于一定取值后，系统性能无明显变化。[幻灯片 35](#)
 - ⑤ 进行**预测控制**相比**反馈控制**各方面效果更好。
 - ⑥ 系统存在一定的**均衡状态**，在无事件的状态下系统性能更优，波动性更弱，且更易达到均衡状态。
-



谢谢大家!

望各位批评指正!

VMS 可变信息板对交通系统的影响分析

王倩妮; 交通2015-02班; 2015112956