

上半学期内容

第一章 智能交通系统概述（了解）

1、交通问题产生的缘由

交通拥堵、交通安全、交通系统运行效率低、空气污染严重、能源消耗增加

2、了解 ITS 在交通运输系统中的作用

1) ITS在需求管理方面主要体现在：影响出行产生、出行吸引和出行的时空分布；影响出行选择行为（如：出行方式、出行时间和出行路径）

2) ITS在交通管理方面：影响交通网络供给（例如：通行能力、可达性等），通过如区域交通控制、匝道控制、动态车道控制、可变限速、车路协同控制等方式提高路网供给能力。

3、ITS 的分类

智能设施系统和智能车辆系统（应用领域）

需求管理与交通管理角度

出行前、出行中（其它分类）

第二章 ITS 的系统效应（？）

1、了解 ITS 对人-环境-社会经济效益三方的影响

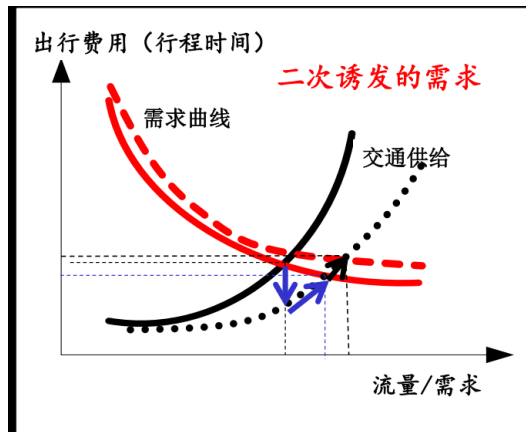
- 对车辆尾气排放的影响（环境角度）
- 对出行时间可靠度影响（人/经济角度）

行程时间可靠度：标准差、预留时间指标、行程时间变动指数（反映路网形成时间的随机波动特性）

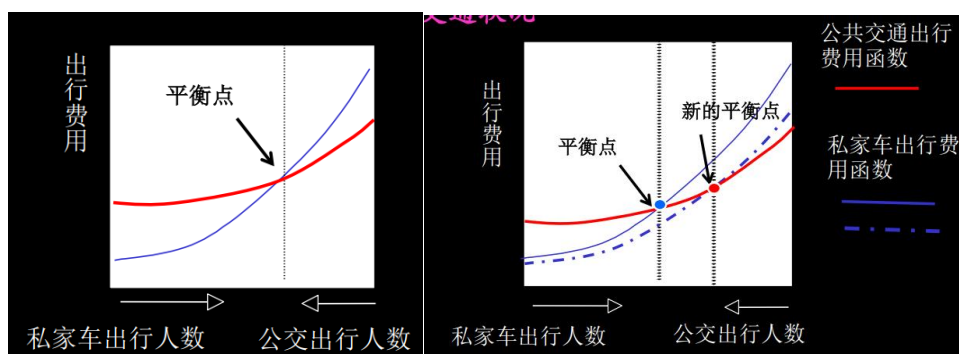
通过需求管理减少交通流量

- 对出行方式选择的影响

2、理解 ITS 对交通需求或供给产生的影响



3、从 ITS 系统的角度来分析发展公共交通的意义



改进公共交通运行状况既有利于公交出行，也有利于私家车出行，达到“双赢”的目的。

第三章 ITS 的理论基础与模型（交通控制理论）

1、了解基本系统理论，系统的基本构成（输入、输出、系统状态）及系统理论在交通中的应用

- 输入：- 可控输入 - 干扰

交通系统中输入举例

- 城市路口交通信号控制（控制输入）：影响交通过程（行为）
- 可变交通信息板（VMS）：影响交通过程
- 坏天气（干扰）：影响驾驶行为

- 输出：系统可测量的结果，通常用于系统监控以及系统性能评价

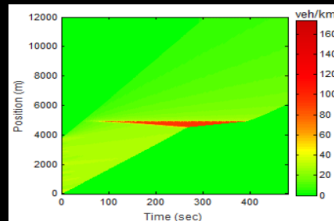
交通系统中输出举例

- 诱导线圈检测器：可以测得交通流量或者平均车速
- 视频摄像机：流量、平均速度或单个车辆数据

- 系统状态

- 表明系统当前的运行情况
- 如果系统的当前状态已知，未来状态也可以通过控制输入确定

- 平衡状态：限速不变；速度、流量、密度恒定不变
- 稳定状态：自由流状态，或者拥堵发生在某一固定路段（不会向其他路段扩展）
- 不稳定状态：当交通密度比较高时，轻微的扰动就可能发生交通拥堵



2. 理解系统稳定性概念，能够解释一个控制系统的稳定性

系统稳定性是指当系统的输入量恒定时，经过一段时间系统状态将趋于某一特定状态。

- 系统必须有一个平衡点
- 平衡点：状态和输入的组合（如果输入不变，系统状态也不变）
- 稳定性：受外界的轻微干扰后，系统能恢复到平衡点

3. 能够举例说明交通系统中存在的稳定状态和不稳定状态的各种情形

- 高速路：

- ① 稳定状态

- 自由流状态，车辆行驶不受其他车辆的影响；
 - 拥堵发生在某一固定路段，不扩散状态，不会向上游路段扩散；

- ② 不稳定状态 - 高密度车流状态，轻微的扰动就可能发生交通拥堵

城市道路：

- ① 稳定状态

- 信号交叉口饱和度 $\ll 1$,上一周期红灯排队的车辆可以在下一周期绿灯内通过;
- ② 不稳定状态
- 信号交叉口饱和度接近 1, 此时某些周期车辆排队可以通过, 但其他周期内车辆无法在一个绿灯周期内全部通过。

1. 考虑一条高速公路有入口匝道控制:

a. 定义系统的输入、输出

b. 定义系统状态 $x(t)$ 和控制量 $u(t)$

$$x(t) = \{q(t), \rho(t), v(t)\}$$

$$x(t+1) = f(x(t), u(t), t)$$

$$u(t) = k^*(C - m(t)) + \varepsilon(t)$$

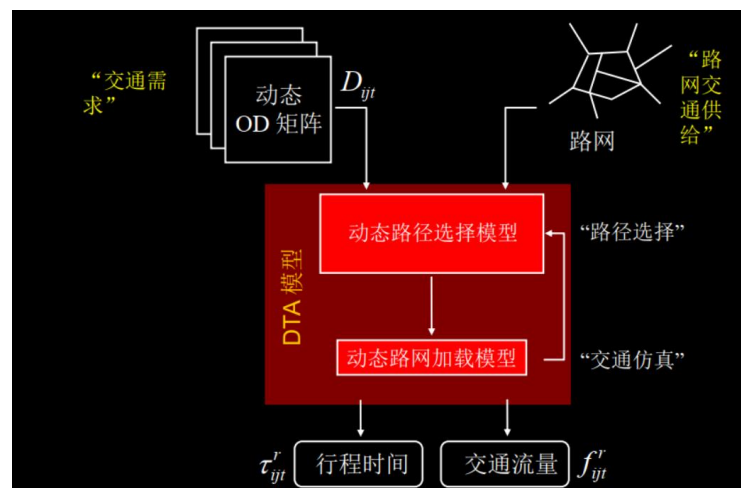
$m(t)$: 上游检测器测得的交通量

$\varepsilon(t)$: 误差

k : 系数

第四章 动态交通分配

1、动态交通分配模型的组成部分及其原理



2、路径选择模型的工作原理（瞬时行程时间和预测行程时间）

3、了解出行时刻选择在动态交通分配中的作用；了解出行时刻分布的计算

- 时间平均速度>空间平均速度，行驶速度快的车辆通过检测器的频率要高，这就使得速度快的车辆在总体车辆数中占得比重大用时间平均速度来计算其他交通参数（如：密度）时，就会导致有偏估计。

调和平均速度

— 将 z 用速度 v 来表示，则可以得到：

$$v_s = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{1}{v_i} z_i}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{v_i}} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{1}{v_i} v_i}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{v_i}} = \frac{1}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{v_i}}$$

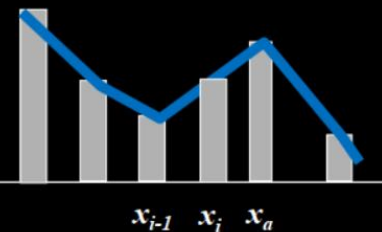
3、熟悉数据处理技术：简单（时空）插值法、回归法

(1) 插值 (interpolation)

空间插值

$$z^{space}(t_j, x_i) = \begin{cases} z(t_j, x_a) & x_i = x_1 \\ \frac{x_i - x_{i-1}}{x_a - x_{i-1}} z(t_j, x_{i-1}) + \frac{x_a - x_i}{x_a - x_{i-1}} z(t_j, x_a) & x_1 < x_i < x_K \\ z(t_j, x_{i-1}) & x_i = x_K \end{cases}$$

x_a 为下游第一个检测器采集的数据

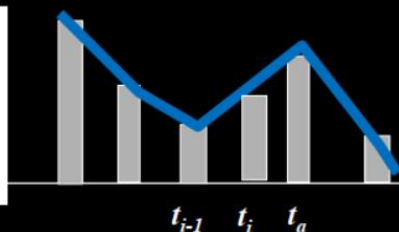


时间插值

取两者的最小值：

$$z^{time}(t_j, x_i) = \begin{cases} z(t_a, x_i) & t_j = t_1 \\ \frac{t_j - t_{j-1}}{t_a - t_{j-1}} z(t_{j-1}, x_i) + \frac{t_a - t_j}{t_a - t_{j-1}} z(t_a, x_i) & t_1 < t_j < t_P \\ z(t_{j-1}, x_i) & t_j = t_P \end{cases}$$

$$z(t_j, x_i) = \min[z^{space}(t_j, x_i), z^{time}(t_j, x_i)]$$



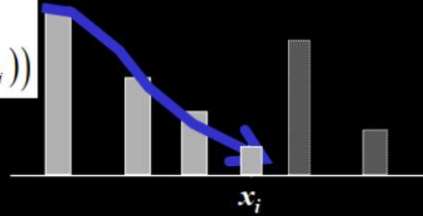
(2) 回归或滤波(extrapolation)

主要用于丢失数据的在线估计

$$\hat{z}^{time}(t_j, x_i) = f_z(t_j, x_i)$$

$$f_z(t_j, x_i) = f_z(t_{j-1}, x_i) + \alpha(f_z(t_{j-1}, x_i) - f_z(t_{j-2}, x_i))$$

- 更先进的回归方法: ARIMA
(集成移动平均回归法)



第六章 交通状态估计

1、了解交通状态的分类和用于表征交通状态的方法

- 自由流状态、拥挤状态（介于自由流和饱和交通状态之间）、堵塞状态（饱和状态）
- 状态变量：流量、密度、空间平均速度、行程时间、延误等
- 交通状态估计的模型参数：通行能力、自由流速度、饱和流率、临界密度等
- 交通状态估计的输入变量：交通需求量、路口各个转向比率、OD矩阵等

2、理解宏观交通流模型（流量、密度、速度三参数之间的关系）

该模型主要基于三个公式：

(1) 车辆守恒

$$\frac{\partial k(t, x)}{\partial t} + \frac{\partial q(t, x)}{\partial x} = 0$$

(2) 定义：流量连续关系

$$q(t, x) = k(t, x)v(t, x)$$

3、掌握交通数据融合的定义和分类

- 将低层次的多源数据基于一定准则自动分析和综合，从而得到参与决策或管理

所需的目标信息。

(1) 像素级（检测器级）交通信息融合

- 同一地点、同一时刻多传感器交通参数融合
得到可靠的交通参数，如：流量、占有率、速度等
- 同一地点、不同时刻单传感器交通参数融合（时间相关性）
类似于数据校正、丢失数据的修复
- 不同地点、同一时刻多传感器交通参数融合（空间相关性）
传感器数据在空间上具有一定相关关系，在少数数据缺失的情况下，可以根据其他相关传感器的数据进行补充

- 交通参数间的融合（不同交通状态变量）

流量、占有率

速度

行程时间

(2) 特征级交通信息融合

对传感器的原始信息进行特征提取，然后对特征信息进行综合分析和处理。

- 路段行程时间的预测

利用检测器获得的交通参数数据来预测行程时间

- 交通状态的预测

利用检测器获得的断面/点交通参数数据（如：地点速度、占有率等）来预测时空连续的表征交通状态的参数（如：密度，流量）

(3) 决策级交通信息融合

直接针对具体决策目标的最终结果。

下半学期内容

第 11 章 先进的公共交通系统

- 智能化调度系统定义：

公共交通智能化调度系统是在对**公交车辆实时调度理论和方法研究**的基础上，**综合运用**通信、信息、控制、计算机网络、GPS/GIS 等**现代高新技术**，**根据实时的**客流**信息**、车辆位置信息、交通状态信息等，通过对公交车辆的实时监控、调度指挥，**实现对公交车辆的智能化管理**，从而使公交车辆运行有序、平稳、高效、协调，实现资源的合理配置，提高公交企业的经济效益和社会效益。

- 公交车辆调度包括公交线路的**发车间隔**和**发车方式**

- 研究现状：绝大部分城市还是采用传统的调度方法，大城市已经注意到城市公共交通智能化调度系统的重要性，开始逐步开发和实施类似系统。

(【首先根据客流调查基础数据、时间、季节等因素，凭借调度人员的经验，划定客流高峰、平峰和低峰期，在各个时间段内，采用定点发车的方法调度车辆每天每辆车有一份小路单，车辆在始发站和终点站由调度人员人工签单，记录发车、到达、晚点、司乘人员、维修等数据。当天营运结束后，由统计员统计成大路单交给车队。】)，

- 系统构成：公交调度中心(信息服务系统、地理信息系统、大屏幕显示系统、协调调度系统和紧急情况处理系统)、分调度中心(车辆定位与调度系统、地理信息系统)、车载移动站(差分 GPS 定位)、电子站牌()

- 智能化调度方法：

智能化调度方法是相对于传统调度方法而言的，二者的区别在于智能化调度方法是**根据实时客流信息和交通状态，在无人参与的情况下自动给出发车间隔和调度形式的一种全新的调度方法**。而传统调度方法是调度人员根据公交线路客流到达规律，凭借经验确定发车间隔和发车形式的一种调度方法。智能化调度分为**车辆调度形式、实时放车调度、紧急情况实时调度** 3 个方面

- 车辆调度形式(营运调度措施计划中所采取的运输组织形式)：(1)按**车辆工作时间的长短与类型**，分为正班车、加班车与夜班车；(2)按**车辆运行与停站方式**，可分为全程车、区间车、快车、定班车、跨线车等。

• **实时放车调度**：车辆空车从始发站出发，经过数个公交站点后，开始按站点次序依次停车的调度形式。放车调度形式的根本出发点就是减少停靠站点上候车乘客的等车时间，但放车调度形式延长了车辆所越过的站点上乘客的等车时间。

• **紧急情况实时调度**（以及公交串车）：5 种方案

前车减速、后车加速、前车加大停靠、后车减少停靠、放车调度

公交信号优先系统：

• 公交信号优先系统贯穿于**公交车辆、公交车辆调度与管理系统、交通管理与控制系统**，并与之有紧密的联系，通过在这几个模块之间进行信息交互，实现对公交车辆的优先信号控制。

- **公交车辆检测系统** (bus detector system) :
- 优先请求发生器 (priority request generator, 简称PRG) :
- 优先请求服务器 (priority request server, 简称PRS) :
- 通信系统 (communication system) :
- 交通信号控制器 (traffic controller) :
- 交通信号控制软件 (traffic software) :
- **公交优先管理系统**:

• 信号优先策略：交通信号**绿灯延长**或**比预定方案启动提前**，以便某些特定车辆迅速通过交叉口。

被动优先控制策略：根据公交线路公交车辆的发车频率、行车速度等历史数据设计和协调路网内交叉口的信号配时，同时降低交叉口信号周期长度以减少公交车辆的停车和延误。

主动优先控制策略：当检测到公交车辆存在时，根据特定的公交信息、当时的交通状态以及信号控制逻辑，为公交车辆提供相应的服务

第 12 章 交通管理系统 ATMS

基本概念和系统构成

•**先进的交通管理系统**就是从应用计算机和通信技术发展到将交通管理系统和车辆作为一个整体的系统。

【智能运输系统的重要组成部分，它是依靠先进的交通监测技术、计算机信息处理技术和通信技术，对城市道路和市际高速公路综合网络的交通运营和设施进行一体化的控制和管理，通过监视车辆运行来控制交通流量，快速准确地处理辖区内发生的各种事件，以便使得客货运输达到最佳状态。】

•ATMS 最主要的特征是**系统的高度集成化**；另一特征是**信息高速集中与快速信息处理**。

•ATMS 系统应遵循**实用性、可靠性、先进性、开放性以及可维护性**的基本原则，应具有良好的升级、扩展能力。各子系统技术充分合成，做到信息的采集、传输、处理的有机结合，充分发挥系统的整体效能。

•系统构成：由【智能交通监控系统】、【交通信息服务系统】、【交通信息综合管理系统】、【公共交通管理系统】、【紧急事件快速反应系统】等功能子系统

第 13 章 交通信号控制

基本概念，模型计算不做考察

绿波交通：• 联动控制、单系统控制、多段系统控制

第 15 章 高速公路交通事件管理系统

交通事件管理，国内外现状不考察

•事件管理系统是高速公路监控系统的一个重要子系统，主要是用来减少事件所造成的影响。

•交通事件是指导致道路通行能力下降或交通需求不正常升高的非周期性发生的情况。

•事件管理就是通过有效地减少事件检测和确认的时间，采取恰当的事件响应措施，安全地清除事件，使受到影响的交通流恢复原有的通行能力，以此来提高高

速公路的运行效率 and 安全性。

- 事件管理的根本目的是使受到事件干扰的交通流恢复正常。目标是在最短的时间内完成事件管理的各项活动，减小事件的影响。

第 20 章 ITS 评价