

城市高速公路交通控制综述

	1. 王彦新	2. 朱春风	3. 栾庆文
1,3	长春市公安局交通警察支队	吉林长春	130022
2	长春交通职业技术学院	吉林长春	130022

摘要：高速公路交通量的增加使得交通拥挤日趋严重，高速公路的运行效率和安全性也因此大为降低，拥挤的产生加剧了环境的污染和能源的消耗。调节需求，争取平衡，使交通流畅通是交通控制的基本思路。

关键词：城市 高速公路 交通控制

中图分类号：U412.36+6 文献标识码：A 文章编号：

前言

高速公路的交通管理是对道路上车流和人流，按有关规则和要求，执行交通法规，合理引导、限制和组织交通流的总称。交通控制是对动态交通流采用人工或电子技术如信号灯、监视系统等科学方法手段实行控制。现代交通的管理与控制，简称“管制”。通过交通管制，使人流和车流在高速公路上迅速、安全地运行。实践证明，高速公路只有在科学的管理和控制下才能实现快速、方便、舒适、安全、经济的运输效益。

一、静态控制和交通量动态预报相结合

我国高速公路的建设起步较晚,其设计能力远大于目前的交通量,道路本身的调节能力比较强,虽然匝道控制的静态控制设计方法比较简单,但通过和交通量预报相结合的静态控制方案比较适合我国高速公路的控制现状。

在时间 T 计算时刻,首先通过 Kalman Filter 预报法、神经元网络等预报法计算出高速公路的 OD 矩阵,也就是 $N \times N$ 的起始—到达矩阵 A ,即 a_{ij} ,然后利用高速公路静态控制算法求出匝道控制变量 r_i ,根据 r_i 控制高速公路第 i 个匝道车辆进入高速公路,时间间隔 $t + T$ 后,做下一步计算。时间根据高速公路车流的变化率来决定。其控制算法原理框图如图 1 所示。

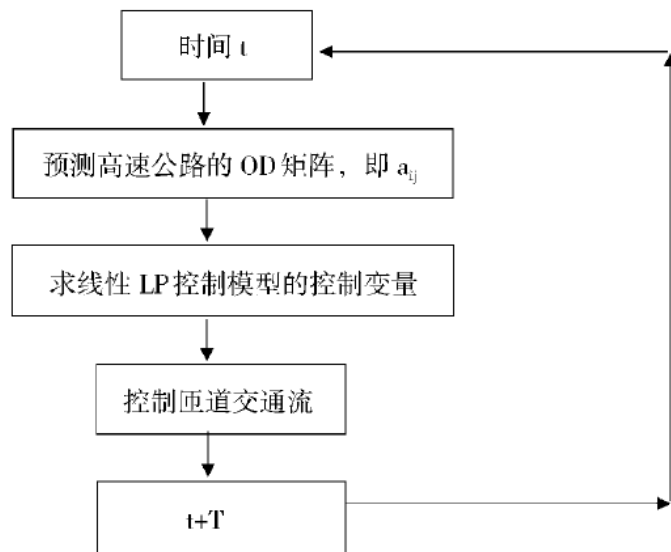


图 1

通过对传统的静态的匝道控制策略的改进,可以提高传统静态匝道控制算法的性能,增加算法的适应能力。这种改进型匝道控制器,对于我国现阶段高速公路的匝道控制具有很好的应用价值。

二、交通控制系统智能控制的设计方法

传统的匝道控制器的设计方法,要求把高速公路车流的非线性偏微分方程模型简化成一个线性差分方程模型。这种简化会影响控制器的性能,因此,许多学者考虑设计智能匝道控制器。

交通控制理论随着自动控制理论的发展而不断进步。因为,自动控制理论本身也是一门新兴的学科,它涉及数学、计算机、信息、电子等众多领域。交通控制系统是将自动控制理论、检测技术、通信技术以及视频技术等交通领域进行综合应用。交通控制理论的发展是随着上述学科的发展而发展的,特别是随着自动控制理论的发展而发展。自动控制理论发展 60 多年来,经历了经典控制理论到现代控制理论,又发展到现在的智能控制。交通控制理论也从当初的定时控制,发展到全局动态、并朝智能化的方向发展。而复杂的交通控制问题,凭单一的控制模式,仅采用数学工具或计算机仿真是难于解决的。人们在实际控制过程中看到熟练的调度人员、技术人员或专家均能较好地控制交通,如果把调度人员、技术人员或专家的经验知识和控制理论相集成,就相当于人直接参与交通控制,使控制效果达到或超过人的管理水平。这种方法就称为智能交通控制,是当前和今后交通控制发展的方向。智能控制器具有分层信息处理和决策机构。它实际上是对人

的神经结构或专家决策机构的一种模仿。在复杂的大系统中,通常采用任务分块、控制分散的方式来处理。

智能控制器具有非线性。这是因为人的思维具有非线性,作为模仿人的思维进行决策的智能控制也具有非线性特点。智能控制器具有变结构特点。在控制过程中,根据当前的偏差及偏差变化率的大小和方向,在调整参数得不到满足时,以跃变方式改变控制器的结构,以改善系统的性能。

智能控制器具有总体自寻优特点。由于智能控制器具有在线特征辨识、特征记忆和拟人特点,所以,在整个控制过程中,计算机在线获取信息和实时处理并给出控制决策,通过不断优化参数和寻优控制器的最佳结构形式,以获取整体最优控制性能。由此可见,智能控制系统适合于含有复杂性、不完全性、模糊性、不确定和不存在已知算法的生产过程。而高速公路交通控制系统的动力模型,就是具有上述的特性,现在许多学者都致力于智能交通控制策略的研究,虽然智能控制理论本身还处于发展阶段,但交通控制的研究表明,智能控制是解决交通控制问题的有效途径,同时通过在交通控制系统中的应用反过来促进智能控制理论的发展。下面简要介绍在交通控制系统中具有广阔应用前景的变结构智能控制、模糊控制和神经网络控制。

1 变结构的智能控制

Kashani HR 在 1983 年提出了智能交通控制系统,该系统包括控制级、协调级和组织级。控制级负责识别交通模式,实时选择恰当的数学模型和性能指标进行优化和计算,以确定相应的匝道控制规律,协调级则通过在线学习,确定各匝道控制器的协调向量,并将协调向量与预报信息发送到控制级,同时接受来自组织级和控制级的信息。

2 模糊控制

动态交通控制的模型是一个多变量、非线性和时变的大系统。系统的复杂性与人类要求的精确性之间形成了尖锐的矛盾。因此,要想精确地描述交通控制系统中复杂对象与系统的任何物理现象和运动状态的关系,实际上是不可能的。关键是如何在准确和简明之间取得平衡,而使问题的描述具有实际意义。模糊控制不仅适用于小规模线性单变量系统,而且逐渐向大规模、非线性复杂系统扩展,模糊控制特别适用于不确定性的复杂对象模型。模糊控制理论的研究和应用在现代

交通控制领域中有着重要的地位和意义。同常规控制方案相比,模糊控制具有如下主要特点:

(1) 系统的鲁棒性强,尤其适用于时变、非线性、复杂对象;

(2) 模糊控制只要求掌握现场操作人员或有关专家的经验、知识或操作数据,不需要建立对象的数学模型,所以,适用于不易获得精确数学模型的对象或其结构参数不很清楚的情况;

(3) 模糊控制是一种语言变量控制器,其控制规律只用语言变量的形式定性地表达,不用传递函数与状态方程,只要对人们的控制经验加以总结,进而从中提炼出规则,直接给出语言变量,再应用推理方法进行观察与控制。

随着模糊数学与计算机控制技术的发展,模糊控制已在诸如自动控制、信息检测等各个领域中得到很多成功应用。

3 神经网络控制

从上面分析可以知道,交通控制系统是一个非线性、时变系统,若采用传统的控制理论,则只能在假设的条件下,实现控制交通的目的,其效果不是很理想。被控对象的不确定性和时变性一直是自动控制工作者面临的一个挑战性问题,其对策是自适应控制。当前线性系统的自适应控制问题已基本解决,但非线性系统的自适应控制还存在一些难点。由于神经网络具有很强的非线性逼近能力和自学能力,所以,神经网络的兴起为解决非线性系统的自适应扩展带来了生机。

随着人工神经元研究,人们发现神经网络具有很强的非线性近似能力,利用 N 个神经网络可实现一个反馈控制。1994 年 Prisini 提出了基于神经网络的匝道控制器的设计方法。

智能控制理论尚处在发展之中,智能控制在交通控制工程中的成功应用将会大大推动智能运输系统的发展,同时,智能运输系统的发展将会不断丰富智能控制理论的内容。我们完全有理由相信,我国高速公路交通控制系统的发展前景是美好的。

三、系统应用案例

介绍高速公路危险品紧急事件信息化管理系统的主要功能,信息化管理的主要过程,以及在高速公路上实施该系统所必须的基础环境。

1 信息化管理系统的主要功能

危险品紧急事件信息化管理系统是高速公路紧急事件管理系统的一个子系统,是对危险品紧急事件进行全过程的信息化管理,是道路管理者预防和处理危险品紧急事件的重要辅助管理系统。通过管理系统、人员、信息的三方配合、协调,共同完成高速公路危险品事件的快速、准确、专业化的处理过程,从而有效地保证危险品运输车辆和途经车辆的安全,降低交通延误和阻塞,提高道路的运营安全和效率水平,提高整个路段的通行能力。目前,该信息化管理系统具有以下主要功能:

- (1) 快速接收、发布事件信息,提高各执行部门的事件响应速度;
- (2) 提供预防、处理的专家决策方案,保证事件处理的正确、专业、安全;
- (3) 缩短事件响应时间,减少交通延误;

(4) 降低对环境的影响,降低道路运行成本。控制和避免紧急事件发生是危险品紧急事件管

理的根本目标,更安全、更有效和更少的延误是处理过程的基本原则。该系统应用于高速公路及将来的高等级公路路网,有效地提高了道路的使用安全性和管理科学性。

结束语

高速公路的开通带动了该地区的经济起飞,沿线住宅区迅猛发展,居民生活不断提高和改善,其参加社会活动和文娱活动的愿望加强,交通也更便捷,导致出行次数大幅增加。因此,如何对高速公路交通流本身进行合理调控和引导,避免和缓解高速公路上出现的交通拥挤,从而保证高速公路始终运行在畅通安全的状态,成为几十年来世界各国竞相研究和实验

的一大课题。

参考文献

- [1] 张杰. 城市交通流控制动态特性研究[D]. 天津大学 2007
- [2] 杨少辉. 城市快速路系统交通瓶颈形成、扩散特性与控制方法研究[D]. 吉林大学 2006
- [3] 梁新荣. 高速公路智能控制方法研究[D]. 华南理工大学 2005
- [4] 王亮. 城市快速路交通流采集与控制相关问题研究[D]. 天津大学 2005