



环城高速公路自校正控制¹⁾

黄小原 吕振辽

(东北大学工商管理学院 沈阳 110006)

摘 要

针对国内即将出现的环城高速公路,建立了一类新型高速公路交通控制模型,提出了具有实用价值的自校正控制算法,并且进行了监控预案的仿真实验。

关键词: 环城高速公路,交通控制模型,自校正控制。

1 引言

目前,国内已经建成多条高速公路,如沈阳——大连、济南——青岛等。不久,还将出现新型的环城高速公路,如沈阳环城高速公路。文献[1—7]表明,国内外对于高速公路模型和控制问题已经进行了应用研究。但是,尚未开展环城高速公路交通控制问题的研究。因此,这一问题的研究具有理论价值和应用意义。

2 模型

2.1 线状高速公路交通模型

考虑高速公路时变非线性离散模型^[1,2],即

$$\begin{aligned}x_i(t) &= [(1 - \alpha_i(t-1))v_{i-1}(t-1)/s_{i-1}]x_{i-1}(t-1) \\ &+ (1 - v_i(t-1)/s_i)x_i(t-1) + u_i(t-1), \\ x_i(0) &= x_i^0, i = 1, 2, \dots, n, t = 1, 2, \dots, T, \end{aligned} \quad (1)$$

$$x_0(t) = 0. \quad (2a)$$

其中 $x_i(t)$ 是第 i 段公路 t 时刻车辆群数(辆),状态变量; $u_i(t)$ 是第 i 段公路 $t-1$ 时刻到 t 时刻从入口匝道放行的车辆群数(辆),控制变量; $v_i(t)$ 是第 i 段公路车辆群速度(km/单位时间); s_i 是第 i 段公路长度(km),定常参数; $\alpha_i(t)$ 是第 i 段公路 t 时刻的Poisson分流系数; n 是高速公路末段序数, T 是交通过程采样时间总长度。

1) 中科院自动化所复杂系统开放实验室基金资助。
本文于1993年5月17日收到

$$\min J = E\{\|P(q^{-1})x(t+1) - R(q^{-1})x^*(t)\|^2 + \|Q'(q^{-1})[u(t) - u^*(t)]\|^2\}. \quad (7)$$

其中 $x^*(t)$ 是交通控制过程中车辆群的正常记录向量^[6], $u^*(t)$ 是入口匝道等待队长向量 $y(t)$ 与进入匝道的服从 Poisson 分布的车辆群向量 $d(t)$ 之和,即

$$u^*(t) = y(t) + d(t). \quad (8)$$

这里, 入口匝道的等待队长向量 $y(t)$ 和 Poisson 进入量向量 $d(t)$ 都是可以在线量测的. P, R, Q' 是适当选择的加权多项式矩阵. 性能指标的交通控制意义是, 在数学期望条件下, 控制入口匝道车辆放行, 使车辆群跟踪于正常记录^[6], 使入口匝道放行车辆跟踪于该匝道上队长和 Poisson 进入量之和, 尽量缩短等待队长, 以减少干线车辆拥挤和交通事故, 提高公路运行能力.

关于环城高速公路自校正控制器设计和自校控制算法, 与线状高速公路的情况基本相同. 不同之处是, 环城高速公路首末段公路路段的连接条件. 因此, 在环城高速公路自校正控制的状态计算中, 增加式 (2b) 一个条件. 线状高速公路自校正控制方法 详见文[5].

4 监控预案的仿真实验

某环城高速公路全长 114 公里, 有 5 个出入口, 5 个路段 ($n = 5$). 环城高速公路系统数据见表 1, 仿真时间为早 6 时至晚 6 时, 采样时间间隔(即单位时间)取作 4 分钟, 共计 180 个单位时间 ($T = 180$). 应用多变量自校正控制器的计算机监控预案仿真实验

表 1 环城高速公路交通控制参数表

i	1	2	3	4	5
x_i^0	15	24	23	31	22
s_i	20	22	28	25	19
x_i^*	45	80	65	80	40
u_i^*	6	3	3	3	8

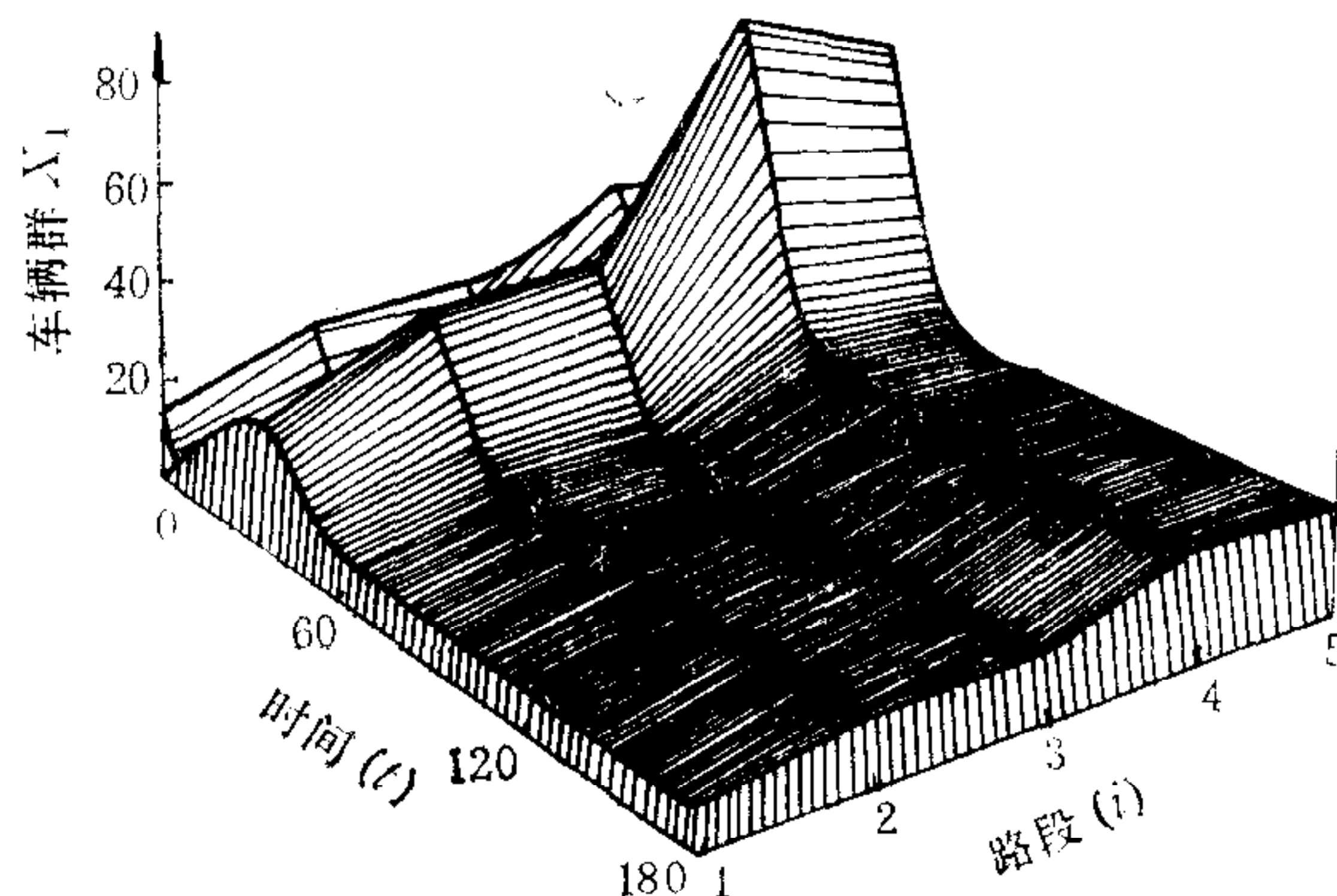


图 1 环城高速公路各公路路段车辆群状态 x_i

参见文[1—5]。进行仿真过程中,噪声方差是 $\sigma^2 = 0.01$ 。

仿真结果见图 1、图 2,它们分别是采用自校正控制后的各公路路段车辆群状态、入口匝道放行车辆控制。这些结果表明自校正控制是有效的,使环城高速公路车辆群良好地跟踪于正常记录,减轻了车辆拥挤状况,疏导了入口匝道的等待队长。

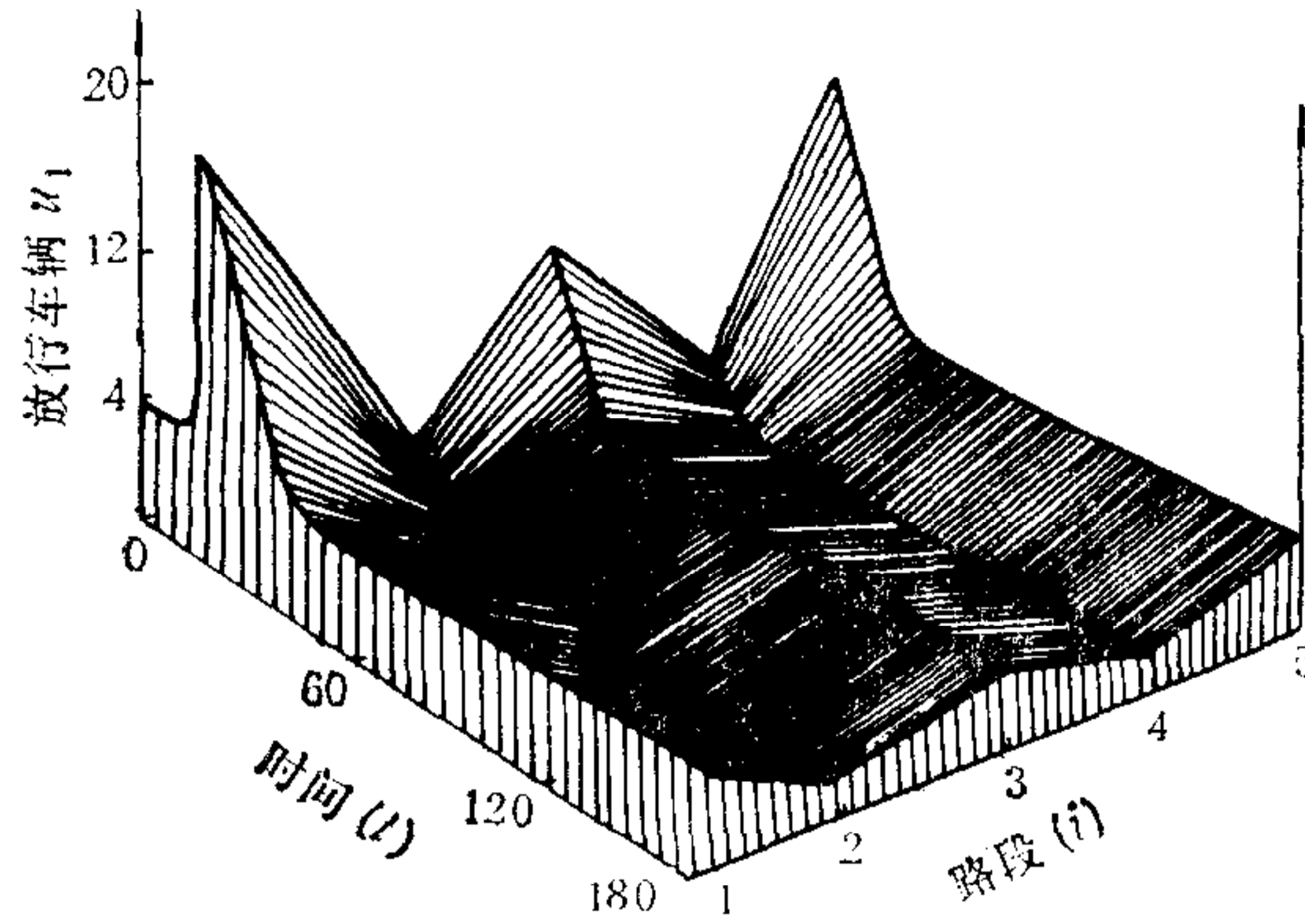


图 2 环城高速公路入口匝道放行车辆 u_i ;

参 考 文 献

- [1] 黄小原,樊治平,张文江. 高速公路车辆群模型与控制. 东北工学院学报,1990,11(4): 377—382.
- [2] 黄小原等. 高速公路入口匝道与限速标志的交通控制. 中国公路学报,1991,4(1): 59—64.
- [3] 黄小原,樊治平,张文江. 高速公路入口交通控制问题的研究. 系统工程,1989,7(3): 36—43.
- [4] 黄小原,樊治平,张文江. 高速公路入口匝道的分散控制. 信息与控制,1991,20(1): 1—7.
- [5] 黄小原,吕振辽. 高速公路多变量自校正控制. 信息与控制,1992,21(6): 349—352.
- [6] Magdi S M et al, Optimization of freeway traffic control problems. *Optimal Control Application and Methods*, 1988, 9(1): 37—49.
- [7] Smalders S. Control of freeway traffic flow by variable speed signs. *Transpan Res-B*, 1990, 24 B(2): 111—132.

SELF TUNING CONTROLLER FOR FREEWAY TRAFFIC AROUND CITY

HUANG XIAOYUAN LU ZHENLIAO

(College of Business Administration, Northeast University Shenyang 110006)

ABSTRACT

In this paper, a model of the traffic control for freeway around city is established, the self tuning controller is designed, the simulation result is given.

Key words: Freeway around city, traffic control model, self tuning controller.