

交通控制与诱导系统设计

周 健, 罗 杰

(南京邮电大学 自动化学院, 江苏 南京 210046)

摘要:对于目前难以有效地解决交通拥堵问题,文中设计了一种交通控制与诱导相结合的负反馈调节系统。控制系统负责对单个路口的优化,结合多目标优化算法对单路口资源进行最优配置,实现对交通流的被动疏导。诱导系统负责对出行路径的探索,结合蚁群算法寻找出行代价最小的路径,实现对交通流的主动引导。控制与诱导系统的输出,都会影响对方以后的输入,两个系统构成了一个负反馈调节系统。仿真结果表明,文中构建的交通控制系统比传统交通控制系统更能有效地疏通交通流。构建的诱导系统,比起只考虑静态路径的诱导系统,更能有效主动地均衡交通流。

关键词:交通控制;交通诱导;负反馈;协调控制

中图分类号:TP273.5

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2015)09-0075-04

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2015.09.016

Design of Traffic Control and Guidance System

ZHOU Jian, LUO Jie

(College of Automation, Nanjing University of Posts and Telecommunications,
Nanjing 210046, China)

Abstract:For the present, cannot effectively solve the problem of traffic congestion, design a kind of negative feedback regulation system combined traffic control with guidance. Control system is responsible for the optimization of single intersection, combined with multi objective optimization algorithm to realize the optimal allocation of resources and ease traffic flow passively. Guidance system is responsible for the exploration of the travel path, combined with ant algorithm to find the least cost path and guide the traffic flow positively. Output of the control and guidance system would affect input after each other, constituting a negative feedback regulation system. Simulation results show that the traffic control system constructed is more effective for ease traffic flow than traditional traffic control system. The guidance system is more effective for balancing the traffic flow than the traditional guidance system.

Key words:traffic control; traffic guidance; negative feedback; coordinated control

0 引言

由于科技的发展,新型低成本的材料不断涌现,使得汽车制造业的成本急剧下降,私家车已经走进了千家万户^[1]。道路基础设施的升级换代已经远远地跟不上私家车的增长速度。城市格局基本形成,这使得道路拓宽成本变得十分巨大^[2-3]。如何低廉有效地解决交通拥堵问题,已经引起了广大学者的关注^[4-5]。智能交通系统作为一种有效地解决交通拥堵问题的方法,已引起了广泛研究^[6-8]。文中构建的交通控制与诱导系统,正是智能交通系统中重要的两个子系统。控制系统主要负责对单个路口的优化^[9-11],使得单个路口效率最优,即单位时间内通过该路口的车辆数最大,单路口一个周期内平均时耗最小。对控制系统的

优化问题,其实是一个多目标优化问题。由于NSGA-II算法简单、高效,文中采用此算法对控制系统进行了优化。诱导系统负责对车流量的主动引导^[12-13],实现对交通资源的均衡配置。诱导系统的优化问题,其实是一个最优路径问题。由于蚁群算法在路径探索、路径寻优方面有其先天的优势,因此文中诱导系统的优化,采用的是蚁群算法。

1 系统整体工作机制

文中的交通模型是由控制子系统和诱导子系统组成的。控制子系统实现对单个路口的最优配置,即单位时间内通过的车辆数最多,且单个路口一个周期内平均时耗最小。诱导子系统实现对交通流的主动引

收稿日期:2014-11-10

修回日期:2015-02-13

网络出版时间:2015-08-26

基金项目:江苏省自然科学基金项目(BK2011758)

作者简介:周 健(1989-),男,硕士,研究方向为智能控制;罗 杰,博士,教授,研究方向为分布式智能控制、群体智能。

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20150826.1603.066.html>

导,实现交通流量的均衡配置。控制子系统的决策会影响车辆从起始地到目的地的等效路径,而等效路径又直接影响着诱导子系统的决策。诱导子系统的决策直接影响着车辆对路段的选择,从而反过来影响控制子系统的决策。文中基于区域交通控制与诱导的系统框图如图 1 所示。

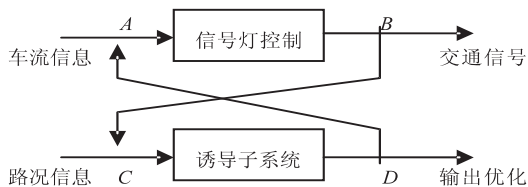


图 1 基于区域交通控制与诱导的系统框图

从图中可以看出,控制子系统和诱导子系统构成了一个负反馈调节系统。假设当 A 点车增加时,控制子系统的决策会使得通过该路口的等效路径(等效路径是对所有因素的加权和)变大。C 点的等效路径长度变大,经过诱导子系统决策,后面的车辆选择该路口的概率减少,从而使 A 点的车流量逐渐下降。当 A 点车流量减小时,控制子系统的决策会使得通过该路口的等效路径变小。C 点的等效路径变小,经过诱导子系统决策,后面的车辆选择该路口的概率变大,从而使 A 点的车流量逐渐的上升。理想情况下,使 A 点的车流量稳定到最佳畅通状态,或在最佳畅通状态附近。

2 控制子系统设计

控制子系统负责对单个路口的优化,使得单位时间内通过该路口的车辆数最大,且单路口一个周期内平均时耗最小。文中的单路口模型是四相位模型,如

$$\min h = \frac{\sum_{i=1}^8 (3 * t * Sc_i + \frac{(2 + Sc_i) * (Sc_i - 1)}{2} * t + (T_1 + T_2 + T_3 + T_4) * Sn_i)}{T_1 + T_2 + T_3 + T_4} \quad (2)$$

式(1)表示单个路口单位时间内通过的车辆数;式(2)表示单个路口一个周期内的平均时耗。式(2)比上式(1)即 h/f ,也就是单个路口一个周期内总的耗时,比上这个周期内通过的车辆数,即通过这个路口的车辆耗时。当 h/f 最小时,就是平均时延最小模型。

对于式(1)和式(2)这两个目标的优化问题,文中采用了改进型非支配排序算法进行优化。限定每个相位的取值范围,根据经验使得 $20 \leq T_i \leq 180$ 。时间过短,会使得车辆都来不及过路口,绿灯就转换为红灯了。时间过长,会使得其他相位的司机等待时间过长。根据常见的城市交通流情况,文中假设 q_i 分别为 0.1, 0.18, 0.14, 0.13, 0.17, 0.05, 0.03, 0.18(单位:辆/s)。 s_i 分别为 2, 5, 3, 0, 0, 3, 1, 2(单位:辆)。假设 $t = 2$ s,即

图 2 所示。

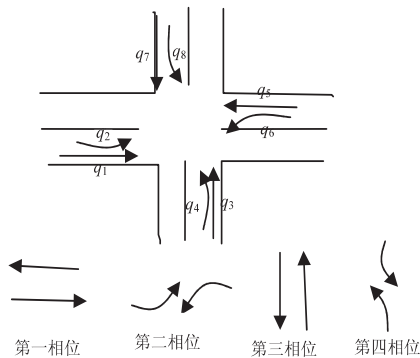


图 2 单个路口模型

假设每个相位分别配时为 T_1, T_2, T_3, T_4 (单位:s),八个车道的车流量分别为 $q_1 \sim q_8$ (单位:辆/s),每个车道上个周期遗留下的车辆为 $s_i (i = 1, 2, \dots, 8)$ 。假设每个相位绿灯亮时,根据经验第一辆车需要 $3t$ (t 为车辆不停的情况下,通过路口所花的时间)通过路口、第二辆车需要 $2t$ 通过路口、第三辆车及以后的每辆车只需要 t 就能通过路口,因为后面的车都已经启动好了。

基于以上假设,可以算出每个相位理想情况下能通过的最大车辆数 $L_i = (T_i - 3t)/t (i = 1, 2, 3, 4)$ 。实际每个车道的车辆数 $A_i = (T_1 + T_2 + T_3 + T_4) * q_i + s_i (i = 1, 2, \dots, 8)$ 。如果 $A_i - L_i > 0$,那么该周期内此车道只能通过 $Sc_i = L_i$ 辆车,该车道剩到下个周期的车辆数为 $Sn_i = A_i - L_i$,否则 $Sc_i = A_i, Sn_i = 0$ 。

由此可以得到两个优化目标:

$$\max f = \frac{\sum_{i=1}^8 Sc_i}{T_1 + T_2 + T_3 + T_4} \quad (1)$$

每辆车启动好以后开过路口所需要的时间。得到的 Pareto 前沿面如图 3 所示。

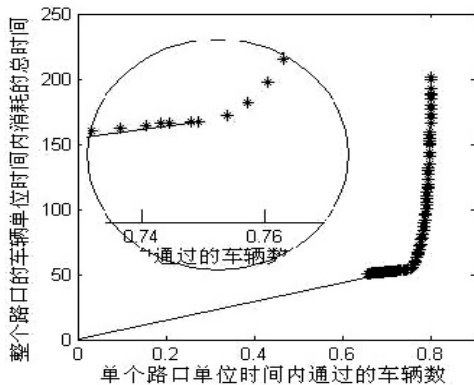


图 3 Pareto 前沿面

从图3可以看出,随着路口车流量的增加,路口延时也会随之增加。从0.63到0.76这段曲线较平缓,0.76至0.9这段曲线较陡。横坐标的含义是每秒每个相位实际通过的车辆数。理论的最大值是1,即每秒每个相位有一辆车通过,这是不可能达到的。纵坐标的含义是整个路口每秒消耗的总时间。这个仿真试验中,文中选取0.75附近的点,作为决策输出。当车流量小于0.75时,随着车流量的增加,路口每秒消耗的时间缓慢增加。当车流量大于0.75时,随着车流量的增加,路口每秒消耗的时间急剧增加。综合考虑,取0.75附近的个体作为最终决策输出。

文中通过多目标优化控制子系统,得到了一个均匀的 Pareto 解集。比起只优化路口平均时延最小的单目标优化,给决策者提供了更多的选择方案。图3中的个体与原点的连线的斜率表示车辆通过每个路口的平均时延。

表1给出了文中控制子系统仿真结果与参考文献[14]仿真结果的对比。

表1 文中仿真效果与遗传算法仿真效果对比

项目	周期	相位1	相位2	相位3	相位4	周期长度/s	效率/(辆/s)
		大小/剩余车辆/(s/辆)	大小/剩余车辆/(s/辆)	大小/剩余车辆/(s/辆)	大小/剩余车辆/(s/辆)		
遗传算法仿真	1	89/14	29/0	79/25	39/0	236	1.89
	2	56/27	30/0	62/22	39/0	187	1.64
	3	74/36	29/0	89/6	34/0	226	1.73
	4	27/49	31/0	34/7	12/0	104	1.55
	5	89/31	24/0	57/20	27/0	197	1.73
	6	83/30	39/0	61/41	39/0	222	1.60
	7	89/18	27/0	55/64	37/0	208	1.64
	8	30/33	25/0	42/54	18/0	115	1.65
	9	17/42	14/0	25/46	10/0	66	1.68
	10	86/43	37/0	89/35	37/0	249	1.73
文中仿果	1	74/17	20/5	79/5	30/0	203	1.99
	2	91/11	28/0	83/0	28/0	230	1.77
	3	83/0	20/0	67/0	24/0	194	1.75
	4	54/0	20/0	50/0	20/0	144	1.69
	5	54/0	20/0	50/0	20/0	144	1.69
	6	54/0	20/0	50/0	20/0	144	1.69
	7	54/0	20/0	50/0	20/0	144	1.69
	8	54/0	20/0	50/0	20/0	144	1.69
	9	54/0	20/0	50/0	20/0	144	1.69
	10	54/0	20/0	50/0	20/0	144	1.69

原文中的仿真初始数据为:东路口左转、直行、右转,驶入流量分别为251、779、242,单位为辆/h。西路口左转、直行、右转,驶入流量分别为346、896、430,单位为辆/h。南路口左转、直行、右转,驶入流量分别为410、944、275,单位为辆/h。北路口左转、直行、右转,驶入流量分别为430、854、243,单位辆/h。东路口左转、直行、右转,初始车辆长度为5、12、4辆。西路口左转、直行、右转,初始车辆长度为5、10、6辆。南路口左转、直行、右转,初始车辆长度为6、10、5辆。北路口左转、直行、右转,初始车辆长度为6、12、4辆。车辆通过

路口的饱和流量率为1辆/s^[14]。为了和原文的初始条件一致,文中仿真时取 q_i 分别为0.3683、0.0961、0.3386、0.1139、0.2836、0.0697、0.3047、0.1194,单位为辆/s。 s_i 分别为16、5、15、6、16、5、16、6,单位为辆。 $t=1$ s。

表1第二列为周期序号;第三列至第六列分子为该相位分配到的绿灯时间,分母为这个周期结束时,该相位未通过路口的剩余车辆;第七列为每个周期的长度;第八列为路口每秒钟通过的车辆数。

由表1可以看出,文中构建的控制子系统每个周期未通过路口的剩余车辆较少,有较好的疏导性能,可以有效地缓解交通拥堵现象。

3 诱导子系统设计

诱导子系统的目的是使城市交通网络流量均衡,达到资源的最优化配置。从现有的交通状态中,找出一条出行代价最小的线路。出行代价由三方面构成:起始地到目的地间的静态代价,穿过每个路口的代价,在路上运行时的动态代价。起始地到目的地间的静态代价,文中取的是它们之间的路径长度。穿过每个路口的代价,文中取的是通过路口时的时延。车辆通过路口的时延这个指标决定着车辆通过路口的停车次数,和车辆在路口的排队长度。随着车辆通过路口的时延变大,那么车辆通过路口停车的概率相应增大,车辆排队的长度也会相应增大,所以文中只用路口时延来衡量通过路口的代价。在路上运行时的动态代价,用来衡量司机在道路上停车、减速产生的代价。道路越长越拥挤,司机在该路段上停车、减速的概率就越大,所以动态代价由该路段的拥挤程度和该路段的长度共同决定。该路段越拥挤,且该路段越长,那么车辆在该路段运行时消耗的动态代价就越大。如何协调这三个指标,是诱导子系统的关键。文中把这三个指标转换为起始地到目的地的等效路径,作为车辆选择该路径的出行代价。诱导系统的最终优化目标是:

$$\min C = C_s + L_s + D_s$$

(3)

其中, C_s 是起点到目的地的路径长度; L_s 是该路径上经过所有路口的延时总和转换成的等效路径; D_s 是该路径上的动态代价转换成的等效路径。 D_s 是对路径长度的积分。

假设路径的流畅通行拥挤度极限为 α ,随着车辆间距离的增加,拥挤度会降低;反之,拥挤度会增加。当路径的拥挤度小于 α 时,不产生运行的动态代价。当路径拥挤度大于 α 时,则会产生运行时的动态代价。假定当前路径的拥挤度为 β ,当 $\beta > \alpha$ 时, $D_s = \int (\beta - \alpha) dx$ 。

文中的诱导路径模型采用的是 4×4 的网格, 相邻两路口间距相等。在不考虑路口时延及路上的动态代价的情况下, 最短路径有很多条。文中的诱导子系统把路口延时、动态代价都转换为等效的路径长度。这样就可以把这三个指标有效地统一起来, 把交通诱导问题转换为寻找最短路径问题。蚁群算法在路径探索中有着先天的优势, 但是如何把蚁群算法嵌进诱导子系统, 还需要对基本的蚁群算法进行必要的改造。

假设起始点为路口 1, 终点为路口 25, 在不考虑路口时延的条件下, 之间存在很多条最短路径。文中假设两两路口间的距离 $d = 20$ 。路口 2 至路口 24 延时分别为 $t_2 = 1, t_3 = 3, t_4 = 2, t_5 = 5, t_6 = 2, t_7 = 3, t_8 = 2, t_9 = 4, t_{10} = 9, t_{11} = 3, t_{12} = 4, t_{13} = 2, t_{14} = 6, t_{15} = 3, t_{16} = 8, t_{17} = 4, t_{18} = 8, t_{19} = 7, t_{20} = 4, t_{21} = 6, t_{22} = 4, t_{23} = 6, t_{24} = 8$ 。这些路口的延时就是控制子系统优化后, 单路口一个周期内平均时耗。假设对于路口 9, 控制子系统优化后, 单路口一个周期内平均时耗为 4, 那么对应的 $t_9 = 4$ 。路口间的动态路径为 $x_{12} = x_{21} = 1, x_{89} = x_{98} = 3, x_{38} = x_{83} = 3$, 其他路径的动态路径代价都为 0。在实际的系统中, 这些值是由控制子系统的决策和路面车流量采集系统采集到的各路面车流量现状共同决定的。在不考虑路口时延及运行动态代价的情况下, 整个路网的邻接矩阵为 D 。考虑路口时延及运行时动态代价后, 整个路网邻接矩阵为 DD 。

$$D = \begin{Bmatrix} 0 & 20 & 0 & 0 & 0 & 2 & 0 & 0 & \cdot & \cdot \\ 20 & 0 & 20 & 0 & 0 & 0 & 20 & 0 & \cdot & \cdot \\ 0 & 20 & 0 & 20 & 0 & 0 & 0 & 20 & 0 & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \end{Bmatrix}$$

$$DD = \begin{Bmatrix} 0 & 22 & 0 & 0 & 0 & 22 & 0 & \cdot & \cdot & \cdot \\ 21 & 0 & 22 & 0 & 0 & 0 & 24 & \cdot & \cdot & \cdot \\ 0 & 21 & 0 & 26 & 0 & 0 & 0 & 31 & 0 & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \end{Bmatrix}$$

两个矩阵中 0 代表起点和终点重合或者是两个交叉路口没有直连的道路。非 0 代表直达路口间的代价。

文中采用了一比一(这个转换比率读者可根据自身需求更改)的转换方式, 即路口延时为 1, 转换成的等效路径为 1; 运行时动态代价为 1, 转换成的等效路径为 1。文中的等效路径邻接矩阵 d_{ij} 并不一定等于 d_{ji} , 这是因为文中把路口时延转换得到的等效路径加到了到这个路口的路径上。如 d_{23} 等于原本的路径, 加上路口 3 延时的等效路径, 加上车辆在该路径上的动态代价转换而成的等效路径。 d_{32} 等于原本的路径, 加上路口 2 延时的等效路径, 加上车辆在该路径上的动态代价转换而成的等效路径。

诱导子系统的仿真结果如图 4 所示。

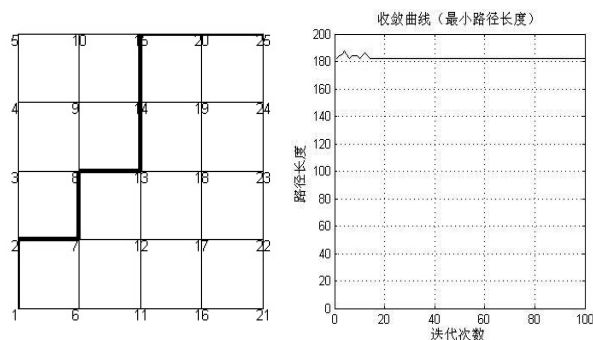


图 4 诱导子系统的仿真结果图

通过实验仿真, 发现蚁群算法能很好地找到最优路径, 且每次给出的最优路径并不一定一样。这样就能很好地平衡交通流, 实现对交通流的主动引导。由仿真图可知, 此次的最优路径之一为 1-2-7-8-13-14-15-20-25, 这条路径的静态长度为 160, 路口延时总和转换成的等效路径长度为 21, 动态代价转换成的等效路径为 1, 所以此条路径的等效代价为 182。

4 结束语

文中提出的控制与诱导相结合的交通系统能很好地缓解交通拥堵问题且模型有很好的包容性和可扩展性。并对各个子系统进行了仿真验证, 结果表明各子系统都能高效的运作。

参考文献:

- [1] Zhang Fei. The current situation and development thinking of the intelligent transportation system in China [C]//Proc of 2010 international conference on mechanic automation and control engineering. [s. l.]: [s. n.], 2010: 2826-2829.
- [2] Lin Shu, de Schutter B, Xi Yugeng. An efficient model-based method for coordinated control of urban traffic networks [C]//Proc of 2010 international conference on networking, sensing and control (ICNSC). [s. l.]: IEEE, 2010: 8-13.
- [3] Zhang Q, Zhao J H. A model for automatic collection and dynamic transmission of traffic information based on VANET [C]//Proc of 2012 15th international conference on intelligent transportation system. [s. l.]: IEEE, 2012: 373-378.
- [4] 季常煦, 杨楠, 胡娟娟, 等. 城市交通流诱导系统与交通控制系统集成中的信息处理 [J]. 吉林大学学报: 工学版, 2006, 36(S): 140-143.
- [5] 李盛春, 孔令江, 刘慕仁, 等. 智能交通灯对交叉路口交通流的影响 [J]. 物理学报, 2009, 58(4): 2266-2270.
- [6] 田弼臣, 胡正平, 贺秀良, 等. 城市智能交通诱导系统研究 [J]. 交通标准化, 2011(16): 151-154.
- [7] 杨庆芳, 李善梅, 杨兆升, 等. 城市交通控制与诱导系统协同效果评价方法 [J]. 交通与计算机, 2006, 24(6): 1-4.
- [8] 陈昕, 杨兆升, 王海洋, 等. 城市交通控制与诱导系统协

配;而计数法总会对所有不同谓词进行测试;当订阅个数在 40 个以下时,矩阵法匹配效率优于谓词索引法,主要由于矩阵法结构简洁,而索引法要分类构造索引树,但当订阅数量大于 40 时,谓词索引法效率开始高于矩阵法。

由图 5 可知,矩阵匹配算法的缺点是预处理过程订阅矩阵占用的空间较大,因此矩阵匹配算法不适合大规模的发布/订阅模型(每秒同一主题消息交互量达到百次)。由于测控计算机系统节点数量和消息交互量相对较少,文中提出的发布/订阅匹配算法适合测控计算机系统消息中间件的信息交换。

4 结束语

匹配算法是影响发布/订阅模式测控消息中间件效率的重要因素。文中根据测控计算机系统信息交换特点,提出了一种矩阵匹配算法,将订阅按主题分类,同一主题下的所有订阅组织成 $m \times n$ 的 0,1 矩阵, m 为不同订阅数, n 为不同谓词数。如果事件属性与某个谓词不匹配,则删除包含此谓词和其覆盖谓词的所有订阅,从而加速了对事件的过滤。实验证明:在进行测控数据的发布与订阅时,该算法比谓词计数法和谓词索引法匹配效率有较大提高。由于测控计算机系统常采用冗余机制实现其高可靠性,后续研究重点是怎样将该算法应用于双机/多机冗余环境中。

参考文献:

[1] 王宗陶. 测控计算机系统工程[M]. 北京:国防工业出版社,2013:248-258.

[2] 马建刚,黄涛,汪锦岭,等. 面向大规模分布式计算发布/订阅系统核心技术[J]. 软件学报,2006,17(1):134-147.

[3] Gough J,Smith G. Efficient recognition of events in a distributed system[C]//Proceeding of the 18th Australasian computer science conference. Australis:[s. n.],1995:71-92.

[4] Aguilera M K,Strom R E,Sturman D C,et al. Matching events in a content-based subscription system[C]//Proceeding of

the 18th ACM symposium on principles of distributed computing. [s. l.]:ACM,1999:55-62.

[5] Yan T W,Garc H. Index structures for selective dissemination of information under the Boolean model[J]. ACM Trans on Database System,1994,19(2):332-334.

[6] Carzaniga A,Wolf A L. Forwarding in a content based network[C]//Proc of ACM SIGCOMM. [s. l.]:ACM,2003:163-174.

[7] 屈树谦,王海波,吕品,等. 基于模式覆盖的仿真数据匹配算法[J]. 计算机仿真,2012,29(12):139-143.

[8] Shi D,Yin J,Qian J,et al. JTangPS:content-based publish/subscribe over structured P2P networks[M]//Advances in intelligent and distributed computing. Berlin:Springer,2008:187-196.

[9] 张圣栋,沈锐. 发布/订阅系统中基于属性分组的匹配结构[J]. 计算机工程,2011,37(23):8-9.

[10] 曾磊,杨红雨. 基于内容的发布订阅系统中一种梯形匹配算法[J]. 计算机技术与发展,2012,22(10):1-4.

[11] Wang B,Tan X,Kisturegawa M,et al. Dcma:dynamic cycle matching algorithm for homogeneous symmetric pub/sub system[C]//Proc of WISA. [s. l.]:IEEE,2010:160-165.

[12] Pellegrino L,Baude F,Alshabani I. Towards a scalable cloud-based rdf storage offering a pub/sub query service[C]//Proc of the third international conference on cloud computing, GRIDs, and virtualization. [s. l.]:[s. n.],2012:243-246.

[13] Akiyama T,Kawai Y,Iida K,et al. Proposal for a new generation SDN-aware pub/sub environment[C]//Proc of the thirteenth international conference on networks. [s. l.]:[s. n.],2014:210-214.

[14] Algergawy A,Moawed S,Sarhan A,et al. Improving clustering-based schema matching using latent semantic indexing[M]//Transactions on large-scale data-and knowledge-centered systems XV. Berlin:Spring,2014:102-123.

[15] Rao W,Chen L,Tarkoma S. Toward efficient filter privacy-aware content-based pub/sub systems[J]. IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering,2013,25(11):2644-2657.

ternational conference on computational intelligence, communication systems and networks. [s. l.]:[s. n.],2011:332-337.

[13] Luo Qi. Research on intelligent transportation system technologies and applications[C]//Proc of 2008 workshop on power electronics and intelligent transportation system. [s. l.]:[s. n.],2008:529-531.

[14] 陈小锋,史忠科. 基于遗传算法的交通信号动态优化方法[J]. 系统仿真学报,2004,16(6):1155-1157.

(上接第 78 页)

同的信息分析[J]. 交通与计算机,2006,24(1):61-63.

[9] 陈昕,杨兆升,王海洋,等. 城市交通控制与诱导系统协同研究[J]. 公路交通科技,2007,24(4):121-125.

[10] 李振龙,荣建,赵晓华. 交通控制与诱导集成的关键问题评述[J]. 公路交通科技,2008,25(8):108-113.

[11] 马寿峰,李艳君,贺国光. 城市交通控制与诱导协调协调模式的系统分析[J]. 管理科学学报,2003,6(3):71-78.

[12] An Shenghai,Lee Byung-Hyug,Shin Dong-Ryeol. A survey of intelligent transportation systems[C]//Proc of 2011 third in-

交通控制与诱导系统设计

作者：[周健](#)，[罗杰](#)，[ZHOU Jian](#)，[LUO Jie](#)
作者单位：[南京邮电大学 自动化学院, 江苏 南京, 210046](#)
刊名：[计算机技术与发展](#)[ISTIC](#)
英文刊名：[Computer Technology and Development](#)
年，卷(期)：2015(9)

引用本文格式：[周健](#)，[罗杰](#)，[ZHOU Jian](#)，[LUO Jie](#) [交通控制与诱导系统设计](#)[期刊论文]-[计算机技术与发展](#) 2015(9)