

相邻交叉口关联度分析及其应用^{*}

卢凯 徐建闽 郑淑鉴

(华南理工大学 土木与交通学院, 广东 广州 510640)

摘要:通过分析相邻交叉口间距、路段交通量以及交叉口信号配时参数对相邻交叉口关联性的影响,提出一个对相邻交叉口之间关联性进行定量化描述的交通参量——相邻交叉口关联度,并对其计算方法与科学合理性进行了论述,进一步给出了多交叉口组合关联度的定义与计算公式,并制定了新的基于关联度分析的协调控制子区划分原则。

关键词:交通工程;信号交叉口;关联度;定量化分析;组合;子区划分

中图分类号: U491.5⁺4 **文献标识码:** A

随着城市道路交通量的增长、路网密度的增强,交叉口之间的相关性日益明显,城市对交通信号控制的要求变得越来越高,以某个区域或者整个城市作为研究对象的区域信号协调控制理论方法研究也越来越受到研究人员的广泛关注和高度重视,特别是近年来在协调控制模型建立与协调控制策略选取方面的研究已取得较大进展^[1-5]。

值得注意的是,相邻交叉口之间的关联性研究作为交通区域协调控制的理论基础,目前被国内外专家学者关注得较少,尤其缺乏对各种影响相邻交叉口相关性要素的综合性分析;关于交通控制子区划分原理的研究则主要还停留在静态定性分析层面,尚未形成动态定量分析的子区划分理论。文献[6-8]中对影响控制子区划分的交叉口交通状态、路段长度、车辆到达率等因素进行分析;文献[9]中列举说明了不适宜实施信号协调的相邻交叉口连线类型;文献[10]中提出了分别基于“距离原则”、“流量原则”与“周期原则”的控制子区自动划分方法;文献[11]中给出了周期子区和相位差/绿信比子区的概念,介绍了一种周期子区加相位差/绿信比子区

的控制子区动态划分方法;文献[12]中则提出了利用“饱和度原则”进行控制子区划分的新思想。在三大典型区域协调控制系统设计中,Transyt系统与Scoot系统实施的是静态分区控制,不能自动调节控制子区;Scats系统实施的则是半动态分区控制,需要预先设置最小控制子区单元^[13],这些都在一定程度上限制了区域协调控制系统的实际运行效果。

文中通过对影响相邻交叉口相关性的主要因素进行综合分析,提出一个能对相邻交叉口之间关联性进行定量化描述的交通参量,并将其应用到多交叉口关联性问题的研究之中,为建立定量化分析的子区动态划分理论与实现自适应区域协调信号控制提供一套新方法。

1 相邻交叉口关联性分析

研究发现,影响相邻交叉口关联性强弱的主要因素有相邻交叉口间距、路段交通量以及交叉口信号配时参数,其中相邻交叉口间距属于静态作用因子,对相邻交叉口关联性大小的影响固定不变;路段交通量与交叉口信号配时参数则属于动态作用因

收稿日期: 2008-10-21

^{*} 基金项目: 国家“863”科技攻关项目(2006AA11Z241);教育部高校博士点基金资助项目(200805610005);国家自然科学基金资助项目(50878088)

作者简介: 卢凯(1979-),男,讲师,博士生,主要从事交通信号控制及智能控制理论与应用研究。E-mail: kaikl@scut.edu.cn

子,对相邻交叉口关联性大小的影响实时变化.

1.1 相邻交叉口间距

相邻交叉口间距是决定相邻交叉口相关性强弱的一个关键因素.一方面,如果相邻交叉口间距过长,上游交叉口驶出车队会随行驶距离的增长逐渐离散开来,驶近下游交叉口时将呈现随机到达状态,协调控制作用明显减弱,相邻交叉口之间表现为弱相关;如果相邻交叉口间距很短,上游交叉口驶出车队到达下游交叉口时将保持良好的连续性,协调控制作用明显增强,相邻交叉口之间表现为强相关.另一方面,相邻交叉口间距的长短将决定交叉口之间的容纳交通量,如果相邻交叉口间距很长,则交叉口之间存在较大的容纳交通量,下游路段排队车辆难以影响上游交叉口的车辆放行,相邻交叉口之间表现为弱相关;如果相邻交叉口间距过短,则交叉口之间存在很小的容纳交通量,下游路段排队车辆易于致使上游交叉口发生交通阻塞,相邻交叉口之间表现为强相关.

1.2 路段交通量

路段交通量的大小将直接决定路段的交通拥挤状况,是实时影响相邻交叉口相关性大小的一个主要因素.当路段交通量较小时,交叉口之间将剩余较大的容纳交通量,车流行驶的离散性较强,相邻交叉口之间具有弱实时相关性;当路段交通量较大时,交叉口之间将剩余较小的容纳交通量,车流行驶的离散性较弱,相邻交叉口之间具有强实时相关性.

1.3 交叉口信号配时参数

交叉口信号配时参数(信号周期、绿信比与相位差)的设置能有效控制路段交通量和决定协调控制实时效果,是决定相邻交叉口实时相关性大小的另一类主要因素.

1)信号周期

相邻交叉口之间良好的协调信号控制,要求相邻交叉口之间必须维持较为稳定的相位差即相邻交叉口必须采用相等的信号周期.如果相邻交叉口各自独立设计的信号周期相差悬殊、参差不齐,则难以兼顾相邻交叉口之间的协调控制效果与各交叉口自身的车辆通行效率,此时相邻交叉口之间表现为弱相关性;如果相邻交叉口各自独立设计的信号周期相近或整齐,则可以通过适当调整以确定一个公共信号周期,确保相邻交叉口之间的协调控制效果与各交叉口自身的车辆通行效率,此时相邻交叉口之间表现为强相关性.

2)绿信比

驶入路段车流所在上游交叉口相位的绿信比与驶出路段车流所在下游交叉口相位的绿信比之差,将决定一段时间内路段交通量的累积与消散,也是影响相邻交叉口相关性强弱的一个重要因素.例如,当绿信比差值为正时,路段交通量将逐步积累,相邻交叉口之间的相关性逐渐增强;当绿信比差值为负时,路段累积交通量将逐步消散,相邻交叉口之间的相关性逐渐减弱到某一定值.

3)相位差

驶入路段车流所在上游交叉口相位与驶出路段车流所在下游交叉口相位之间的相位差,将决定一个信号周期内路段上可能存在的最大交通量,对相邻交叉口实时相关性的大小也会产生一定影响.但与绿信比差不同,相位差对相邻交叉口相关性的影响并不具有积累效应,而只是在当前信号周期内发挥瞬时作用.

目前有关相邻交叉口关联性的分析还停留在定性分析层面,各种影响相邻交叉口关联性的要素未能得以有效结合;协调控制子区的划分也只能依据各种相邻交叉口关联性因素单独进行判断,协调控制子区划分原则尚未系统理论化.因此,如何最为科学合理地将各种关联因素融入到相邻交叉口关联度的计算公式之中,客观、准确、实时地描述相邻交叉口之间的关联程度,并确定明确具体的控制子区划分原则,需要进行大量的突破性研究工作.

2 相邻交叉口关联度

2.1 关联度的定义

相邻交叉口关联度是一个对相邻交叉口之间关联性进行量化描述的交通参量,将综合反映相邻交叉口之间的路段交通运行状况与信号控制需求差异对相邻交叉口关联性的客观影响.在此定义相邻交叉口关联度由路段交通量关联度与交叉口周期关联度两部分组成,其中,路段交通量关联度表现为在一定交叉口间距条件下,一段时间内相邻交叉口之间存在的最大交通量与相邻交叉口间距对应容纳交通量的比例关系;交叉口周期关联度则反映相邻交叉口的独立设计信号周期相对偏差对相邻交叉口关联性的影响.

对于从上游交叉口 i 到下游交叉口 j 方向(简称 $i \rightarrow j$ 方向),交叉口 i 与交叉口 j 之间的关联度 $D_{(i \rightarrow j)}$ 可按式(1)进行定义计算:

$$D_{(i \rightarrow j)} = D_{S(i \rightarrow j)} + D_{C(i \rightarrow j)} = \frac{(N_{E(i \rightarrow j)} + N_{A(i \rightarrow j)}) L_v}{m \min \left\{ \frac{n_{l(i \rightarrow j)} L_{l(i \rightarrow j)}}{T_{\max} / \ln(T_{\max} / T_{\min}) - T_{\min}}, \frac{\ln(T_{\max} / T_{\min} + 1) T_{\min} - T_{\max}}{T_{\max}} \right\}} K_{L(i \rightarrow j)} K_N - K_C \quad (1)$$

式中: $D_{S(i \rightarrow j)}$ 为 $i \rightarrow j$ 方向的路段交通量关联度; $D_{C(i \rightarrow j)}$ 为交叉口 i 与交叉口 j 之间的周期关联度; $N_{E(i \rightarrow j)}$ 为 $i \rightarrow j$ 方向路段上已存在的关联车流车辆数, 包括排队车辆数与行驶车辆数, 可以通过路段交通量检测装置实时获取; $N_{A(i \rightarrow j)}$ 为 $i \rightarrow j$ 方向路段上下一个信号周期内可能出现的最大关联车流车辆增量, 需要综合考虑路段交通状况与交叉口信号控制参数进行实时预测; L_v 为平均车辆长度; $n_{l(i \rightarrow j)}$ 为 $i \rightarrow j$ 方向路段上的关联车流占用车道数; $L_{l(i \rightarrow j)}$ 为 $i \rightarrow j$ 方向路段车道总长度; $K_{L(i \rightarrow j)}$ 为 $i \rightarrow j$ 方向路段车道总长度所对应的路段交通量关联补偿系数; K_N 为比例放大系数; T_{\max} 与 T_{\min} 分别为交叉口 i 和交叉口 j 的独立设计信号周期最大与最小值; K_C 为相邻交叉口信号周期关联权重系数. 在此, 所谓 $i \rightarrow j$ 方向路段上的关联车流是指决定 $i \rightarrow j$ 方向交叉口 i 与交叉口 j 之间关联度大小的关键车流, 通常也是 $i \rightarrow j$ 方向上需要进行协调控制设计的主要车流.

对于相邻交叉口 i 与交叉口 j 之间的关联度 $D_{(i \rightarrow j)}$, 可定义为相邻交叉口 i 与交叉口 j 之间的双向组合关联度 $D_{(i \rightarrow j)}$, 即在 $i \rightarrow j$ 方向相邻交叉口关联度 $D_{(i \rightarrow j)}$ 与 $j \rightarrow i$ 方向相邻交叉口关联度 $D_{(j \rightarrow i)}$ 之中取大.

$$D_{(i \rightarrow j)} = D_{(i \rightarrow j)} = \max \{ D_{(i \rightarrow j)}, D_{(j \rightarrow i)} \} = \max \{ D_{S(i \rightarrow j)}, D_{S(j \rightarrow i)} \} + D_{C(i \rightarrow j)} = D_{S(i \rightarrow j)} + D_{C(i \rightarrow j)} \quad (2)$$

式中: $D_{S(i \rightarrow j)}$ 为交叉口 i 与交叉口 j 之间的路段交通量关联度.

2.2 $N_{A(i \rightarrow j)}$ 的估算

关联车流的路段车辆预测增量 $N_{A(i \rightarrow j)}$ 是以上游交叉口放行关联车流相位的绿灯启亮时刻作为起点, 在下一个信号周期内路段上可能出现的最大关联车流车辆增量 ($N_{A(i \rightarrow j)} \geq 0$), 将由 $i \rightarrow j$ 方向关联车流的上游交叉口驶入率 $q_{in(i \rightarrow j)}$ 、下游交叉口驶出率 $q_{out(i \rightarrow j)}$ 与上下游交叉口的相关信号配时参数 (公共信号周期 T 、上游交叉口 i 放行关联车流的相位绿信比 $l_{i(i \rightarrow j)}$ 、下游交叉口 j 放行关联车流的相位绿信比

$l_{j(i \rightarrow j)}$ 以及上游交叉口放行关联车流相位与下游交叉口放行关联车流相位之间的相位差 $O_{l(i \rightarrow j)}$) 共同决定. 此外, 当 $i \rightarrow j$ 方向路段上已存在的关联车流路段排队车辆数 $N_{Q(i \rightarrow j)}$ 较大时, 需要考虑下游交叉口排队车辆起动特性对上游路段到达车辆行驶的迟滞影响, 此时 $N_{A(i \rightarrow j)}$ 将相应有所增加.

(1) 当 $N_{Q(i \rightarrow j)}$ 小于等于 $i \rightarrow j$ 方向路段排队车辆阈值 $N_{T(i \rightarrow j)}$ 时, 路段车辆预测增量 $N_{A(i \rightarrow j)}$ 将主要取决于关联车流的路段驶入、驶出率与上下游交叉口的相关信号配时参数.

① 当 $O_{l(i \rightarrow j)} \geq T l_{i(i \rightarrow j)}$ 且 $O_{l(i \rightarrow j)} + T l_{j(i \rightarrow j)} \leq T$ 时, 如图 1(a) 所示,

$$N_{A(i \rightarrow j)} = q_{in(i \rightarrow j)} T l_{i(i \rightarrow j)}.$$

② 当 $O_{l(i \rightarrow j)} \geq T l_{i(i \rightarrow j)}$ 且 $T < O_{l(i \rightarrow j)} + T l_{j(i \rightarrow j)} < T + T l_{i(i \rightarrow j)}$ 时, 如图 1(b) 所示,

$$N_{A(i \rightarrow j)} = \max \{ q_{in(i \rightarrow j)} T l_{i(i \rightarrow j)} - q_{out(i \rightarrow j)} (O_{l(i \rightarrow j)} + T l_{j(i \rightarrow j)} - T), 0 \}.$$

③ 当 $O_{l(i \rightarrow j)} + T l_{j(i \rightarrow j)} \geq T + T l_{i(i \rightarrow j)}$ 时, 如图 1(c) 所示,

$$N_{A(i \rightarrow j)} = \max \{ q_{in(i \rightarrow j)} T l_{i(i \rightarrow j)} - q_{out(i \rightarrow j)} T l_{i(i \rightarrow j)}, 0 \}.$$

④ 当 $O_{l(i \rightarrow j)} + T l_{j(i \rightarrow j)} \leq T l_{i(i \rightarrow j)}$ 时, 如图 1(d) 所示,

$$N_{A(i \rightarrow j)} = q_{in(i \rightarrow j)} O_{l(i \rightarrow j)}.$$

⑤ 当 $O_{l(i \rightarrow j)} < T l_{i(i \rightarrow j)}$ 且 $T l_{i(i \rightarrow j)} < O_{l(i \rightarrow j)} + T l_{j(i \rightarrow j)} \leq T$ 时, 如图 1(e) 所示,

$$N_{A(i \rightarrow j)} = \max \{ q_{in(i \rightarrow j)} O_{l(i \rightarrow j)}, q_{in(i \rightarrow j)} T l_{i(i \rightarrow j)} - q_{out(i \rightarrow j)} (T l_{i(i \rightarrow j)} - O_{l(i \rightarrow j)}) \}.$$

⑥ 当 $O_{l(i \rightarrow j)} < T l_{i(i \rightarrow j)}$ 且 $O_{l(i \rightarrow j)} + T l_{j(i \rightarrow j)} > T$ 时, 如图 1(f) 所示,

$$N_{A(i \rightarrow j)} = \max \{ q_{in(i \rightarrow j)} T l_{i(i \rightarrow j)} - q_{out(i \rightarrow j)} (T l_{i(i \rightarrow j)} + T l_{j(i \rightarrow j)} - T), q_{in(i \rightarrow j)} O_{l(i \rightarrow j)} - q_{out(i \rightarrow j)} (O_{l(i \rightarrow j)} + T l_{j(i \rightarrow j)} - T) \}.$$

(2) 当 $N_{Q(i \rightarrow j)}$ 大于 $i \rightarrow j$ 方向路段排队车辆阈值 $N_{T(i \rightarrow j)}$ 时, 路段车辆预测增量 $N_{A(i \rightarrow j)}$ 的估算还需要考虑下游交叉口排队车辆起动特性对上游路段到达车辆行驶状况的迟滞影响. 利用交通流的起动波与停车波传播特性, 可以推导出一个模拟路段排队车辆迟滞影响的等效下游交叉口绿灯启亮时滞 Δt 将下游交叉口的绿灯启亮时刻推迟 Δt (下游交叉口的绿灯结束时刻保持不变), 利用上述分类分析方法即可计算出 $N_{Q(i \rightarrow j)} > N_{T(i \rightarrow j)}$ 情况下的路段车辆预测增量 $N_{A(i \rightarrow j)}$.

$N_{T(i \rightarrow j)}$ 将由交通流的起动车传播特性、路段平均行驶速度以及相位差等因素共同决定。

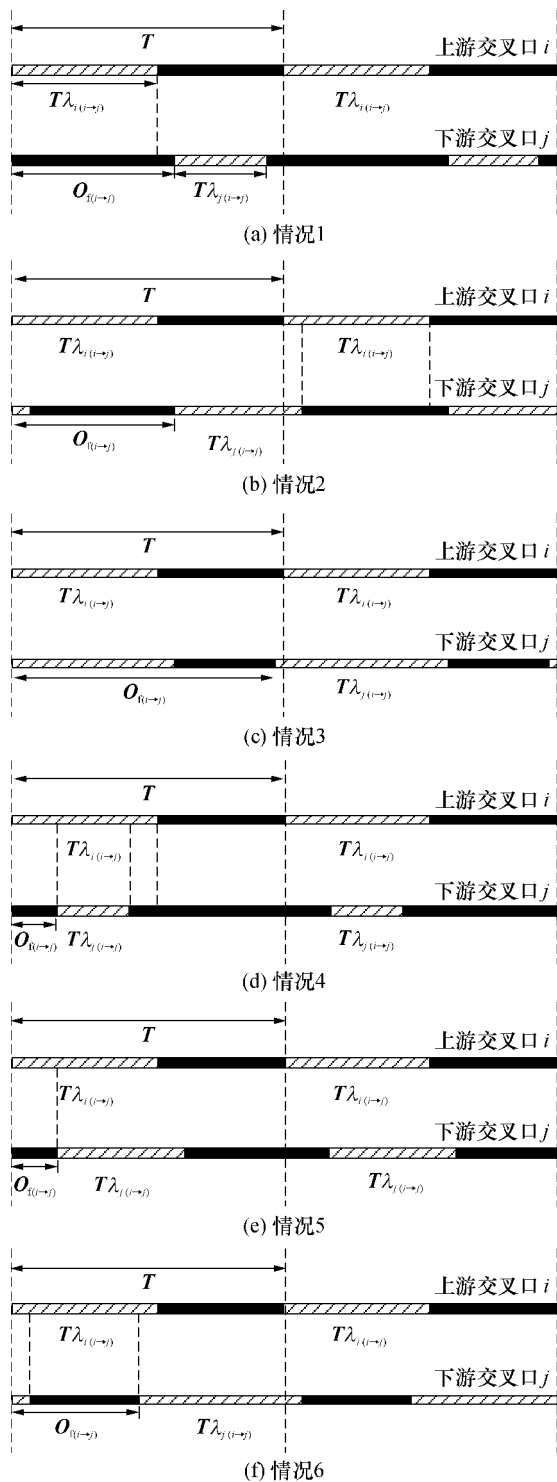


图 1 路段车辆预测增量计算

Fig 1 Calculation of increment of traffic section volume

▨ 绿灯

▬ 红灯

2.3 $K_{L(i \rightarrow j)}$ 的计算

对于相等的路段最大交通量与容纳交通量比值,不同路段车道长度应对应不同路段交通量关联

度,路段车道长度与路段交通量关联度之间存在的这种相关关系将体现在路段交通量关联补偿系数 $K_{L(i \rightarrow j)}$ 的计算之中。

实践表明,路段交通量关联补偿系数为路段车道长度的递减函数,如图 2 所示。当 $i \rightarrow j$ 方向路段车道长度 $L_{L(i \rightarrow j)}$ 趋近于 0 时, $i \rightarrow j$ 方向路段交通量关联补偿系数 $K_{L(i \rightarrow j)}$ 趋向于 $+\infty$; 当 $L_{L(i \rightarrow j)}$ 趋向于 $+\infty$ 时, $K_{L(i \rightarrow j)}$ 趋近于最小值 1。在此可将 $K_{L(i \rightarrow j)}$ 直接取为垂直向上平移一个单位的 $L_{L(i \rightarrow j)}$ 幂函数 $k_{L,a} \cdot L_{L(i \rightarrow j)}^{k_{L,b}} + 1$, 其中系数 $k_{L,a}$ 取正、 $k_{L,b}$ 取负。假设 $k_{L,a} = 4000$ 、 $k_{L,b} = -1.5$, $K_{L(i \rightarrow j)}$ 与 $L_{L(i \rightarrow j)}$ 的函数关系式即为 $K_{L(i \rightarrow j)} = \frac{4000}{L_{L(i \rightarrow j)}^{3/2}} + 1$, 可以推算:当路段车道长度小于 100m 时,路段交通量关联补偿系数大于 5.000,相邻交叉口之间的路段交通量关联度受路段车道长度显著影响;当路段车道长度大于 800m 时,路段交通量关联补偿系数小于 1.177,相邻交叉口之间的路段交通量关联度将主要取决于路段最大交通量与容纳交通量之比。

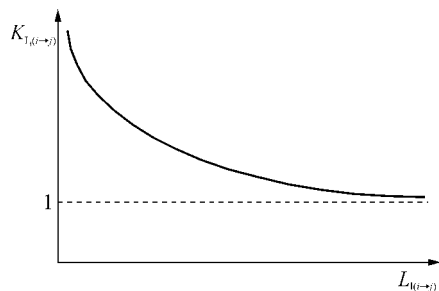


图 2 关联补偿系数与路段车道长度的函数关系

Fig 2 Function relations between correlation compensation coefficient and length of section lane

3 多交叉口组合关联度

多交叉口组合关联度是一个对一组关联交叉口之间总关联性进行量化描述的交通参量。基于上述对相邻交叉口关联度的分析,并考虑到交叉口间距、路段交通量与交叉口信号配时参数等因素对多交叉口组合的不同影响(例如,相邻路段的交通量关联性可以进行累积,而多交叉口之间的周期关联性仅取决于最大相对偏差),多交叉口组合关联度可定义由总的路段交通量关联度与总的交叉口周期关联度两部分组成。

对于一组关联交叉口 (i, j, \dots, s, t) 之间的组合关联度 $D_{(i, j, \dots, s, t)}$ 可按式 (3) 进行定义计算,并应同时保证一般情况下的相邻交叉口路段交通量关联度

小于等于 1.

$$D_{(i j \cdots, s t)} = D_{S(i j \cdots, s t)} + D_{C(i j \cdots, s t)} = \prod_{k=1}^n F(D_{S_k}) + m \min \{ D_{C(x y)} \mid x y \in \{ i j \cdots, s t \} \} \quad (3)$$

式中: $D_{S(i j \cdots, s t)}$ 为关联交叉口 $(i j \cdots, s t)$ 之间总的路段交通量关联度; $D_{C(i j \cdots, s t)}$ 为关联交叉口 $(i j \cdots, s t)$ 之间总的交叉口周期关联度; \prod 为连乘运算符; n 为关联交叉口对数, 即关联路段数; D_{S_k} 为第 k 对关联交叉口之间的路段交通量关联度, 由式 (4) 确定; $F(D_{S_k})$ 为路段交通量关联度组合函数, 可取

$$F(D_{S_k}) = (m \min \{ D_{S_k}, \operatorname{sgn}(D_{S_k}) \})^{\frac{1}{k}} \\ \{ D_{S_1}, D_{S_2}, \cdots, D_{S_n} \} = \operatorname{sort} \{ D_{S(i j)}, \cdots, D_{S(s t)} \} \quad (4)$$

式中: sort 为升序排序函数, 表示将 n 对关联交叉口之间的路段交通量关联度按从小到大的顺序重新排列, 并依次赋以 $D_{S_1}, D_{S_2}, \cdots, D_{S_n}$.

4 协调控制子区划分

控制子区划分理论实质上就是研究控制区域内的交叉口归属问题. 进行相邻交叉口关联度与多交叉口组合关联度的研究, 其主要目的在于建立定量分析子区划分理论, 实现协调控制子区的动态划分. 在此, 提出几条基于关联度分析的控制子区划分基本原则.

原则 1: 当相邻交叉口 i 与交叉口 j 之间的关联度 $D_{(i j)}$ 小于等于相邻交叉口分离阈值 D_{TNS} 时, 交叉口 i 与交叉口 j 将无条件分离在不同控制子区.

原则 2: 当相邻交叉口 i 与交叉口 j 之间的关联度 $D_{(i j)}$ 大于等于相邻交叉口合并阈值 D_{TNC} 时, 交叉口 i 与交叉口 j 将无条件合并在同一控制子区.

原则 3: 当相邻交叉口 i 与交叉口 j 之间的关联度 $D_{(i j)}$ 处于相邻交叉口分离阈值 D_{TNS} 与合并阈值 D_{TNC} 之间时, 交叉口 i 与交叉口 j 是否划分在一个控制子区将取决于它们与多个邻近交叉口的组合关联度大小. 具体而言, 控制子区内的多交叉口组合关联度必须大于多交叉口分离阈值 D_{TMS} ; 在控制子区数尽可能少的情况下, 子区的划分以区域总关联度最大为优.

例如需要对于如图 3 所示的 A、B、C、D、E、F、G 共 7 个干道交叉口进行控制子区划分. 已知相邻交叉口路段交通量关联度取值如图 3 所示, 各交叉口的独立设计信号周期取值相等, 即 $D_{C(i j)} = 0$. 假定 $D_{TNS} = 0.18$, $D_{TMS} = 0.16$, $D_{TNC} = 0.6$. 利用上述多交

叉口组合关联度计算方法与控制子区划分原则可以推算出最佳控制子区划分方案为: 交叉口 A、B、C 构成控制子区 I, 其组合关联度 $D_{(A B C)} = 0.367$; 交叉口 D、E、F、G 构成控制子区 II, 其组合关联度 $D_{(D E F G)} = 0.209$, 干道总关联度为 0.576. 对于其它控制子区划分方案而言, 倘若将所有干道交叉口划分在同一个控制子区进行信号协调控制时, 将会由于控制子区包含交叉口数目过多, 而难以取得较为理想的协调控制效果, 此时对应的子区组合关联度 $D_{(A B C D E F G)} = 0.101$, 小于多交叉口分离阈值 D_{TMS} ; 倘若将所有干道交叉口划分为 3 个控制子区进行信号协调控制时, 将会由于控制子区数目过多, 而破坏车流在干道上行驶的连续性, 此时也将不满足控制子区划分的第 3 条原则; 倘若将交叉口 A、B、C、D 划分为控制子区 I, 将交叉口 E、F、G 划分为控制子区 II, 其干道整体协调控制效果将略逊于最佳控制子区划分方案下的协调控制效果 (鉴于交叉口 C 与交叉口 D 之间的关联度相对较小, 控制子区分界线划在交叉口 C、D 之间较好), 此时对应的控制子区 I 组合关联度 $D_{(A B C D)} = 0.184$, 控制子区 II 组合关联度 $D_{(E F G)} = 0.303$, 其干道总关联度为 0.487, 小于最佳控制子区划分方案下的干道总关联度. 由此可见, 上述基于关联度分析的控制子区划分方法科学合理, 并具有较强的操作性与通用性.

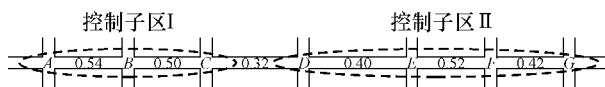


图 3 交通控制子区划分实例

Fig 3 An example of division of traffic control sub-area

5 结语

文中通过总结分析影响相邻交叉口关联性的各种因素, 创造性地给出了相邻交叉口关联度的定义及其解析算法, 实现了对相邻交叉口相关性要素的有效综合. 利用关联度对相邻交叉口关联性进行定量描述, 不仅能够更加清晰细致地描述相邻交叉口之间的关联程度, 而且有利于进行多交叉口关联性问题的深入分析, 为协调控制子区划分与区域协调控制的研究奠定了坚实的理论基础.

参考文献:

- [1] 常云涛, 彭国雄. 基于遗传算法的城市干道协调控制[J]. 交通运输工程学报, 2003, 3(2): 106-112.

- dinate control based on genetic algorithm [J]. Journal of Traffic and Transportation Engineering 2003, 3(2): 106-112
- [2] 卢凯, 徐建闽. 干道协调控制相位差模型及其优化方法 [J]. 中国公路学报, 2008, 21(1): 83-88.
Lu Kai Xu Jianmin Offset model for arterial road coordinate control and its optimization method [J]. China Journal of Highway and Transport 2008, 21(1): 83-88.
- [3] 万绪军, 陆化普. 线控系统中相位差优化模型的研究 [J]. 中国公路学报, 2001, 14(2): 99-102.
Wan Xu-jun Lu Hua-pu An optimal offset model for artery traffic signal control system [J]. China Journal of Highway and Transport 2001, 14(2): 99-102.
- [4] 刘智勇, 吴今培, 李秀平, 等. 城市交通大系统递阶模糊神经网络控制 [J]. 信息与控制, 1997, 26(6): 441-448.
Liu Zhiyong Wu Jinpei Li Xiuping et al Hierarchical fuzzy neural network control for large scale urban traffic systems [J]. Information and Control 1997, 26(6): 441-448.
- [5] 沈国江, 孙优贤. 城市交通干线递阶模糊控制及其神经网络实现 [J]. 系统工程理论与实践, 2004, 24(4): 99-105.
Shen Guojiang Sun Youxian Hierarchical fuzzy control for urban traffic trunk roads and its neural network implementation [J]. Systems Engineering Theory & Practice 2004, 24(4): 99-105.
- [6] Stockfisch C R. Guidelines for computer signal system selection in urban areas [J]. Traffic Engineering 1972, 43(3): 30-63.
- [7] Pinell C. Areawide traffic control systems [J]. Traffic Engineering & Control 1975, 45(4): 16-21.
- [8] Kell J H, Fullerton I J. Manual of traffic signal design [M]. 2nd ed. Englewood Cliffs: Prentice Hall 1991.
- [9] 全永桑. 城市交通控制 [M]. 北京: 人民交通出版社, 1989.
- [10] 莫汉康, 彭国雄, 云美萍. 诱导条件下的交通控制子区自动划分 [J]. 交通运输工程学报, 2002, 2(2): 67-72.
Mo Han-kang Peng Guo-xiong Yun Mei-ping Automatic division of traffic control sub-area under condition of route guidance [J]. Journal of Traffic and Transportation Engineering 2002, 2(2): 67-72.
- [11] 杨庆芳, 陈林. 交通控制子区动态划分方法 [J]. 吉林大学学报, 2006, 36(增刊 2): 139-142.
Yang Qing-fang Chen Lin Division approach of traffic control work zone [J]. Journal of Jilin University, 2006, 36(Supplement 2): 139-142.
- [12] 尚德申, 石建军. 交通控制区域动态划分研究 [J]. 道路交通安全, 2007, 7(1): 27-29.
Shang De-shen Shi Jian-jun The transportation controlled area dynamic division research [J]. Road Traffic & Safety, 2007, 7(1): 27-29.
- [13] 徐建闽. 交通管理与控制 [M]. 北京: 人民交通出版社, 2007.

Correlation Degree Analysis of Neighboring Intersections and Its Application

Lu Kai Xu Jianmin Zheng Shu-jian

(School of Civil Engineering and Transportation, South China University of Technology, Guangzhou 510640, Guangdong, China)

Abstract: By analyzing the influences of the intersection distance, the traffic section volume and the signal timing parameters on the correlation between two neighboring intersections, a new traffic parameter, neighboring intersection correlation degree, is put forward to quantitatively describe the correlation between two neighboring intersections, and the corresponding calculation method is proposed. Then, the rationality of the parameter is analyzed and the definition and calculation formula of the multi-intersections combinatorial correlation degree are presented. Some new principles for the coordinative division of traffic control subareas are given based on the correlation degree analysis.

Key words: traffic engineering; signalized intersection; correlation degree; quantitative analysis; combination; subarea division