

后减少的晚点时间与原晚点时长之比。通行效率为整个周期内交叉口通过的车辆数,比例系数 α 、 β 、 γ 在仿真时标定。

$$PI=\alpha\Delta P+\beta\Delta D\%+\gamma\Delta C\%$$

当求解得到 PI_{max} 时,绿灯延长、红灯早断、相位插入、跳跃相位或者倒转相位方案可行,执行公交优先策略,实现公交优先。当 $PI<0$ 时,保持原来的信号配时方案,不进行公交优先。

4 仿真验证

取北京一路公交线路连续3个公交站进行公交优先控制仿真分析,公交站之间分别有一个信号交叉口,为简化计算,假定车辆为线性到达(实际交通流并非严格的线性规律,可近似按照分段线性规律来进行处理)。在 Vissim 中画出路网并填写交通数据,采用 Python 进行二次开发,使用本文提出的公交优先控制策略进行仿真验证,具体流程如图 2。

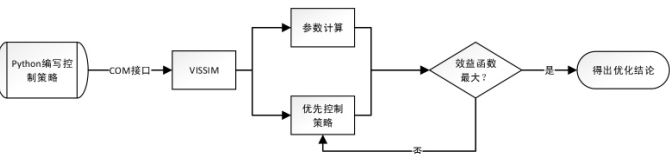


图2 仿真验证流程图

据调查,得到交叉口流量,社会车辆均折换成标准当量小汽车,流量表如表 2 所示,由于右转车辆不受信号控制,不考虑其影响。

表2 交叉口流量

| 转向 | 流量 (pcu · h ⁻¹) | 转向 | 流量 (pcu · h ⁻¹) |
|---------|-----------------------------|---------|-----------------------------|
| 北直 | 1731 | 北直 | 1035 |
| 北左 | 51 | 北左 | 311 |
| 东直 | 141 | 东直 | 366 |
| 路口 1 东左 | 31 | 路口 2 东左 | 288 |
| 南直 | 1664 | 南直 | 1027 |
| 南左 | 153 | 南左 | 160 |
| 西直 | 70 | 西直 | 443 |
| 西左 | 25 | 西左 | 153 |

现状交叉口信号配时分别采用 3 相位、4 相位控制方案,具体方案如表 3。

表3 原配时方案

| 路口 | 不同相位 | 相位 1 | 相位 2 | 相位 3 | 相位 4 |
|------|--------|------|------|------|------|
| 路口 1 | 方向 | 南北直行 | 南北左转 | 东西方向 | |
| | 相位时长/s | 75 | 35 | 40 | |
| 路口 2 | 方向 | 南北直行 | 南北左转 | 西方向 | 东方向 |
| | 相位时长/s | 84 | 44 | 56 | 56 |

公交车在第一相位到来,即公交车在南北直行方向,且以 120s 的发车间隔出发,3600s 为一个运行周期。假设平均乘客数为 35 人,社会车辆载客数为 2 人,车辆以随机速度到达信号交叉口,公交车从上游站点出发时模型生效,编程进行数值计算,为减少误差,运行 60 次。准点率分为平均准点率和总平均准点率,平均准点率为每一秒出发的车辆准点率的平均,总平均准点率为整个周期内所有车辆准点率的平均。设公交车准点时旅行时间为 60s,假设在正点前后 5s 范围内均为准点,将本文公交优先策略下的公交车准点率与原配时方案下的准点率进行比较,不同策略下公交车平均准点率、总平均准点率如图 3 和表 4。

由图 3 和表 4 可知,本文提出的公交优先策略可以有效提高公交车的准点率,总平均准点率从 20.54% 提高到 42.94%,平均准点率提高至 70%,但是准点率并不稳定,因为优先策略不满足效益函数时,会采用原配时方案,准点率不变。

假设公交车平均载客数量为 40 人,社会车辆载客数量为 2 人,通过优先策略后公交车和社会车辆的人均延误和原控制方案下公交车和社会车辆的人均延误对比如表 5 所示。

由表 5 可知,本文策略能够有效降低公交车的人均延误,减

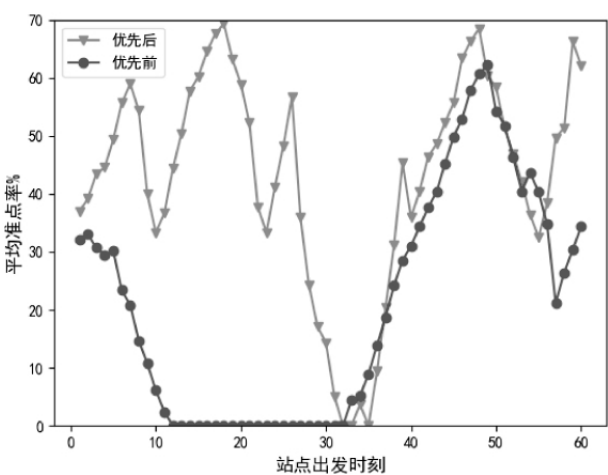


图3 不同控制策略下公交车平均准点率

表4 公交车总平均准点率

| 运行参数 | 优先前 | 优先后 | 变化率/% |
|----------|-------|-------|---------|
| 总平均准点率/% | 20.54 | 42.94 | +109.06 |

表5 公交车和社会车辆人均延误

| 车辆类别 | 优先前人均延误 | 优先后人均延误 | 变化率/% |
|------|---------|---------|--------|
| 公交车 | 1.62 | 0.88 | -45.68 |
| 社会车辆 | 18.31 | 18.64 | +1.80 |

少百分比为 45.68%,并且对社会车辆的影响较低,社会车辆的人均延误仅增加了 1.8%,可以证明公交优先策略的有效性。

5 结束语

车路协同是智能交通发展的趋势,也为公交优先提供了新的技术手段,但是目前相关研究较少,本文综合考虑公交准点优化率、人均延误变化率和通行效率变化率三个评价指标进行公交优先,提出了基于车路协同技术的公交优先策略。根据车路协同获取各个交通参数,在公交车延误模型下求得最大效益函数,通过效益函数来确定公交优先的配时方案,通过连续几个公交车站的仿真表明,公交车的平均准点率提高 22.4%,公交车人均延误降低 45.68%且对周围的社会车辆影响较低,提升了整个交叉口的综合效益。

参考文献

[1]张毅,姚亚丹.基于车路协同的智能交通系统体系框架[M].北京:电子工业出版社,2015
[收稿日期:2020.12.31]



中华工控网
gkong.com

区域搜索推荐 引领行业变革

详情请登陆: <http://www.gkong.com/co/gkong/fresh.htm>

工控行业交流交易平台

<http://www.gkong.com> 客服热线: 0755-26585712