

文章编号: 2095-2163(2020)07-0185-07

中图分类号: U495

文献标志码: A

5G 智能交通背景下交通信号灯配时优化研究 ——基于灰色预测模型和遗传算法

王 瞳, 刘 洋

(上海工程技术大学 管理学院, 上海 200093)

摘要: 交通信号是交通管理的重要部分, 其中智能化交通信号配时系统是智能交通系统不可或缺的组成部分。针对交通信号灯配时问题, 采用灰色预测模型 GM(1,1) 和遗传算法的思想, 进行信配优化算法的编写, 并用 MATLAB 语言实现。算法以进道口 15min 流率来计算优化配时, 通过遗传算法实现干线交叉口配时的协调。使用 VISSIM5.3-03 学生版仿真平台进行环境仿真, 通过优化前后两组信号配时数据进行仿真模拟, 对比前后结果, 证明算法的可行性和优越性。

关键词: 灰色预测模型; 遗传算法; MATLAB 语言; 交通信号灯; 配时优化

Research on Timing Optimization of Traffic Signals in 5G Intelligent Transport System ——timing optimization of traffic signals based on grey prediction model and genetic algorithm

WANG Tong, LIU Yang

(College of Management, Shanghai University of Engineering Science, Shanghai 201620, China)

[Abstract] 5G has been put into commercial use in 2020. Its characteristics such as fast speed, low delay, and high connection density will greatly help the development of intelligent transportation systems. Traffic lights are an important part of traffic management, and intelligent traffic signal timing systems are also a significant part of the intelligent transportation systems. Aiming at solving the traffic signal timing problem, the grey prediction model GM(1,1) and the idea of genetic algorithm were used to compile the algorithm of timing optimization and implemented in MATLAB. The algorithm uses the 15min flow rate of the entrance to calculate the optimal timing, and the genetic algorithm is used to achieve the coordination of the timing of the main intersection. The environmental simulation platform of VISSIM5.3-03 student version is used to simulate the environment, and the two sets of time-matching data of the two sets of signals are optimized to simulate the results, which proves the feasibility and superiority of the algorithm.

[Key words] Grey model; Genetic algorithm; MATLAB; Traffic light; Timing optimization

0 引言

2019 年全球移动通信系统协会(GSMA)报告中强调了 5G 时代下, 任何道路使用者(包括车辆、非机动车、行人)都能实时地与周围进行信息互换, 共享道路实况。使得 AI 系统可以基于这些数据, 通过交通信号灯、限速拍照等设备进行交通引导和调控是智能交通的一个发展方向^[1]。韩国南韩通讯社(South Korea Telecom, SKT)公布, 预计将于 2020 年底, 在首尔建成基于 5G 技术的智能交通系统。届时将有 2 000 台 5G 终端部署于公交系统, 同时将建立收集并传送道路数据的 5G 控制中心, 形成完整的 V2X(vehicle-to-everything)连接系统, 其覆盖范围达 121 km。而中国 5G 技术虽已投入商用, 但是智能交

通系建设还尚不完善, 而 GSMA 报告为中国的智能交通系统建设提供了很好的参考案例和发展方向。

交通信号灯是控制路口各相位行止及其配时的信号。好的交通信号灯配时可以保证道路交通安全, 提高路口交通量, 从而提高道路交通能力和服务水平^[2]。目前, 中国主要使用的配时方法多为韦伯斯特配时法(TRRL 法)^[3-4], 且很多路口依旧使用固定周期时长的信号灯, 无法根据道路情况及时、合理地调整周期时长, 而相位冲突与交通量大是造成交通拥堵的主要原因。在智能交通的发展趋势下, 能够有效根据各相位车流量, 科学、合理地规划出配时的智能交通信号灯配时系统, 是智能交通建设中至关重要的一部分。

基金项目: 大学生创新训练项目(cs1903013)。

作者简介: 王 瞳(2000-)男, 本科生, 主要研究方向: 财务管理; 刘 洋(1999-)女, 本科生, 主要研究方向: 国际经济与贸易。

通讯作者: 刘 洋 Email: 892255897@qq.com

收稿日期: 2020-04-13

本文基于 15 min 流率,首先以灰色预测模型 GM(1,1)进行交通量预测,以预测结果指导节点交叉口的交通信号灯配时优化,并用遗传算法对干线交叉口的交通信号灯,基于续进式协调控制的原理进行联动优化,求解最优配时方案,并用 MATLAB 语言予以实现。

1 文献综述

在 5G 与 AI、大数据、IOT 技术结合而成的智能连接助力下,车联网实现了技术攻关,也为智能交通系统的建立与完善提供了技术支持。本文基于灰色预测模型和遗传算法对交通信号灯配时进行智能优化。

1.1 交通信号灯配时优化研究现状

目前常用的几种对交通信号灯配时的方法如下:

(1)固定信号周期的配时方法。这种交通信号灯变化周期是固定/划分若干个时段,各时段的信号周期是固定的,并不能够依据实时的检测情况和车流量来调节交通信号灯的周期^[5]。由于各时段的车流量波动大,极易出现配时不合理的情况,造成时间浪费,甚至易引发交通事故。

(2)基于视频识别的配时优化。文献[6]中提出,通过交叉口配备的监控摄像头并结合视频识别技术进行车辆数识别。依据车辆数对交叉口信配方案进行改进,提升整体的通行率。该方案对于道路单向车流量增加产生的交通拥堵问题,有一定缓解作用。

(3)基于车流密度的配时优化。文献[7]提出利用 Greeshilds 速度密度模型和 Webster 延误模型,以车辆平均延误作为性能指标,对交叉口交通信号灯配时进行优化。但 Greeshilds 模型对短时车流量预测存在一定的误差。

综上所述,目前智能化交通信号灯系统开发仍有待完善。

1.2 基于 5G 技术的车联网发展现状

与 4G 相比较,5G 移动通信网络具有的优越性能见表 1。5G 的出现解决了车联网所面临的很多问题,为车联网的发展提供了相当的可能性。所谓车联网实质是物联网的一种延伸应用,是指车载设备通过无线通信技术与网络信息平台连接,实现车与车辆、道路、行人和服务平台的实时信息连接。车联网是智能交通系统的重要组成部分,为实现交通的实时智能调控提供了依据^[8-12]。根据中国联通数据预测结果显示,国内 V2X 市场规模或超 2 000 亿,而用户群预计达到 6 000 万。但是 2019 年上半年全国车辆保有量为 173 468 222,离 5G 车联网全面

普及、大规模应用还有一定距离。

表 1 5G 与 4G 技术的部分特征比较

Tab. 1 Comparison of some features of 5G technology and 4G technology

特征	对象	
	4G	5G
速率	低	高于 4G 上万倍
延迟	相对较高	相对较低
基站类型	宏基站	覆盖效果更好的微基站
连接密度	低	高于 4G 十倍
峰值	低	高于 4G 二十倍

1.3 灰色预测

灰色预测模型(Grey Model)是对于既含有已知信息,又存有未知信息的灰色系统进行预测的模型。该模型以累加或累减的方法,将时间轴上离散的数据连续化处理,弱化了未知因素,并强化已知因素的影响程度。基于此,构建出以时间为变量的连续微分方程,以数学方法确定参数,来达到预测的目的。其适用于线性样本的短期预测,且运算过程简单^[13]。实现的主要步骤为:

(1)检验和处理原始数据。将原始数据设为 $x^{(0)} = (x^{(0)}(1), x^{(0)}(2), \dots, x^{(0)}(n))$, 然后计算数列的级比,使所有的级比都可以位于可容覆盖区间内。

(2)GM(1,1)模型建立。以处理后的原始数据建立 GM(1,1)模型,回归分析求相应的白化模型,求解获得预测值。

(3)对预测值进行检验。采用残差检验、后验差检验以及级比偏差(指数律差异值)检验的方式,对 GM(1,1)模型的精度进行检验。

由于道路网短时交通流量时间数据序列本身存在着高度不确定性,交通安全评价与预警系统中也存在着明显的多元性和灰信息特征,因此本文选择使用灰色预测模型 GM(1,1)对短时交通流量进行预测。

1.4 遗传算法

遗传算法(Genetic Algorithm)是效仿于“物竞天择,适者生存”的生物进化规律的一种进化算法,用于搜索最优解。遗传算法依据变异理论,以某一数据开始迭代,不断淘汰差的解。过程中可以自动获取、记忆相关搜索空间的知识,自适应地产生更优解,直到满足收敛指标才停止。其算法简单、收敛快、计算耗时短^[14]。本文采用遗传算法求解干线交叉口信号配时优化模型,处理随机生成一种群,之后进行若干代的迭代,并评价,最终得到近似最优解。

其具体步骤如下:

(1)产生初始种群。本文选择种群有50条染色体,变量字符串长度(DNA链长度)为4,交叉概率为0.9,变异概率为0.1,最大进化次数100次。

(2)适值函数。适度值用于评价染色体优劣,对算法性能影响很大。本文综合了实际延误、有效绿灯时间以及饱和度,对目标函数的解进行约束,并基于此建立如下的适值函数:

(3)迭代。迭代是模拟自然界优胜劣汰,逐代演化的过程。本文算法中迭代寻优,由轮盘赌选择、交叉和变异构成。

(4)终止条件。遗传算法是靠不断迭代寻优来搜索逼近最优解的近似最优解,而非正好得到最优解。因此,需要终止条件来规定结束。本文使用最大迭代次数为100次,作为终止条件,也可通过修改相关参数改变。

2 交通信号灯配时优化

考虑到使用实时交通流数据的不便,且5G车联网系统处于初期阶段,详细完整的交通量信息提供较为困难。因此,本文采用灰色预测模型,对短时交通量进行预测,而预测值则用于节点及联动周围干线交叉口信配优化。

2.1 基于灰色预测的短时交通流预测

2.1.1 灰色预测模型建模

设交通流量数据为:

$$x^{(0)} = (x^{(0)}(1), x^{(0)}(2), \dots, x^{(0)}(n)).$$

$$\text{级比 } \sigma^{(0)}(k) \text{ 为: } \sigma^{(0)}(k) = \frac{x^{(0)}(k-1)}{x^{(0)}(k)}.$$

当 $\sigma^{(0)}(k) \in (e^{-\frac{2}{n+1}}, e^{\frac{2}{n+1}})$ 时,序列 $x^{(0)}$ 可作 GM(1,1) 建模,则认为级比满足要求; $n = 4, 5, 6, \dots$, 时, $x^{(0)}$ 的可容覆盖 $(e^{-\frac{2}{n+1}}, e^{\frac{2}{n+1}})$ 分别为:

$$n = 4, \sigma^{(0)}(k) \in [0.670\ 320\ 046, 1.491\ 824\ 698]$$

$$n = 5, \sigma^{(0)}(k) \in [0.716\ 531\ 310, 1.395\ 612\ 425]$$

$$n = 6, \sigma^{(0)}(k) \in [0.751\ 477\ 292, 1.330\ 712\ 198]$$

……

对原始数据进行变换,使其处理后的序列级比可以落在可容覆盖区间内。对于级比不合格的序列,可以经过处理后,保证能够进行 GM(1,1) 建模。

对交通流量数据进行 GM(1,1) 建模,利用累加法。具体过程为:

(1)对原始数据作一次累加

设原始灰色交通流数据为 $x^{(0)}(1), x^{(0)}(2), \dots, x^{(0)}(n)$, 记为:

$$x^{(0)} = (x^{(0)}(1), x^{(0)}(2), \dots, x^{(0)}(n)).$$

对其作一次累加,得到

$$x^{(1)} = (x^{(1)}(1), x^{(1)}(2), \dots, x^{(1)}(n)), k = 1, 2, \dots, n.$$

$$\text{其中: } x^{(1)}(k) = \sum_{i=1}^k (x^{(0)}(i)).$$

(2)建立 GM(1,1) 模型

$$\frac{dx^{(1)}}{dt} + ax^{(1)} = u.$$

其中, a, u 为常数,通过最小二乘法拟合得到:

$$\begin{pmatrix} \frac{\Delta x^{(1)}}{\Delta t} \\ \frac{\Delta x^{(1)}}{\Delta t} \\ \frac{\Delta x^{(1)}}{\Delta t} \\ \frac{\Delta x^{(1)}}{\Delta t} \end{pmatrix} = (B^T B)^{-1} B^T Y_n.$$

其中:

$$B = \begin{pmatrix} -\frac{1}{2}(x^{(1)}(1) + x^{(1)}(2)) & 1 \\ -\frac{1}{2}(x^{(1)}(2) + x^{(1)}(3)) & 1 \\ \vdots & \vdots \\ -\frac{1}{2}(x^{(1)}(n-1) + x^{(1)}(n)) & 1 \end{pmatrix},$$

$Y_n = (x^{(0)}(2), x^{(0)}(3), \dots, x^{(0)}(n))$, 时间响应函数为:

$$\hat{x}^{(1)}(k+1) = (x^{(0)}(1) - \frac{u}{a})e^{-ak} + \frac{u}{a}.$$

原始数列的还原预测值:

$$\hat{x}^{(0)}(k) = (x^{(1)}(k) - x^{(1)}(k-1)).$$

2.1.2 模型检验

本文采用残差检验、后验差检验以及级比偏差检验的方式对 GM(1,1) 模型进行精度检验。

设原始序列 $x^{(0)}$ 的 k 点(或时刻)实际值为 $x^{(0)}(k)$ 。由 $x^{(0)}$ 所得灰色模型的计算值为 $\hat{x}^{(0)}(k)$, 则称 $q(k) = x^{(0)}(k) - \hat{x}^{(0)}(k)$, 为 k 点(或时刻)的残差。

(1)残差检验。首先定义相对误差 $\varepsilon(k)$ 、平均相对误差 $\varepsilon(\text{avg})$ 和精度 p^0 :

$$\varepsilon(k) = \frac{q(k)}{x^{(0)}(k)} \times 100\% = \frac{x^{(0)}(k) - \hat{x}^{(0)}(k)}{x^{(0)}(k)} \times 100\%,$$

$$\varepsilon(\text{avg}) = \frac{1}{n-1} \sum_{k=2}^n |\varepsilon(k)|,$$

$$p^0 = (1 - \varepsilon(\text{avg})) \times 100\%.$$

对于 $\varepsilon(k)$, 一般要求 $\varepsilon(k) < 20\%$, 最好 $\varepsilon(k) < 10\%$; 对于 p^0 , 一般要求 $p^0 > 80\%$, 最好 $p^0 > 90\%$ 。

(2)后验差检验。设原始序列为 $x^{(0)}$, 模型序列为 $\hat{x}^{(0)}$, 残差序列为 $q^{(0)}$, 此时 $x^{(0)}$ 的均值和方差分

别为:

$$\bar{x} = \frac{1}{n'} \sum_{k=1}^n x^{(0)}(k),$$

$$S_1^2 = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n (x^{(0)}(k) - \bar{x})^2.$$

$q^{(0)}$ 的均值与方差分别为:

$$\bar{q} = \frac{1}{n'} \sum_{k=1}^{n'} (q(k)), \quad n' < n;$$

$$S_2^2 = \frac{1}{n'} \sum_{k=1}^{n'} (q(k) - \bar{q})^2.$$

后验差比值 C 与小误差频率 P 分别为:

$$C = \frac{S^2}{S_1^2},$$

$$P = P\{|q(k) - \bar{q}| < 0.674 5S_1\}.$$

(3) 级比偏差 (指数律差异值) 检验。对给定序

列 $x^{(0)}$ 和模型序列 $\hat{x}^{(0)}$, 其序列级比 $\sigma^{(0)}(k)$ 和模型级比 $\hat{\sigma}^{(0)}(k)$ 分别为:

$$\sigma^{(0)}(k) = \frac{x^{(0)}(k-1)}{x^{(0)}(k)},$$

$$\hat{\sigma}^{(0)}(k) = \frac{\hat{x}^{(0)}(k-1)}{\hat{x}^{(0)}(k)} = \frac{1 + 0.5a}{1 - 0.5a}.$$

则级比偏差 (指数律差异值) 为:

$$\rho(k) = \frac{\hat{\sigma}^{(0)}(k) - \hat{\sigma}^{(0)}(k-1)}{\hat{\sigma}^{(0)}(k)} \times 100\%.$$

若 $\varepsilon(k)$ 为指定实数, 当 $\rho(k) < \varepsilon$ 时, 称 $x^{(0)}$ 的 GM(1,1) 模型具有 ε 指数符合率。

按 $\varepsilon(k)$ 、 p^0 、 C 、 P 、 r 、 $\rho(k)$ 的大小, 预测精度由好到差划分为四级 (好、合格、勉强以及不合格), 其中各类的指标值见表 2。

表 2 模型检验分类表

Tab. 2 Model test classification table

相对误差	精度	后验差比值	小误差频率	级比偏差	
$\varepsilon(k)$	p^0	C	P	$\rho(k)$	
一级	1%	99%	0.35	0.95	1%
二级	5%	95%	0.50	0.80	5%
三级	10%	90%	0.65	0.70	10%
四级	20%	80%	0.80	0.60	20%

2.2 节点交叉口信号配时优化

本文选择传统节点信号配时计算方法。

(1) 信号周期: $C_0 = \frac{1.5L + 5}{1 - Y}.$

C_0 是实用信号周期 (s); L 为信号总损失时间 (s); Y 为流量比总和。

(2) 信号总损失时间: $L = \sum_k (L_s + I - A_k).$

L 是信号总损失时间 (s); L_s 是起动损失时间 (一般取 3 s); A 是黄灯时长 (一般取 3 s); I 是绿灯间隔时间 (s); k 是一个周期内的绿灯间隔数。

(3) 绿灯间隔时间: $I = A + AR.$

I 是绿灯间隔时间 (s); A 是黄灯时长 (s); AR 是全红时长 (s)。

(4) 黄灯时间: $A = t_r = \frac{v_0}{2a}.$

t_r 是驾驶员反应时间 (一般取 1 s); v_0 是车辆绿灯时行驶时间 (s); a 是制动减速度 (m/s^2)。在缺乏实际数据的情况下, 黄灯时间一般取 3 s。

(5) 全红时间: $AR = \frac{\Delta L_{\max} + L_c}{v_0}.$

L_c 是车身长度 (m); ΔL_{\max} 是本相位各车道首车到达冲突点的距离, 与下一相位各车道首车到达冲突点的距离之差的极大值 (m)。在数据缺乏的情况下全红时间一般取 0~3 s。

(6) 流量比总和:

$$Y = \sum_{j=1}^j \max(y_j, y_j', \dots) = \sum_{j=1}^j [(\frac{q_d}{S_d})_j, (\frac{q_d}{S_d})'_j, \dots (Y \leq 0.9)].$$

Y 是由组成周期全部信号相位的每一个最大流量比的总和; j 是信号相位数; y_j, y_j' 是第 j 相位的流量比; q_d 是交通量 (pcu/h); S_d 是饱和流量 (pcu/h)。 $Y > 0.9$ 时, 则需要重新设计信号相位并计算。

(7) 有效绿灯时间: $G_e = C - L.$

(8) 各相位有效绿灯时间: $g_{ej} = G_e \frac{\max(y_j, y_j', \dots)}{Y}.$

(9) 各相位绿信比: $\lambda = \frac{g_{ej}}{C_0}.$

(10) 各相位显示绿灯时间: $g_j = g_{ej} - A_j + l_j.$
 l 是第 j 相位启动损失时间 (s)。

(11) 最短绿灯时间: $g_{\min} = 7 + \frac{L_p}{v_p} - I.$

L_p 是行人过街长度 (m); v_p 是行人过街速度 (取 1m/s); I 是绿灯间隔数。

2.3 干线交叉口信号配时优化

干线交叉口信配协调优化的数学模型, 引用文献 [15] 的绿波系统优化模型, 其原理是基于绿波系统的总车均延误时间最小的目标。从车辆趋停时的

平均延误时间,与路段间的平均行程时间的角度,建立非线性目标函数模型如下:

$$\min t = \overline{t_{OD}} + d = \overline{t_{OD}} + \sum_{k=1}^n d_{k1}.$$

$$\text{s.t.} \begin{cases} d_{ki} \leq d'_{ki}, & \sum_{i=1}^2 g_{ei} = c - L; \\ g_{\min} \leq g_{ei} \leq g_{\max}, & 0.7 \leq x_{ij} \leq 0.9. \end{cases}$$

3 实例与交通仿真评价

实例仿真选择武汉园林路与南干渠街交叉口与武汉平大道与建设二路交叉口数据进行模拟运算,得出优化结果。采用 VISSIM5.3-03 学生版仿真平台,仿真环境中的交叉口车道功能、信号相位、交通流量流向等道路交通条件,分别对优化前后的信号配时进行两次仿真,并对仿真结果进行了对比分析。因所选二个区域交叉口的仿真测试效果基本相同,在此仅对武汉园林路与南干渠街交叉口的测试环境及仿真优化效果做一详尽介绍。

3.1 园林路与南干渠街交叉口的优化

3.1.1 场景描述

武汉市园林路与南干渠街交叉口呈南北宽、东西窄的长方形。主干路园林路为双向四车道;道路两侧分别设置非机动车道、停车设施及绿化设施;进口导向车道功能划分为直左和直右车道。次路南干渠街为双向两车道,设置非机动车道,进口导向车道功能划分为直左右车道。共有人行横道四处,南干渠街东西方向正常设置有两处机动车过街红绿灯信号装置。交叉口东西方向设置行人二次过街,其余设置如图 1 所示。

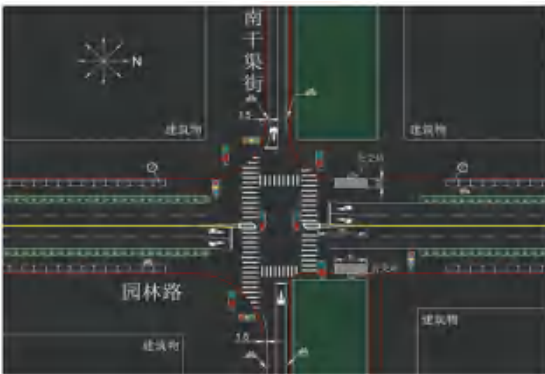


图 1 交叉口现状

Fig. 1 Intersection status

交通信号采取两相位设置,如图 2 所示,信号周期 81s。其中第一相位为园林路直左右通行,灯色分配为:绿灯 50 s、黄灯 3 s、红灯 28 s;第二相位为南干渠街直左右通行,灯色分配为:绿灯 21 s、黄灯 3 s、红灯 57 s。

交通信号相位		信号周期	绿	黄	红
相位 1	园林路直左右	81 s	50 s	3 s	28 s
相位 2	南干渠街直左右	81 s	21 s	3 s	57 s

图 2 交通信号现状

Fig. 2 Status of traffic signals

武汉市园林路与南干渠街交叉口流量流向如图 3 所示。流量调查时段是园林路与南干渠街连续两个晚高峰 (PM5:30-7:30),以小型车为标准,换算成交通量 (pcu)。其中货车、公交车折算系数取 2.0。

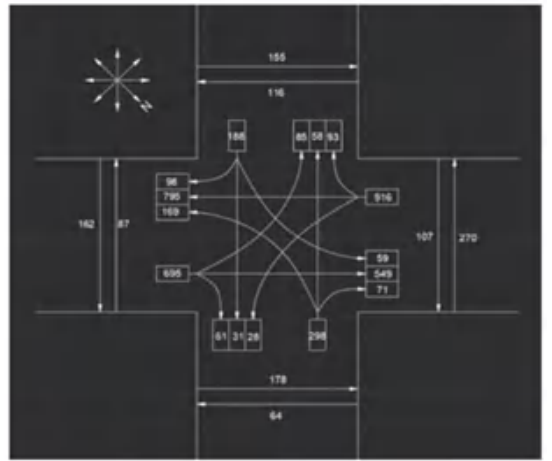


图 3 交通流量流向 (pcu/h)

Fig. 3 Traffic flow direction (pcu/h)

3.1.2 交通流量预测

流量预测方法采取灰色预测方法,预测结果见表 3。

表 3 交通流量预测 (pcu/h)

Tab. 3 Traffic flow forecast (pcu/h)

车道方向	直行	左转	右转	各进口道交通量/进口道总交通量/通行能力	
				通行能力	通行能力
北进口	795	28	93	468/1055	
南进口	549	85	61	695/1069	1667/2628
西进口	31	59	98	188/195	
东进口	58	169	71	298/309	

北进口延误统计在置信度 95% 条件下,样本容量 313 辆,总延误 4695 (辆·s),每辆平均延误 26.2 s,停驶百分率 50.56%,引道延误统计见图 4。

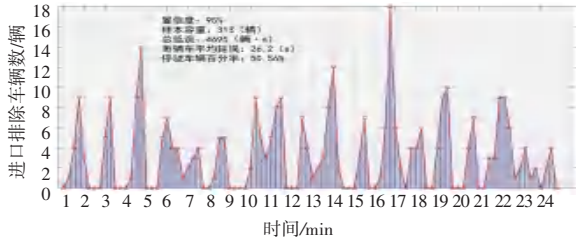


图4 北进口引道延误

Fig. 4 Northbound approach delay

东进口延误统计在置信度 95%条件下,样本容量 304 辆,总延误 3 825(辆·s),每辆平均延误 21.4 s,停驶百分率 58.88%,北进口东进口引道延误统计如图 5 所示。

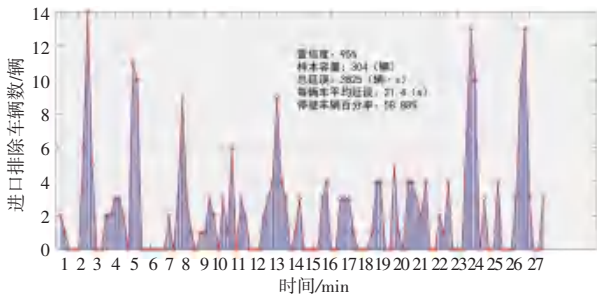


图5 东进口引道延误

Fig. 5 The delay of the east entrance approach

延误与服务水平对应见表 4。

表4 延误-服务水平等级

Tab. 4 Delay-Service Level Rating

服务水平等级	每车平均延误/s	服务水平等级	每车平均延误/s
A	≤10	D	36~55
B	11~20	E	56~80
C	21~35	F	>80

3.1.3 信配优化

采取节点信号交叉口配时算法的计算方法。其中在计算各车道饱和流量时,应注意区分不同功能导向车道折算系数,并计算不同导向车道通行能力。

交通信号采取两相位设置,信号周期 70 s。其中第一相位为园林路直左右通行,灯色分配为:绿灯 40 s、黄灯 4 s、红灯 26 s;第二相位为南干渠街直左右通行,灯色分配为:绿灯 14 s、黄灯 3 s、红灯 53 s。优化后的信号方案如图 6 所示。

3.2 交通仿真评价

经优化后,各进口道通行能力均有提升。优化前后的通行能力对比见表 5,各评价指标对比见表 6。

优化前后南北进口各关键评价指标对比见表 6,排队长度和车辆延误有显著下降。

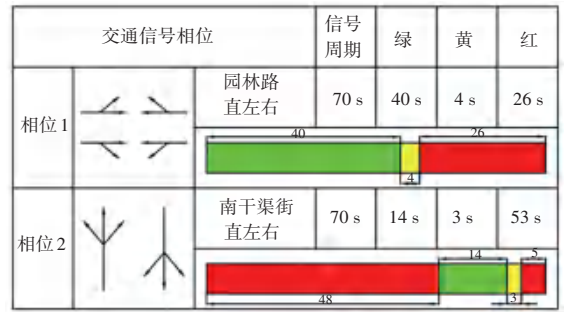


图6 优化后信交通信号

Fig. 6 Optimized traffic signal

表5 优化前后通行能力对比

Tab. 5 Comparison of capacity before and after optimization

	北进口	南进口	西进口	东进口
优化前	1055	1069	195	309
优化后	1145	1156	206	327

表6 优化前后各评价指标对比

Tab. 6 Comparison of evaluation indexes before and after optimization

	进口方向	平均排队车辆	最大排队车辆	总延误/(辆·s)	车均延误/s	停驶百分率/%
优化前	北进口	5	18	4 695	26.2	50.56
	南进口	4	14	3 825	21.4	58.88
优化后	北进口	2	9	950	8.2	37
	南进口	1	8	178	3.9	15

4 结束语

本文基于 5G 时代智能交通发展趋势提出了交通信号灯配时优化方案,针对交通量数据传输、处理存在的耗时和车联网初期技术的不成熟、普及度不够等问题。建立了灰色预测模型对 15 min 流率进行预测,并指导配时优化。节点交叉口信配优化采用传统信配优化方案,以遗传算法对干线交叉口信号灯配时进行续进式协调控制,实现交通信号灯联动的配时优化,并以 Matlab 语言编制了算法程序。通过 VISSIM5.3-03 学生版仿真平台进行交通仿真评价,从通行能力、平均排队车辆、最大排队车辆、总延误、车均延误和停驶百分比等多方面进行前后对比评价,验证了算法的可行性和优越性。在后期工作中,将对车流量数据进行收集及优化研究。

参考文献

[1] Intelligent Connectivity: How the Combination OF 5G, AI, Big Data and IoT is set to Change Everything [R]. Los Angeles. GSMA. 2019.

[2] 邱红桐,王运霞. 我国道路交通信号灯应用中的安全性问题[J]. 道路交通管理, 2012(4): 44-46.

[3] 席睿璞. 基于 VISSIM 仿真的交叉口信号优化方案与评价[J]. 内燃机与配件, 2018(1): 41-43.

- [4] 董世豪. 交通信号灯时间动态调整方案的设计与评价[J]. 科技经济导刊, 2018, 26(17): 238.
- [5] 朱志威, 李军. 关于路口交通信号灯配时优化的工作介绍[J]. 科技风, 2017(24): 230.
- [6] 常铮, 李晓艺, 刘丹丹, 等. 基于视频识别的智能交通信号灯配时优化[J]. 自动化技术与应用, 2018, 37(11): 139-142.
- [7] 郑承宇, 谯小康, 武显金, 等. 基于车流密度的交通信号灯配时优化模型[J]. 科技创新导报, 2018, 15(5): 167-169.
- [8] 王旭博. 车联网环境下数据融合信任模型研究[D]. 西安: 长安大学, 2014.
- [9] 王晓菲. 浅谈基于5G技术的车联网发展及应用前景[J]. 通讯世界, 2019, 26(10): 151-152.

- [10] 刘琪, 洪高风, 邱佳慧, 等. 基于5G的车联网体系架构及其应用研究[J]. 移动通信, 2019, 43(11): 57-64.
- [11] 李东泽. 基于5G的车联网技术的优势分析[J]. 通讯世界, 2019, 26(10): 146-147.
- [12] 林晓辉, 梁逸龙, 魏文钰, 等. 5G车联网环境下交通流参数提取方法与仿真[J]. 交通科技, 2019(6): 93-98.
- [13] 王鑫, 贾志梅, 张美玲. 灰色系统预测方法在我国私人汽车拥有量预测中的应用[J]. 甘肃科技, 2019, 35(12): 35-37.
- [14] 季海婧, 孙军梅. 改进量子遗传算法应用于测试数据自动生成的研究[J]. 小型微型计算机系统, 2013, 34(2): 386-389.
- [15] 张兰, 雷秀娟, 马千知. 基于粒子群优化算法的多交叉口信号配时[J]. 计算机应用研究, 2010, 27(4): 1252-1254, 1292.

(上接第184页)

(1) 集群内的竞争和碰撞。集群的方法可以有效避免封包泛洪到整个网络上, 但是由于移动 AD HOC 网络中的移动节点本身具有移动性, 所以使用广播的方式收集网络拓扑是必要的。但是, 如何有效的控制由于移动节点频繁的切换网络所带来大量广播风暴, 是需要重点考量的。

(2) 集群范围问题。最常见的设定集群的范围方法是使用跳跃数目(Hop Count)决定。例如1-hop、2-hop、k-hop。换言之, 集群的大小会受到跳跃数目影响, 如果采用1-hop的演算法, 则集群领袖只能管理到1-hop之内的成员, 如果网络规模较大时, 集群的数目可能会有很多。因此, 集群之间的封包传送将会变的很频繁, 进而使得集群的优势消失。而在跳跃数目较大的情况下, 虽然集群的数量相对减少, 但也使得集群内移动节点的数量变多, 集群内的竞争和碰撞的机会相对也就变大。所以如何有效的平衡集群数量和集群内移动节点的数量也是后期研究移动 AD HOC 网络的重点。

(3) 电力消耗问题。另一种组织集群的方式, 是根据移动节点的传输功率状态来决定。通常传输功率较强的节点会因为涵盖范围较大而被选为集群领袖, 但这种方式持续以较高的功率进行传输, 无疑地将会使得集群领袖的电力耗损更多。而集群领袖所拥有的电量并不一定是最多, 所以可能造成集群领袖迅速将电量消耗殆尽, 因而使得集群领袖更换非常频繁。

(4) 集群领袖的退休机制。由于移动 AD HOC 网络中移动节点的移动性高, 网络拓扑不断的改变, 在所有节点不断移动的情况下, 目前的集群领袖可能已经不再是最佳的选择, 必须重新选出新的集群领袖, 所以必须有健全的集群领袖退休机制, 否则会使使得集群领袖的数量不断上升。

(5) 公平性问题。蜂巢式(cellular)网络通常是

属于商业性质, 由厂商负责架设接入点来服务节点。而移动 AD HOC 网络是由一群节点自发性自我组织起来的, 节点必须通过彼此间互相合作来完成通讯, 然而, 集群概念的一个缺点在于集群领袖必须负担较重的工作, 集群领袖将会消耗更多的运算及电力等资源, 若因此导致集群领袖因电力耗尽或当机之类的状况产生, 使得集群领袖无法进行通讯来获取信息, 这对于集群领袖是不公平的。

由上述问题分析可知, 第3、4、5点皆是由集群领袖节点所造成。而本文所提出的结构中, 虽然集群领袖节点也是无线装置, 但所在的地址却是固定不变, 且并非由移动节点所推举产生。所以, 并不存在电力消耗与退休机制以及公平性问题。

3 结束语

移动 Ad Hoc 网络是一种自主的对等式(peer to peer)网络结构。网络中的移动节点不但具备一般移动节点所需的功能, 同时也具备封包传送的能力, 也就是说移动节点本身是主机同时也是路由器。因为有相应的网络协议支撑, 移动 AD HOC 网络已经从实验室理论逐步走向现实环境, 但是实际应用中, 路径会因主机移动而中断的故障时有发生。因此, 路径稳定性策略及维护机制将成为后期研究的难点, 需要研究人员共同携手努力去解决。

参考文献

- [1] 周晓波. 延迟容忍网络的路由技术研究[D]. 合肥: 中国科学技术大学, 2009.
- [2] 尤齐. 容断网络中的摆渡路由算法研究[D]. 重庆: 重庆大学, 2009.
- [3] 许力, 郑宝玉. 自组网环境下基于模糊控制的自适应动态源路由协议[J]. 小型微型计算机系统, 2005(10): 1703-1706.
- [4] 谭长庚, 陈松乔, 龚晓霞. 移动自组网中基于预测机制的一种稳定路由算法设计[J]. 小型微型计算机系统, 2007(1): 9-14.
- [5] 胡舟毅, 袁道华, 日一寿全, 等. 基于稳定度的 AODV 多路由协议研究与实现[J]. 计算机工程与设计, 2009(3): 591-593.
- [6] 赵春晓, 土丽君, 马靖善, 等. 自组网的不确定性建模与仿真[J]. 计算机工程, 2007(2): 121-123.