



华南理工大学
South China University of Technology

2021

长距离干道路径优选与分割的绿 波同步优化方法

姓名：

刘鹏

专业：

交通信息工程及控制

导师：

徐建闽

日期：

2020年09月25日

目录

CONTENT

Ⅰ 研究背景

Ⅱ 研究现状

Ⅲ 研究内容

Ⅳ 研究方法

Ⅴ 论文创新点

Ⅵ 论文研究计划

车辆保有量上升

据公安部统计，截至2021年6月，全国机动车保有量**3.84亿辆**，新注册机动车**1871万辆**，同比增长**32.33%**。

交通拥堵

据高德报告显示，因拥堵造成的城市经济损失高达**31.7%**。

基于路径的出行服务

近年来，**高德、百度地图、滴滴**等基于路径的出行服务已得到长足发展。



全球气候变暖

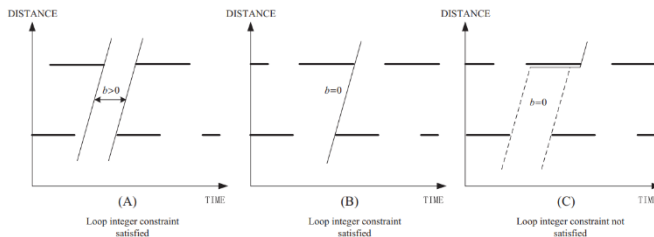
交通温室气体排放量已经占到了城市温室气体排放量的**30%-40%**。

交通安全

2019年，我国交通事故发生总计**24.7万起**，其中机动车事故数**21.5万起**，交通伤亡人数**31万人**。

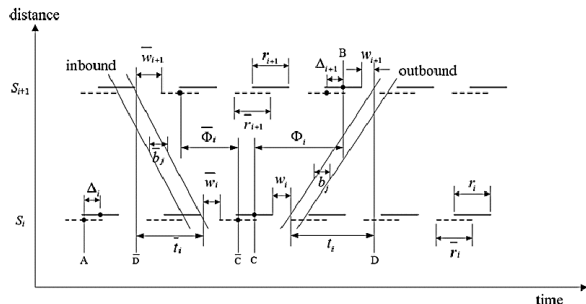
干道协调控制方法

干道协调控制理论已相对成熟，但是针对**路径的协调控制方法较少**，也没有考虑协调过程中的**相序优化**。



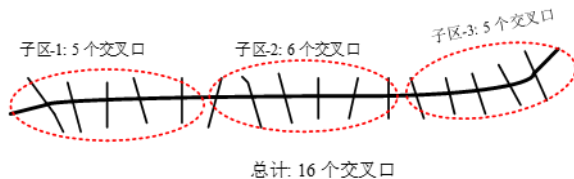
长干道子区划分与协调模型

主流的方法利用关联度模型对干道进行子区划分，再进行协调，将**子区划分与绿波协调同步考虑**的模型较少，也没有考虑**相邻子区之间的影响关系**。



协调路径集优选及协调方法

借助关联度模型对关键路径进行识别，或根据车辆轨迹数据推算关键路径，没有考虑**干道协调跟关键路径识别的关系**。



缺点与不足

传统的干道协调模型仅考虑双向直行进程的协调，忽略了对带**转弯需求以及冲突需求**的路径优化。

将路径优选模型与干道协调模型分离，无法根据**干道协调效果动态的选择协调路径**

将子区划分模型与干道协调模型分离，忽略了**分割点对干道整体的影响**

未考虑干道协调过程中的相序优化，忽略了能够使**干道更大效益**的机会

拟解决方案

建立基于路径的干道协调模型

建立干道路径优选与同步协调模型

建立长干道子区划分与同步协调模型

建立干道协调相序优化模型

长距离干道路径选择与分割的绿波同步优化方法

研究综述

- 干道协调控制
- 协调路径集优选及协调
- 子区划分及协调控制

研究内容

干道路径优选与同步协调方法

长干道子区划分与同步协调方法

干道相序优化与同步协调方法

长干道路径选择与分割的绿波协调同步优化方法

内容详情

基于路径的干道协调模型
干道协调路径集的自动生成方法
干道路径生成与绿波协调同步优化方法

评价指标与干道分割的关系，包括延误、停车次数与分割点的位置关系等
长干道子区划分模型建立
长干道子区划分与干道协调同步优化模型

交叉口相序优化模型
干道相序优化绿波协调模型

长距离干道路径选择方法分析
长距离干道路径分割方法分析
干道相序优化模型分析
长距离干道路径生成与分割的绿波协调同步优化方法

研究方法

协调路径特征分析、基于路径的绿波协调模型设计、算例验证

评价指标与分割点的关系验证、长干道自动分割协调模型的算法设计、算例验证

相序优化模型建立、干道像需协调优化模型建立、算例验证

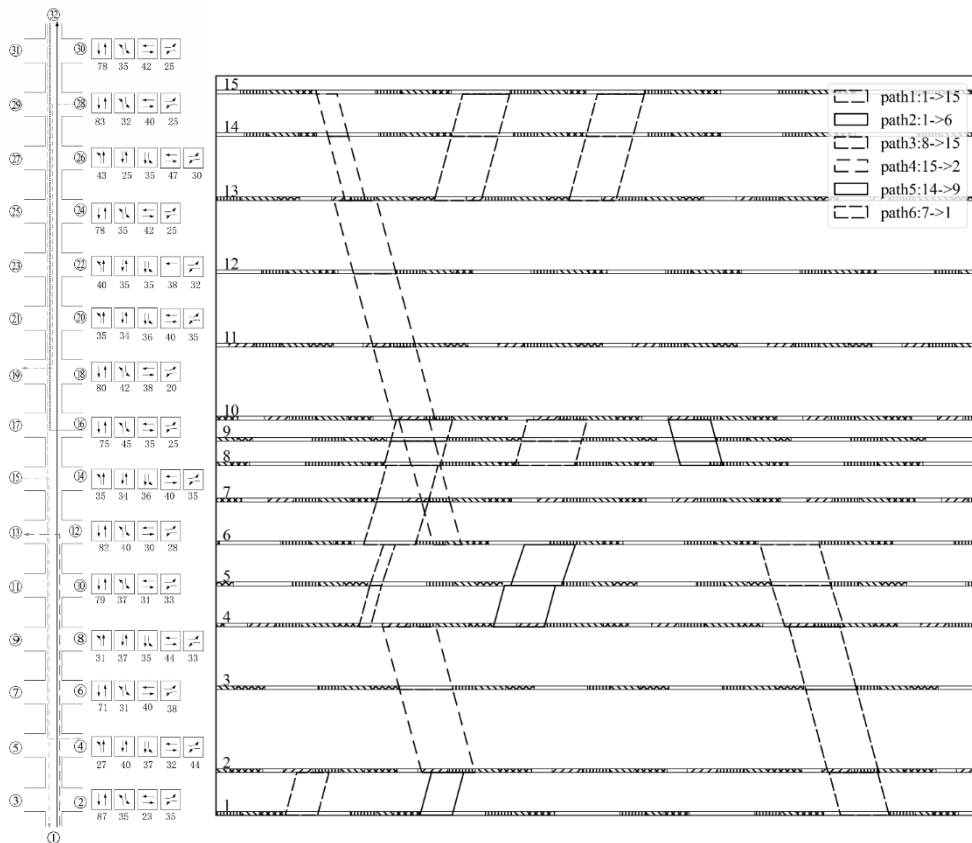
问题分析、模型整合、算例分析、仿真评价

干道路径优选与同步协调方法

- 从多个方面分析协调路径所具备的特征，并将其转换为约束，对干道路径空间进行限制；
- 建立基于路径的绿波协调控制方法；
- 将协调路径的约束引入干道协调模型中，生成协调路径动态选择与绿波协调控制的模型。

长干道子区划分与协调方法

- 分析干道自动分割的机理与干道分割对干道整体运行效果的影响，引入干道分割决策变量，建立干道分割约束；
- 将干道分割成本与协调成本引入目标函数，建立干道协调自动分割模型，实现干道协调与子区划分同步进行。

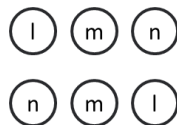


干道相序绿波协调优化方法

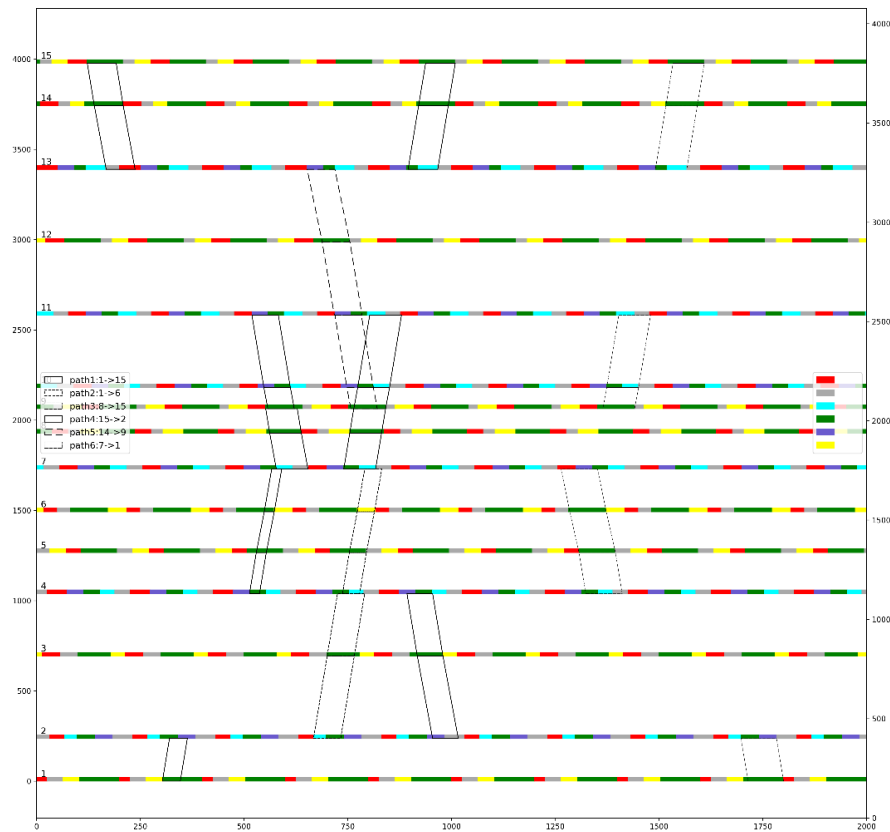
- 分析相序优化方法，引入干道相序优化关键变量，建立相序优化模型。
- 分析现存相序特点，建立相序限制约束，保证相序合理性
- 建立相序绿波协调同步优化模型

$$x_{l,m,k} = \begin{cases} 1, & \text{如果交叉口 } k \text{ 同一周期内的相位 } l \text{ 在相位 } m \text{ 之前} \\ 0, & \text{其他} \end{cases}$$

$$\begin{cases} x_{l,m,k} + x_{n,m,k} = 1 \\ x_{u,l,k} + x_{m,u,k} = 1 \quad \forall u \neq l \neq m \neq n \\ x_{u,m,k} + x_{n,u,k} = 1 \end{cases}$$



综合干道优选、长干道子区划分、干道相序绿波协调优选方法，提出长距离干道路径选择与分割的绿波协调同步优化方法。





数据分析

从广州、中山、禅城等城市路网中寻找适合进行试验的长干道，分析干道车辆的**出行特征、路径特征、交叉口配时情况以及道路状况**等信息，为数学建模做准备。



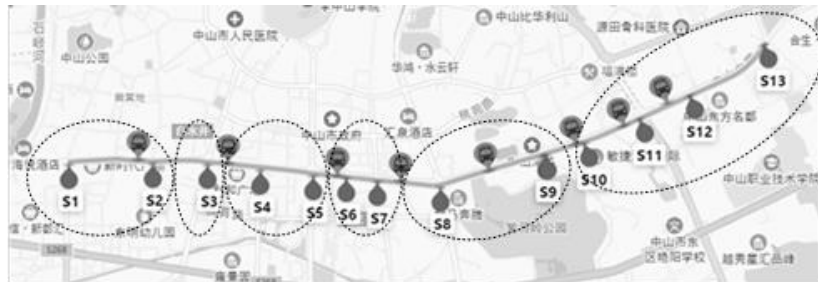
模型建立

阅读文献，查询相关的问题的解决办法，引入变量，添加约束，建立数学模型，并用算例验证模型的正确性。



仿真验证

利用**实际路网数据**对模型进行验证，并利用**VISSIM仿真平台建立仿真模型**，对模型进行仿真验证，以确保模型的有效性和可行性。



$$\begin{aligned}
 & \epsilon p_k \leq \tau_{i,k} \leq p_k \\
 & \begin{cases} -Mp_{k+1} \leq b_{i,k} - b_{i,k+1} \leq Mp_{k+1} \\ -Mp_k \leq \bar{b}_{i,k} - \bar{b}_{i,k+1} \leq Mp_k \end{cases} \\
 & \begin{cases} \theta_k + r_{i,k} + \Delta r_{i,k} + w_{i,k} + t_k + \tau_{i,k+1} = \theta_{k+1} + \Delta r_{i,k+1} + r_{i,k+1} + w_{i,k+1} + n_{i,k+1} \\ \theta_k + \bar{r}_{i,k} + \Delta \bar{r}_{i,k} + \bar{w}_{i,k} + \bar{n}_{i,k} = \theta_{k+1} + \bar{r}_{i,k+1} + \Delta \bar{r}_{i,k+1} + \bar{w}_{i,k+1} + \bar{t}_k + \bar{\tau}_{i,k} \end{cases}
 \end{aligned}$$

表 2 LM-BAND 与改进型 MULTIBAND 模型仿真对比方案^[4]

指标 ^[3]	小汽车仿真结果 ^[3]		公交仿真结果 ^[3]	
	LM-BAND ^[3]	改进型 MULTIBAND ^[3]	LM-BAND ^[3]	改进型 MULTIBAND ^[3]
平均延误/秒 ^[3]	233.4 (-34.7%) ^[3]	357.0 ^[3]	323.0 (-13.7%) ^[3]	374.4 ^[3]
平均停车时间/秒 ^[3]	147.5 (-40.5%) ^[3]	248.1 ^[3]	168.7 (-19.7%) ^[3]	210.9 ^[3]
平均停车次数/次 ^[3]	6.6 (-28.7%) ^[3]	9.3 ^[3]	4.2 (-30.0%) ^[3]	6.0 ^[3]
平均行程时间/秒 ^[3]	804.0 (-8.8%) ^[3]	881.6 ^[3]	1232.9 (-0.8%) ^[3]	1243.2 ^[3]

- 在传统的干道协调模型的基础上，建立**基于协调路径的干道协调模型**，并根据协调路径的特点**建立了协调路径优选模型**，实现了**路径优选与干道协调的同步优化**。
- 分析了子区划分对干道协调的整体影响，提出在干道协调过程中**动态的实现子区划分**，建立了**子区划分与绿波协调优化的模型**，降低了子区划分对干道整体优化的影响。
- 在**干道协调中考虑相序协调优化**，打破了传统干道协调无法对信号进行优化的壁垒，将绿波协调与信号优化相结合，对干道整体协调优化效果有了较大的提升。

构建了一套较为完整的长干道信号协调理论，可概括为“**路径优选、子区划分、信号优化**”的同步优化模型

论文工作进度安排	
起止时间	工作内容
2021.09-2021.10	相关文献整理与分析、论文开题
2021.11-2021.01	干道协调路径优选与同步协调方法研究
2021.02-2022.04	长距离干道子区划分与同步协调方法研究
2022.05-2022.07	干道协调相序优化模型研究
2022.08-2022.10	长距离干道路径优选与分割的绿波协调同步优化方法研究
2022.11-2023.01	对论文进行综合性撰写，完成论文初稿
2023.01-2023.03	对论文进行修改调整
2021.04	申请答辩、论文定稿
2021.05	论文印刷、评审

2021

感谢您的聆听！

恳请各位老师批评指正！

答辩人：刘鹏 指导老师：徐建闽