

考虑实时路况下的商砼配送路径优化研究

郭 琪, 韦金银, 郭鹏祥, 张 硕, 史 彬

(武汉理工大学化学化工与生命科学学院, 湖北 武汉 430070)

摘 要: 本文从商砼配送特点出发, 考虑到商砼配送属于两点之间的配送过程, 以及配送过程要求较高的准时性, 使用百度地图API获取行驶时间矩阵, 在考虑实时路况的情况下, 以时间最短为目标建立商砼配送路径优化模型, 采用Dijkstra算法求解, 求解的实例表明, 优化出来的配送路径, 可以有效地躲避拥挤路段从而降低配送时间, 提高配送效率。

关键词: 商砼配送; 路径优化; 实时路况; 百度地图API

中图分类号: TP311 **文献标识码:** A

Research on the Optimization of Commercial Concrete Distribution Routing under Real-time Road Conditions

GUO Qi, WEI Jinyin, GUO Pengxiang, ZHANG Shuo, SHI Bin

(School of Chemistry, Chemical Engineering and Life Sciences, Wuhan University of Technology, Wuhan 430070, China)

Abstract: Given the characteristics of commercial concrete distribution, considering that the distribution of commercial concrete belongs to the distribution process between two points, as well as the high punctuality required by the delivery process, Baidu map API is used to obtain the travel time matrix. In consideration of the real-time road conditions and the goal of the shortest time, the distribution route optimization model is established, and the Dijkstra algorithm is used to solve the problem. The example of the solution shows that the optimized distribution route can effectively avoid the crowded roads, thus reducing the delivery time and improving the distribution efficiency.

Keywords: commercial concrete distribution; routing optimization; real-time road conditions; Baidu Map API

1 引言(Introduction)

近几年随着我国城市化进程的不断推进, 混凝土作为城市建筑的原料迅速增值, 与此同时随着建筑行业的发展, 以及商品混凝土政策的出台, 混凝土行业迎来了发展的黄金时期, 各种混凝土企业如雨后春笋般涌现, 行业竞争日益加剧。目前整个混凝土行业缺乏科学的物流调度, 还没有将互

联网时代所带来的信息优势运用于配送过程中, 导致信息流通不畅, 供求双方不能及时掌握重要信息, 例如砼车配送途中面临交通堵塞时新路线的规划。同时, 道路交通的复杂化和多变化也是影响配送效率的关键因素。因此, 车辆路径优化成为商砼配送的核心环节。

对于车辆路径优化国内外早已展开相关的研究。车辆路

径优化问题(Vehicle Routing Problem, VRP)是由1959年国外的Dantzig和Ramser^[1]最先提出的,为的是提高资源的利用率和配送效率。2012年,Gladydston^[2]运用大邻域搜索算法(Large Neighborhood Search)求解VI冲问题,Taranrilis应用空间决策支持系统来解决车辆路径问题。2011年,王征等学者研究了带时间窗的车辆路径优化问题,提出了改进的变邻域搜索算法(VNS),该算法首先通过聚类分析把客户群指派分类,然后在对每个客户群采用VNS算法进行车辆路径优化,通过标准算例验证了算法的有效性^[3];李金夫和庾先国(2016)等人研究了约束为成本最低、车辆利用率高等条件的整车物流的车辆路线优化问题,设计了贪心算法和遗传算法的混和算法求其模型最优解,并进行了仿真^[4]。

基于商砼配送路径优化的研究大体为,2011年,武宁学者详细分析了混凝土配送现状、混凝土配送车辆调度研究现状,以及存在的问题,构建了以配送站为中心的混凝土生产厂配送车辆调度模型,应用模拟退火一粒子群算法优化求解,不仅保证了施工质量和进度,还极大提高混凝土生产企业的利润,实现了双赢^[5]。2012年浙江大学的宋杲对车联网技术系统进行扩展,设计和实现了系统中的数据转发模块,构建模型并运用禁忌搜索算法使得工地等待混凝土原料的时间和配送车辆排队等待时间最短,从而大大提高了配送效率^[6]。

本文在现有的商砼配送路径优化的研究基础上,结合商砼运输特点,使用百度地图API获取行驶时间矩阵,在考虑实时路况的情况下,以时间最短为目标建立砼配送路径优化模型,采用Dijkstra算法求解。

2 问题分析与模型建立(Analyzing problems and building models)

面对城市日益增长的商砼需求,以及复杂的道路交通环境,商砼配送逐渐成为企业运营中重要的一环,成为企业利润的重要来源。商砼配送具有三大特点。

2.1 配送专业化程度高

商品混凝土与其他产品配送不同,其配送过程需要配置专有的商砼搅拌车,且商砼配送是企业与施工单位之间两个点之间的配送,卸料的过程中还需要泵车等其他专用工具。

2.2 要求较高的准时性

由于商砼是一种暂时性的过渡产品,如果不能在规定的时间内完成配送,商砼便失原有价值成为废弃物,因此商砼对准时性有较高的要求,所以配送时间越短越好。

2.3 配送范围的限制

由于商品混凝土具有较高的准时性要求,所以商砼配送的范围有一定的限制,配送距离不能太远。

在以上特点中,我们需要着重研究的是商砼配送要求较高准时性的特点,由于城市交通的复杂性和多变性,交通拥堵是常态,要达到较高的准时性,就需要躲避交通拥挤的路段,找到一条配送时间最短的路径,基于以上情况,我们建立以时间最短为目标的数学模型。设无向图 $G=<N,E>$,其中, N 为节点数, E 为边, $i,j \in N, X_{ij}=0$,表示车不从节点 i 行驶到节点 j ; $X_{ij}=1$,表示车从节点 i 行驶到节点 j 。 $(i,j) \in E, W_{ij}$ 代表车辆从节点 i 行驶到节点 j 所消耗的时间。模型可以表示为:

$$\min Z = \sum W_{ij} X_{ij} \quad (1)$$

3 算法描述(Algorithm description)

Dijkstra算法是图论中典型的单源最短路径算法,该算法是迪克斯特拉于1959年首次提出,用于计算一个节点到其他节点的最短路径方法。对于商砼配送,我们以最短时间为优化目标,正适合采用Dijkstra算法进行求解。

设 $v_0 \in N, v_n \in N$,要求从点 v_0 到点 v_n 的所需要的时间最短,我们通过求点 v_0 到图中其他各点所需要的时间。先把 N 分成两个子集,一个设为 $S, S=\{v_i | v_i \in N, \text{点} v_0 \text{到点} v_i \text{的时间已求出}\}$,另一个是 $S'=N-S$ 。

算法步骤

- 初始时, S 只包含源点,即 $S=\{v_0\}$, S' 包含除 v_0 外的其他顶点,即: $S'=\{\text{其余顶点}\}$ 。
- 从 S' 中选取一个到点 v_0 所需要时间最短的点 k ,把 k 加入 S 中(该选定的路径所需要的时间就是 v_0 到 k 的最短时间)。
- 以 k 为新考虑的中间点,修改 S' 中各点之间所需要的时间;若从源点 v_0 到点 v_i 所需要的时间(经过点 k)比原来所需要的时间(不经过点 k)短,则修改点 v_i 的时间值,修改后所需要的时间值等于从源点 v_0 到点 k 所需要的时间值加上从点 k 到点 v_i 所需要的时间值。
- 重复步骤b和c直到点 v_n 或所有点都包含在 S 中。

4 实例求解(Solution example)

本文以武汉市某商砼企业配送问题为例,商砼配送起点为武汉市某商砼企业,配送终点为武汉市内某工地,此处为了方便表示,配送起点以标号0表示,配送终点以标号9表示。起点和终点之间的节点的选择,我们是通过百度地图获取路网结构,选取路径上的交叉点和转折点为节点,通过选取这些节点的坐标用百度地图API得到基于实时路况的行驶时

间矩阵。

表1 节点坐标

Tab.1 Node coordinates

标号	坐标
0	114.50649,30.461621
1	114.4943,30.463103
2	114.487204,30.493888
3	114.445738,30.457807
4	114.443398,30.482487
5	114.461903,30.461138
6	114.339734,30.464076
7	114.343044,30.521448
8	114.339635,30.523116
9	114.345312,30.518481

百度地图web服务API为开发者提供http接口，开发者通过http形式发起检索请求，获取返回json或xml格式的检索数据^[7]。本文运用百度地图API的路线规划服务(Direction API)，根据起点和终点，批量计算两点之间的实际道路距离和耗时，Eclipse环境中求两个点之间的实际行驶时间相关步骤如下：

(1)编写读取数据的方法，相关代码如下：

```
public static int url(String string) {
    int a=0;
    try{
        URL url=new URL(string);
        try {
            //通过URL的openStream方法获取URL对象所表示的
            自愿字节输入流
            InputStream is=url.openStream();
            Input Stream Reader isr = new
            InputStreamReader(is,"utf-8");
            //为字符输入流添加缓冲
            BufferedReader br=new BufferedReader(isr);
            String str=br.readLine();//读取数据
            String[] temp;
            String delimiter=":";
            temp=str.split(delimiter);
```

```
String Text=temp[16];
int H=Text.indexOf(",");
String n=temp[16].substring(0,H);
int b=Integer.parseInt(n);
a=b;
}catch (IOException e) {
    e.printStackTrace();
}
} catch (MalformedURLException e) {
    e.printStackTrace();
}
return a;
}
```

(2)在方法中输入资源地址相关代码如下：

```
a=url("http://api.map.baidu.com/direction/v2/driving?origin=x1&destination=x2&ak=你的ak");
```

(3)返回结果得到两点之间的行驶时间。代码中x1和x2分别代表起点和终点的坐标,通过反复计算可得到实际行驶时间矩阵。我们通过研究一天内两个不同的时间段，并选取两个代表时间点(分别取8:00和12:00)来得到不同时间段行驶时间矩阵，分别见表2和表3。

表2 8:00时行驶时间矩阵表

Tab.2 Travel time matrix at 8:00

项目	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	122	542	616	867	432	1266	2340	2002	2581
1	122	0	582	491	688	309	1143	2223	1876	2469
2	542	582	0	756	580	561	965	1799	1447	1981
3	616	491	756	0	587	507	1365	2107	1761	2352
4	867	688	580	587	0	794	1050	1724	1387	1965
5	432	309	561	507	794	0	826	1964	1614	2210
6	1266	1143	965	1365	1050	826	0	904	859	1149
7	2340	2223	1799	2107	1724	1964	904	0	702	238
8	2002	1876	1447	1761	1387	1614	859	702	0	492
9	2581	2469	1981	2352	1965	2210	1149	238	492	0

在8:00时用Dijkstra算法求解，得出最优路径经过以下节点，为0—1—5—6—7—9，时间为2399s，选择的路径如图1所示。



图1 8:00时最优路径图

Fig.1 Optimal route diagram at 8:00

表3 12:00时行驶时间矩阵表

Tab.3 Travel time matrix at 12:00

项目	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	109	536	638	883	447	1348	2036	1687	2252
1	109	0	594	527	697	334	1258	1922	1574	2140
2	536	594	0	767	581	574	1038	1484	1155	1784
3	638	527	767	0	580	521	1456	1835	1489	2056
4	883	697	581	580	0	825	1076	1384	1085	1604
5	447	334	574	521	825	0	915	1693	1340	1913
6	1348	1258	1038	1456	1076	915	0	822	772	1036
7	2036	1922	1484	1835	1384	1693	822	0	657	207
8	1687	1574	1155	1489	1085	1340	772	657	0	618
9	2252	2140	1784	2056	1604	1913	1036	207	618	0

在12:00时用Dijkstra算法求解，得出最优路径经过以下节点，为0-2-7-9，时间为2227s，选择的路径如图2所示。



图2 12:00时最优路径图

Fig.2 Optimal route diagram at 12:00

通过比较以上结果，我们发现在一天内不同时间段进行实验，行驶时间矩阵表中的数据是不一样的，这是因为百度地图API是基于实时路况计算得出的，不同时间段，路况状态不同，所以得到的数据结果也不同，通过Dijkstra算法所得出的路径也是不一样的，所用的时间也不一样。

不同时间段内优化出来的路径各不相同，我们可以从交通状况的角度分析，8:00时处于早高峰阶段，道路交通状况差，交通处于拥堵状态，为了躲避拥挤路段，车辆会选择走

路径较长但是相对时间最短的路径，12:00时处于中午时段，此时道路交通状况良好，此时选择走路径较短的路线，在车速一定的情况下时间最短，所以路径优化时得到的路径所需时间较8:00时短。

基于以上分析，以时间最短为优化目标建立数学模型，通过Dijkstra算法计算所得出的路径具有满足商砼配送要求较高的准时性的特点，且能较好地应用于实际商砼配送过程中。

5 结论(Conclusion)

本文在对商砼配送路径优化问题的基础上，通过引入百度地图API，得到基于实时路况的选择的节点的行驶时间矩阵，我们以时间最短为目标建立商砼配送路径优化模型，采用Dijkstra算法求解，求解的实例表明，优化出来的配送路径，可以有效的降低配送时间，提高配送效率，减少企业的运输成本。

参考文献(References)

[1] Danting G.B,Ramser J.H.The Truck Dispatching problem[J]. Management Science,1959(6):80-91.

[2] Glaydston Mattos Ribera,Gilbert Laborite.An adaptive large neighborhood search heuristic for the cumulmive capacitated vehicle routing problem[J].Original Research Article Computers&Operations Research,2012,39(3):728-735.

[3] 王征,张俊,王旭坪.多车场带时间窗车辆路径问题的变邻域搜索算法[J].中国管理科学,2011,9(2):99-109.

[4] 李金夫,度先国,刘勇,等.关于整车物流运输车辆路径优化设计的研究[J].计算机仿真,2016,3(4):184-188.

[5] 武宁.基于SA-PSO的预拌混凝土配送车辆调度优化研究[D].河北工程大学,2011.

[6] 宋泉.基于车联网的混凝土车辆监控与调度系统[D].浙江大学,2012.

[7] 百度地图开发平台.Direction API产品介绍[EB/OL]. <https://lbsyun.baidu.com/index.php?title=webapi/direction-api-v2>,2019-01-25.

作者简介:

郭 琪(1998-),男,本科生.研究领域:化学工程与工艺.

韦金银(1993-),男,硕士生.研究领域:过程系统工程.

郭鹏祥(1999-),男,本科生.研究领域:化学工程与工艺.

张 硕(1999-),男,本科生.研究领域:化学工程与工艺.

史 彬(1982-),男,博士,副教授.研究领域:过程系统工程.本文通讯作者.