

乘客信息系统运营信息显示的调度算法改进

汪晓臣

(中国铁道科学研究院集团有限公司电子计算技术研究所, 100081, 北京//副研究员)

摘要 介绍了最早截止期优先调度算法的流程及缺陷, 结合运营信息显示的的实际业务需求, 提出了改进的乘客信息系统运营信息显示调度算法。介绍了改进后算法的运营信息调度规则和模型结构, 详细阐述了改进后算法的调度过程, 并对改进后算法的实际计算效率进行了分析和实验室测试验证。测试结果表明, 改进算法受信息发送量和发送频率的影响小, 达到一定的数据压力后调度计算时长趋于平稳, 可满足对多区域、多类型、多终端设备、多来源、复杂优先级运营信息的快速调度要求。

关键词 城市轨道交通; 乘客信息系统; 运营信息; 调度算法

中图分类号 U29-39

DOI: 10.16037/j.1007-869x.2020.01.033

Scheduling Algorithm Improvement for Operation Information Display in Passenger Information System

WANG Xiaochen

Abstract The procedure and disadvantages of early-deadline-first (EDF) scheduling algorithm are introduced. Combined with actual business requirements displayed by the operation information, an improved scheduling algorithm for the operation information display in passenger information system is proposed. Then, the scheduling principles and model structure of the improved scheduling algorithm are introduced, the scheduling procedure of which is elaborated, its actual calculating efficiency is analyzed and testified in laboratory. The test results show that the improved algorithm is less influenced by information sending volume and frequency, and the scheduling calculation time tends to be stable after reaching a certain data pressure, which allows the improved algorithm to meet the demands of a faster scheduling of multi-regional, multi-type, multi-end equipment, multi-source, complexity prioritized operation information.

Key words urban rail transit; passenger information system; operation information; scheduling algorithm

Author's address Institute of Computing Technology, China Academy of Railway Sciences Co., Ltd., 100081, Beijing, China

jing, China

PIS(乘客信息系统)是城市轨道交通的重要组成部分^[1-2]。PIS的核心业务包括:向乘客提供准确的列车到站信息;向乘客提供及时准确的运营信息,对乘客出行进行引导;能够实现向多车站、多区域、多终端、单终端多区域运营信息发布。随着城市轨道交通网络化运营的形成^[3], PIS在运营生产中的作用越来越高,运营信息发布的及时性和准确性至关重要。运营信息通过线网级、线路级、车站级接口或系统进行发布,各层级系统事先定义好相应的信息优先级别,最终由PIS对多类信息进行综合调度及显示。因此,有必要研究多类型复杂运营信息高效显示的调度算法。

1 信息显示的调度算法现状

目前工业标准中的实时调度算法多采用EDF(Earliest Deadline First,最早截止期优先)调度算法^[5-8]。EDF算法是一种动态优先级任务调度算法,按照作业的绝对截止期来分配优先级。作业的绝对截止期越短,其优先级别越高,相反则其优先级别越低。EDF总是运行优先级最高的任务。如果当前有较低优先级作业正在执行,则该较低优先级作业被抢占,让位给具有最高优先级的作业执行,直至就绪队列中没有高于该作业优先级的作业。

现有通用的PIS运营信息显示调度算法多借鉴EDF^[4]调度算法思想,并结合运营信息显示的调度规则进行改进。增加一个用来执行任务的周期轮询服务器程序(Polling Server),按照先来先服务的方式对任务队列中的任务进行优先级排序;结合运营信息显示调度规则,生成相应时间周期内的执行任务;最终由播放终端执行。

1.1 通用算法流程

通用的信息显示调度算法按照运营信息中出现的所有时刻点对信息进行切片,进而生成调度结

果数据。首先,获取全部运营信息的开始时间、结束时间,将所有时间点按照先后顺序进行排序;然后,按照相邻的两时刻点将信息进行截取,将该时间区间的信息内容按照信息优先级进行排序,并按照信息叠加规则计算出该时间区间应播放的信息内容;最后,按照上述规则,以运营信息中出现的所有时间点对时间片进行切片、调度,生成信息调度结果。其处理流程如图 1 所示。

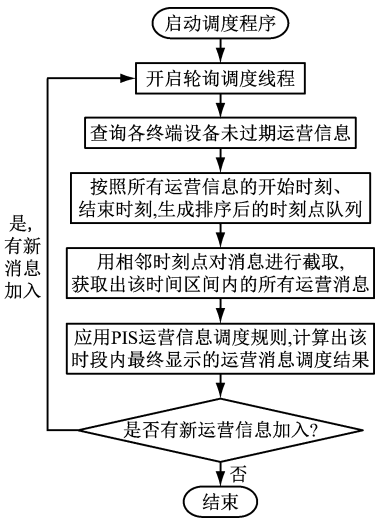


图 1 通用信息调度算法流程图

1.2 通用算法的缺点

- 1) 难以对大并发运营信息进行快速调度。当用户制定多日历信息计划和多个终端播放信息,且计划及信息各不相同,其并发的调度数据量庞大,导致调度处理效率低下,甚至可能产生调度结果滞后而影响信息及时下发。
- 2) 信息调度结果状态难以准确记录。由于信息内容按照时间区间进行切片调度,故运营信息属性被破坏,难以准确记录每条信息的调度结果状态。
- 3) 运营信息在终端上显示结果无法被准确获取。由于信息内容按照时间区间进行切片,运营信息属性被打乱,因此,难以对信息最终显示结果状态进行准确追溯。

2 调度算法改进

考虑现有算法存在的缺陷,基于运营信息发送管理的实际业务需求,对 PIS 运营信息调度算法进行改进。一方面,改进后的 PIS 运营信息调度算法(以下简为“改进算法”)能高效、快速地对运营信息进行调度,计算出终端设备当前时刻需显示的信息;另一方面,调度过程能对运营信息调度结果状

态及最终显示结果状态进行准确追溯。

2.1 改进算法的运营信息调度规则

改进算法的 PIS 运营信息调度总体上按照高优先级信息覆盖低优先级信息的原则进行处理,但不同类别信息的处理存在差异。

如优先级不同,高优先级信息直接覆盖低优先级信息。不同优先级信息的屏幕显示算法策略图如图 2 所示。

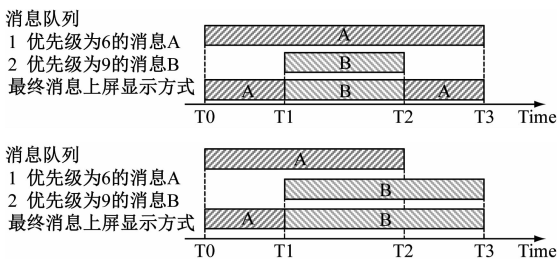


图 2 不同优先级信息的屏幕显示算法策略图

如优先级相同,则滚动文本信息将叠加显示(如图 3 所示);而对优先级相同的紧急文本信息或图片信息,则发送时间较晚的信息将覆盖发送时间较早的信息(如图 4 所示)。

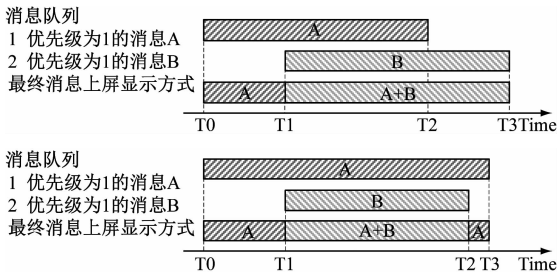


图 3 相同优先级滚动信息的屏幕显示算法策略图

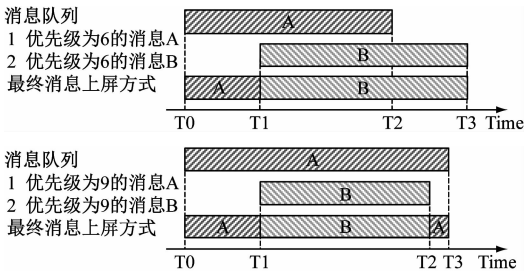
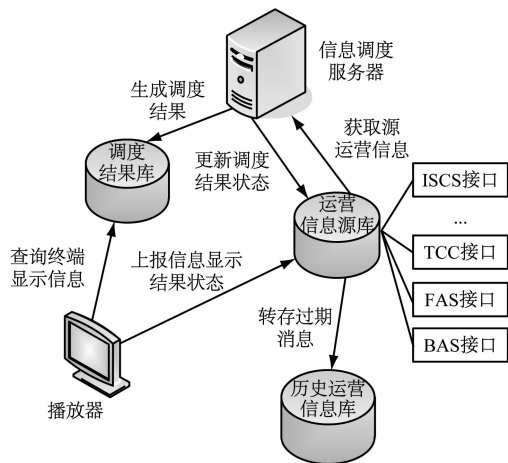


图 4 相同优先级紧急信息或图片信息的屏幕显示算法策略图

2.2 改进算法的模型

改进算法模型如图 5 所示。将 PIS 运营信息调度过程涉及的数据按照运营信息源库、调度结果库、历史运营信息库进行分类存储处理。信息调度服务器周期获取源运营信息

库中 $t + \Delta t$ 时间范围内需要显示的运营信息,应用信息调度规则对运营信息进行调度计算,并将调度结果存入调度结果库中。每次调度任务完成后,更新源运营信息的调度结果状态。



注:ISCS 为综合监控系统;TCC 为轨道交通指挥中心;FAS 为火灾报警系统;BAS 为环境与设备监控系统

图 5 调度算法模型图

具体调度过程如下:

1) 将 PIS 和外部接口系统发布的运营信息以统一格式存入运营信息源表。包括:信息 ID、信息内容、开始时间、结束时间、优先级、发布位置 IP、终端显示区域、是否有效、调度结果标志、显示结果标志等。

2) 调度服务器遍历调度结果表数据,存入既有调度结果集合。

3) 调度服务器查询运营信息 $t + \Delta t$ (Δt 可设置)范围内需要显示的运营信息,加入临时信息调度集合。

4) 调度服务器以发布位置的 IP(网际互连协议)地址作为唯一标识关键字,对临时调度集合运营信息进行分组、优先级排序。

5) 调度服务器应用信息区域显示规则表达式对信息进行调度,生成发布位置 IP 各显示区域最新调度结果集合。

6) 调度服务器以 IP 为关键字,对比既有调度结果和最新调度结果,生成最终调度结果。

7) 调度服务器对最终调度结果进行优化,以信息内容为关键字进行分类,相同信息内容的调度结果进行合并处理,生成批量执行 SQL(结构化查询语言)语句。

8) 调度服务器执行优化后的批量 SQL 语句,

存入调度结果表。

9) 调度服务器向终端发布信息显示指令。

10) 调度服务器更新运营信息源表,更新该编号信息调度结果状态(显示、叠加显示、覆盖等)。

11) 调度服务器周期将结束时间小于当前时间或失效的运营转存入历史信息表。

12) 终端播放器获取相对应的运营信息调度结果,并在终端进行显示。一方面,可采用信息监听模式,获取信息调度服务发送的信息显示指令;另一方面,可采用数据轮询方式,周期轮询获取该终端各信息区域显示信息内容进行显示。

13) 终端播放器运营信息显示成功后,向运营信息库上报显示结果状态。

3 改进算法验证

3.1 性能分析

改进算法将运营信息业务数据按运营信息源表、调度结果表及历史信息分类存储,提高了调度过程数据存储处理效率。调度业务过程中,用户最关注的是 t 至 $t + \Delta t$ 时间段内能准确显示运营信息。改进算法规避了对整体数据的全面调度,仅对 $t + \Delta t$ 时间段内需显示的运营信息进行调度,从而极大减少了调度过程数据量,提高数据处理效率。

多条信息调度过程如图 6 所示。运营信息源表中有 M1、M2、M3、……、M12、MN 等信息。这些信息有不同属性,包括但不限于信息内容、发送开始时间、发送结束时间及显示区域等。

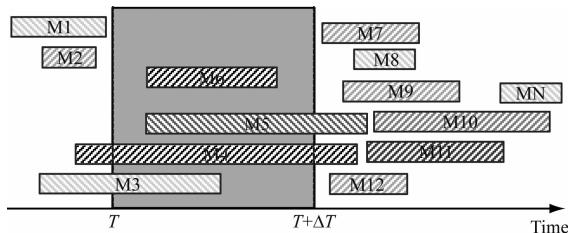


图 6 多条信息调度过程示意图

以时间为轴,将上述信息按照其发送的时间段分布在时间轴上方。改进算法在每个调度周期仅对 $t + \Delta t$ 时间段内的运营信息进行调度,从运营信息源表中将 $t + \Delta t$ 时间段范围内需要显示的信息调度到临时调度集合中。因此,如图 6 所示,对 $t + \Delta t$ 的时间片与运营信息的开始时间、结束时间所组成的时间片进行数据求交集处理,将仅调度出 M3、M4、M5 及 M6 等 4 条信息。

由于改进算法对运营信息调度结果状态数据进行上报,因此,播放器终端能及时对最终显示结果状态进行上报,实现了对信息调度结果状态、最终显示状态的跟踪追溯,提高 PIS 信息发布管理的可追溯性。

3.2 测试验证

在实验室模拟仿真 PIS 业务场景,对调度数据来源进行加压测试,以测试验证本算法的调度效率和性能。以滚动信息为例,测试过程如下:

- 1) 在 PIS 中插入 C 信息并设置为默认信息,向 500 模拟终端设备批量发送信息。
 - 2) 以 t 时刻为起点,插入 3 条 1 级信息,发送时长分别为 5 min、10 min、20 min。
 - 3) Δt (例如 2 min) 后,插入 3 条 2 级信息,发送时长分别为 5 min、10 min、20 min。
 - 4) 在 $2\Delta t$ 后,插入 3 条 3 级信息,发送时长分别为 5 min、10 min、20 min。
 - 5) 以此类推,模拟全部信息的类别及级别。
 - 6) 以间隔 5 min 为周期,再次按不同级别发送的各类信息。
 - 7) 通过调整 Δt 参数,加大信息发送频率。
- 测试筛选出 7 组不同压力等级数据,测试结果如表 1 所示。

表 1 测试结果统计表				
组序号	信息数量/条	间隔/min	终端设备/台	调度时长/ms
1	3	5	100	5
2	5	4	200	10
3	6	3	300	14
4	7	3	400	18
5	8	2	500	20
6	9	2	600	22
7	10	1	700	23

(上接第 109 页)

参考文献

[1] 李晶玮. 综合客运枢纽客流集散效能评价研究[R]. 北京:北京交通大学, 2011.

[2] 王妍捷. 基于行人流特性的城市轨道交通换乘站通行设施通过能力匹配度研究[D]. 西安:长安大学,2018.

[3] 张国宝. 城市轨道交通运营组织[M]. 上海:上海科学技术出版社, 2012. 56.

[4] 杜鹏,刘超,刘智丽,等. 地铁通道换乘乘客走行时间规律研究[J]. 交通运输系统工程与信息,2009(6):87.

[5] 邵远忠,邵巍跃,张宁,等. 利用行人路阻函数评估地铁站内

通过对调度计算时长数据分析,随着同级信息数量的增多、时间间隔的缩小、终端设备数量的增多,调度计算时长将趋于稳定,最终在一个固定时间上下变化。

测试结果表明,改进算法受信息发送量和频率影响小,达到一定的数据压力后调度计算时长趋于平稳,可满足对多区域、多类型、多终端设备、多来源、复杂优先级运营信息的快速调度要求。

4 结语

随着城市轨道交通的网络化的运营和各层级管理系统功能的完善,对 PIS 运营信息发送的准确性及调度过程状态、显示结果状态的追溯的需求越来越迫切,需要 PIS 能对运营信息进行快速、准确的调度和显示。本文提出的改进算法具有调度效率高,可准确追溯调度过程状态数据的特点。

参考文献

[1] 汪晓臣,于鑫,阚庭明,等. 基于数字媒体技术的乘客信息系统软件框架设计[J]. 铁路计算机应用, 2012(4):57.

[2] 高亚峰. 浅析乘客信息系统[J]. 中国科技投资,2018(3):272.

[3] 朱珺. 城市轨道交通运营信息发布系统构建研究[J]. 铁道运营与经济,2017(8):98.

[4] 江务学,魏文国,丁度坤,等. 异构云环境下基于分簇的云资源感知任务调度方案[J]. 计算机应用研究,2016(11):3422.

[5] 王永吉,陈秋萍. 单调速率及其扩展算法的可调度性判定[J]. 软件学报,2004(6):799.

[6] 满立,朱瑞龙. 多特征协调的实时调度算法[J]. 计算机与现代化,2015(2):44.

[7] 张晶,孙少杰,范洪博,等. 一种高回报的最小空闲时间优先实时调度改进算法[J]. 计算机工程,2017(3):57.

[8] 朱宝珠,杨志明. 云环境下基于 EDF 和 LWF 的回填算法[J]. 湘潭大学自然科学学报,2017(9):94.

(收稿日期:2018-06-08)

AFC 设备运营状况[J]. 都市轨道交通, 2013(2):49.

[6] 童焱杰,王利鑫,潘明轩,等. 基于数理统计的地铁车站换乘走行时间估计研究[J]. 交通科技与经济,2016(1):45.

[7] 张宇,裴玉龙. 动态路段行程时间函数的确定及其与 BPR 函数的比较研究[C]. 第七次城市道路与交通工程学术会议论文集. 西安:中国土木工程学会, 2002: 229.

[8] Transportation Research Board Business Office. Highway capacity manual 2008 [M]. Washington. D. C: National Research Council, 2009:75.

[9] 郝勇. 地铁车站延滞性步行设施影响乘客走行时间的研究[J]. 铁路运输与经济. 2009(2):70.

(收稿日期:2019-11-05)