

doi:10.3969/j.issn.1672-6073.2012.06.020

物联网技术在城市轨道交通票务清分中的应用

王 炯 董晓婷

(上海申通地铁集团有限公司技术中心 上海 201103)

摘 要 阐述物联网技术的基本原理,介绍目前城市轨道交通票务清分方案的基本思路,分析其存在的弊端。在此基础上,提出新方案:对现有的城市轨道交通车票进行改造,增加超高频射频标签,增设对应的超高频射频标签读写器,建立完整的换乘数据采集系统,从而准确地判断乘客的乘车行为,实现精确清分。通过具体的清分算例,论述使用该方案实现清分的优点。

关键词 城市轨道交通;物联网;自动售检票;票务清分

中图分类号 U29-39 **文献标志码** A

文章编号 1672-6073(2012)06-0079-03

1 研究背景

随着我国国民经济的飞速增长,国内城市轨道交通的建设也快速发展。作为轨道交通各系统中最基本、最重要的系统之一,自动售检票系统(automatic fare collection, AFC)的票务清分涉及各投资受益方的切身利益,如何进行准确高效的收益清分历来都是各方研究的重点。目前的清分算法普遍采用的是基于客流概率的模型,清算是根据乘客换乘概率来进行,这就不可避免地与实际乘坐线路有所差异。特别是新增线路后,乘客的乘车路线发生变化,清分模型需要适时调整,以保证清分的公平性。总的来说,即便是再接近实际的清分模型也是属于模糊清分范畴,因为它不是基于乘客的真实乘车路线数据来完成清分。因此,找到一种能最大限度地真实反映乘客换乘路径的清分方法,将具有非常重要的意义。

随着科学技术的发展,物联网技术已日趋成熟,并

在各行各业中得到了一定的应用,特别是超高频射频识别技术的出现,给轨道交通 AFC 系统的精确清分带来了可能。下面就分析物联网技术的基本特点,结合目前轨道交通的清分原理,提出一种使用超高频识别技术实现精确清分的方案。

2 技术状况

2.1 物联网技术

物联网是智能感知、识别技术与普适计算在网络的融合应用,被称为是继计算机、互联网之后世界信息产业发展的第三次浪潮。物联网的核心和基础仍然是互联网,是在互联网基础之上延伸和扩展的一种网络,其用户端延伸和扩展到了任何物品之间,从而进行信息交换和通信。

2.2 射频识别技术

物联网的关键技术之一便是射频识别技术(radio frequency ID entification, RFID)。这是一种非接触式的自动识别技术,它通过射频信号自动识别目标对象并获取相关数据,识别工作无需人工干预,可工作于各种恶劣环境。RFID 按应用频率的不同,分为低频(low frequency, LF)、高频(high frequency, HF)、超高频(ultra high frequency, UHF)、微波(micro wave, MW),相对应的代表性频率分别为低频 135 kHz 以下、高频 13.56 MHz、超高频 860 ~ 960 MHz 等。

RFID 技术的基本工作原理并不复杂:标签进入磁场后,接收阅读器发出的射频信号,凭借感应电流所获得的能量,发送存储在芯片中的产品信息,或者主动发送某一频率的信号;在阅读器读取信息并解码后,送至中央信息系统进行有关的数据处理。

3 精确清分

通过在车站内安装无线识别器,对轨道交通车票的芯片进行改造,并建立一套完善的数据传输机制,从

收稿日期:2011-11-10 修回日期:2011-12-20

作者简介:王炯,男,大学本科,工学学士,助理工程师,从事轨道交通自动售检票系统的研究,jwang1225@yahoo.com.cn

基金项目:上海市科学技术委员会项目(10dz2254100)

而动态识别乘客的车票,实时收集客流情况。

3.1 车票改造

现有 AFC 系统采用的车票介质全部基于高频射频标签(HF RFID)技术,因受读写距离的限制,仅能在乘客进出站时进行有效性检查。由于超高频射频标签(UHF RFID)的有效读写距离最长可达 10 m,故采用这种技术车票可以实现远距离的信息交互。

仅基于 UHF RFID 技术车票是无法在 AFC 系统中独立应用的,因为 AFC 系统需要在乘客进出站时对车票进行必要的处理,但这必须在乘客有明确的进出站行为后才能进行。可是,UHF RFID 车票的有效读写距离无法固定且无法精确定位,在检票机处理车票时,可能会有多张车票出现在读写范围内,而读写器无法正确处理。

为了解决上述问题,可使用双频卡。双频卡是包含了 HF RFID 和 UHF RFID 的智能卡,它同时具有两种 RFID 的技术特性,而且可以独立在各自频段下工作,互不干扰。双频卡的 HF 部分用在自动售票机售票和闸机进出站检票的处理上,其使用操作与现有的 AFC 系统没有区别;UHF 车票需要通过特定的读卡器将车票标签的信息阅读出来,并进行相应的处理,从而生成所持车票乘客的实际乘车路径。

3.2 数据采集

如图 1 所示,在现有的上海轨道交通 AFC 网络体系中,在换乘车站增设一套换乘数据采集系统,该系统由数据处理终端和 UHF 读卡器组成。

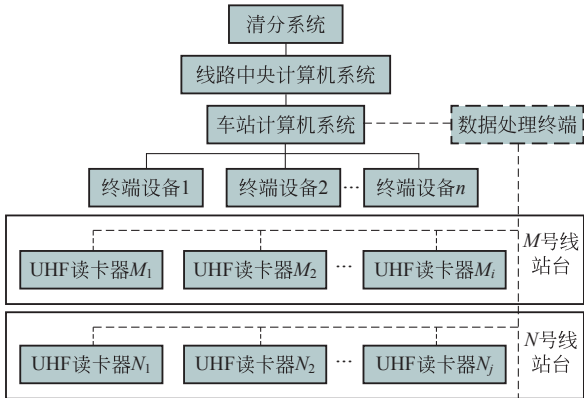


图 1 改进的上海轨道交通 AFC 网络架构

我国现行国家标准 GB 50157—2003《地铁设计规范》第 8.3.16 款规定,岛式站台的最小宽度应不小于 8 m,侧式站台的最小宽度应不小于 3.5 m;地下车站站台高度不应小于 3 m,地面及高架车站站台高度不应小于 2.5 m。UHF 射频标签可被正确识别的最大距离为 10 m,为保证探测的准确性,布设 UHF 读卡器时需

要根据站台的实际宽度进行细化设计,当读卡器的探测范围存在盲区时,需在垂直或平行于轨道的方向上增设读卡器的数量。需要指出的是,对于同站台的换乘线路(如上海轨道交通 3、4 号线的宝山路站-虹桥路区段),本方案无法进行精确清分,仍需使用传统的概率模型,进行依据经验的模糊清分。

UHF 读卡器按照一定的时间间隔,扫描探测范围内的卡片,并实时向数据终端传送。数据终端实时收集 UHF 读卡器上传的卡信息,并按照一定的规则,生成换乘路径数据报文,向车站计算机传送。

如图 2 所示,分别在换乘站的 M 号线和 N 号线的站台顶端,布设 UHF 读卡器 M_1, \dots, M_i 和 N_1, \dots, N_j ,用于识别乘客所持的车票序列号,同时在车站配置一台数据处理终端,采集 RFID 识别器向终端传输的车票序列号与识别时间。识别器以一定的时间周期 ΔT 扫描探测区域内的车票,规定:

- 1) 在时间间隔 T_1 (可取列车运行间隔, $T_1 > \Delta T$) 内,同一张车票只允许被同一识别器 M_i 识别一次,若有重复识别,则后台终端取最先被识别到的时间作为识别时间。
- 2) 在时间间隔 T_2 (可取乘客行走一定距离所需的时间)内,同一线路的站台若有不同探测区域的识别器上传了相同的车票序列号,则取最先被识别到的时刻作为被识别时间。

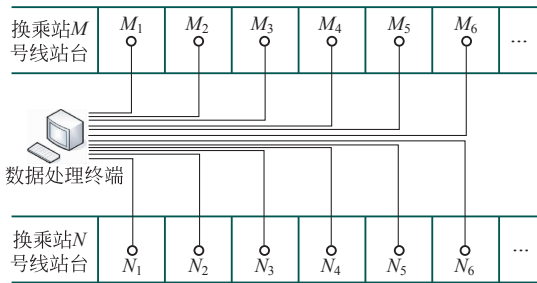


图 2 车站站台层的车票数据收集系统

按照以上两条原则,记车票 A 在 M 号线站台的识别时间为 T_M ,在 N 号线站台的识别时间为 T_N 。若 $T_M < T_N$,说明该车票从线路 M 下车,换乘线路 N 上车;反之,说明该车票从线路 N 下车,换乘线路 M 上车。经过上述处理,最终生成一条数据记录,包含车票序列号、车票类型、车站代码、下车时间、下车线路、换乘时间、换乘线路。

3.3 收益清分

使用目前上海 AFC 接口规范中的报文格式,可按表 1 定义新的换乘路径报文类型。

该数据可利用 AFC 系统内部网络,经车站计算机系统、线路中央计算机系统,实时传输至清分系统;运营结束后,清分系统根据采集到的换乘数据,结合车票在进出站检票机上生成的交易数据,进行收益清分。

例如,轨道交通线网如图 3 所示,有一张车票类型为 X 的票。在对应的进站交易和出站交易记录中,可查到车票标识码 N、进站车站 A、出站车站 D、进站时间 T_A ,出站时间 T_D ,交易金额为 F。从换乘路径数据中查到,车票标识码为 N 的票卡,有两条换乘路径数据(见表 2~表 3)。

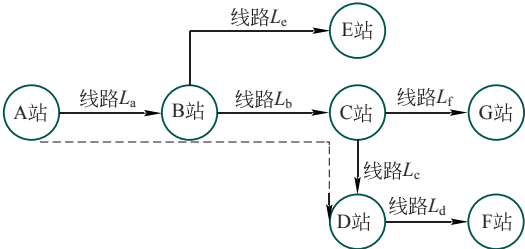


图 3 清分算法举例

表 2 换乘路径数据(记录 1)

车票 序列号	车票 类型	车站 代码	下车 时间	下车 线路	换乘 时间	换乘 线路
N	X	B	T_1	a	T_2	b

表 3 换乘路径数据(记录 2)

车票 序列号	车票 类型	车站 代码	下车 时间	下车 线路	换乘 时间	换乘 线路
N	X	C	T_3	b	T_4	c

若满足 $T_A < T_1 < T_2 < T_3 < T_4 < T_D$,则认为该记录合法,判断换乘路径为 $A \xrightarrow{L_a} B \xrightarrow{L_b} C \xrightarrow{L_c} D$ 。

再搜索线网图,分别计算 L_a 、 L_b 、 L_c 这 3 条路径的里程数或车站数(具体规则另行讨论),比例记为 $m:n:o$,则 3 条线该次乘车费用的清分分别为

$$F \frac{m}{m+n+o} \quad F \frac{n}{m+n+o} \quad F \frac{o}{m+n+o}$$

4 总结展望

本文介绍了引入 UHF RFID 技术来实现轨道交通 AFC 系统精确清分的一种方案。该技术虽然并未用于

轨道交通,但在部分管理系统中有一定的应用。例如,在景观园区,一张双频卡同时实现客流的实时监测与园区的出入控制,因此,如能对此技术进行充分研究与实际验证,将在实现精确清分方面有相当广阔的应用前景。同时,需要指出的是,该方案在很大程度上依赖双频车票和与之对应读写器的读写性能与可靠性,对产品的技术条件有很高的要求。此外,对于同站台换乘的线路,本清分方案存在一定的缺陷,仍需依靠传统的概率模型完成票务清分。

综上所述,使用超高频射频识别技术,并与已有的高频识别卡进行双频整合,是一种精确清分的新思路,有着非常广泛的发展前景。

参考文献

[1] 王综,吴婷.超高频射频标签技术在 AFC 清分中心系统的应用研究[J].轨道交通,2009(12):49.
[2] 赵时旻.轨道交通自动售检票系统[M].上海:同济大学出版社,2007:98-99.
[3] 杨震.物联网发展研究[J].南京邮电大学学报:社会科学版,2010,12(2):1-3.
[4] 谈熙.超高频射频识别读写器芯片关键技术的研究与实现[D].上海:复旦大学,2008.
[5] GB 50157—2003 地铁设计规范[S].北京:中国计划出版社,2003:62-63.
[6] 赵斌,张红雨.RFID 技术的应用及发展[J].电子设计工程,2010,18(10):123-124.
[7] 王晓华,周晓光,孙百生.超高频射频识别读写器设计[J].电子测量技术,2007,30(2):158-159.
[8] 王尧.物联网及其关键技术[J].软件导刊,2010,9(10):147-148.

(编辑:郭洁)

Applying Internet of Things in the Clearing of Automatic Fare Collection in Rail Transit

Wang Jiong Dong Xiaoting
(Technology Center, Shanghai Shentong Metro Group Co.,Ltd., Shanghai 201103)

Abstract: The important function of fire alarm system in metro is discussed. Design projects of fire alarm systems in interchange stations are summarized. The idea of fire joint action is presented which includes independent and continuous schemes. Both of the schemes are effective to solve the problem of fire joint action in interchange stations.

Key words: metro; interchange station; fire alarm system; fire joint action