

车联网中 RFID 模型^①

南春丽¹, 刘述超¹, 周世军², 赵祥模²

¹(长安大学 信息工程学院, 西安 710064)

²(青岛市公路管理局, 青岛 266061)

摘要: RFID 模型是车联网仿真的基础和核心模型之一. 目前交通仿真模型不能满足车联网无线通信及协同交互等方面的需求, 且缺少 RFID 模型. 为此, 建立了 RFID 系统的读写器和电子标签模型, 给出了读写器 Agent 和电子标签 Agent 结构及实现. 根据自动机理论, 建立了读写器、电子标签和主机之间通信时异构通信协议数据帧格式的有限状态机模型, 解决了异构数据帧统一处理问题. 作为模型应用和验证实例, 基于 VC++ 2010 平台, 开发了 RFID 交通数据采集读写器优化布设仿真软件. 结果表明, RFID 模型较好地逼近了 RFID 物理设备, 为车联网仿真系统的开发奠定了基础.

关键词: 车联网; 无线射频识别(RFID); RFID 模型; 自动机

RFID Model for the Internet of Vehicles

NAN Chun-Li¹, LIU Shu-Chao¹, ZHOU Shi-Jun², ZHAO Xiang-Mo²

¹(School of Information Engineering, Chang'an University, Xi'an 710064, China)

²(Qingdao Highway Management Bureau, Qingdao 266061, China)

Abstract: RFID model is one of foundational and core models in Internet of vehicles simulation. Previous traffic simulation models can't meet with the demand for Internet of vehicles such as Wireless communication and cooperative interaction, and lack of RFID model. This paper presented a reader model and a electronic tag model of RFID system based on the agent principle, including their agent structure and implementation. Based on automaton theory, an automaton for different data frame format of different communication protocols was given to unify the heterogeneous data processing during the communication of reader, tag and computer. As an example of the model application and verification, it developed a simulation system of reader locating of RFID traffic data collection with VC++ 2010. The result indicates that RFID models approximate physical RFID device better, and build the foundation for Internet of vehicles simulation system development.

Key words: internet of vehicles; radio frequency identification (RFID); RFID models; automation

1 引言

近年提出的车联网技术目前我国处于起步研究阶段, 被认为是解决交通问题的前沿技术. 车联网的核心就是通过无线通信等技术实现人、车、路及环境的协同交互, 实现智能交通. 20 世纪 90 年代兴起的 RFID(Radio Frequency Identification, 无线射频识别技术)以其非接触双向通信、识别率高、安全等突出的优点, 为车联网的实现提供了基本的无线通信技术保障,

成为国内外学者研究的热点之一^[1-5].

车联网仿真是交通系统仿真的一个分支. 仿真模型是交通系统仿真的核心和基础. 目前, 国内外学者的研究, 在描述交通流和驾驶人行为特性方面具有一定的成果. 同时, 随着计算机技术的发展, Petri 网理论、多智能体等各种新技术也应用于建模中, 用于研究不同的交通问题^[6,7].

仿真模型虽然取得了一定的研究成果, 但是却不

① 基金项目:国家自然科学基金(50978030;51278058);中央高校基本科研业务费(CHD2011JC144);国家级大学生创新创业训练计划项目资助(201210710064).

收稿时间:2012-09-11;收到修改稿时间:2012-11-06

能满足车联网车-车、车-路无线通信及协同交互需求,且缺少车联网仿真中很重要的 RFID 相关模型. 本文在分析 RFID 基本原理的基础上,对现实中 RFID 物理设备进行抽象,建立了 RFID 仿真模型. 通过开发 RFID 交通数据采集读写器优化布设仿真系统说明仿真模型的实现及应用,同时对模型进行验证.

2 RFID系统基本原理

一个基本的 RFID 系统由三部分组成: 电子标签、读写器(或阅读器)和天线. RFID 系统是根据电磁耦合原理,利用电磁场或电磁波为传输手段,完成非接触双向无线通信,达到目标识别和数据交换的目的.

电子标签是一个微型的无线收发装置,芯片中存储有该电子标签的唯一 ID. 通过将电子标签安装于车辆上,实现对车辆的识别. 当电子标签进入读写器的工作区域后,读写器通过空中接口对电子标签进行读、写操作.

读写器一方面完成对电子标签的识别及通信,另一方面提供了与主机的接口,实现电子标签与主机之间的数据交换.

天线是电子标签和读写器之间传输数据的发射和接收装置. 天线的作用就是产生磁通量,在电子标签和读写器之间传送信息. 天线的有效电磁场范围就是 RFID 系统的工作区域.

RFID 系统的基本工作流程:

① 读写器将无线电载波信号经过发射天线向外发射;

② 当电子标签进入发射天线的工作区时,电子标签被激活,将自身信息的代码经天线发射出去;

③ 读写器的接收天线接收电子标签发出的信号,经天线的调节器传输给读写器;读写器的接收天线接收到从标签发送来的调制信号,得到电子标签识别信息,发送至主机系统. 主机系统针对不同的设定作出相应的处理和控制在,最终发出指令信号控制读写器完成相应的读写操作. 实现读写器和主机系统的通信.

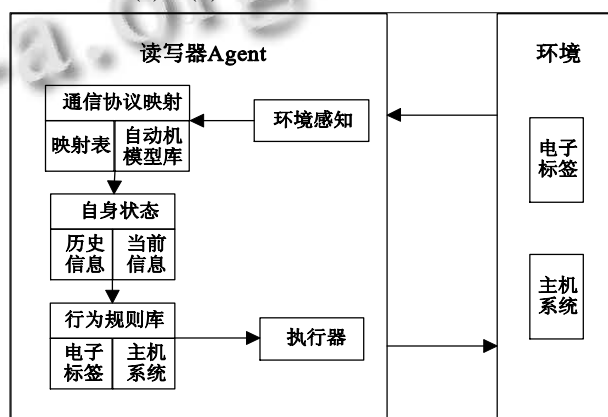
RFID 系统基本原理提供了 RFID 模型原型.

3 RFID模型

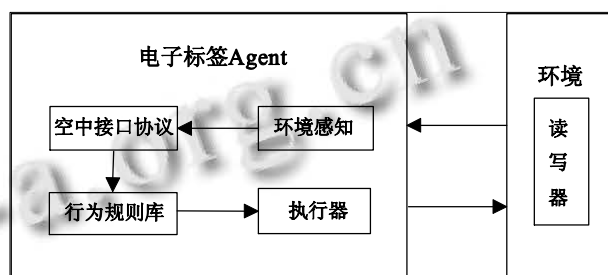
3.1 RFID 模型的建立

根据车联网的特点,将 RFID 模型分为读写器模型和电子标签模型. 电子标签和读写器具有感知周围环境的能力,能够对周围环境做出实时反应,并和周

围环境保持实时通信,具有 Agent 的特点,分别为一个 Agent. 读写器 Agent 首先获取电子标签和主机系统的信息,按照双方的通信协议对信息进行分析与处理,并更新自身状态,根据自身当前状态,在行为规则库中搜索匹配的操作,由执行器执行相应动作,并将执行结果反馈给电子标签和主机系统. 电子标签 Agent 只和读写器进行直接交互. 首先获取读写器的信息,按照空中接口协议对信息进行分析与处理,根据处理的结果,检索行为规则库,由执行器执行规则库中相匹配的动作,并将执行结果返回给读写器. RFID 模型结构如图 1(a)和(b)所示.



(a) 读写器 Agent 结构



(b) 电子标签 Agent 结构

图 1 RFID 模型结构

从图 1 可以看出,电子标签和读写器 Agent 结构类似. 图 1(a)中,电子标签和主机系统构成了读写器 Agent 的环境. 读写器 Agent 在天线功率有效范围内搜索该系统下的电子标签 Agent,只有在工作区的标签 Agent 才能响应读写器 Agent. 电子标签 Agent 对读写器 Agent 提供的基本环境信息只有两种取值: 0(不存在标签)或者 1(存在标签).

环境感知负责搜索采集环境信息.

环境信息以数据帧的形式进行传输. 数据帧的分

析及处理与通信双方的协议有关. 不同品牌、型号的读写器, 通信协议不同. 不同的通信协议, 数据帧格式也不同. 为了识别、分析和处理各种不同格式的数据帧, 在实际中, 经常需要为每一种不同的帧格式编写相应的识别、分析和处理代码^[8], 不利于代码的共享、升级和维护. 将数据帧格式映射为一个有限状态机模型, 用统一的模型描述不同的数据帧格式, 用相同的代码实现对不同数据帧的解析和处理. 使数据帧的解析和处理与具体的帧格式无关, 具有通用性^[9]. 通信协议映射主要指数据帧格式映射, 包括映射表和自动机模型库两部分. 映射表类似于编译原理中的符号表, 但和符号表不同的是, 映射表用来存储数据帧格式标识和帧格式描述. 自动机模型库实质为帧格式状态转换图集, 即帧格式自动机模型. 映射表和自动机模型库之间通过帧格式标识建立关联. 数据帧格式状态转换图的建立是通信协议映射的关键. 笔者所用设备数据帧格式如下:

SOF MS C DLEN ADDR Data CHK

其中,

SOF: 帧头, 不同的帧头标示符, 代表数据帧的功能不同.

MS: 一帧数据所需字节数(除帧头).

C: 控制命令标识符.

DLEN: 数据域长度.

DA: 数据地址.

Data: 数据值, 具体数据值个数与 DLEN 有关.

CHK: 帧校验.

根据各域的属性及语义, 生成图 2 所示状态转换图.

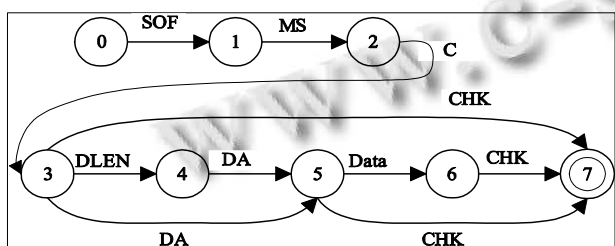


图 2 数据帧格式状态转换图

用相同的方法, 可以建立其它通信协议数据帧格式状态转换图, 即自动机模型.

读写器 Agent 根据数据帧格式映射结果、自身历史信息 and 当前信息, 更新当前状态.

行为规则库实质为一系列 IF-THEN 规则.

3.2 ID 模型的实现

编程实现时, 读写器 Agent 环境感知描述为:

$E = \text{FormalEnvironment}(T, \text{Con})$

其中,

E: 表示读写器感知到的离散状态环境信息.

T: 表示电子标签所提供的环境信息.

Con: 表示主机系统提供的环境信息.

读写器 Agent 完成一次对环境的感知搜索, 并对该环境产生作用的过程如下:

$(T, \text{Con})\text{SearchEnvironment}()$

$E\text{FormalEnvironment}(T, \text{Con})$

$\text{StateUpdateState}(\text{State}, E, \text{LastAction})$

$\text{IPackagingInformation}(\text{State}, E)$

$\text{RuleRuleSearch}(\text{State})$

$\text{LastActionActonTable}(\text{Rule})$

$\text{Execute}(\text{LastAction}(I))$

其中,

State: 表示读写器自身状态信息.

LastAction: 表示最近一次动作.

I: 表示下一步要执行的动作.

Rule: 表示规则库中的规则.

读写器与环境做交互时, 用一个 State 状态集合描述了工作模式、工作参数以及校验数据方法. 读写器根据环境信息 E, 修改内部状态. 读写器内部状态只能因根据主机的控制命令而改变. 由环境数据、State 状态和读写器最近一次动作三者共同再次更新当前读写器的 State.

电子标签 Agent 的实现和读写器 Agent 的实现类似, 不再赘述.

4 应用实例

RFID 模型可用于车联网中读写器优化布设、异常驾驶行为分析、动态交通组织方案选优等各种仿真. 根据论文所建读写器和电子标签模型, 开发了 RFID 交通数据采集读写器优化布设仿真软件(图 3). 选取西安市某信号控制交叉口为仿真对象, 并分别在交叉口东西方向路段(图中方向同地图方向)设置参数不同的两个读写器(图中圆形标志), 采集东西双向的车辆信息. 圆形半径大小即为读写器工作范围, 半径较小者为 00 号读写器, 半径较大者为 01 号读写器.

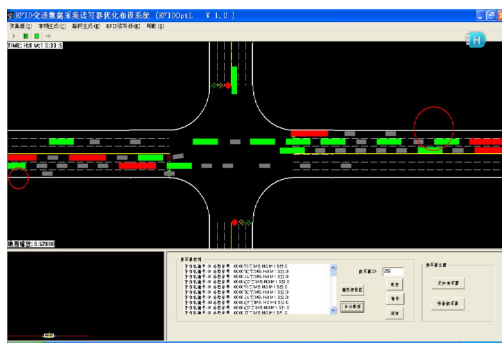


图 3 RFID 交通数据采集读写器优化布设系统界面

分别从东西两个方向入口按照泊松分布生成车辆, 同时将车辆生成信息保存至文件。外侧车道为右转车道, 中间车道为直行车道, 内侧车道为直行左转弯道。程序运行 10 分钟, 采集到的车辆部分信息如表 1 所示。

表 1 RFID 读写器模型采集到的部分车辆数据

序号	读写器编号	电子标签 ID (车辆标识)	仿真器时间 (H:小时 M:分 S:秒)
1	01	00 00 3A	H:0 M:0 S:31
2	01	00 01 61	H:0 M:0 S:31
3	01	00 00 AA	H:0 M:0 S:35
4	01	00 00 62	H:0 M:0 S:35
5	01	00 00 6A	H:0 M:0 S:40
6	00	00 00 21	H:0 M:0 S:40
7	01	00 00 2B	H:0 M:0 S:42
8	01	00 00 16	H:0 M:0 S:42
9	01	00 01 9C	H:0 M:0 S:49
10	00	00 00 66	H:0 M:0 S:49
11	01	00 00 BA	H:0 M:0 S:51
12	01	00 00 65	H:0 M:0 S:51
13	00	00 00 72	H:0 M:1 S:01
14	01	00 00 EA	H:0 M:1 S:01
15	01	00 00 6C	H:0 M:1 S:01
16	01	00 00 73	H:0 M:1 S:01
17	01	00 00 29	H:0 M:1 S:04
18	01	00 00 81	H:0 M:1 S:04
19	01	00 00 7E	H:0 M:1 S:04
20	00	00 00 77	H:0 M:1 S:06
21	01	00 0C 2A	H:0 M:1 S:06
22	01	00 02 61	H:0 M:1 S:06
23	01	00 0C CC	H:0 M:1 S:08
24	01	00 00 6E	H:0 M:1 S:08
25	01	00 00 FA	H:0 M:1 S:08
26	01	00 04 61	H:0 M:1 S:08
27	01	00 00 7A	H:0 M:1 S:08
28	00	00 00 7B	H:0 M:1 S:18
29	01	00 00 2C	H:0 M:1 S:18
30	01	00 00 41	H:0 M:1 S:18

从表 1 可以看出, 用来采集外侧右转车辆信息的

“0”写器识别到的车辆数较少, 实例中右转车辆比例较小, 同实际情况相符。将采集到的数据同入口车辆生成信息进行统计分析, 并结合可视化仿真过程, 可以得出, RFID 模型较好地逼近了物理 RFID 设备, 可以满足车联网仿真的需求。

5 结论

不同的仿真模型目的和应用也不同。为了满足车联网仿真的需求, 建立了 RFID 模型。将 RFID 模型分为读写器 Agent 模型和电子标签 Agent 模型, 便于模拟现实中读写器和电子标签之间的交互。根据自动机理论建立不同通信协议数据帧解析和处理的统一模型, 增加了处理异构数据帧的灵活性。下一步还需对所建 RFID 模型进行大样本验证和检验, 增强模型的可靠性。

参考文献

- 1 Wen. An intelligent traffic management expert system with RFID technology. *Expert Systems with Applications*, 2010, (37):3024–3035.
- 2 Aloul F. GuideME: An effective RFID-based traffic monitoring system. *Proc. of the IASTED International Conference on Advances in Computer Science and Engineering, ACSE 2012*. 2012: 353–359.
- 3 Mandal K. Road traffic congestion monitoring and measurement using active RFID and GSM technology. *Proc. of 2011 14th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems, ITSC 2011*. 2011. 1375–1379.
- 4 Karmakar PS. Chipless RFID for intelligent traffic information system. *Proc. of IEEE Antennas and Propagation Society, AP-S International Symposium (Digest)*. 2011: 992–995.
- 5 Chattaraj, Anuran. An intelligent traffic control system using RFID. *IEEE Potentials*, 2009,28(3):40–43.
- 6 Basile F, Chiacchio P, Teta D. A hybrid model for real time simulation of urban traffic. *Control Engineering Practice*, 2012,20(2):123–137.
- 7 Bazghandi A, Pouyan AA. An agent-based simulation model for Urban traffic system. *Computer and Information Science*, 2011,4(4): 72–82.
- 8 彭四伟,朱群雄.形式化描述驱动的数据帧解析与处理. *计算机工程与应用*,2006,(5):179–182.
- 9 南春丽,张生瑞,严宝杰.异构数据源城市道路仿真模型接口. *计算机工程与应用*,2008,44(36):212–215.