

基于物联网的城市交通突发事件的检测研究

王 皓 谭国真 杨际祥

(大连理工大学计算机科学与技术学院 大连 116024)

摘 要 设计了基于物联网的智能交通网络公路交通突发事件自动检测方法。利用物联网技术的优势,以交通突发事件所具有的特征研究为基础,以交通突发事件本身特征作为主要检测对象,进行有针对性的城市道路信息的采集,并使用免疫算法作为采集信息的数据融合方法,根据融合后的数据来对交通突发事件进行判定。实验表明,利用物联网平台并配合免疫算法,无论是检测率还是误报率都有比较大的改善,并且对于未知的突发事件也有较好的支持,是一种非常有效的城市交通突发事件检测方法。

关键词 物联网,城市交通突发事件,检测,免疫算法

中图分类号 TP393 文献标识码 A

Research on Urban Traffic Emergency Detection Based on IoT

WANG Hao TAN Guo-zhen YANG Ji-xiang

(School of Computer Science and Technology, Dalian University of Technology, Dalian 116024, China)

Abstract An automatic urban road traffic emergency detection approach based on IoT technology was developed. Taking the advantage of the IoT technology and using the characteristics of urban traffic emergency itself as the main detection object, the targeted information on city roads are gathered and fused together with immune algorithm, therefore the traffic emergency can be predicated by using these fused data. Experiment results indicate that proposed method can obtain an improvement on detection rate and error rate, and also the unknown emergency can be better supported, thus demonstrating the effectiveness of the presented method in this paper.

Keywords Internet of things (IoT), Urban traffic emergency, Detection, Immune algorithm

1 引言

物联网的概念于 1999 年 10 月由美国麻省理工学院(MIT)的教授首先提出,它是在 Internet 基础上,利用无线射频识别(RFID)、无线数据通讯等技术构造的一个实现全球物品信息实时共享的网络,在这个网络中,物品能够彼此进行“交流”,而无需人工干预。其实质是利用无线射频识别技术,通过计算机互联网实现物品的自动识别和信息的互联与共享^[1,2]。

公路交通突发事件危害巨大,是破坏正常公路秩序、引起偶发性公路交通拥挤和拥堵的主要因素^[3,4],据统计每年因交通突发事件所引起的损失已达上千亿元人民币。交通突发事件的应急管理是减少事件危害,降低事件损失,快速恢复正常公路交通秩序,提高道路运行效率的有效手段。如何利用物联网的技术优势进行城市交通突发事件的检测是一个值得研究的问题。

2 物联网

2.1 物联网的节点和架构

目前,最具代表性的物联网架构是欧美支持的 EPC (Electronic Product Code, 电子产品编码) 构架^[5,6]。EPC 的

概念是由 MIT 的 Sanjay Sarma 和 David Brock 两位教授于 1999 年 10 月提出的,其核心思想是为每一个产品提供唯一的电子标识符;通过射频识别技术完成数据自动采集;电子标签上只存储 EPC 码,而对应于 EPC 码的解析是通过与互联网相连的服务器来完成的。其相关技术和标准成为商业 RFID 产业的基础。典型的物联网结构如图 1 所示。

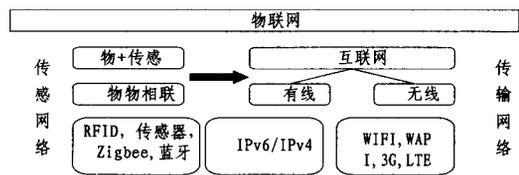


图 1 典型的物联网结构

物联网架构中主要分为 5 个部分,即电子标签(或无线传感器)、阅读器、物联网中间件、物联网名称解析服务和物联网信息发布服务。在物联网系统中每一个物品有一个唯一的 RFID 码^[1],存储于物品上的电子标签中,同时,这个 RFID 码对应的详细信息和属性被存储在物联网信息发布服务器中。阅读器对电子标签进行读取后,将读取到的 RFID 码发送给物联网中间件。中间件服务器通过 Internet 向相关的物联网名称解析服务器发出一条查询指令,解析器收到查询指令后,

到稿日期:2011-03-14 返修日期:2011-05-20 本文受国家重点基础研究规划(973)(2005CB321904)资助。

王 皓(1981—),男,博士生,主要研究方向为物联网、智能交通系统,E-mail:dr. haowang@qq. com;谭国真(1960—),男,博士生导师,主要研究方向为物联网、智能交通系统;杨际祥(1975—),男,博士生,主要研究方向为物联网、智能交通系统、并行与分布式计算。

根据规则查得与之相匹配的地址信息,就像 Internet 中的 DNS 功能一样,同时引导中间件服务器访问存储物品详细信息的物联网信息发布服务器,在收到查询信息后,就将物品的详细信息以网页的形式发送给中间件,从而获得与物品对应的详细信息。

2.2 交通突发事件的物联网的特点

基于物联网的交通管理有以下几个关键技术突破点。

先进的检测、感知、识别技术和车载设备。通过采用射频识别技术、传感器技术获取人与物的地理位置、身份信息等,实现物物相通,包括新一代车载电子装置、车辆自动驾驶设备、驾驶员驾驶能力和精神状态自动检测仪表的研制与开发使用。

建立信息网络。信息网络需要收集的信息包括:交通基础设施的现行自然状态,设计、施工、使用与维护档案,环境状况,有关的天气条件和预测的天气变化等信息。

交通事故自动检测、预警应变技术。交通事故一旦发生,关键是要尽快地将救护人员召集到事故现场。要求车载装置能自动检测事故的发生,及时自动地通报事故发生地点和伤员人数及其伤情。

先进的交通管理调度系统。该系统需要具备智能的、自适应的管理各种地面交通的能力,并实时地监视、探测区域性交通流运行状况,快速地收集各种交通流运行数据,及时地分析交通流运行特征,从而预测交通流的变化,并制定最佳应变措施和方案。如车辆-道路自动化协作系统、车联网系统。

检测交通突发事件的物联网平台是一种由大量智能传感器节点构成的无线网络,其目的是协作感知、采集和处理受测区域的信息,并发布给终端用户。

基于物联网的智能交通网络是无线自组网的一种,但与其它无线自组网如 Ad-hoc 网络相比又有明显的不同。基于物联网的智能交通网络是一种以数据为中心的网络,其任务不仅仅是数据通信,还有数据的协同采集与处理,这与其它类型的网络不同。基于物联网的智能交通网络具有下面几个特点:(1) 硬件资源有限。这是基于物联网的智能交通网络最为明显的特点。由于应用的特殊性,传感器网络节点不仅要求体积微小、价格低廉、功耗低,还要具有一定的计算、存储与通信能力。对于单个节点来说,硬件资源与能力都非常有限,任务的完成是靠多个节点共同协作。因此,节点协作是基于物联网的智能交通网络节点应用程序设计的工作基础。(2) 节点数量众多,分布密集。为了实现对一个区域的监测,常常向该区域投撒成千上万个传感器节点。这些传感器节点分布非常密集,可利用节点之间高度连接性来保证系统的容错性和抗毁性。(3) 以数据为中心。在传感器网络中,数据从采集到传输至监控端的过程中,一直伴有数据的处理,而不像传统网络只负责数据的通信。另外,在传感器网络的应用中,人们并不关心具体某一个传感器的数据,而是注意监控区域的数据。(4) 自组织。基于物联网的智能交通网络的布设和展开不依赖任何其它的预设设施,节点通过具有自组织功能的通信协议和算法来协调各自的行为,节点开机后可以快速、自动地组成一个独立的网络。(5) 多跳路由。网络中单个节点的通信距离是有限的,一般在几百米范围内,节点只能与它的邻居直接通信,与 Sink 节点的通信需要通过中间节点进行接力传输,并且路径是动态的,且随时间变化。固定网络的多

跳路由使用网关和路由器来实现,而基于物联网的智能交通网络中的多跳路由是由普通网络节点完成的,其没有专门的路由设备,这样每个节点既可以是信息的发起者,也可以是信息的转发者。(6) 动态拓扑。基于物联网的智能交通网络是一个动态的网络,节点可以随处移动;一个节点可能会因为电池能量耗尽、通信信道的不稳定等其他故障退出网络运行;一个节点也可能由于工作的需要而被添加到网络中。这些都会使网络的拓扑结构随时发生变化,因此网络应该具有动态拓扑组织功能。

3 城市交通突发事件自动检测

3.1 公路交通突发事件的定义和特点

公路交通突发事件特征包括自身固有特征和外延特征。自身固有特征表现为对人们视觉、听觉及感觉方面的刺激,这些固有特征与事件自身发生机理有关,可以用来描述事件性质,是直接事件检测机制所要检测的数据对象;外延特征表现为对正常交通状态的影响,不能描述事件性质,但可以用来判定是否有事件发生,是间接事件检测机制所要检测的数据对象。因此,对交通突发事件特征的研究是进行突发事件自动检测研究的基础。

交通领域原发性的突发事件主要包括交通事故、车辆抛锚等,由轮胎漏气、轮胎过热、油料耗尽、机械性故障等所引发的车辆抛锚事故占 81%,恶性的交通事故占 18%,其它事件占 1%。从统计情况来看,车辆抛锚和交通事故占据了公路交通突发事件的绝大多数,因此,在本文中也将这两类交通突发事件作为研究和检测的对象。

车辆抛锚、车辆碰撞事故这两大类交通突发事件具有以下固有特征:(1) 车辆速度突降。当有交通突发事件发生时,车辆速度往往会在很短的时间内突降为 0,并且伴有碰撞声、行驶状态异常等其它特征出现;当车辆因轮胎炸胎、油料燃尽或自身机械故障而抛锚时,速度也会在短时间内降为 0。因此,车辆的即时速度突降变化情况,即加速度很大,是事件的一个固有特征,可以用来进行事件判定。(2) 事故声音信号。事故声音信号主要由车辆碰撞引起,据统计,在各类交通事故中,车辆碰撞事故占 90%。声音特征信号主要包括紧急刹车时轮胎与路面磨擦发出的尖叫声、玻璃急剧破碎声音、金属猛烈撞击声等。这些声音与车辆正常行驶时所发出的声音有很大的区别,因此,这些声音信号可以当作交通突发事件的判定标志。(3) 事故视频图像。正常情况下,车辆在规定的车道上以稳定的车速行驶,当有事故发生时,车辆的运行状态发生异常,如车辆翻滚、停止不动、车辆着火等明显的可视特征,因此,通过识别这种异常视频图像可对交通突发事件进行判定。

从上面对交通突发事件的特征分析来看,传统的、只能进行单一数据采集与处理的设备不能满足需求,数据采集设备要同时具有采集交通流参数数据、事件声音特征数据、事故图像特征数据和进行初步处理的能力,当前的基于物联网的智能交通网络恰能满足需求。

3.2 突发事件信息采集

利用基于物联网的智能交通网络作为交通突发事件检测系统的数据采集设备,来完成车辆速度、事故声音、事故图像等特征数据的采集,需要关注下面两个方面的技术。

(1) 交通突发事件特征获取。主要实现利用基于物联网

的智能交通网络检测车辆,获取交通流数据、事件特征数据等。车辆的检测是实现交通流参数数据采集的基础,车辆的检测可以通过检测车辆对地磁场的扰动,或车辆行驶的声音,或车辆目标在视频监控区域的出现等特征来实现。基于物联网的智能交通网络设备集成了多种类型的传感器,可以对上述特征数据进行感测,但其视频信息的处理较为复杂、能耗大,且其应用受到光线影响较大。

(2) 多类型传感器数据融合。信息融合的目的是基于各种传感器分离观测信息,通过对信息的优化组合导出有效的信息,利用多个传感器共同或联合操作的优势,来提高整个系统的有效性^[7,8]。在本应用中,多种类型的传感器数据信息的融合技术主要是用来生成对交通突发事件的特征数据的描述,为下一步推测是否有事件发生,以及发生什么类型的事件提供数据支持。

3.3 检测系统的结构

本文的研究选用灵敏度较高的巨磁阻传感器作为物联网节点传感器来完成对行驶车辆的检测。系统的频率选择在 2.4GHz 工作频段,该频段相对于 433MHz、868MHz、915MHz 具有较宽的工作频带和较快的信号传输速率。该系统主要由无线传感器节点和无线传感器汇聚节点组成。无线传感器节点是整套系统的基本组成部分,节点是整个系统的基本组成单元,节点电路的基本组成框图如图 2 所示。

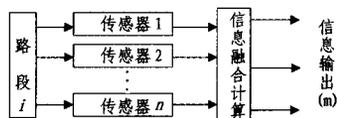


图 2 无线传感器节点的基本组成框图

整个系统由微处理器、传感器单元、收发单元及供电单元组成。传感器为磁阻传感器,有两个相距 5~10cm 的磁阻传感器,当有车辆通过时,传感器周围的地磁场发生变化,变化的磁场信号经过信号放大后由 A/D 转换器送入微处理器,处理器立即启用定时器记录下车辆通过的时刻,然后开始采集后端传感器的输出信号,当检测到车辆后计时器停止计时。重新开始车辆的计数工作,检测下一辆车,系统采用两个传感器来判断车辆行驶的方向。检测后的信息经处理后发送至收发单元,收发单元将检信号发送给无线传感器汇聚节点。整套系统的设计原理框图如图 3 所示。

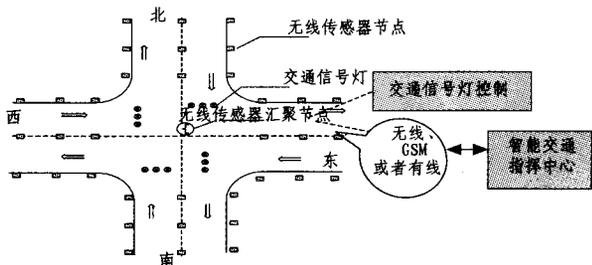


图 3 基于物联网的智能交通网络车辆突发事件检测系统结构

安装在道路边的物联网无线传感器节点实时地检测车道上行经的车辆,远离信号灯的无线传感器节点能够实时地检测停留在车道上的排队车辆长度,传感器节点将监测到的信息实时地发送给无线传感器汇聚节点。汇聚节点根据道路两边布置的传感器发送来的信息,形成物联网中采集到的信息流,汇总到 Internet 网络。

3.4 获取事件关键数据

车辆的检测是进行交通流参数数据获取的基础^[9-11]。当前的车辆检测技术包括压电线圈技术、感应线圈技术、被动声学检测技术、磁力计检测技术、微波雷达技术及视频检测技术等^[12]。本文采用被动磁力计检测技术实现车辆的检测,原因有二:一是地磁场在相当宽广的区域内相当稳定,且受干扰较小,用简单的阈值判定算法就可实现车辆的检测;二是用于检测地磁场扰动的异向磁阻传感器极易在微型传感器节点上集成。

(1) 异向磁阻传感器检测车辆。异向磁阻传感器是一种基于磁阻效应的传感器器件,这种传感器有相当高的灵敏度,可以检测由外界干扰所引起的地磁场的微弱变化。在无干扰情况下,由于地球磁场在一定区域内是相对稳定的,而主要由钢、铁材料制成的车辆的出现会影响该区域的地球磁场强度,因此,通过实时检测该区域内地磁场的突然变化,来检测车辆的存在。

(2) 事故声音特征的获取。当有交通突发事件发生时,其伴随的声音主要由碰撞声音、刹车声音等组成。碰撞声音是由高速运行的金属车辆碰撞发出,刹车噪声是由车辆橡胶轮胎与水泥(沥青)地面高强度摩擦产生。由于车辆正常行驶的声音与车辆碰撞所发出的声音的发声材质不同,因此,两种声音无论是在频率上还是在能量上都存在显著的不同。正常的低频、低强度交通声音信号是伴随着车辆运行而产生,发声材料多样,因此,检测信号的时域和频域都比较宽,检测波形较为平稳;车辆碰撞声音信号主要以高频信号为主,发生及持续时间短,是一种突变声音信号,人耳就是依据这个声音突变特征来听到有事件发生,因此可以将事件声音特征作为描述事件的主要外在特征之一。

(3) 车辆行驶方向的获取。对车辆行驶方向的判断,同样采用传感器作为数据检测设备,以相关轴向所测得的地磁场受扰的变化情况作为车辆前进方向的判定依据。当车辆通过传感器时,由于该区域均匀地磁场的磁力线总是被由钢铁所组成的车辆所吸引而扭曲变形,造成车体区域的磁力线较为密集,车体区域地磁场的强度变大,高于正常值;而车体外围区域的磁力线变稀疏,地磁场的强度变小,低于正常值,车辆的移动会使这种变化情况跟着移动,因此,可以根据这种变化情况来判定车辆的前进方向。

4 基于免疫算法的多传感器交通事故数据融合技术

目前用于进行交通突发事件的检测算法主要有 3 大类:第一类是以加利福尼亚算法和 TSC7 号算法为代表的比较法,它是以正常条件下的交通特征参数值(交通流,速度,占有率)来预置临界阈值,通过将实时的交通参数数据与临界值进行比较,来区别出交通的不正常情况,即发生交通突发事件的情况。这种方法实现非常简单,性能很高,缺点也是很明显的,即设置合适的阈值是非常困难和费时的。第二类是时间系列算法,这是应用时间系列模型来预报交通参数,通过比较观测值和预测值来自动检测交通突发事件的方法。典型的算法是标准的偏差算法、自动回归结合平均数算法。这种方法相对于比较法具有更好的自适应性,但其缺点在于它比较依赖于交通参数的历史数据。第三类是人工智能算法,这是一种基于规则的算法或一种对突发事件识别模式具有学习记忆

的算法。典型的算法有模糊逻辑算法和神经网络算法。这是目前比较常用的算法,这类算法兼具了比较好的性能和自适应性,但是也依赖于合适算法的选择,如果选择的算法不恰当,则会影响到算法的收敛性。

免疫算法严格来讲也是人工智能算法中的一种。在生物学家提出生物免疫理论后,人们发现,免疫系统具有很多智能化的特征,例如学习、记忆、进化、自组织能力等,具有高度分布性的自适应的学习系统,具有强大的信息处理能力,尤其是能够在完全并行和分布的方式下实现复杂的计算,适用于复杂环境下多传感器的数据融合。近年来,免疫计算机理论和免疫算法已经引起了相关研究人员的极大关注^[13-16]。

4.1 免疫算法简介

基于生物免疫系统的免疫算法是模仿生物免疫学和免疫进化理论,通过人工方式构造的一类优化搜索算法。基于免疫算法的应用系统,一般都包括对抗原的认识、学习、记忆以及系统本身的调节等机制,而交通突发事件检测系统和免疫系统非常相似,免疫系统的所有机制和方法都可以用于突发事件的检测,例如生物免疫系统对病毒的识别和学习机制可以用于特征识别;数据融合、组合优化、机器学习、控制等可以参照免疫系统的学习和调节机制;免疫记忆的原理可以应用于联想记忆等。

免疫计算模型的建立是为了开发用于解决工程实际问题的各种算法,基于免疫学原理的算法统称为“免疫算法”。在我们所接触的资料中,最早提出免疫算法的是 Mori 和 Fukuda 等人^[17]。经过众多学者的进一步研究完善,目前形成的工程应用中的免疫算法一般可分为以下 5 步^[18]: (1) 定义抗原:将需要解决的问题抽象成符合免疫系统需要的抗原形式,例如交通突发事件的特征数据等,抗原识别则对应为问题的求解。(2) 产生初始抗体群体:随机或依据先验知识生产初始抗体群。(3) 计算亲和力:计算抗原与抗体之间的亲和力,如果亲和力满足需求,说明已产生了满足要求的解,则算法结束。(4) 克隆选择:与抗原有较大亲和力的抗体优先进行繁殖,为了避免收敛于局部最优解需要抑制浓度过高的抗体,淘汰低亲和力的抗体。为获得抗体多样性,通过克隆选择改变子代抗体使其在保持多样性的情况下与抗原更好地配合。(5) 评估新的抗体群体:若不能满足终止条件,则转向第(3)步,重新开始计算;若满足终止条件,则当前的抗体群体则为问题的最佳解。

免疫算法的基本架构如图 4 所示。

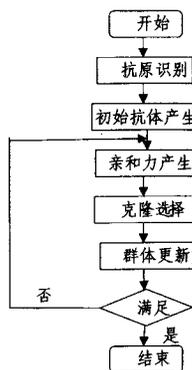


图 4 免疫算法的基本架构

4.2 用于交通突发事件匹配的免疫检测细胞生成算法

生物免疫系统中抗体对抗原的识别所采用的机制和方法

可以用于交通事故特征数据的融合与识别。本文中交通事故检测细胞的生成主要使用了免疫系统中的克隆选择和否定选择等免疫机制。

本文首先使用克隆选择、否定选择等方法生成用于交通突发事件匹配的免疫检测细胞,然后通过免疫检测细胞来识别是否发生了突发事件、发生了何种突发事件,最后提取并记忆识别突发事件的检测细胞(特征码),将其加入抗体群,留待后续使用,具体方法如下。

(1) 自体与非自体的定义。在本文提出的交通突发事件的检测系统中,自体 S 为正常交通数据信息的集合, $S \subseteq U$; 非自体 T 为突发事件特征数据信息的集合, $T \subseteq U$ 。满足 $S \cup T = U, S \cap T = \emptyset$ 。其中, $U = \bigcup_{i=32}^{+\infty} G^i$ 代表问题域集合; G 用来表示特征码的十六进制字符集合。

(2) 检测细胞定义。为了适应物联网海量的数据特征信息,交通事件检测细胞选用了长度在 32 位到 64 位之间的十六进制的特征码定义:检测细胞 $b, b \in \bigcup_{i=32}^{64} G^i$ 。它融合了免疫系统中的 B 细胞、T 细胞和抗体的性质,模拟淋巴细胞来检测和识别突发事件。比如对于两种轿车车型之间的轻度碰撞事件的免疫检测细胞,在本系统中其对应特征码就是 5D3EFF7C6DA932DCA34120909BBACD642DEA243。

(3) 进行抗原与抗体之间的亲和力计算。设免疫检测细胞为 $b = c_1 c_2 \dots c_{l_b}$, 而突发事件数据特征为 $v = g_1 g_2 \dots g_{l_v}$, 其中 c_i, g_j 均为十六进制特征码字符。式(1)定义了免疫检测细胞 b 对突发事件特征 v 的识别。

$$f_r(b, v) = \begin{cases} 1, & f_{\text{affinity}}(b, v) / l_b \geq \lambda_r \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (1)$$

式中, $f_{\text{affinity}}(b, v)$ 定义了免疫检测细胞 b 和突发事件特征 v 之间的亲和力,其计算方式如式(2)所示,亲和力越高, b 和 v 之间越匹配;当两者之间亲和力的比值(也是最大的亲和力值)达到一定的门限比例时, b 就识别 v 。

式(1)中的 1 表示 b 识别 v , 0 表示亲和力不足,不予识别, λ_r 即为设定的亲和力识别的阈值, $0 \leq \lambda_r \leq 1$, l_b 为检测细胞的长度。

$$f_{\text{affinity}}(b, v) = \max(a_1, a_2, \dots, a_{l_v - l_b + 1}) \quad (2)$$

式中, $a_i = \sum_{j=1}^{l_b} \delta_{ij}$, $\delta_{ij} = \begin{cases} 1, & c_j = g_{i+j-1} \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}, 1 \leq i \leq l_v - l_b + 1, 1 \leq j \leq l_b$ 。

(4) 进行否定选择。在进行突发事件的识别与检测过程中,需要尽可能地降低误报率,也就是说,不能把正常的交通事件或者环境干扰识别为突发事件,所以通过训练生成的免疫检测细胞在参与突发事件的检测前必须经过自体耐受的过程。检测细胞集合的自体耐受过程用式(3)定义:

$$f_{\text{tolerance}}(B) = B - \{d \mid d \in B \wedge \exists y \in S (f_r(d, y) = 1)\} \quad (3)$$

式(3)的用意在于消除检测细胞集合中所有识别自体的检测细胞。其中, S 为自体集合, $B \subseteq \{b \mid b \in \bigcup_{i=32}^{64} G^i\}$ 为接收耐受训练的检测细胞集合, f_r 为识别函数。

(5) 克隆选择过程。对于事件特征库中所没有的未知突发事件,利用免疫算法中的克隆选择机制也可以较好地进行检测识别。克隆选择过程如算法 1 所示。

算法 1 克隆算法

初始化初始检测细胞 S ;

While (S 中所用的检测细胞不能识别病毒 && 进行细胞选择的轮数没到最大值)

```
{
    计算所有生成检测细胞与突发事件特征的亲和力;
    选择出亲和力高于  $\lambda$  的检测细胞集合;
    根据亲和力克隆这个检测细胞子集形成  $S_1$ ;
    变异  $S_1$  中的检测细胞, 并将其加入到  $S_1$  中;
    对  $S_1$  进行自体耐受处理;
    将新的检测细胞集合  $S_1$  放置到集合 S 中;
}
if (检测出匹配的突发事件)
{
    保存识别出突发事件的检测细胞, 用于后续检测使用;
}
else
{
    没有发现突发事件, 结束算法。
}
```

(6) 免疫记忆。生物免疫系统可以记忆以前入侵过的抗原, 在下次入侵时可以进行快速的反应。与此类似, 在突发事件检测系统中, 一旦识别到了一个以前未识别过的新的突发事件, 就把对应的特征码加入到检测细胞集合库中, 用于今后的检测使用。

4.3 基于免疫检测细胞的交通突发事件检测算法

通过克隆选择、否定选择和免疫记忆几个步骤生成了新的检测细胞集合库后, 就可以使用免疫检测细胞库来进行突发事件的检测, 具体过程如算法 2 所示。

算法 2 检测算法

```
读取免疫检测细胞集合库;
读取交通事件特征数据样本;
if (检测细胞库中某一个检测细胞匹配了数据样本库中的事件特征)
{
    报告已知突发事件, 算法返回;
}
else
{
    利用克隆选择算法进行学习识别, 检查是否是未知事件;
    if (能够识别本次事件)
    {
        说明是新的未知的突发事件, 将本次特征保存到检测细胞库中; 进行免疫记忆。
    }
    else
    {
        未发生突发事件。
    }
}
```

5 常见交通突发事件检测系统的实现及结果分析

将物联网组合节点作为检测设备安置在车道中间, 进行正常交通声音的采集, 采集 8 种情况的数据, 分别是晚上和白天没有车辆通过时的自然界声音、晚上和白天正常交通环境下的交通声音、轻型轿车通过传感器时的声音、中型车辆通过传感器时的声音、重型卡车通过传感器时的声音、刹车声音。声音信号的采样频率设置为 22kHz, 音频采样大小为 8bit, 转

换为 WAV 格式存入便携式电脑。由于车辆碰撞场景不易捕捉, 因此, 车辆碰撞的声音信号采自车辆碰撞实验室, 由大连市交通事故鉴定部门提供。为了对信号变化情况进行直观形象的分析, 用信号处理工具软件 Matlab 对所采集的数据进行了分析。

对于地磁场受扰信息的采集, 重点关注空间方向的地磁场变化情况, 因为当有车辆通过时, 空间方向地磁场变化明显, 且不易受相邻道其它车辆影响。采集 3 种情况下的磁信号, 一是背景地磁场信号, 二是车辆正向行驶时的地磁场受扰信号, 三是逆向行驶时的地磁场受扰信号(用改变传感器标定轴的方法实现), 信号采样频率为 128kHz。

实验选取大连的交通数据为训练样本集, 分别从原始数据中随机抽样出了 1000、5000 和 10000 个交通道路行驶特征数据样本。由于针对突发事件的检测结果, 并非单单取决于所采用的融合算法, 也与算法所在的硬件检测平台相关, 因此分别进行了两组实验, 第一组是免疫算法分别在传统的传感器平台和物联网平台中的表现对比, 如表 1 所列(表 1 中传感器平台简称为 WSN, 物联网平台简称为 IOT); 第二组是在同种物联网平台中, 分别采用免疫算法和传统的加利福尼亚算法进行比较的结果, 如表 2 所列(表 2 中免疫算法简称为 IMN, 加利福尼亚算法简称为 CAL)。两个表中的实验结果都分别包括采用两种算法在两种检测平台上各自的检测率和误报率的结果, 其中包括了交通突发事件中车车相撞、人车相撞、车辆起火等 8 种常见的事件。

表 1 物联网检测平台和传统传感器平台的准确率对比

突发事件类型	IOT (检测率)	WSN (检测率)	IOT (误报率)	WSN (误报率)
车车相撞	0.87	0.66	0.02	0.11
人车相撞	0.78	0.35	0.13	0.29
车辆起火	0.99	0.75	0.0	0.0
交通阻塞	0.99	0.90	0.0	0.02
人群集会占用道路	0.85	0.56	0.09	0.49
交通基础设施异常	0.94	0.78	0.01	0.07
恶劣道路状况	0.99	0.84	0.01	0.03

表 2 免疫算法与加利福尼亚检测算法的准确率对比

突发事件类型	IMN (检测率)	CAL (检测率)	IMN (误报率)	CAL (误报率)
车车相撞	0.87	0.75	0.02	0.08
人车相撞	0.78	0.43	0.13	0.27
车辆起火	0.99	0.76	0.0	0.0
交通阻塞	0.99	0.91	0.0	0.02
人群集会占用道路	0.85	0.64	0.09	0.43
交通基础设施异常	0.94	0.81	0.01	0.06
恶劣道路状况	0.99	0.86	0.01	0.03

其中, 对于本系统采用的免疫算法中的常用参数设定: 检测细胞的最大长度为 32 位到 64 位, 病毒产生识别的阈值为 90%, 检测细胞的阈值为 70%, 判断是否出现交通事故的阈值为 70%, 检测细胞最大的克隆数目为 57, 克隆选择的最大迭代次数为 105。

从实验结果中可以看出, 得益于多种异构传感设备的加入, 物联网平台比起传统的传感器平台无论是在检测结果的准确率上, 还是在支持的检测类型上, 都有了比较明显的提升; 而作为与检测平台搭配的数据融合算法, 即具有自适应性和动态性的免疫算法比起传统的加利福尼亚算法更是有大幅度的改善, 并且, 在传统的无线传感器网络中无法取得较好表

现的加利福尼亚算法,放到物联网平台中,也取得了不同程度的提升,这也从侧面证明了物联网平台的优势。

结束语 目前已经有多种技术应用于道路交通应急事件的处理,例如 GPS、视频、线圈等。基于物联网的智能交通网络可以为智能交通系统的信息采集和传输提供一种有效手段,用以监测路口各个方向上的车流量、车速等信息。本文主要介绍了利用物联网结合免疫算法来处理道路交通应急事件面临的挑战和关键技术,结合基于免疫算法的多传感器设备的信息融合方法。实验结果表明,本文提出的方法是一种非常有前景和有效的针对交通突发事件的自动检测技术。

参考文献

[1] Atzori L, Iera A, Morabito G. The Internet of Things: A Survey [J]. *Computer Networks*, 2010, 54(15): 2787-2805

[2] 田景熙. 物联网概论 [M]. 南京: 东南大学出版社, 2010

[3] Alkaabi A M S, Dissanayake D, Bird R. Analyzing Clearance Time of Urban Traffic Accidents in Abu Dhabi, United Arab Emirates, with Hazard-Based Duration Modeling Method [J]. *Transportation Research Record*, 2011(2229): 46-54

[4] Sommer C, Dressler F. Bidirectionally coupled network and road traffic simulation for improved IVC analysis [J]. *IEEE Transactions on Mobile Computing*, 2011, 1(1): 3-15

[5] Engels D W, Sarma S E, Putta L, et al. The Networked Physical World System [C] // *Proceedings of the IADIS International Conference WWW/Internet (ICWI2002)*. Lisbon, Portugal: IADIS Press, 2002: 104-111

[6] Schuster E W, Allen S J, Brock D L. Global RFID: The value of the EPCglobal network for supply chain management [M]. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2007

[7] Faouzi N E E, Leung H, Kurian J. Data fusion in intelligent transportation systems: Progress and challenges - A survey [J]. *Information Fusion*, 2011, 12(1): 4-10

[8] Jaber S, Rahmani A M, Zadeh A K. Trusted data fusion by using cellular automata in wireless sensor networks [C] // *Proceedings of the 8th Annual Collaboration, Electronic messaging, Anti-Abuse and Spam Conference (CEAS'11)*. New York, NY, USA: ACM Press, 2011: 145-151

[9] Chen Y L, Wu B F, Huang H Y, et al. A real-time vision system for nighttime vehicle detection and traffic surveillance [J]. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 2011, 58(5): 2030-2044

[10] Jazayeri A, Cai H, Zheng J Y, et al. Vehicle detection and tracking in car video based on motion model [J]. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 2011, 12(2): 583-595

[11] Cao X, Wu C, Lan J, et al. Vehicle detection and motion analysis in low-altitude airborne video under urban environment [J]. *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, 2011, 21(10): 1522-1533

[12] Padmavathi G, Shanmugapriya D, Kalaivani M. A study on vehicle detection and tracking using wireless sensor networks [J]. *Wireless Sensor Network*, 2010, 2: 173-185

[13] Farmer J D, Packard N H, Perelson A S. The immune system, adaptation, and machine learning [J]. *Physica D*, 1986, 2(1-3): 182-204

[14] Xi G, Yue J, Zhou B, et al. Application of an artificial immune algorithm on a statistical model of dam displacement [J]. *Computers and Mathematics with Applications*, 2011, 62(10): 3980-3986

[15] Ho C Y, Lee T E, Lin C H. Optimal placement of fault indicators using the immune algorithm [J]. *IEEE Transactions on Power Systems*, 2011, 26(1): 38-45

[16] Khaleghi M, Farsangi M M, Nezamabadi-pour H. Pareto-optimal design of damping controllers using modified artificial immune algorithm [J]. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part C: Applications and Reviews*, 2011, 41(2): 240-250

[17] Mori K, Tsukiyama M, Fukuda T. Immune algorithm and its application to factory load dispatching planning [C] // *Proceedings of Japan/USA Symposium on Flexible Automation*. San Francisco: ASME, 1994: 1343-1346

[18] Hong J, Lee W, Lee B, et al. An efficient production algorithm for multihead surface mounting machines using the biological immune algorithm [J]. *International Journal for Fuzzy Systems*, 2000, 2(1): 45-53

[19] 邬贺铨. 物联多的应用与挑战综述 [J]. *重庆邮电大学学报: 自然科学版*, 2010, 22(5): 526-531

(上接第 261 页)

[13] 杨建雄. 生物化学与分子生物学实验技术教程 [M]. 北京: 科学出版社, 2007

[14] Wang Zhao-cai, Xiao Dong-mei, Li Wen-xia, et al. A DNA procedure for solving the shortest path problem [J]. *Applied Mathematics and Computation*, 2006, 183(1): 79-84

[15] 陈德富, 陈喜文. 现代分子生物学实验原理与技术 [M]. 北京: 科学出版社, 2006: 38

[16] 梁国栋. 最新分子生物学实验技术 [M]. 北京: 科学出版社, 2002: 130

[17] 李娜, 乔光明, 嵇林海, 等. 纳米材料在聚合酶链式反应体系中的应用研究进展 [J]. *分析化学评述与进展*, 2010, 38(1): 138-142

[18] 刘梦培, 田敏, 傅大立, 等. 一种新的微卫星 PAGE 的 DNA 显带方法 [J]. *湖南农业科学*, 2010(17): 145-148

[19] 巴克 K. 分子生物学实验室工作手册 [M]. 王维荣, 黄伟达等, 译. 北京: 科学出版社, 2005: 271-289

[20] 史金铭, 孙野青. 单链 DNA 纯化对变性 PAGE 凝胶银染片段回

收效率的提高 [J]. *生物学杂志*, 2009, 26(5): 74-76

[21] Tanaka H, Kawai T. Partial sequencing of a single DNA molecule with a scanning tunnelling microscope [J]. *Nat Nanotechnol*, 2009, 4: 518-522

[22] Branton D, Deamer D W, Marziali A, et al. The potential and challenges of nanopore sequencing [J]. *Nat Biotechnol*, 2008, 26: 1146-1153

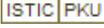
[23] Albertorio F, Hughes M E, Golovchenko J A, et al. Base dependent DNA-carbon nanotube interactions: activation enthalpies and assembly-disassembly control [J]. *Nanotechnology*, 2009, 20: 395101

[24] 黄彦. DNA 高速测序技术及其应用 [J]. *生命科学仪器*, 2008, 6(2): 3-6

[25] 倪红兵, 王惠民. 焦磷酸测序技术及其应用进展 [J]. *医学检验与临床*, 2006, 17(9): 1-3

[26] Pettersson E, Lundeberg J, Ahmadian A. Generations of sequencing technologies [J]. *Genomics*, 2009, 93(2): 105-111

基于物联网的城市交通突发事件的检测研究

作者: [王皓](#), [谭国真](#), [杨际祥](#), [WANG Hao](#), [TAN Guo-zhen](#), [YANG Ji-xiang](#)
作者单位: [大连理工大学计算机科学与技术学院](#) 大连116024
刊名: [计算机科学](#) 
英文刊名: [Computer Science](#)
年, 卷(期): 2012, 39(2)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_jsjcx201202061.aspx