

文章编号:1671-8879(2014)02-0108-07

车联网大数据环境下的交通信息服务协同体系

段宗涛^{1,2}, 康 军^{1,2}, 唐 蕾^{1,2}, 樊 娜^{1,2}, 刘 研¹, 代记婷¹

(1. 长安大学 信息工程学院, 陕西 西安 710064; 2. 长安大学 陕西省道路交通智能检测与
装备工程技术研究中心, 陕西 西安 710064)

摘 要:以车联网大数据环境下的新型交通信息服务协同体系建设为目标,在深入分析车联网和大数据的内涵和技术特征的基础上,针对交通信息服务的应用需求,基于分布移动交通信息原子服务计算平台,提出了新型交通信息服务协同体系,包括交通信息服务模型描述、基于机会通信的服务发现协议、基于语义的交通信息服务匹配算法和上下文驱动的服务动态组合 4 个部分,从这 4 个方面入手,建立了车联网大数据环境下的新型交通信息服务协同原型系统,验证了服务描述、服务发现、服务匹配服务组合技术。研究表明:新型交通信息服务协同体系能够很好地提高交通信息服务的智能化和个性化水平,服务质量明显提高,用户所需服务供给的针对性显著提高;该服务协同体系能为车联网用户提供更为智能和个性化的交通信息服务,有助于保障交通运输的安全和高效运营。

关键词:交通工程;交通信息服务;车联网;大数据;服务协同

中图分类号:U495

文献标志码:A

Traffic information service cooperation architecture based on vehicular network big data

DUAN Zong-tao^{1,2}, KANG Jun^{1,2}, TANG Lei^{1,2}, FAN Na^{1,2}, LIU Yan¹, DAI Ji-ting¹

(1. School of Information Engineering, Chang'an University, Xi'an 710064, Shaanxi, China;

2. Shaanxi Road and Traffic Detection Engineering and Technical Research Center,

Chang'an University, Xi'an 710064, Shaanxi, China)

Abstract: The aim of this article is to construct a new type of traffic information service cooperation architecture based on vehicular network big data. Through in-depth analysis of the connotation and technology characteristics of vehicular network big data, a traffic information service cooperation architecture for the requirements of traffic information service was proposed. This cooperation architecture included four parts: the traffic information service model description, service discovery protocol based on opportunity communication, matching algorithm for traffic information service based on semantics and context driven dynamic service composition. This kind of new traffic information service cooperation architecture had been validated in a service cooperation prototype system from the related four aspects. The results show that the service cooperation ar-

收稿日期:2013-04-06

基金项目:国家自然科学基金项目(51278058);中国博士后特别资助基金项目(200902581);

教育部博士点基金项目(200807101004);陕西省自然科学基金项目(SJ08-ZT14);

中央高校基本科研业务费专项资金项目(2013G2241020,2013G1241119)

作者简介:段宗涛(1977-),男,陕西凤翔人,副教授,工学博士,E-mail:108395825@qq.com。

chitecture can greatly improve the traffic information service's intelligence and individuation. The service quality is obviously improved. The ability of traffic information service's supply is improved significantly. This new traffic information service cooperation architecture can supply more intelligent and personalized traffic information service for vehicular network users helps to guarantee the traffic safety and efficient operation. 1 tab, 4 figs, 13 refs.

Key words: traffic engineering; traffic information service; vehicular network; big data; service cooperation

0 引言

交通信息服务主要包括出行前信息服务、行驶中驾驶人信息服务、途中公共交通信息服务、个性化信息服务等。交通信息服务旨在最大化地方便乘客、驾驶人的出行,全方位地反映实时路况信息。出行者综合利用各类交通信息使其自觉调整出行行为,从而实现交通系统的优化运行。交通信息服务必须具备以下特点:提供的信息及时、准确、可靠;出行决策的相关性好;能为整个区域提供相关的交通信息;易于被交通参与者和公众接受、使用^[1]。

目前,交通信息服务为交通的畅通、高效做出了重要贡献。然而,现有交通信息服务系统存在以下亟待解决的问题:①交通服务信息的综合处理有待进一步提高,以获得更高的智能化水平服务出行;②交通信息服务的方式急需进一步丰富,以获得更高的针对性服务出行。最近出现的车联网和大数据为交通信息服务的发展带来了新的机遇。车联网是物联网在智能交通领域的具体应用,将原本互不联通的车辆利用先进的信息技术互联互通,获得交通参与各方的属性、状态等多源信息,实现信息共享与应用,提升智能交通的感知、传输和应用多个方面的信息化基础能力。车联网大规模部署之后,必然持续性获取大量包括人、车、路、环境等交通参与方的多源基础信息,并通过人与移动互联网、互联网共享信息,从而构建出满足大数据特征的数据环境。上述2个方面技术的发展使建立车联网大数据环境下的新型交通信息服务体系成为可能。

1 车联网和大数据的内涵及技术特征

车联网和大数据是最近学界研究的热点。近年来大数据的飙升主要还是来自人们的日常生活,包括互联网、传感网和物联网^[2]。车联网是物联网在

智能交通领域的具体应用。大数据环境是车联网的数据特征之一。

1.1 车联网的内涵及技术特征分析

1.1.1 车联网的内涵

车联网是由车辆位置、状态和轨迹等信息构成的庞大交互网络。

车联网采用的技术包括数据采集技术、计算机网络技术、软件技术、控制技术等。实现的功能包括全面感知道路交通和大范围交通信息系统间数据的共享与交换,从而达到车辆和道路的全时空监管与服务效果,最终为提高交通的运行效率和安全提供信息支撑。

1.1.2 车联网的技术特征

(1)信息感知与信息融合。车联网是人、车、路互联的网络,信息感知主要是通过传感器网络对车和路进行信息感知。围绕车辆信息感知包括车内信息感知和车外信息感知。车内信息感知主要感知车内的状况信息;车外信息感知主要感知车外环境状况信息。围绕道路信息感知主要包括路上信息感知和路边信息感知,主要感知路的状况信息。无论是车辆信息,还是道路信息感知,都是要获取车内状况和其所处环境信息,并为车联网获取不同于互联网的信息,并融合该信息。感知并融合感知信息是车联网的一个特征。

(2)智能车载终端。车载终端是车联网的重要节点,完成车联网信息汇聚和发布的功能。车联网中车辆及其环境信息的汇聚对车载终端提出开放性的要求。车联网底层多源感知信息可以部分在车载终端进行处理,同时要求车载终端将适当的信息提供给信息中心。车载终端根据信息中心发布的信息、结合车联网中其他车载终端发布的信息、道路及周边环境信息,并结合具体应用需求,计算符合具体应用需求的信息。上述需求对车载终端提出了智能

性的要求。

(3)服务计算与服务协同。车联网的交通参与者提供各类信息服务。各类信息服务要求车联网能够计算并提供满足用户需求的服务信息。车联网中的车载终端计算能力有限,需要服务端完成大量信息和资源的汇聚与计算,并向车载终端发布实时综合信息服务。服务端采用服务计算技术完成车联网服务信息的大量计算工作。此外,车联网通过服务协同来整合大范围交通信息系统的全面信息,从而实现增值服务。通过服务协同,可以使车载终端获得更有针对性、价值更高的服务。

1.2 大数据的内涵及技术特征分析

1.2.1 大数据的内涵

大数据是随着数据获取技术的进步,Web2.0、无线传感器网络和物联网等大范围应用而出现的一种数据现象。大数据需要管理的数据规模大,就当时的CPU和存储技术水平,管理这类数据必须特别对待。大数据的数据类型也不仅仅是关系数据,非结构化、半结构化的数据更多。数据的快速增长是大数据的另一个重要特点,Web2.0、无线传感器网络和物联网的迅速部署和应用也为大数据的形成作出了贡献。因此,学界总结大数据具有“3V”的特点。“3V”是指:规模大(Volume)、类型多(Variety)和变化快(Velocity)。数据快速动态变化是大数据与以往的大规模数据和海量数据概念中的规模大、类型多的特点相区别的最重要的特点^[3]。

1.2.2 大数据的技术特征

大数据是相对于随机采样获得的数据(简称小数据)而言的,大数据更是对被采样对象的全方位信息的综合反映,大数据的精髓在于分析信息时的3个转变^[4],如表1所示。

表 1 大数据相对于小数据的 3 个转变
Tab. 1 Three changes from small data to big data

序号	数据类型	
	小数据	大数据
1	随机采样数据(样本)	全体数据(总体)
2	精确性	混杂性(允许不精确)
3	重视因果关系	重视相关关系

第1个转变:大数据环境下,能分析的数据更多,有时候甚至是和某个特别现象相关的全体数据。大数据与小数据比,对被观测事物采集的信息更多、

更全面,结果是对被观测事物更精确的描述,也可以描述以前无法发现的细节——大数据揭示了样本数据无法揭示的细节信息。

第2个转变:因为数据如此之多,描述更精确,从而使研究者不再关注精确度。当具有海量实时数据时,更高精确性不再是关注的主要目标。拥有了大数据,不再需要过分对一个现象刨根究底,只需掌握事物的大体发展方向即可。当然,也不是完全放弃精确度。忽略微观层面上的精确度会得到宏观层面的洞察力。

第3个转变:它是因前2个转变形成的,即不再重点关注寻找因果关系,而是重点关注寻找事物之间的相关关系。在大数据环境下,寻找事物间的相关关系成为重点,相关关系能够提供新颖且有价值的观点。相关关系不一定能准确回答某件事情为何会发生,但是能发现这件事情正在发生。

2 新型交通信息服务协同体系

交通信息服务系统也称先进的旅行者信息系统(ATIS, Advanced Traveler Information System)是运用各种先进的通信技术、网络技术、计算机技术向出行者提供出行所需要的各种信息的系统。

2.1 交通信息服务系统及其应用需求

2.1.1 交通信息服务系统

交通信息服务系统利用各种信息系统实时向出行者提供出行相关信息,方便出行者从行前、途中直至目的地的整个出行过程中随时能够获得有关道路交通状况、出行所需时间、换乘方式、出行所需费用等信息,指导出行者选择合适的交通方式和出行路线,以最高的效率和科学的方式完成出行过程。

2.1.2 交通信息服务系统的应用需求

按照获取信息的时间划分,交通信息服务系统可以分为出行前信息服务系统和出行中信息服务系统。按照获取信息的种类划分,交通信息服务系统可分为个性化信息服务系统、路径诱导及导航系统、交通流信息诱导系统、停车场信息诱导系统。

出行前信息服务使出行者在出行前能获取出行路径、出行方式、出行时间、当前道路交通状况及公共交通状况等信息,为规划最佳出行提供信息服务。出行中信息服务系统提供出行选择及车辆运行状态的精确信息、道路交通状况信息,向不熟悉地形的出

行者提供路径导航功能。向利用公交出行者,提供公交站点信息和途中换乘信息。

个性化信息服务系统提供与出行有关的社会综合服务及设施的信息。出行者获知该信息后,制定出行计划和选择路径。路径诱导及导航服务系统为驾驶人提供信息,引导驾驶人行驶在最佳路径上。交通流诱导系统是通过实时采集和发送交通信息,适时引导交通流。停车场信息诱导系统实时提供某区域内所有停车场的停车状况信息,向停车者提供停车场位置及可利用车位信息。

交通信息服务系统主要由交通信息中心、通信网络 and 用户信息终端 3 个功能模块组成,如图 1 所示。

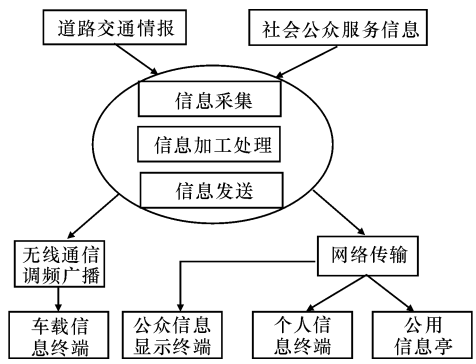


图 1 交通信息服务系统组成

Fig. 1 Traffic information service system orgization

其中,交通信息中心为整个系统提供数据处理、发布和接口功能,包括对道路交通运输信息和社会公众信息的采集、处理和发布,以及其中涉及到的最优路线搜索等算法的实现;通信网络完成用户信息终端和交通信息中心间的数据传输;用户信息终端主要指车载终端、诸如个人电脑终端和手持机等在内的个人信息终端以及公用信息亭等道路交通信息的发布设备。

2.2 车联网大数据环境下新型交通信息服务体系

互联网、移动互联网的普及和其在交通信息服务领域的广泛应用为交通运输领域积累了大量数据,有效支撑了现有交通的运营和服务^[5]。车联网的出现更丰富了交通信息服务的内容。随着各地各类交通信息服务系统的逐步推开,交通信息服务的基础数据量将进一步加大、数据类型将进一步增多、实时变化的数据将日益丰富。

在车联网大数据环境下,原有的交通信息服务

体系难以满足数据处理和信息服务的复杂性需求、不能适应车联网大范围信息共享的需求、服务方式智能化和个性化稍显薄弱^[6-8]。为适应车联网大数据环境下的交通信息服务需求,新型交通信息服务体系亟待建立^[9]。

为降低车联网大数据环境下的数据处理和信息服务的复杂性,本文在建立的新型交通信息服务体系下将数据处理和信息服务分离。数据处理的目标是建立交通信息原子服务,采用分布式移动计算模式搭建交通信息原子服务计算平台。

交通信息原子服务是构成车联网交通信息服务的最小单位,包括一系列以单一基础业务和管理对象为主体的数据项。例如某一路段道路基础设施状况,某一时刻车辆运行状况、道路拥堵状况、停车场可用车位状态和换乘站车辆运行状况,某一时段气象环境信息等均可定义为交通信息原子服务。多个交通信息原子服务通过一定方式的协作可综合形成各种不同的交通信息服务,从而提供包括出行规划、车辆导航、停车换乘等多种交通信息服务。

在交通信息原子服务计算得到之后,采用服务协同的方式向最终用户提供智能化和个性化的交通信息服务。从而最终建立适应车联网大范围信息共享的新型交通信息服务体系。本文在分布式移动交通信息原子服务计算平台的基础上,重点研究车联网大数据环境下新型交通信息服务协同技术。

3 交通信息服务协同体系

交通信息服务协同的过程如图 2 所示。用户在出行前或在途旅行过程中递交服务请求,解析器根据预生成的服务组合模板将服务请求转化为具体的任务集及相互逻辑关系。根据当前车辆及行车环境信息发现所有候选原子服务,并选择合适的车载服务节点参与服务匹配,将生成的服务组合方案映射至有限区域下的车联网网络。在协同处理过程中,安排原子服务的执行计划并综合监控运行结果。当服务资源或车联网环境发生动态改变,若导致当前服务组合方案效用降低幅度较大,或生成的结果信息不能满足用户需求,启动服务的动态替换过程。

3.1 交通信息服务模型描述

车联网环境下的交通信息服务具有分布、动态、实现多样性等特点,往往需要交通运输管理部门、基

的逐跳转发方法传输至提供者。针对每个请求信息,确定对其下一跳节点与合适转发时机的选择方法,是设计高效服务发现协议的关键。

在车联网环境下的交通信息服务发现过程中,服务请求节点首先发布个性化请求消息,产生服务数据的节点将服务数据分发给请求节点。在融合网络状态与车辆特征,以及车联网服务发现协议的基础上,建立请求节点的消息发布方式。由于节点具有缓存能力,还需建立目标节点与中间转发节点的不同单播数据分发策略。

3.3 基于语义的交通信息服务匹配算法

交通信息服务模型能够提供精确的服务能力及行为的描述,这为车联网环境下的服务匹配提供支撑。传统的服务匹配算法是基于语法框架,从服务描述的关键词、属性或接口方面实现发现服务与请求者需求之间的匹配。由于交通信息服务种类的多样性,以及人们对(透明)服务易用性的需求,基于语法的匹配算法缺乏语义层面上的描述,度量候选服务与需求之间符合程度的准确性受到限制。因此,在交通信息服务模型的基础上,基于本体完成服务匹配,使用推理机制对语义与语法的两级相容性进行检查。

车联网环境的移动特性与资源有限性,使得基于本体的推理与匹配程度计算具有较高的复杂性,尤其在候选服务数量众多的情况下,会增加服务请求的响应时间。因此,车联网环境下的服务匹配要求最小化通信时延与负载。建立面向用户的服务过滤机制,比如地域限制等,在计算和推理过程中过滤掉大量弱关联服务,提高服务匹配的效率,并严格保证服务的功能与性能能够满足。

3.4 上下文驱动的服务动态组合

随着车联网规模和应用范围的不断扩大,单一的交通信息服务已经越来越不能满足人们对于更复杂功能、增值服务等多样化的应用需求,因此,交通信息服务组合成为服务协同技术发展的必然。

车联网能够提供的交通信息服务数量和种类愈来愈多,不可避免地会存在大量功能相同或者相似的服务,因此在需要组合出具有特定功能的组合服务时,就会形成大量的组合方案。为实现最优的组合方案,同时体现用户个体的主观性与服务质量(Quality of Service,简称 QoS)的客观性,服务的QoS评价是关键。

作为 QoS 的一个重要属性,服务可用性直接影

响用户的满意度。交通信息服务可用性数据主要来源于用户历史评价数据,随着 Internet 和移动互联网的不断发展和普及,大量的用户历史评价数据存在于各类网络媒体之上,此类数据具有样本规模庞大,数据收集与统计易于实现自动化等特点。由于车联网环境下的交通信息服务可用性数据具有较强的隐含性、模糊性和非形式化性,需要研究车联网环境下各类服务提供者相关历史数据的自动收集与筛选机制,以及通过回归分析对历史数据建立类型化交通信息服务可用性的量化评价模型。

同时,交通信息服务的组合受到车辆、行车环境等上下文信息的约束,服务提供者所具有的移动性和不稳定性,都为动态服务组合的研究带来了迫切需求。此外,车联网环境的各种异常随时会导致服务业务流程暂时无响应、甚至中断等,都将极大影响服务的可靠性。图 4 所示为危险品在途监管的流程组合实例,可以看出,业务流程中的交通信息服务事务是跨越单个或多个服务的操作来实现的。当某个服务操作被执行了一半时,如数据采集服务中的读取操作出现故障而失效,需要对失效服务进行替换,保证整个流程的不中断。然而仅替换失效服务操作,会破坏事务数据的原子性。因此,需要研究交通信息服务的事务属性,支持事务级服务替换,进而提高事务级服务异常处理能力,维护组合服务动态自适应运行的可靠性与稳定性。

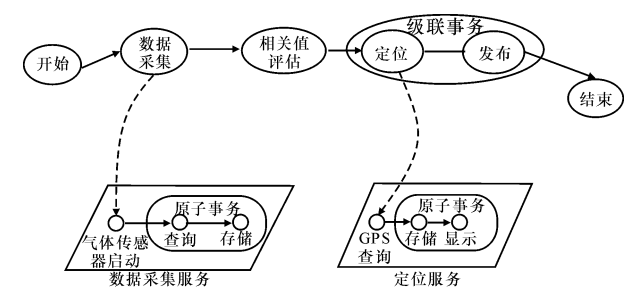


图 4 危险品在途监管服务的流程组合实例
Fig. 4 Service composition process instance for monitoring dangerous goods

4 结 语

(1)深入分析了车联网和大数据的内涵和技术特征。针对交通信息服务系统需求,提出了新型交通信息服务协同体系,该协同体系由服务模型及其描述、服务发现、服务匹配、服务组合等 4 部分组成。

(2)基于该体系完成了交通信息服务模型的建

立和服务的描述、基于机会通信的服务发现、基于语义的交通信息服务匹配和上下文驱动的服务动态组合,从而向车联网大数据环境下的用户提供新型交通信息服务。

(3)在实验室建立了车联网大数据环境下的新型交通信息服务协同原型系统,验证了服务描述、服务发现、服务匹配和服务组合技术。从原型系统的运行结果看,该服务协同体系很好地提高了交通信息服务的智能化和个性化水平。

(4)随着车联网的发展,将进一步扩展交通信息服务协同典型应用研究,进一步丰富车联网大数据环境下的交通信息服务协同内容,为该环境下的新型交通信息服务的推广使用提供实践经验。

参考文献:

References:

- [1] 张国伍. 智能交通物联网与综合交通信息服务[J]. 交通运输系统工程与信息, 2013, 13(2): 1-8.
ZHANG Guo-wu. Intelligent transportation systems and the integrated transport information service[J]. Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology, 2013, 13(2): 1-8. (in Chinese)
- [2] 李国杰. 大数据研究的科学价值[J]. 中国计算机学会通讯, 2012, 8(9): 8-15.
LI Guo-jie. The large data of scientific value[J]. Communication of China Computer Society, 2012, 8(9): 8-15. (in Chinese)
- [3] 周晓方, 陆嘉恒, 李翠平, 等. 从数据管理视角看大数据挑战[J]. 中国计算机学会通讯, 2012, 8(9): 16-21.
ZHOU Xiao-fang, LU Jia-heng, LI Cui-ping, et al. Big data challenges from the perspective of data management[J]. Communication of China Computer Society, 2012, 8(9): 16-21. (in Chinese)
- [4] 维克托·迈尔-舍恩伯格, 肯尼思·库克耶. 大数据时代[M]. 杭州: 浙江人民出版社, 2013.
Viktor M S, Kenneth C. Big data[M]. Hangzhou: Zhejiang People's Publishing House, 2013. (in Chinese)
- [5] Ekram H, Garland C, Victor C M L, et al. Vehicular telematics over heterogeneous wireless networks: a survey[J]. Computer Communications, 2010, 33(7):

775-793.

- [6] 常促宇, 向 勇, 史美林. 车载自组网的现状与发展[J]. 通信学报, 2007, 28(11): 116-126.
CHANG Cu-yu, XIANG Yong, SHI Mei-lin. Vehicular ad-hoc NET work status and development[J]. Journal of Communication, 2007, 28(11): 116-126. (in Chinese)
- [7] 陈立家, 江 昊, 吴 静. 车用自组织网络传输控制研究[J]. 软件学报, 2007, 18(6): 1477-1490.
CHEN Li-jia, JIANG Hao, WU Jing. Vehicular ad-hoc NETwork transmission control [J]. Journal of Software, 2007, 18(6): 1477-1490. (in Chinese)
- [8] 李丽君, 刘鸿飞, 杨祖元. 车用自组网信息广播[J]. 软件学报, 2010, 21(7): 1620-1634.
LI Li-jun, LIU Hong-fei, YANG Zu-yuan. Vehicular ad-hoc network broadcasting of information [J]. Journal of Software, 2010, 21(7): 1620-1634. (in Chinese)
- [9] 肖 玲, 李仁发, 罗 娟. 车载自组网的仿真研究综述[J]. 系统仿真学报, 2009, 21(17): 5330-5335.
XIAO Ling, LI Ren-fa, LUO Juan. Vehicular ad-hoc NET work simulation research [J]. Journal of System Simulation, 2009, 21(17): 5330-5335. (in Chinese)
- [10] Marios D D, Andreas F, Nadeem A, et al. Location aware services over vehieular ad-hoc network susing car-t-car communication[J]. IEEE Journal on Selected Areasin Communications, 2007, 25(8): 1590-1602.
- [11] Marios D D, Saif I, Tamer N, et al. VITP: an information transfer protocol for vehicular computing[C]// Violet R S. VANET-Proceedings of the 2nd ACM International Workshop on Vehicular Ad Hoc Net Works. New York: Association for Computing Machinery, 2006: 30-39.
- [12] Mohandas B K, Nayak A, Naik A, et al. ABSRP-a service discovery approach for vehicular ad-hoc network[C]// Brahim B. Proceedings of the 3rd IEEE Asia-Pacific Services Computing Conference. Yilan: Computer Society, 2008: 1590-1594.
- [13] Boukerche A, Abrougui K, Pazzi R W N. Context-aware and location-based service discovery protocol for vehicular network[C]// Ghazaleh N A. Proceedings of the 6th ACM Symposium on Performance Evaluation of Wireless Ad-Hoc, Sensor, and Ubiquitous Networks. New York: ACM Press, 2009: 1503-1509.