

智慧城市的基本单元:边缘服务器的功能定位及其深度应用

陆洋¹,李平²,周庆华²

1. 北京普创智通交通规划设计有限公司,北京 100084

2. 北京东土科技股份有限公司,北京 100144

摘要 分析了中国智慧城市的发展现状与瓶颈、当前城市交通面临的问题与挑战,从顶层设计的角度,探讨了智慧城市的发展思路及其与智能交通发展的关系;提出了作为智慧城市基本单元的边缘服务器的主要功能和核心优势;展望了智慧城市与智能交通建设背景下未来边缘服务器的深度应用展望。

关键词 智慧城市;智能交通;边缘服务器;边缘计算;交通大数据

近年来,随着万物互联时代的到来和无线网络的普及,网络边缘的设备数量及其产生的数据量都急剧增长。据估计,2020年将有超过50%的数据需要在网络边缘侧分析、处理与存储,边缘计算市场规模将超万亿^[1]。在这种情况下,以云计算为代表的集中式处理模式将无法高效地处理边缘设备产生的数据,无法满足人们对服务质量的需求,边缘服务器应运而生。

边缘服务器是安装于路侧,可以存储各种类型的交通数据并进行边缘计算的服务器硬件的统称。边缘服务器是实现边缘计算技术的物理基础,也是构成智慧城市的端-边-云3层计算架构的基本单元。在智慧城市运行中拥有海量的数据,需要对海量数据的处理、分析和利用有战略思考、合理分工及深度分析。边缘服务器作为云计算中心在

网络边缘的延伸,能够大幅降低网络负载,提高响应速度,降低能源消耗,满足行业数字化在敏捷联接、实时业务、数据优化、应用智能、安全与隐私保护等方面的需求,帮助政府更快更及时地做出决策,提高城市的智能化水平、系统的效率与安全水平和市民的生活质量^[2]。

1 中国智慧城市的发展现状与瓶颈

1.1 智慧城市的内涵与核心特征

智慧城市是通过综合运用现代科学技术,整合信息资源,统筹业务应用系统,加强城市规划、建设、管理、服务智慧化的新理念和现代城市发展新模式^[3]。具体而言,是综合利用物联网、云计算、移动互联网和大数据等新一代信息技术以及信息资源

收稿日期:2020-03-07;修回日期:2020-04-29

作者简介:陆洋,博士,研究方向为智慧城市、交通控制、交通大数据及自动驾驶等,电子信箱: keenbat@163.com

引用格式:陆洋,李平,周庆华. 智慧城市的基本单元:边缘服务器的功能定位及其深度应用[J]. 科技导报, 2020, 38(9): 55-61; doi: 10.3981/j.issn.1000-7857.2020.09.008

的综合集成工具和方法,融合先进的城市运营服务理念,提高城市治理能力的现代化水平,实现城市可持续发展的新路径、新模式、新形态,也是落实国家新型城镇化发展战略,提升人民群众幸福感和满意度,促进城市发展方式转型升级的系统工程。智慧城市的核心特征在于其“智慧”,而智慧的实现,有赖于建设广泛覆盖的信息网络,具备深度互联与共享的信息体系,构建业务联动的高等级智能发展的新机制,实现系统的自我进化和人工智能的深度应用^[4]。

1.2 中国智慧城市发展现状

总体上,中国智慧城市发展经历了3个阶段^[5]。

1) 萌芽阶段(智慧城市概念提出之前)。强调“数字城市”概念,更多注重数据的获取和传输。

2) 探索试点阶段(2010—2015年)。智慧城市建设热潮启动,住房和城乡建设部、发展和改革委员会等部门均在参与,智慧城市在数据处理、应用、决策支持、互联互通等方面取得了明显进步。

3) 体系创新阶段(2016—至今)。新型智慧城市概念提出,并指出“智慧社会”发展方向,其目标在于集中数据资源,通过高效统一的城市运行调度,实现精准细致的城市治理。

截至2018年底,全国智慧城市相关试点近600个,提出智慧城市规划的城市超过300个:100%副省级以上城市、89%的地级及以上城市,47%的县级及以上城市均提出建设智慧城市^[6]。随着中国智慧城市的发展进入规模扩展阶段,北京、上海、深圳等智慧城市建设已取得了一系列成果,为其他城市的建设提供了宝贵借鉴,但总体来看,中国智慧城市建设仍属于初始阶段。

目前,随着中国加大在智慧城市的投入,各个大城市分别建设“交通大脑”,正在开启利用大数据和人工智能算法来改善交通系统效率和服务质量的新时代。但是仍然面临缺乏一体化的体制机制,缺乏有思想深度和战略水平的顶层设计,缺少具有权威性的行业规范,各个职能部门之间的信息孤岛现象严重等主要问题^[7]。这些问题将随着交通信息技术的进一步发展,逐步得到解决。

2 边缘服务器优势及定位

边缘服务器是端-边-云整体架构中的关键一环,是实现边缘计算的物理基础。同时,从城市交通管控的角度出发,城市交通控制的核心功能之一是信号控制,信号控制负责调配不同方向交通流的通行权并优化道路的通行能力。因此,信号控制器须分布在城市内所有主要交叉口并进行联网数据通信,维持7~24 h全时段工作,因而是最为稳定的边缘服务器载体。

在传统的智能交通系统架构内,信号控制器的存储能力和计算能力并没有受到特别重视,这是因为信控服务器的职责限于控制信号灯和处理少量信控数据,然而一旦将信号控制服务器升级为信控边缘服务器,它将承担硬件集成、信控、数据存储、数据处理、互联通信几大功能。这种将信号控制与边缘计算合二为一的做法,在硬件效率、成本性价比、AI算法部署等几个方面具有显著的优势。

1) 硬件优势。

边缘服务器在硬件方面具有下列优势:(1) 集成高性能网络接口,可支撑与各类边缘设备的全连接,从而实现交通信息的全息感知。(2) 内置高性能工业级处理器赋予信号控制机强大的数据计算处理能力,实时处理多源数据,包含视频、图片等非结构化数据、流量、速度等结构化数据及其他传感器数据,实现对数据的清洗、标准化、分析、质量监管等一体化管理。(3) 具备高可靠的存储能力,满足交通感知数据本地化存储的需求。(4) 位于网络边缘,近边缘设备的优势可以减少数据延迟,提高响应速度。(5) 网络安全性好。

简而言之,边缘服务器在硬件方面便于连接路侧各类感知设备,传输距离短,传输延迟低,能够提供一定的计算和存储能力。

2) 分担云中心压力。

大量的边缘服务器集合在一起可以形成分布式数据库,储存图片、视频、车辆轨迹等交通大数据。相对于云中心为基础的大数据平台,利用大量的边缘服务器分担数据存储的解决方案在性价比、

数据的传输实时性及数据安全性等方面具有优势^[8]。例如在性价比方面,由于信号控制器的数量规模相对较大,少则数十,多则数百,因此整体提供的数据储存和计算能力相当于中等规模以上的数据中心。同时,将信号控制器经过改造形成边缘服务器的升级成本总体上小于建设同等级性能的中央数据中心。这主要是由于城市交通对于信号控制的刚性需求决定的。

3) AI算法的本地化部署。

边缘计算的核心作用在于将一定量的对于计算速度和延迟性要求很高,同时对数据规模和总计算量要求相对不高的计算,在靠近道路侧进行分布式的快速进行。边缘服务器的特点正好满足这个使用场景。未来在车路协同控制、自动驾驶、自动物流运输等领域,人工智能算法的下发和执行都应该放在路侧,从而确保低延迟。因此,边缘端的算法部署是边缘服务器的作用之一。

3 未来智慧城市系统架构设计

3.1 基于边云协同的城市交通整体架构

在整个城市交通系统架构中,“中央大脑”是信息集成和处理平台,将与“边缘服务器”协同发展,达到上层与下层、整体与局部的联合交通控制,从而构建“中央大脑+边缘服务器”的双层控制模式。在这种双层控制模式下,中央大脑与各个边缘服务器之间、灵活而高效信息通信协议的制定与开发是有机整合上下双层的关键^[9]。系统架构如图1所示。

1) 中央大脑。

中央大脑在全局信息视野、计算能力、存储能力和管理交互等方面具有较大优势,适合分析城市的整体运行情况并下发宏观层面的控制命令,通过软件定义的方式对边缘计算服务器进行智能组装,以构成整座城市的交通解决方案。中央大脑的核心优势为:(1) 可自由伸缩的信息处理能力。中央大脑为多个服务集群的集合,根据需要可以动态伸缩性能,包括储存、内存、计算、并发处理能力几个核心指标。(2) 全局信息管理。用户管理、权限

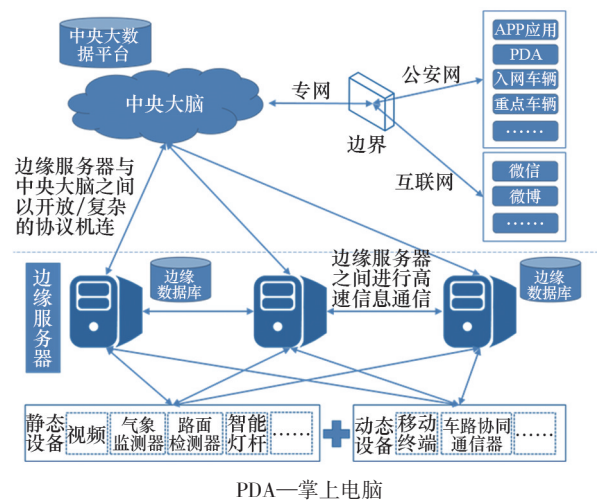


图1 基于边云协同的城市交通系统整体架构

管理、身份识别、宏观策略控制等工作适合在云中心进行。(3) 人机交互。信息屏幕展示、高端可视化、语音交互、视频交互等需要大量额外资源和算法的功能,在云端部署相对具有成本优势。

2) 边缘服务器。

边缘服务器作为城市网络中最边缘的智能节点,距离前端感知设备最近,能够最灵敏、精细地感知交通运行态势,识别交通问题,第一时间制定出高效的解决方案。在实时性、可靠性、安全性和局部数据处理速度等方面具有优势,可以根据局部区域的检测数据进行实时控制优化,而这种控制运行应该与中央大脑下发的控制策略相互吻合。

3) 控制协议。

合理的控制协议,才能把中央大脑与边缘服务器的职责分开,使得中央大脑脱离琐碎而繁琐的硬件对接,把计算能力用到大数据的分析上,同时让边缘计算服务器与控制区域内的硬件更高效地执行下发的控制策略。

3.2 边缘服务器的主要功能

边缘服务器具备数据计算、网络、存储和应用的能力,通过接收由边缘设备传送过来的感知数据和请求,经运算分析后将结果返回边缘设备,对边缘设备进行控制,其具体功能如下^[10]。

1) 通过接入所有智能硬件,实现交通信息的全感知,在中央大脑的要求下实现数据上传。

2) 对接入数据质量进行管理,包括数据清洗、

质量监管及数据标准化。

3) 为中央大脑分担海量多源数据的存储压力(例如视频、图片),将必要信息加工上报中央大脑,将必要统计信息上传并保存大量原始数据。

4) 为中央大脑分担计算任务,进行区域局部的交通拥堵和时间分析计算,将拥堵分析与时间分析的结论上传到中央大脑。

5) 根据第三方订阅请求,将边缘服务器本地存储或实时接入的各类数据进行共享发布。

6) 可视化监视数据接入、数据质量管理、数据存储和数据共享发布过程及数据资源管理。

7) 在中央大脑给定的宏观控制策略下实现自动的信号优化控制。

8) 智能设备驱动平台,基于由中央大脑下发的各类设备联动控制策略,对与之连接的各类硬件设备进行控制。

9) 是所有交通硬件的自动化运维平台,接入边缘服务器所有感知/通信硬件的实时状态,在边缘服务器内进行自动监控与报警,并自动告知设备运维人员。

10) 智能执法的算法部署平台,将经过中央大脑训练好的执法算法在边缘实现,减少中央大脑的计算成本。

11) 车一路系统环境下,为车辆及行人的智能终端提供动态接入/推出的网络接口,通过边缘服务器的高计算能力、高网络带宽实现车路协同功能与应用。

12) 特殊车辆优先的信号控制也是边缘服务器的核心优势。

3.3 双层架构中边缘侧的特点与优势

1) 通过边缘计算交通控制器分担云中心的计算和存储压力,可以减少机房内硬件设备的配置,降低建设成本。从感知硬件的安装角度来说,以往针对不同的用途,需要针对性地建设不同的外场设备,外场设备的复用率很低;而通过插拔式的方式将外场设备接入边缘计算交通控制服务器,可以复用已建设的所有外场设备,降低了外场设备重复建设的费用成本。

2) 通过边缘计算交通控制服务器可以实现边缘设备的互联互通,从而可以对其进行联动控制,提升了整体交通控制效果。基于其近边缘设备的优势,可以更加快速地识别突发事件,通过提前内置各类交通预案,实现事件的自动快速处置,处置过程中可以根据实时接收到的交通态势信息,不断对方案进行调整,提升应急处置效率。在中心通信中断的情况下,也可以保证边缘计算交通控制服务器控制范围内的交通控制工作正常运行,提升整体系统的健壮性。在部分边缘设备采集的数据出现问题时,也可以基于周边其他设备采集的数据进行弥补,提升系统的容错能力。

3) 边缘计算交通控制服务器可以为自动驾驶等新生应用场景的发展提供支撑,满足其高实时性的需求,也可以为稽查布控等高时效性需求的原始应用场景提供支撑。

4 结论

4.1 智慧城市、智能交通及边缘计算的关系

智能交通是构成智慧城市的重要组成部分,也是智慧城市建设的重要环节、关键内容和优先领域^[11](图2)。

1) 智能交通与智慧城市具备相同的使命,其最终目标是解决城市建设发展过程中存在的“城市病”,二者均在破解拥堵、控制雾霾、提高效率、提升质量等方面,为解决大城市面临的问题与挑战提供思路和方案。

2) 智能交通作为智慧城市的“先行者”,将为智慧城市的构建奠定基础,智能交通前期建设的感知、传输、融合、数据中心等功能可同时支撑智慧城市中智慧城市治理、智慧民生服务、智慧产业经济、智慧文明宜居等功能。

3) 智慧城市的发展战略应当充分考虑智能交通的建设现状,持续优化促进智能交通系统的建设内容,支撑实现智慧城市的发展目标。

边缘计算作为一种新兴的运行在路侧边缘设备上的计算技术,是整个交通大脑在交通网络内部

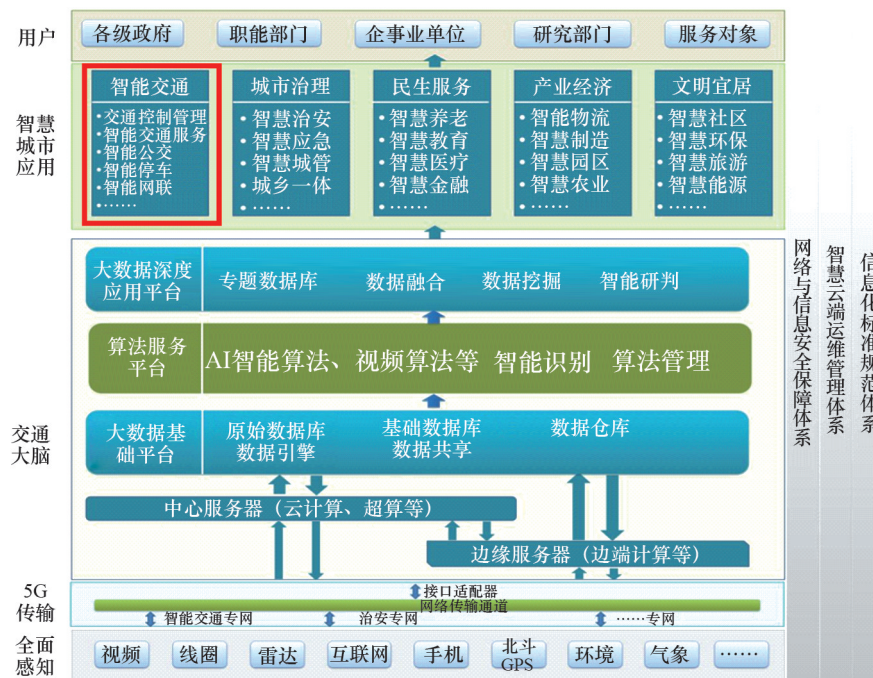


图2 基于交通大脑的智慧城市与智能交通关系

的末端神经节点,起到连接各种末梢神经硬件和处理各种来自末梢神经信息的作用^[12]。边缘服务器是边缘计算的物理基础,因此在端-边-云3层架构中起到基本计算单元的角色定位。

所有的智能硬件、边缘服务器、云中央平台和高速网络信息传输的系统组成交通大脑的骨干基础部分,而各个上层功能栈则为不同类型的应用提供软件支持。大数据基础平台层负责大数据的接入、存储、清洗和查询;算法服务平台则提供各类AI智能算法;大数据深度分析和应用层通过对各种交通大数据做多维度深入分析,量化剖析城市交通各个方面的运行状态。最后,各种业务系统则是支撑各个职能部门的核​​心业务。

4.2 边缘服务器的深度应用展望

未来,边缘服务器应作为智能服务的一种模式,成为智慧城市的基本细胞、城市智能交通系统的基本单元。具体来说,边缘服务器的深度应用主要表现在以下6个方面。

1) 引领交通管理与控制的革命性变化。

深化边云协同的交通控制架构,切实落实边缘计算如下关键功能:(1) 实时动态分析能力。包括

多源信息融合分析、海量数据可挖掘、动态交通需求分析、态势分析研判、预测与预警和动态评估。(2) 交通设施设备智能管理能力。包括设施设备状态可诊断、设施设备可协同、设施设备的智能运维。(3) 支撑交通信息服务功能。包括交通流状态感知、分析研判;交通信息服务方案生成与推送。(4) 基于大数据支撑的交通管理一体化。实时动态全面分析研判能力;“交通控制+诱导调控+需求管理”一体化;支撑情指勤督一体化;为精准执法提供依据和辅助决策;为现场服务提供传输、查询、快速办理等功能。(5) 为功能创新提供研究基础支撑。实时全息数据支撑;仿真模拟反馈与评价。

2) 具备全面支撑车路协同能力。

充分发挥边缘服务器的网络连接和计算优势,成为车路通信、车车通信的硬件基础;在车辆优先控制和自动驾驶应用场景中,边缘服务器提供车辆与信号控制机之间的双向通信,并且开发专门的控制策略支撑这些应用场景;在车路协同应用中边缘服务器即作为数据的管理者也作为上层平台与车辆之间的信息中转器。

此外,边缘服务器还应具备路侧智能感知功能

(车流、事件、天气、移动体等全时空动态信息感知)、大数据处理能力、交通态势研判等全面实时动态分析能力、交通组织与交通诱导方案生成、行车安全预警等能力,成为自动驾驶路侧全智能模板。

3) 担任 AI 算法的主要执行者角色,发挥重要作用。

边缘计算服务器具有相当的信息计算能力,尤其适合部署在云平台已经训练好的人工智能算法。因为边缘计算服务器具有数据发生源更近,且并发量相比云端低很多,因此可以更加稳定地执行各类 AI 算法。如此,边缘计算服务将完成原始数据的清理、AI 算法实施、数据融合、交通控制一个链条的工作。非常适合高级辅助驾驶、自动驾驶、事件识别、紧急报警、人群管控等各种应用场景。

4) 实现信息全面共享、融合和深度应用。

未来,边缘服务器能够实现与主流感知设备的全连接,具备实时采集融合交通、城管、教育等多领域信息的能力,作为小型数据中心,连接云端和终端用户,打通瓶颈,实现跨领域数据的融合共享,为跨领域分析奠定基础,同时融合人工智能等关键技术,具备跨领域数据存储、处理分析能力。

5) 成为智慧城市基本细胞。

边缘服务器作为智慧城市的基本细胞,应具备以下功能:海量数据分类、分级、分主题云存储;跨领域大数据分析研判能力;大范围综合现状分析、态势分析及专题领域态势分析;为业务联动提供分析与评估支撑;为智慧城管、智慧教育、智慧医疗等提供数据存储、传输、分析、研判和初步评估功能。

6) 成为城市智能交通系统的基本单元。

边缘服务器作为城市智能交通系统的基本单元,具备构建不同功能的标准化可组装模块,能够根据区域特点和需求生成不同组合功能模块。具体来说,功能模块包括交通需求分析模块、交通态

势研判模块、支撑情指勤督一体化模块、交通控制模块、交通执法支撑模块、交通便民服务模块、交通组织与管理模块、自我进化与评估优化支撑模块、智能运维模块、支撑智慧城市模块。

参考文献 (References)

- [1] 施巍松, 张星洲, 王一帆, 等. 边缘计算: 现状与展望[J]. 计算机研究与发展, 2019, 56(1): 69-89.
- [2] 王宏宇. 边缘计算在智慧城市中的应用[J]. 电脑迷, 2018(8): 138.
- [3] 姜军, 苏艳飞. 我国智慧城市发展现状与问题研究[J]. 北京建筑大学学报, 2016, 32(3): 144-149.
- [4] 陈海滢. “智慧城市”的概念与核心特征[EB/OL]. (2018-09-22) [2019-12-13]. https://www.sohu.com/a/255467621_188910.
- [5] 当前智慧城市行业发展概览和未来发展趋势展望[EB/OL]. (2019-02-05) [2020-01-23]. https://www.sohu.com/a/293409467_800248.
- [6] 中国信息通信研究院, 中国电信集团公司. 新理念新模式新动能: 新型智慧城市发展与实践研究报告[R/OL]. 2018, <http://www.199it.com/archives/715573.html?from=singlemessage&isappinstalled=0>.
- [7] 郁健红. 试析当前我国智慧城市建设中的问题与对策[J]. 屋舍, 2020, 2: 25.
- [8] 徐恩庆, 董恩然. 云计算与边缘计算协同发展的探索与实践[J]. 通信世界, 2019(9): 46-47.
- [9] 智能交通“边缘云脑”解决方案[EB/OL]. [2019-12-03]. <https://www.kyland.com.cn/index.php?acl=solution&method=detail&id=41>.
- [10] 边缘服务器[EB/OL]. [2020-03-23]. <https://www.kyland.com.cn/index.php?acl=product&method=detail&id=229>.
- [11] 黄丹青. 智能交通在构建智慧城市中的作用及有效发挥分析[J]. 住宅与房地产, 2019(19): 222.
- [12] 刘子杰, 张成伟, 许萌萌, 等. 边缘计算综述: 关键技术与应用方向[J]. 电脑知识与技术, 2019, 15(28): 278-281.

Fundamental unit of smart city: A survey of functional role and in-depth application of edge computing server

LU Yang¹, LI Ping², ZOU Qinghua²

1. Ubi-Creation (Beijing) Limited Corporation, Beijing 100084, China,
2. KyLand (Beijing) Technology Limited Corporation, Beijing 100144, China

Abstract This paper discusses the future direction and strategic path of smart city and their relation with the development of ITS (intelligent transportation system) by considering the current stage and future bottlenecks of smart city technology as well as traffic problems and challenges faced by megacities in China. The article further elaborates the core function and advantage of edge computing server as the basic cell of the entire smart city information infrastructure. Finally, the paper proposes some future applications of edge computing server in the context of smart city and transportation.

Keywords smart city; intelligent transportation system; edge computing server; edge computing; traffic big data ●



(责任编辑 王志敏)