

# 5G 技术在智能交通系统信号传输优化中的应用

常诗卉

(江苏省江阴中等专业学校 江苏 江阴 214400)

**摘要** 文中探讨了5G技术在智能交通系统信号传输中的应用。5G凭借其高速率、低延迟和大容量连接的特性,显著提高了智能交通系统的通信效率和安全性。通过分析5G技术在车联网、智能交通管理、无人驾驶等领域的应用,展示了其在提升交通管理响应速度、降低交通事故发生率中的关键作用。

**关键词:** 5G技术;智能交通系统;信号优化;数据传输

**中图分类号** TN929.5

## Application of 5G Technology in Signal Transmission Optimization of Intelligent Transportation System

CHANG Shihui

(Jiangsu Jiangyin Secondary Professional School, Jiangyin, Jiangsu 214400, China)

**Abstract** This paper discusses the application of 5G technology in the field of signal transmission in intelligent transportation systems. 5G has significantly improved the communication efficiency and security of intelligent transportation systems due to its characteristics of high speed, low latency and large capacity connection. By analyzing the application of 5G technology in vehicle to everything, intelligent traffic management, unmanned driving and other fields, it shows its key role in improving the response speed of traffic management and reducing the incidence of traffic accidents.

**Key words** 5G technology, Intelligent transportation systems, Signal optimization, Data transmission

## 0 引言

随着城市化进程的加快,交通拥堵和安全问题日益严峻,智能交通系统成为解决此类问题的关键。5G技术的高速率、低延迟和大容量连接能力,为智能交通系统提供了技术支持,能显著提升车联网、无人驾驶和交通管理的通信效率。通过更快的数据传输和更可靠的信号连接,5G技术在提高交通管理效率和减少交通事故中发挥着重要作用。

## 1 5G技术在智能交通系统中的应用

5G技术在智能交通系统中的应用,为实现高度自动化和互联互通的交通解决方案提供了必要的基础。5G网络的核心优势在于其能提供比传统移动通信技术更快的数据传输速度、更低的延迟以及更广泛的连接能力。具体而言,5G的数据传输速率达到了10 Gbps以上,使得大量交通数据的实时处理成为可能。同时,其毫秒级的超低延迟确保了交通安全应用的即时响应,对自动驾驶和智能信号管理系统的实时数据交换至关重要<sup>[1]</sup>。

5G技术支持每平方千米上百万个设备的连接,为车辆与车辆、车辆与基础设施之间的通信创造了条件。这使得整个交通系统能更有效地协同工作,提高了路网的整体运

营效率。利用这些技术特性,5G不仅优化了交通信号的传输,还为智能交通系统的其他关键应用提供了支撑,使得建设更安全、更高效的城市交通环境成为可能。

## 2 智能交通系统对信号传输的具体需求

### 2.1 实时性与可靠性需求

智能交通系统的实时性至关重要。例如,自动驾驶车辆在接收和响应交通信号、避障指令时,需要毫秒级的反应速度,而5G技术则可以提供低至1 ms的端到端延迟。系统的可靠性也极为关键,因为任何通信中断都可能导致交通事故。5G技术通过其“5个9”(99.999%)的服务标准,确保了信号传输的可靠性。

### 2.2 数据处理与传输效率需求

智能交通系统需要处理来自数千个传感器的大量数据,包括视频监控数据、车载传感器数据等。实时分析这些数据对于交通流预测、事故防范等至关重要。5G网络可以支持高达10 Gbps的数据传输速率,大幅提高了数据处理能力,足以支持数据密集型应用的要求,如高清视频监控和大规模车联网(V2X)通信。

**作者简介:**常诗卉(1994—),硕士,中级讲师,研究方向为电子信息技术。

### 2.3 车辆与基础设施间的通信需求

车辆与交通基础设施间的通信(V2I)是智能交通系统的核心组成部分,涉及车辆与信号灯、道路标志及其他基础设施之间的数据交换。5G网络通过其高度的设备连接能力,为这种高密度的设备环境提供了稳定的通信支持。这种连接能力确保了即使在高峰时段,系统也能高效地运转。

## 3 5G技术在智能交通信号传输优化中的实际应用

### 3.1 车联网(V2X)

车联网(Vehicle-to-Everything, V2X)技术是智能交通系统的关键组成部分,它包括车与车(V2V)、车与基础设施(V2I)、车与行人(V2P)等多种通信形式。5G网络在V2X中的应用主要依赖于其低延迟(低至1ms)和高可靠性(可达99.999%)。例如,在紧急刹车情况下,通过5G网络,相关信息可以在极短的时间内被广播到周围车辆,让车辆快速作出反应,显著降低碰撞风险<sup>[2]</sup>。

5G网络的数据传输速度高达10Gbps,能处理大量来自车载传感器的数据,如视频、雷达和激光雷达(LiDAR)数据,对实现高级自动驾驶功能至关重要。例如,在复杂的交通环境中,其能精确地识别和定位行人与障碍物,支持更复杂的导航和地图更新服务。

在智能交通信号系统中,5G可以用于实时向车辆传输交通灯状态、道路状况等信息,以优化交通流,减少拥堵。例如,通过5G网络,交通管理中心可以实时调整信号灯周期,根据实时交通数据优化交通流量。

### 3.2 无人驾驶技术与5G的融合

利用5G网络的数据传输速度和低延迟特性,无人驾驶技术实现了高度自动化的驾驶功能。假设无人驾驶汽车需要从A点行驶到B点,路径上存在多个节点,每个节点代表可能的路况信息,如交通灯、交通密度等。车辆的目标是最小化行驶时间和能耗。定义状态变量 $x_t$ 为车辆在 $t$ 时刻的位置,控制变量 $u_t$ 为车辆的速度和方向,则车辆的动态如式(1)所示:

$$x_{t+1}=f(x_t, u_t) \quad (1)$$

其中, $f$ 是车辆的动态函数,取决于车辆当前的状态和控制输入。

目标函数如式(2)所示:

$$J=\sum_{i=0}^{T-1} g(x_i, u_i) \quad (2)$$

其中, $g$ 是成本函数,如时间或能耗; $T$ 是预计的行驶时间。

利用5G网络的实时数据传输能力,车辆可以快速接收来自各个传感器和其他车辆的数据,包括交通状态、障碍物信息等。这些数据可以用于几乎无延迟地更新车辆的状态估计和路径规划算法。车辆还可以使用如卡尔曼滤波或粒子滤波等算法,实时更新其状态估计,如式(3)所示:

$$\hat{x}_{t+1}=f(\hat{x}_t, u_t)+K_t(z_t-h(\hat{x}_t)) \quad (3)$$

其中, $z_t$ 是测量值; $h$ 是观测模型; $K_t$ 是卡尔曼增益,用于调

整估计值,减小预测误差。

该模型的实时优化和调整能力依赖于5G通信的高速率和可靠性,以确保无人驾驶汽车能在复杂多变的道路环境中安全地行驶。通过这种方式,5G网络不仅提高了无人驾驶汽车的操作效率,也增强了其在复杂交通环境中的适应能力。

## 4 智能交通系统信号传输优化中的关键技术

### 4.1 高效的信道编码与调制策略

在5G网络中,信道编码和调制策略是信号传输优化的核心,特别是在数据密集的智能交通系统中。

5G采用了先进的信道编码技术,如低密度奇偶校验(LDPC)码和极化码,为5G的超高数据速率提供了支持。LDPC码特别适用于高数据速率的场景,因为它能有效处理更大的数据块,降低错误率。LDPC码的编码和解码算法能有效提高信号的纠错能力,提高数据传输的准确性,特别是在复杂的多径和高干扰环境中。

5G网络还引入了更高阶的调制技术,如256-QAM(四阶幅度调制)。256-QAM能在同一信号中携带更多的数据位,以提高带宽效率。例如,通过增加调制阶数,256-QAM可以在不增加额外频谱的情况下提高各传输单元的数据吞吐量,这对数据密集的应用场景至关重要,如视频监控数据传输和高精度地图更新。

这些高效的编码和调制策略通过降低误差率和提高频谱使用效率,使5G能在智能交通系统中支持更丰富的应用,包括实时车辆监控、自动驾驶汽车间的通信、汽车与交通基础设施之间的数据交换等,增强了网络的整体性能,为智能交通系统的发展提供了技术基础。

### 4.2 基于5G的网络切片技术

网络切片是5G技术的关键,其允许运营商在同一物理网络中创建多个虚拟网络,且每个虚拟网络都能根据特定应用的需求定制其网络架构和服务质量(QoS)。在智能交通系统中,网络切片能让不同的交通应用获得其所需的网络资源和优先级,如紧急车辆通信、常规车辆通信和行人安全系统<sup>[3]</sup>。

假设某智能交通系统的网络环境被分为 $N$ 个切片,每个切片 $i$ 都为特定的交通服务提供服务,如V2V通信、交通管理信息系统等。定义 $R_i$ 为切片 $i$ 的资源需求, $C$ 为总可用资源。每个切片的服务质量可以用其满足的资源需求比例表示,如式(4)所示:

$$p_i=\frac{R_i}{C} \quad (4)$$

网络切片的优化目标是最大化整个系统的服务质量,如式(5)所示:

$$\max \sum_{i=1}^N w_i \cdot p_i \quad (5)$$

其中, $w_i$ 是切片 $i$ 的权重,表示其在交通系统中的优先级。

资源分配可以通过解决以下优化问题来实现:

$$\text{subject to: } \sum_{i=1}^N R_i \leq C, R_i \geq 0, \forall i \quad (6)$$

该模型可以确保所有切片的总资源需求不超过总可用资源,同时每个切片至少分配到其需要的最少资源。

在智能交通系统中,紧急服务(如救护车和消防车通信)可能会被赋予更高的权重 $w_i$ ,以确保在网络拥挤时其仍可优先获取资源。此外,通过动态调整 $w_i$ 和 $R_i$ ,网络能灵活响应不同时间和地点的交通需求变化。

基于5G的网络切片技术不仅提升了智能交通系统的效率和响应速度,还增强了网络的灵活性和服务的可靠性,以确保关键服务在高需求情况下的稳定运行。这种方法可以通过精确的资源管理来提高网络的性能,对智能交通的发展具有重要意义。通过将数据处理任务分散至网络的边缘,该技术还能有效地缩短数据通信路径,减少对中央处理器的依赖。

### 4.3 边缘计算技术

边缘计算技术在5G智能交通系统中的应用具有独特的优势,特别是在提升系统性能和响应速度方面。通过将数据处理任务分散至网络的边缘,该技术能有效地缩短数据通信路径,降低中央处理器的工作压力。

在智能交通管理中,边缘计算设备直接部署在交通节点上(如路灯和监控杆)。这些设备不仅可以收集数据,还能对数据进行初步分析。这种处理方式使得交通数据几乎无需传输至远端服务器进行分析,极大地缩短了决策周期。例如,当交通流量突然增加时,边缘计算节点能即刻调整交通信号灯的运行模式,而不需要等待中心服务器的响应。

该技术不依赖于传统的数据中心,极大地增强了系统在面对网络延迟等问题时的韧性。当中心服务器由于技术问题暂时无法提供服务时,边缘计算节点依然可以独立运

行,保持交通管理系统的连续性和稳定性<sup>[4]</sup>。

边缘计算还为个性化交通管理提供了可能。每个节点都可以根据其所在地的具体状况和历史数据独立作出最佳决策,为驾驶者提供更精确的导航和预警信息。这种数据处理方法提高了整个系统的效率和精确度,使交通管理更加人性化和高效。

边缘计算技术的应用,为智能交通系统提供了一种更快、更可靠、更智能的数据处理方案。这不仅提高了交通系统的操作效率,也为智能城市交通管理模式的进一步发展提供了新的可能。

## 5 结语

5G技术为智能交通系统提供了有效的支持,如利用先进的信道编码、网络切片及边缘计算等,显著提高了信号传输的效率和系统的响应能力。这些关键技术不仅优化了数据处理流程,也确保了交通管理决策的实时性和精确性。未来,随着5G技术的进一步成熟和普及,其将进一步推动智能交通系统的发展,提升城市交通的安全性和流畅性,提高城市生活的整体质量和效率,为智慧城市建设提供技术支撑。

### 参考文献

- [1] 幸弘宏,徐莹,姜雪杰,等.智能交通系统应用5G通信技术研究[J].交通节能与环保,2023,19(6):120-126.
- [2] 王纯伦,王一岚.智慧交通工程中5G技术创新应用研究[J].中国设备工程,2024(15):26-28.
- [3] 钱志鸿,田春生,郭银景,等.智能网联交通系统的关键技术与发展[J].电子与信息学报,2020,42(1):2-19.
- [4] 张尧.车载边缘信息系统中通信与缓存技术研究[D].西安:西安电子科技大学,2020.