

# 基于图像和视频数据的公路性能评价方法综述

赵世博

北京市首发高速公路建设管理有限公司 北京 100071

**摘要:** 公路交通在交通运输体系中扮演着重要角色,对国民经济的发展起着越来越重要的作用。然而,在公路建设和后期养护等方面,人工仍然是主要的工作方式,存在着一些问题,比如专家经验的拘禁和主观性的强烈影响,需要大量的人力和物力投入。然而,随着遥感和无人机等技术的兴起,在获得图像和视频数据方面有了更多的机会,这些数据为公路建设和维护评价提供了良好的支持。本文旨在简要分析和总结国内外基于图像和影像数据的公路性能评价的研究成果,根据对三维全景技术和高分辨率遥感影像道路信息提取研究成果的分析,为今后研究提供了有力的指导。

**关键词:** 路面使用性能评价;公路养护;遥感技术;三维全景技术

## Review of highway performance evaluation methods based on image and video data

Shibo Zhao

Beijing First Expressway Construction Management Co., LTD., Beijing 100071

**Abstract:** Highway transportation plays a significant role in the transportation system and is increasingly crucial for the development of the national economy. However, in areas such as highway construction and subsequent maintenance, manual labor remains the primary mode of operation, presenting issues such as the confinement of expert knowledge and strong subjective influence, requiring substantial human and material resources. Nonetheless, with the emergence of technologies like remote sensing and drones, there are now more opportunities to acquire image and video data, which provide valuable support for highway construction and maintenance assessment. This paper aims to provide a brief analysis and summary of research achievements in highway performance evaluation based on image and video data, and based on the analysis of research outcomes related to three-dimensional panoramic technology and high-resolution remote sensing image road information extraction, it offers robust guidance for future research endeavors.

**Keywords:** Pavement Performance Evaluation; Highway Maintenance; Remote Sensing Technology; Three-Dimensional Panoramic Technology

### 引言:

截至2020年,中国的公路总里程已达519.8万公里,路网密度高达54.15公里/百平方公里,其中99.0%的公路已经完成了养护工作,总里程达到了514.40万公里的规模。同时,国家还提出了“十三五”期间要基本实现交通运输现代化的目标,这对我国公路交通行业来说是一个重要发展机遇。在未来,每年需要维护的公路总里程将超过450万公里,这将是一个巨大的挑战。随着我国经济的高速增长和城市化进程加快,对道路运输提出更高的要求。在过去的十年中,中国的公路建设经历了

一个快速发展的时期,而在“十四五”期间,中国对高速公路的投资持续呈现增长趋势。根据每5至10年一次的大修周期计算,中国近年来每年需要维护的公路总里程将超过60万公里。

### 一、路面性能评价与预测的国内外研究现状

路面的使用性能会受到多种因素的影响,包括自然因素、车辆荷载和材料老化等。这些因素会导致路面破损,影响行驶的舒适性和安全性。为了保持路面的良好行驶性能和延长使用寿命,必须进行定期的维修和养护工作。一旦路面的使用性能达到一定水平,就需要采取

适当的养护和改建措施,以恢复或提升其性能。然而,目前我国道路养护工作还存在一些问题,特别是资金不足等困扰。这些问题严重制约了路面养护事业的发展。为了解决这些问题,公路养护管理部门需要精确、及时地了解路面的使用情况,并进行科学的评估和预测,以便在合适的时机选择最合适的养护措施,保障道路的质量和可持续发展。

随着对路面使用性能预测研究的不断深入,建立预测模型已经成为该领域的主要研究方向。许多学者从不同的角度出发,建立了多种预测模型,主要分为确定型和概率型两类。确定型预测模型通过使用经验和力学模型来建立特定的数学表达式,可以预测路面使用性能参数的具体数值。这些模型可以根据给定的条件提供唯一的预测结果,主要包括力学型、经验型和力学-经验型模型。力学-经验型模型在实际的公路养护管理系统中得到了广泛的应用。概率型预测模型主要考虑了路面使用性能变化的不确定性,包括剩余寿命曲线模型和马尔可夫模型等。这些模型可以预测路面性能状态的分布情况。其中,马尔可夫预测模型是目前较为完善的概率型预测模型之一。

在确定路面使用性能预测模型方面的研究中,刘烨等人提出了使用遥感影像数据来预测路面状况指数PCI的方法。他们利用NASA-JPL的低海拔AVIRIS和超光谱传感器获取了公路的遥感成像光谱数据,并利用加州大学学院建立的复杂城市路面建筑材料数据库研究了不同磨损状况下路面的光谱特性。随后,他们将这些光谱特性与其他方法测量得到的道路PCI进行了比较。另一方面,金续等人通过参考高空间分辨率的遥感数据,建立了沥青路面健康光谱指数模型,并将其与其他路面老化状况联系起来。这项研究验证了将遥感技术应用于监测沥青路面健康状况的可行性。

各国学者在公路管理信息系统方面进行了多元化研究,并取得了一定的研究成果。北美、印度、东南亚、澳大利亚、新西兰、南非和欧洲等地广泛应用和推广了路面管理系统。例如,在英国,研究机构建立了一套公路养护评估系统,以全面评估和管理公路状况。该系统的数据来源包括道路调查与监测、路面性能检测和评价以及交通事件分析等方面。美国战略公路研究计划(SHRP)提出的LTTP典型体系对公路管理领域产生了深远影响。SHRP提出了多个目标,包括未来数据分析和研究,为公路养护管理的进一步发展提供了明确的指引。

## 二、基于图像和视频数据的公路性能评价技术研究现状

### 1. 基于三维全景技术的道路信息管理系统

在考虑到公路养护领域的新形势和现有形式和性能退化等因素的基础上,一些学者提出了利用公路实景信息系统构建公路管理方法,以实现公路生产管理的可视化和精细化。

公路的三维可视化方法可以分为两种。首先是采用机载和车载一体化系统,通过使用卫星航空遥感数据获取数字地形模型和数字正射影像,以实现快速绘制公路的三维视角,并利用虚拟三维技术进行集成,从而实现对公路的可视化管理。另一种方式是从地面或车辆的角度进行公路的三维可视化。在中国,三维全景技术的发展经历了两个阶段。第一阶段是2004年以前,此时国内的三维全景技术还不够成熟,研究相对较少,大部分工作还处于探索阶段。尽管存在一些物理模型,但对于三维场景的模拟质量普遍较低,而且存在流畅性问题。第二阶段是2004年至今,随着互联网的快速发展和国外高科技技术的引入,三维全景技术引起了国内各行业的关注。越来越多的研究者开始投入到三维全景技术的研究中,使其成为热门领域之一。尽管在这两个发展阶段中,我国的三维全景技术与国外仍存在一定差距,并且仍有一些不足之处,但通过持续的研究和努力,我们有望弥补这些差距。

### 2. 基于高分辨率遥感影像道路信息提取

由于其高分辨率、清晰的几何结构和明显的纹理特征,高分辨率遥感影像在地物提取领域得到了广泛的应用。随着遥感技术的日益精进,高分辨率遥感影像所蕴含的地物信息愈加详尽,为道路的辨识和提取提供了更为有力的支撑。由于传统的基于数学形态学方法对图像进行分割时存在着运算速度慢、精度低等缺点,导致在实际应用过程中受噪声影响较大。因此,在高分辨率遥感影像数据中快速而精准地提取道路信息,已成为相关研究中备受关注的热门议题之一。针对高分辨率遥感影像道路提取的问题,国内外学者已经进行了大量研究。学者们道路提取方法一般分为中低层次和中高层次两类。中低层次方法包括道路追踪、动态规划、Snake算法、多时相分析以及立体像对分析等。这些方法主要通过利用道路的几何特征和图像间的匹配关系来进行道路的提取。而中高层次方法则使用知识表达和模糊建模等技术,通过对道路的语义信息和上下文关系的分析来进行道路的提取。此外,道路提取方法还可以根据自动程度分为半自动和自动两类。半自动方法包括动态规划、Snake算法、

主动试验模型以及模板匹配等,需要人工干预和交互参与。而自动方法包括脊线探测、平行线法、启发推理、统计模型以及地图匹配等,可以在不需要人工干预的情况下完成道路的提取。然而,现有的方法大多只是简单地利用道路的特征进行模型建立,缺乏对道路的拓扑特征和上下文语义特征的充分考虑,导致道路提取的精度有限。为了解决这些问题,一些学者提出了在高分辨率遥感影像中应用面向对象技术的方法。这种方法能够有效解决遥感影像中的噪声问题,并充分利用对象特征的上下文语义信息。

### 三、结束语

通过本文对基于图像和视频数据的公路性能评价方

法进行综述,可以看出这些方法可以有效地评估公路的性能,并提供有关交通流量、拥堵状况、车辆行为等方面的重要信息。这些方法利用了图像和视频数据的丰富信息,结合不同的算法和技术,为公路管理和规划提供了有力的工具。

#### 参考文献:

- [1]2020年交通运输行业发展统计公报[J].交通财会,2021(6):6.
- [2]杨静,李孝兵.路面检测技术现状及未来发展趋势[J].公路交通科技:应用技术版,2012(1):104-106.
- [3]刘惠明,林中大.3S技术及其在林业上的应用[J].广东林业科技,2002,18(1):44-47.