

# 多源数据融合技术在智慧工地中的应用研究

王刚<sup>1</sup> 段祥<sup>2</sup> 刘春芽<sup>3</sup>

1. 兰州朗青交通科技有限公司 甘肃 静宁 743400; 2. 兰州朗青交通科技有限公司 甘肃 瓜州 736100

3. 兰州朗青交通科技有限公司 甘肃 永登 730300

**摘要:**传统施工管理方式已无法有效的支撑施工现场的安全、环保、质量等管理目标。随着新兴技术的不断发展,智慧工地平台的提出为施工管理带来新的建设价值,该平台可以对项目的施工进度、人员管理、质量巡检、材料检测等进行智慧化的管控。其中,多源数据作为工程推进的基础产物,是智慧工地平台搭建和应用中重要的战略资源。但国内外针对复杂多源数据的融合与分析仍存在不足。因此,本文提出智慧工地中多源数据融合模型与方法,对多传感器和业务系统数据源的数据进行预处理、特征识别、数据关联转换为统一的数据形式,实现行业、部门与平台之间的数据信息交互,为进一步目标检测、目标分类、环境感知提供可靠的数据支撑。

**关键词:**多源数据融合;智慧工地;平台数据;数据关联;

伴随着我国经济水平的快速持续发展,全国公路工程建设项目呈现出规模大、建设周期长、参与人员多、技术复杂等特征,与此同时,传统工程建设管理存在的问题开始逐渐暴露,例如:施工管理单位无法及时掌握现场实际情况、管理层决策的偏差、管理系统集成度低、现场人员工作效率低、施工事故的频发等,这些问题大多源于传统建筑施工管理方式已无法满足可持续发展的要求,因此为解决这类问题,智慧工地平台应运而生。该平台集成了5G技术、大数据、云计算、物联网等新一代的技术,将传统工程管理转换为数字化、可控化和智慧化的工地管理模式,对施工现场的人员、车辆、物料、环境、设备进行全方位且实时的远程检测与管控。由于智慧工地平台应用背景复杂,各功能实现需要各类传感器和业务系统数据的支撑,因此对数据的实时采集和融合分析是平台合理运行关键。本文主要对智慧工地基础数据进行分析,在介绍多源数据融合的模式上,提出一种针对智慧工地的多源数据融合模型和方法,对数据进行处理并达成统一的形式,可实现不同平台与部门之间的数据信息交互,为智慧工地平台进一步功能拓展与研究提供数据支撑和理论依据。

## 1 智慧工地总体框架设计

### 1.1 智慧工地提出依据

随着公路建设工程规模的逐渐扩大,伴随而来的是现场实施的诸多痛点,总结主要包含以下几点:

(1) 工程质量:工程质量的控制与管理是提高工程质量的核心手段,由于传统检测方法虽然包含了针对单一领域的实时采集和分析,但是缺乏针对全过程数据采集、分析的闭环处理,导致最终的工程质量与预期目标相差较远。

(2) 施工人员管理:对人员的管理将涉及到工地安全、人员财务和工作监管,尤其在新冠疫情发生以来,人员温度的实时检测是施工中必须的一项工作,传统监管无法对人员

考勤、测温、薪酬考核进行统一管理。

(3) 项目审批管理:工程建设过程中除施工单位外,更有政府、参建方的协同沟通,传统监管方式不但存在项目数据丢失、遗漏的问题,而且在审批签字流程中手续较为繁琐,导致工作效率较低且项目不具有可追溯性。

(4) 生产与环境管理:在隧道类工程施工的过程中,常存在超高的粉尘浓度、有害气体等异常情况,造成施工人员职业病的频发。

(5) 施工过程安全管理:在公路施工过程中,常存在危险区域繁多、可控性低的问题,传统管理手段仅通过视频监控管理,导致劳务人员作业存在较高的安全隐患。

综上,智慧工地建设目标将围绕施工现场“人、机、料、法、环”各模块,实现对现场人员、出入车辆及施工进度、安全质量的实时动态管控,打破传统施工现场粗放型管理方式,实现“安全、高效、高质、智能”的项目现代化生态圈。

### 1.2 智慧工地应用框架及系统构成

智慧工地平台总体架构由用户层、应用层、数据层、通信层和感知层组成,逻辑组织结构如图1所示。其中用户层主要包括使用系统的各类用户;应用层主要由项目级的智慧工地平台和省级的智慧工地平台组成;数据层主要是对智慧工地平台数据处理与分析,并为使用者提供数据交换、共享服务,同时针对各类业务模块统一提供数据对接API接口,各系统可根据数据接口协议将各数据上传,实现数据的接入、管理及第三方系统的集成;数据层不但保证了全省智慧工地建设数据的统一存储,而且实现了不同业务系统数据的整合;通信层主要包含局域网、移动互联网等,可对现场的实时数据进行传输与共享;感知层通过多种传感器设备对现场信息、环境信息、材料状态进行检测与采集。

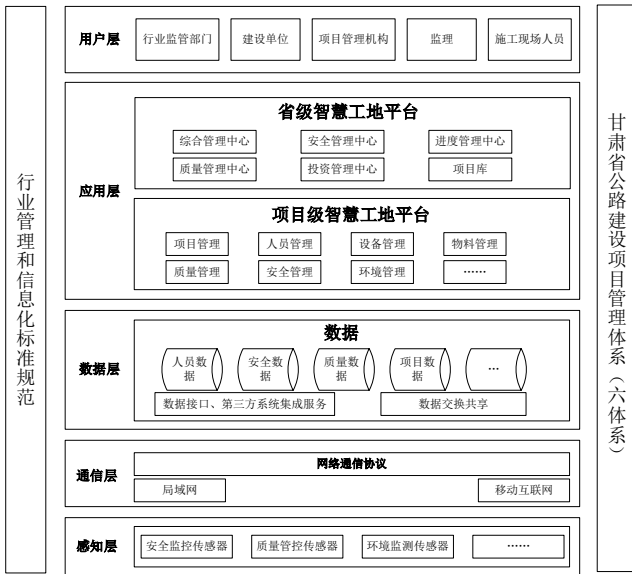


图1 智慧工地总体架构图

### 1.3 智慧工地建设存在的问题

智慧工地建设中，常包含多种来源于感知层和数据层的海量数据，由于这些数据在属性、格式、数量等方面存在差异，导致各个业务之间无法形成统一的标准，使得系统存在功能离散、管理对象单一、资源共享能力薄弱、信息流通性及可复用性差等问题，严重影响综合性业务的开展；另外，由于没有统一针对项目建设期全生命周期的一体化管理平台，导致施工项目无法实现交通运输主管部门、建设单位、项目管理机构、监理单位、施工单位的“五方一平台”多级管理。综上所述，智慧工地平台统一数据标准、提高数据利用率、实现数据融合和挖掘是目前需解决的首要问题。

## 2 多源数据融合模型

### 2.1 智慧工地数据来源

智慧工地平台中包含的多类数据主要来源于传感器采集数据和业务系统数据。其中，传感器数据主要来源于感知层，比如安全监测传感器、质量管控传感器、环境监测传感器等检测数据；业务系统数据主要包含进度数据、质量数据、视频数据、安全数据、人员基本信息等相关数据。由于采集设备的延迟和误差，这些数据在时间维度和空间维度均存在一定的错差，因此，数据匹配与融合是需解决的首要问题。

### 2.2 多源数据融合一般过程

多源数据融合一般过程如图2所示。首先，将传感器采集的物体状态信息利用A/D转换器转换为数字信号；然后，采用滤波器对信号中的干扰和噪声进行去除；最后，结合特征提取器进行特征的提取，并将提取的信息进行融合处理。

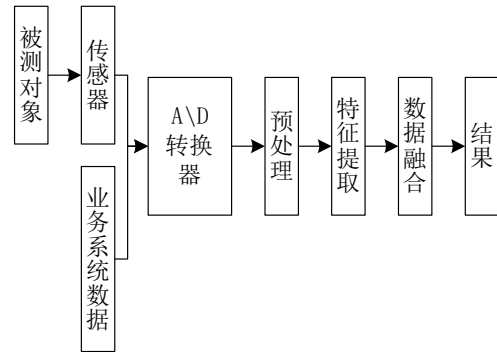


图2 多源数据融合过程

### 2.3 智慧工地数据融合体系架构

数据融合常根据处理层次的不同分为数据级融合、特征级融合和决策级融合。其中数据级融合虽然保留了数据的原始信息，但由于计算成本较高，通常不适用于大数据处理中；特征级融合是在数据特征提取后对特征进行融合与处理，该方法虽然实现信息优选、降低实时处理压力，但对传感器性能具有很强的依赖性。综合施工工地数据特征，本文选取决策级融合体系架构作为智慧工地数据融合体系架构，该架构在对平台的每一类数据识别分析后进行高层级融合，充分结合了前两种融合方式的优势，具有实时性好、容错性好、对传感器依赖性强、灵活性高且鲁棒等优势，适用于智慧平台数据的处理，如图3所示为决策级融合方式。

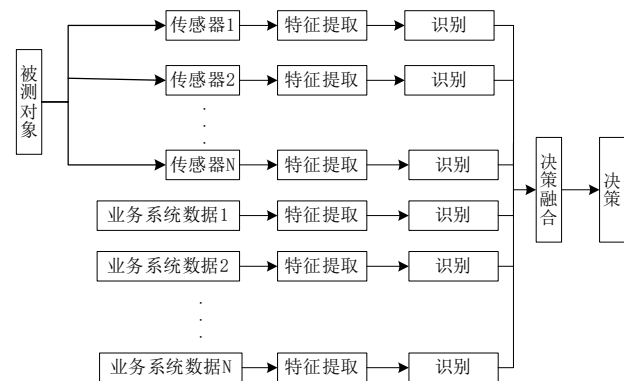


图3 决策级融合过程

## 3 多源数据融合方法

基于决策级融合模型基础上，融合是数据处理的关键一步。数据融合方法主要有5种，分别是加权平均法、神经网络法、Kalman滤波法、贝叶斯估计法和D-S理论法，其中，加权平均法是对输入数据进行加权求和，但由于智慧工地数据的多样性及复杂性，该方法存在随机性强、鲁棒性低的特点，较容易忽视工程关键数据；贝叶斯估计法需事先提供先验概率，但是在智慧工地中数据随机性强，导致最终决策具有不确定性。因此，在智慧工地多源数据融合通常采用以下三种方法。

### 3.1 神经网络法

神经网络法首先通过非线性映射关系将多源数据转换为网络所需的数据库，同时通过特征提取相关网络对数据进

行筛选和学习,提取出数据中的关键信息作为决策依据。该方法不但可以处理大规模的数据信息,而且处理速度快。

### 3.2 Kalman 滤波法

Kalman 滤波法是目前应用最广的数据融合方法,可以在非线性系统模型或系统状态有变化的情况下对系统走向做出有根据的预测,且方法可以有效的排除噪声和干扰,对系统做出真实的预测。除此之外,该算法具有占用内存小、速度处理快的有点,很适合应用于实时问题和嵌入式系统。

### 3.3 D-S 理论法

D-S 理论方法来源于贝叶斯估计方法,解决了贝叶斯估计方法中必须事前给出预测和先验概率的局限性。在我国智慧工地中,由于很多关键信息都具有一定的不确定性,而D-S证据理论就是对不确定性信息进行处理的一种手段,可以对这类信息进行精确的提取,从而获取出数据中的关键信息。

## 4 结束语

公路工程智慧工地建设是在新时代数字经济发展浪潮中推进建筑施工项目管理模式转型和升级的关键一步,结合5G、互联网、物联网等新型技术,使项目管理更加智慧化、现代化和精细化。其中,多源数据作为智慧工地平台的保障,在平台发展中起着重要的作用。本文介绍了针对智慧工地的数据融合体系架构以及融合方法,阐述了数据处理的流程,为实现不同平台与部门之间的数据信息交互奠定了可靠的

数据支撑。

### 参考文献

- [1] 张雪龙. 基于 BIM 的智慧工地建设应用分析 [J]. 中国住宅设施, 2021(07):5-6.
- [2] 王玲, 吴坚, 夏静怡. 浅谈智慧工地建设的应用与发展 [J]. 中国建设信息化, 2021(13):68-69.
- [3] 高宏伟. 智慧工地在工程建设中的应用 [J]. 山西建筑, 2021,47(12):185-187.
- [4] 张国防. 智慧工地在建筑工程安全管理中的优势分析 [J]. 居舍, 2021(16):158-159.
- [5] 任泽裕, 王振超, 柯尊旺, 李哲, 吾守尔·斯拉木. 多模态数据融合综述 [J/OL]. 计算机工程与应用 :1-18.
- [6] 陈晓宇, 项颢, 贾琨, 张振国, 张祖刚, 贾书峰. 基于数据融合的数据中心智能运维平台研究 [J]. 电子元器件与信息技术, 2021,5(03):168-169+174.
- [7] 李洋, 赵鸣, 徐梦瑶, 刘云飞, 钱雨辰. 多源信息融合技术研究综述 [J]. 智能计算机与应用, 2019,9(05):186-189.
- [8] 宋丙坤, 谭春波. 基于异构数据融合的智慧工地移动化解决方案 [J]. 信息通信, 2018(03):83-85.

(作者信息:王刚(1988.11.28),男,汉族,甘肃静宁,本科,工程师,主要研究方向为交通信息化与智慧交通方向,邮箱为 wanggang@lzlzlongking.com)