

基于视频结构化的智慧交通系统研究

作者 111172 徐鸿飞

摘要：目前，交通安全严重困扰着国家的发展，安全始终是交通技术发展的最核心问题。基于交通视频数据结构化，交管部门就能够协同计算区域所有车道的流量数据，同时对肇事逃逸的司机、乘客、行人进行快速的检索与分析。针对我国在交通建设方面的问题，本文提出基于视频结构化的智慧交通系统研究。本文拟采用深度学习的方式将传入的视频流进行结构化并展示。

关键词：深度学习、视频结构化、智慧交通

Abstract : At present, traffic safety has seriously troubled the development of the country, and safety has always been the core issue of the development of transportation technology. Based on the structure of traffic video data, the traffic control department can collaboratively calculate the flow data of all lanes in the area, and at the same time quickly search and analyze the drivers, passengers, and pedestrians who fled the accident. Aiming at the problems of my country's transportation construction, this paper proposes the research of intelligent transportation system based on video structure. This article intends to use deep learning to structure and display the incoming video stream.

Keyword: Deep learning, video structuring, smart transportation

1. 介绍

西方发达国家的交通发展经历了以下几个阶段：大力增加公路通

车/通航里程，提高公路/航道等级，综合运用各种运输方式，从可持续发展的角度去优化各种交通运输方式，提高交通的信息能力，力求尽快实现交通的智能化与智慧化^[1]。目前智能交通已经成为研究聚焦所在。智慧交通是在智能交通基础上，融入云计算、物联网、大数据和移动互联网等新技术，通过汇聚交通信息，提供实时准确的交通信息服务。无论是在中国还是其他国家，大量使用的数据模型和数据挖掘等数据处理技术，已经初步实现了交通的系统性与实时性、信息交换的交互性以及服务的广泛性。

1994 年世界智能交通大会成为发达国家正式开展智能交通开发和应用的标志。经过了 10 多年的发展，该领域已经形成美国、欧洲和日本三强鼎力的局面。其中美国已经建立了较完善的由多个子系统构成的 ITS 体系结构、英国拥有世界最多用户的 SCOOT 系统。近几年，欧美日等其他外国国家开始注重去开发智能交通系统的结构，使之更加的规模化，完整化，灵活性大，更为有效的去适应不断变化的环境和经济。

在智能交通管理交互式控制方面，德国柏林交通控制中心旨在利用路段监控的海量视频数据，通过视频结构化手段将杂乱无章的视频资料聚合成高度集成化，具有一定特征属性的视频信息。通过采集、融合、分析路网实时交通视频信号流及环境数据，根据具有特定属性的结构化视频信息对交通路况进行预测，并将信息实时传递到区域管理部门。

另外英国视频信息高速公路（Video Information Highway，VIH）

是世界领先的交通信息网络平台系统。英国对智能交通系统的研究也一直处于世界前列，其拥有世界最多用户的 SCOOT 系统是智能交通系统的主要组成部分^[2]。由此可见视频结构化与智能交通管理的结合是必然趋势。

交通视频数据信息量的庞大决定了信息获取的复杂度，为加大对交通视频数据的有效应用，交通视频结构化处理正是国外智能交通管理体系的一项重大工作。发达国家对该项工作的重视和进展将会极大地推动其国家交通管理，保障国家交通安全，维护社会和谐稳定。

同发达国家的发展情况相比，我国智能交通系统研发起步较晚、发展相对落后^{[3][4]}。随着我国经济的迅速发展，机动车数量呈井喷式增长，交通问题逐渐凸显，智能交通系统的重要性也日益增加。科技部把智能交通管理系统相关的关键技术研究列为国家“重大研发计划”和“十三五”支撑计划的研究项目。近年来，视频监控被广泛的应用于智能交通。深圳市创新性地建立了视频检测行人过街试点，利用视频检测到的行人过街信号关联信号控制机，减少行人等待时间^[5]。有效的利用视频的特定功能管理实现了对智能交通的推动。

视频结构化技术，作为一种将视频大数据与人工智能技术结合，对海量的视频进行智能分析、提取出关键信息并进行文本的语义描述的新技术，与交通视频大数据的结合，将在极大程度上系统的、有效的提取交通中的各种关键信息，推动智能交通的快速发展。国内有 200 多家企业从事相关技术领域的研发工作，相关研发成果也已投入市场并占据一席之地^{[6][7][8]}。国内从事智能交通行业的企业约有 2000

多家，主要集中在道路监控、3S（GPS、GIS、RS）和系统集成环节。近年来的平安城市建设，为道路监控提供了巨大的市场机遇，目前国内约有 500 家企业在从事监控产品的生产和销售，而其中交通视频大数据的结构化是最关键、最具市场前景的研究、开发方向。

在国内智慧城市公共安全信息化建设深入开展的背景下，视频结构化使得视频数据成为可感知、可描述的智慧型数据，经过视频结构化处理后，可以达到如下目的：（1）视频查找速度得到极大地提升；（2）充分发挥大数据作用，提升视频数据的应用价值，提高视频数据分析和预测功能；（3）可根据视频属性分类对结构化视频进行概率分析，从而达到监控和预测道路交通路况，行人司机行为的作用，有效预防重大事故^[9]。视频结构化技术目前在智能交通管理上的应用主要体现在对车辆特征、人像特征、行为事件等辨识方面，如自动识别车辆号牌、车身颜色、车辆品牌、车辆类型、车辆特征物等，支持基于车辆外观特征的快速检索^[10]。检索技术较为精确但应用度不高，视频整合工作量依旧相对较大。

视频结构化系统适用于城市监控中的视频结构化应用的系统改造，主要对应于非主干道的治安监控，能够对治安监控视频中的行人、人骑车等活动目标使用深度学习进行特征识别和提取。通过 Web 查询界面，能够实现活动目标的快速查询。此外，在查询活动目标信息时可设置筛选条件，支持多种筛选条件的同时设置，提高查询结果的效率和准确率。且支持以图搜图功能。

2. 研究区和数据

2.1. 研究区

研究区主要是深度学习方面。

采用人工智能技术，以地理场景为单位，利用不同视角摄像头、不同位置的摄像头进行目标识别，抽取交通场景事件的关键语义标签和类别；建立与道路安全运营相关的分类数据库，采集相关视频样本，供后续检索使用。主要研究内容有：

（1）对道路视频中的行人、车辆、人骑车的特征信息（人：具体穿着、年龄、是否拎包等信息；车辆：车牌、型号、颜色等信息）进行结构化处理，生成结构化数据。如图 1 和图 2 所示。

（2）结合已生成的结构化视频数据，训练专用神经网络用来预测整幅画面中的目标位置和类别。

（3）将此部分的目标识别与检测封装为独立的动态链接库，减少计算量，提高整体效率，实时地对道路进行目标的识别和检测。

根据视频场景的空间范围、时间区间，建立时空联合索引，设计相关的大数据存储和搜索机制，构建摘要数据库；以视频片段为单位，根据视频摘要内容的关注度优先级，设定相应的分级存储机制，延长有价值视频片段的存储时间，更加有效的利用宝贵的磁盘存储空间。主要研究内容有：

（1）基于视频场景的时空范围，将时空信息和结构化信息一起存储，可建立基于时空信息的联合索引。

（2）利用 Elasticsearch 对结构化数据进行检索，为了加快检索，用时间对数据进行分片管理和索引，当搜索某个时间段的数据时，直

接请求相应分片的检索服务。

(3) 以视频片段为单位，根据视频内容的优先级，设计相应的分级存储机制，有效地利用宝贵的磁盘存储空间。

利用视频结构化数据库进行道路安全运营，在视频结构化数据库的支撑下，实现人机协同，以最短的时间为管理者提供最有价值的信息。具体包括：道路综合管理（如：路况监视及统计，道路拥堵，违规车辆），道路运营（如：道路坑洼，道路冰雪，道路抛洒物，道路能见度、设施管理、超载超限管理、道路积水、交通事故），事故检测及回溯，事故责任认定等方面。主要研究内容有：

(1) 利用视频结构化数据库进行道路安全运营，管理者可在最短的时间内获得最有价值的信息，进而做出准确、有效的判断。

(2) 对常规的道路管理进行基于视频结构化的管理，具体包括：道路综合管理（对路况进行监测统计并进行实时播报），道路运营（对道路坑洼、道路冰雪等基本情况监测及判断）。

(3) 对于交通事故，利用结构化的视频数据进行事故检测及回溯，辅助事故的责任进行认定。

2.2. 数据

主要的数据来自与视频监控的视频流，本文以瘦终端树莓派的视频流为例。

3. 方法

总共包含 3 个独立单元的算法模块：目标检测及跟踪模块、人骑车属性分析模块、行人属性分析模块。

模块间进行交互的方式是：由高清网络摄像机采集到的视频数据通过实时视频接入模块提供给分析层处理，本地视频数据通过历史视频接入模块进入分析层待处理；分析层进行目标检测跟踪、人骑车属性分析、行人属性分析，将处理后的结果通过网口传输并保存至存储模块。

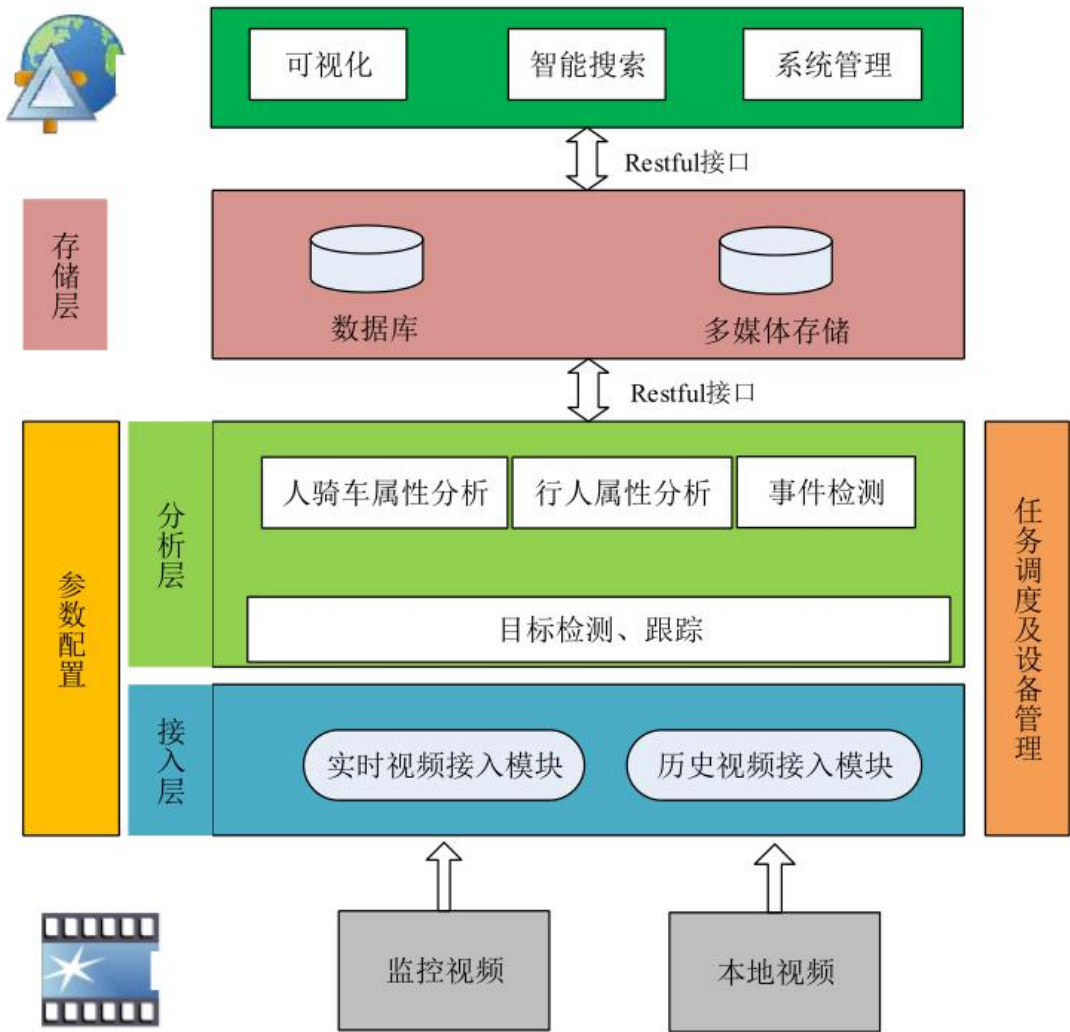


图 1

3. 1. 目标检测

目标检测采用深度学习的方法，通过在整幅图像中预测边界框和类别的概率，整个检测过程包含在一个网络内。

本方案采用深度学习算法，主要使用 yolov4，训练专用神经网络用来预测整幅画面中的目标位置和类别，利用前期收集车辆、行人、人骑车目标在各场景下的样本，充分训练模型满足鲁棒性要求。

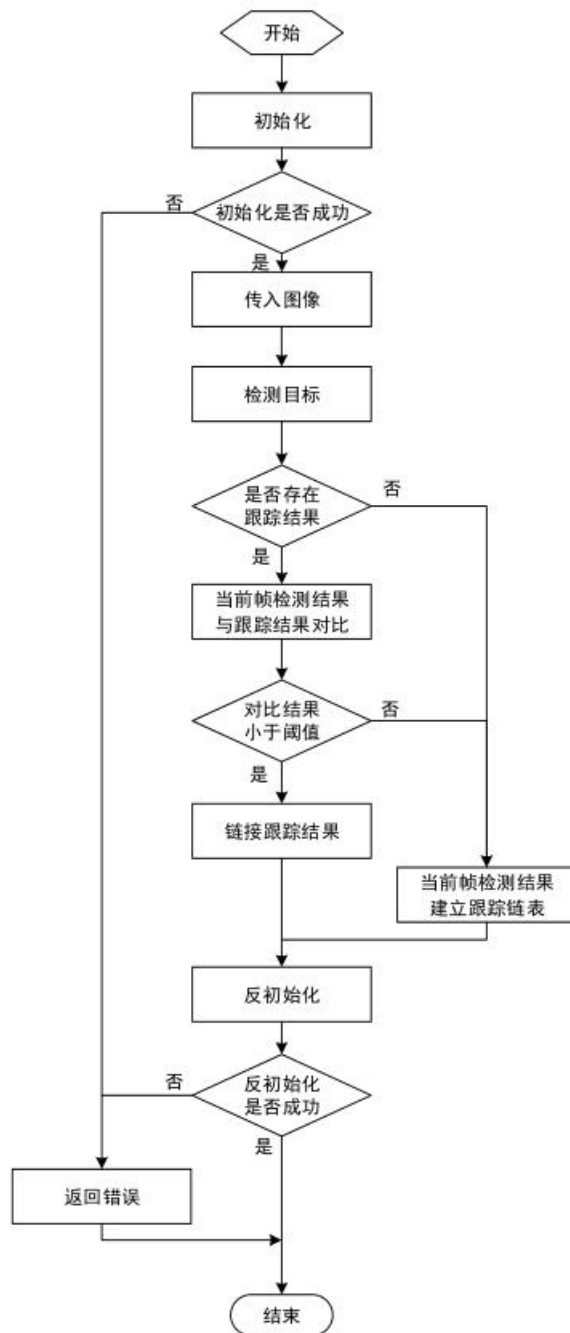


图 2

目标跟踪模块需要用到目标的检测信息和跟踪信息，通过对链表中结果匹配实现目标跟踪。

3.2. 人骑车属性分析

人骑车属性分析模块属于视频特征提取分析系统的人骑车属性分析模块，封装成独立的动态链接库。主要完成从目标检测模块接收人骑车的目标定位图片并进行分析，实现对人骑车属性的识别功能，主要识别的属性有：类别（二轮、三轮车），类型（摩托车、轻便摩托车、自行车、三轮车），乘客上衣颜色（白、黑、灰、黄、粉红、红、紫、棕、绿、蓝、青、混合、银、橙 14 类），是否戴头盔，是否挂牌。

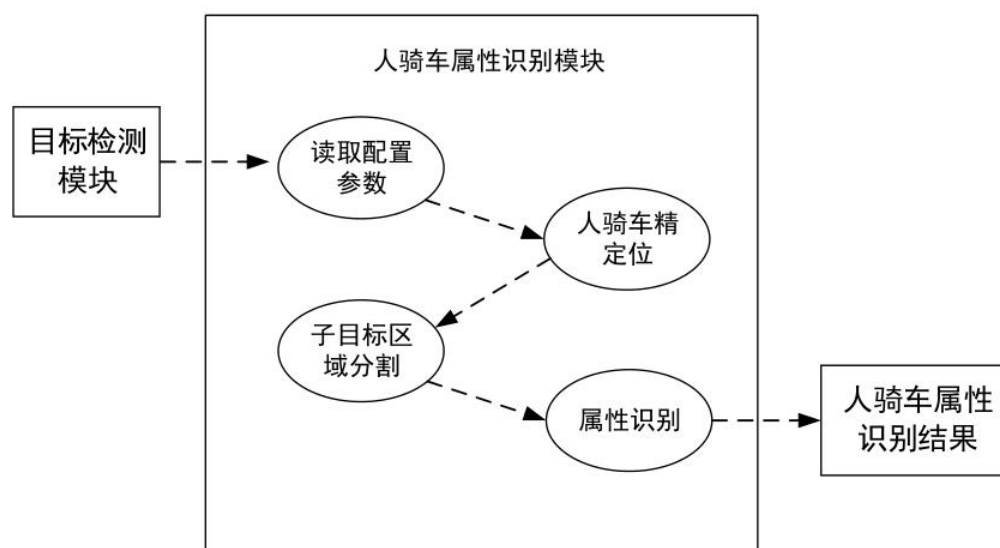


图 3

本模块采用深度学习技术进行人骑车各属性识别，通过搜集大量的人骑车图片离线训练得到卷积神经网络分类模型，将预处理后的图片导入 CNN 模型中得到属性识别结果。

3.3. 行人属性分析

行人属性分析模块属于视频特征提取算法中的行人属性分析模块，封装成独立的动态链接库。负责监控视频、

微卡口视频图片中的行人属性识别分析。共包含 6 条属性，其中上衣及下衣颜色属性，颜色识别输出种类包括白/灰、黑/深灰，棕/卡其、绿/青、黄/橙、红/粉红/紫、蓝/宝蓝/粉蓝/浅蓝 7 类；年龄属性，年龄识别输出种类包括老年、中年、青年、小孩；行人性别属性，性别识别输出种类包括男性、女性；行人是否背包属性；行人姿态属性，姿态识别输出种类包括正面、侧面、背面。

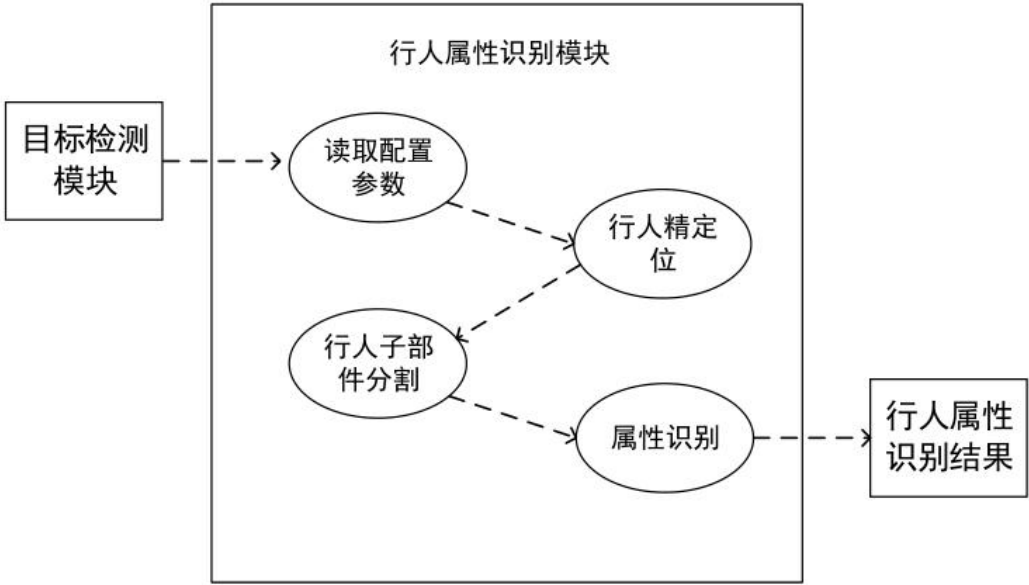


图 4

本模块采用基于 GrubCut 分割的区域定位算法，并利用 CNN 分类模型对定位区域进行识别。

行人属性识别模块根据输入行人图片和行人位置信息进行行人位置精确定位，基于精确定位到的行人，对各个属性子部件进行定位，得到各个属性所在大致区域；然后对各个属性子区域进行分类，使用 CNN 分类模型对各个区域进行分类；最后输出得到行人各属性识别区域、属性识别结果及置信度。

4. 结果

```
tf_op_layer_concat_12 (TensorFl [(None, None, None, 0
tf_op_layer_split_2[0][0]
tf_op_layer_Sigmoid_4[0][0]
tf_op_layer_Sigmoid_5[0][0]
=====
Total params: 64,429,405
Trainable params: 64,363,101
Non-trainable params: 66,304
=====
* Serving Flask app "server" (lazy loading)
* Environment: production
  WARNING: This is a development server. Do not use it in a production deployment.
  Use a production WSGI server instead.
* Debug mode: off
* Running on http://0.0.0.0:5000/ (Press CTRL+C to quit)
Starting camera thread.
```

图 5



图 6

最终实现的效果为摄像头传入视频流，经过分析出视频关键帧的结构化信息并存入数据库，在需要的时候可以方便的调取数据库中的信息和视频的关键帧。

视频结构化技术。即对海量的视频进行智能分析、提取出关键信息并进行文本的语义描述的新技术。应用该技术主要有三大好处：

- 1、视频查找速度得到极大的提升。
- 2、存储容量极大地降低，减少了冗余数据管理，可以解决视频长期存储的问题。
- 3、视频结构化可以盘活视频数据，可作为数据挖掘基础。

5. 讨论和结论

本文的主要解决问题是利用 CPU + GPU 协同计算能力，基于深度学习的技术支持下，如何高效并发的进行 AI 图像识别然后自动生成视频的分类和摘要；如何建立有效的视频摘要数据库的索引，以及清晰的分级存储。可以用什么算法进行高效的搜索，从而完善整个的数据库运营管理技术；对于运营管理上，需要写出一个能够对图片快速进行行为分析的模块（采用 Hadoop、Spark 等大数据基础设施，并结合视频结构化的相关技术，研制关键的视频结构化数据管理与分析的算法模块），然后能够通过后台服务器及时反馈分析结果给相关路段，人员，设备。

紧密结合交通视频大数据，应用人工智能、地理信息系统（GIS）、云计算、移动互联、4G 无线通信等现代信息及互联网+等技术，以增强城市道路交通系统的安全性为目标，研究交通道路视频内容摘要数据库建立，基于深度学习的交通道路智慧信息管理软件原型系统开发。强调成果和技术的先进性和实用性，为我国互联网+的信息智慧化管理与服务应用提供一套全新而完整的技术手段与方法。

参考文献

- [1] 冷雪. 智慧交通体系发展现状研究[J]. 中小企业管理与科技(下旬刊), 2016(06): 107-109.
- [2] 陈桂香. 国外智能交通系统的发展情况[J]. 中国安防, 2012(06): 103-108.
- [3] 阮晓东. 智慧交通新思维[J]. 新经济导刊, 2013(10): 56-63.
- [4] 智慧交通让出行告别拥堵[J]. 通信世界, 2015(32): 39.
- [5] Yangxin Lin, Ping Wang, Meng Ma, "Intelligent Transportation System(ITS): Concept Challenge and opportunity", 2017 IEEE 3rd International conferences on big data and cloud, pp. 1-6.
- [6] 王长君, 邱红桐等. 智能交通管理系统理论与实践[M]. 北京: 中国人民公安大学出版社, 2015.
- [7] 邱保国. 智能交通系统中先进交通管理系统的研究与设计[J]. 电子测试, 2013(09): 107-108.
- [8] 郭启煌. 基于 ITS 的智能公共交通管理系统设计与实现[J]. 计算机光盘软件与应用, 2012(04): 146-147.
- [9] 巩珏. 视频结构化分析助推智慧城市物联网新时代[J]. 中国安防, 2017(12): 100-103.
- [10] 李昊. 视频结构化分析技术推动智慧城市大数据发展[J]. 中国公共安全, 2017(04): 124-127.