

学校编码: 10384

分类号 \_\_\_\_\_ 密级 \_\_\_\_\_

学 号: 23020101153075

UDC \_\_\_\_\_

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

图像大数据车辆搜索中基于流形学习的  
车辆检测算法

Manifold Learning based Vehicle Detection Algorithms for Vehicle  
Searching from Image Big Data

王 涛

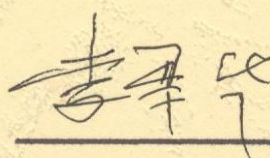
指导教师姓名: 杨晨晖 教授

专业名称: 计算机应用技术

论文提交日期: 2013 年 5 月

论文答辩日期: 2013 年 6 月

学位授予日期: 2013 年 月

答辩委员会主席: 

评 阅 人: \_\_\_\_\_

2013 年 5 月

厦门大学博硕士学位论文摘要库

## 厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下，独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果，均在文中以适当方式明确标明，并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范（试行）》。

另外，该学位论文为( )课题(组)的研究成果，获得( )课题(组)经费或实验室的资助，在( )实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称，未有此项声明内容的，可以不作特别声明。)

声明人(签名): 王涛

2013年 6月 8日

厦门大学博硕士学位论文摘要库

## 厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

( ) 1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，于 年 月 日解密，解密后适用上述授权。

(  ) 2. 不保密，适用上述授权。

(请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。)

声明人（签名）：王涛

2013年 6月 8日

厦门大学博硕士学位论文摘要库

## 摘要

随着交通的快速发展,车辆数量持续增长,由车辆带来的交通管理、交通安全和社会治安等问题日显突出。在交通道路、小区大院、停车场、交通枢纽等安装的交通视频监控系统每天能产生大量的视频图像数据;互联网上更有大量的包含有车辆的视频图像。基于图像大数据的车辆搜索,能为交通管理、公共安全、车辆调度等提供有效的车辆搜索服务,是建设智慧城市运营管理系统的基礎,也是智能技术应用的研究热点。车辆检测是车辆搜索的基础。在交通视频监控系统产生的视频图像中,车流量疏密不均、图像质量参差不齐、车辆类型众多、成像角度和车辆目标的成像大小不一致、车辆拥挤和相互遮挡现象严重、不同天气下的光照和阴影等变化多端,这些因素给车辆检测带来了不小的挑战。

本文针对视频图像大数据车辆搜索平台的总体目标和技术分工,专注于研究其中的车辆检测技术。本文的主要工作包括:

1.提出了视频图像大数据车辆搜索平台的目标功能和总体流程架构,探讨了其中的关键技术环节和主要难点;归纳了视频图像中车辆检测技术的主要方法,对基于静态图像的车辆检测技术进行了较为全面的分析综述;特别对于基于假设-验证模型的车辆检测技术,进行了较为深入的归纳分析。

2.由于车辆出现在图像中的角度变化丰富,本文提出了采用流形学习的方法对这些车辆角度进行子类聚类。基于流形学习算法中的维数约简及聚类机制,利用梯度方向直方图特征描述多角度车辆对象所表现出来的边缘和轮廓特征,通过对高维原始数据进行低维嵌入,在低维空间上对不同角度的车辆进行子类聚类。

3.研究了基于可变部件模型的车辆检测算法流程,对含有多种成分的混合模型在初始化时使用的分类方法提出了改进。采用由流形学习聚类后的车辆子类信息,作为混合模型的初始化参数,可明显改善车辆检测效果。通过在 PASCAL VOC 2012 数据集上的测试表明,改进后的方法在效果上有明显提升,并对不同视角、不同尺度和相互遮挡等情况具有较强的适应能力。

**关键字:** 图像大数据; 车辆检测; 流形学习聚类; 可变部件模型

厦门大学博硕士学位论文摘要库



## Abstract

The rapid development of traffic brings more vehicles on the road which increases challenges in traffic control, traffic safety and security of society. Large scale image data is produced via the image acquisition devices installed in the roads, residential areas, parking lot and transportation junction as well as the Internet Vehicle searching from the image big data can offer the searching service for traffic control, public safety and vehicle dispatch, which is the base work in constructing the intelligence city as well as research hotspot of artificial intelligence technology. Vehicle detection is the fundamental and the key problem in vehicle searching. The variation of traffic flow volumes, uncertain image quality, numerous vehicle types, the diversity in views and scales, occlusion caused by the obstacle and the lighting effects such as shadows and reflections under different weather condition make the problem of vehicle detection more challenging.

Based on the point views above, the present paper studied some issues in the vehicle searching based on image big data including the overall aims and its key skills, and took the vehicle detection as the main part of this paper. The ground work in paper is as follows:

1. We talked about the functional modules and the key techniques using in the vehicle searching platform from image big data. We concluded the mainstream methods in the video vehicle detection and conduct a wide range of survey on the approaches using in the image vehicle detection especially about the hypothesis generation and verification methods.

2. Due to the rich views of vehicles in image data, we proposed a clustering methods for vehicle sub-categorization using manifold learning algorithm. By combining the histogram of oriented gradient which can describe the appearance and shape feature of multi-views vehicles and the dimensions reduction and clustering methods using manifold learning, we embedding the high dimension data to the low one. In the embedded space of low dimensions, we use K-means clustering to separate

the appearance-varied vehicle to sub-categorization.

3. By studying popular method in object detection based on deformable part model, we proposed a improvement on its clustering methods on the initialization of the mixture models. By adopting the vehicle sub-class obtained from manifold learning clustering as the input of the mixture model initialization, we can improve the detection result. Through the comparison between the improved method and the original method, the result shows the validity of the improved method. The methods used for vehicle detection in this paper also can solve the multi-view car, the occluded situation and multi-scale detection.

**Keywords:** Image Big Data; Vehicle Detection; Manifold Learning Clustering; Deformable Part Model

# 目录

<b>第一章 绪论</b> .....	<b>1</b>
1.1 研究背景和意义.....	1
1.2 图像大数据车辆搜索及关键技术.....	2
1.3 图像车辆检测研究现状概要.....	5
1.4 论文的主要工作和组织结构.....	6
<b>第二章 车辆检测的假设-验证法</b> .....	<b>9</b>
2.1 可疑区域的假设生成方法.....	9
2.1.1 基于知识的方法.....	9
2.1.2 基于立体视觉的方法.....	11
2.1.3 基于运动特性的方法.....	12
2.2 车辆区域的判断验证方法.....	13
2.2.1 基于模板的方法.....	13
2.2.2 基于表征的方法.....	14
2.2.3 基于特征融合的方法.....	16
2.3 本章小结.....	17
<b>第三章 基于流形学习的车辆子类聚类</b> .....	<b>19</b>
3.1 流形学习简介.....	19
3.2 流形的概念及常用流形学习算法.....	21
3.2.1 流形的基本概念.....	21
3.2.2 等距特征映射.....	23
3.2.3 局部线性嵌入.....	24
3.2.4 拉普拉斯特征映射.....	26
3.3 车辆子类聚类的流形学习算法.....	28
3.3.1 车辆子类聚类问题分析.....	28
3.3.2 特征描述算子选取.....	29
3.3.3 维数约简与聚类.....	30
3.3.4 车辆子类聚类算法.....	31
3.4 本章小结.....	33
<b>第四章 改进的可变部件模型在车辆检测中的应用</b> .....	<b>35</b>
4.1 可变部件模型简介.....	35
4.1.1 滤波器的构造和特征金字塔.....	35
4.1.2 根滤波器和部件滤波器.....	37
4.1.3 混合模型及其初始化过程.....	38
4.2 可变部件模型的改进思路.....	39
4.2.1 问题提出.....	39
4.2.2 可变部件模型的改进.....	40
4.3 基于改进可变部件模型的车辆检测算法.....	41
4.3.1 算法处理流程.....	41

4.3.2 关键算法环节分析 .....	42
4.3.3 多角度、部分遮挡、多尺度等情况下的算法适应性分析 .....	45
4.4 本章小结.....	46
<b>第五章 实验设计与结果分析 .....</b>	<b>47</b>
5.1 实验方案.....	47
5.2 实验结果.....	48
5.3 结果分析.....	51
5.4 本章小结.....	55
<b>第六章 论文总结与展望 .....</b>	<b>57</b>
6.1 主要研究内容总结.....	57
6.2 展望 .....	58
<b>参考文献.....</b>	<b>59</b>
<b>研究生期间科研成果介绍 .....</b>	<b>63</b>
<b>致谢.....</b>	<b>65</b>

厦门大学博硕士学位论文摘要

# Contents

<b>Chapter 1 Introduction</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1Background and Significance</b> .....	<b>1</b>
<b>1.2Key Technologies in Vehicle Searching based Big Image Data</b> .....	<b>2</b>
<b>1.3Research Status about Image Vehicle Detection</b> .....	<b>5</b>
<b>1.4Main Content and Structure of Paper</b> .....	<b>6</b>
<b>Chapter 2 Research on HG–HV in Vehicle Detection</b> .	<b>9</b>
<b>2.1Methods on Hypothesis Generation</b> .....	<b>9</b>
2.1.1Knowledge-Based Mehtods .....	9
2.1.2Stereo-Vision –Based Methods.....	11
2.1.3Motion-Based Methods .....	12
<b>2.2Methods on Hypothesis Verification</b> .....	<b>13</b>
2.2.1Template-Based Methods .....	13
2.2.2Appearance-Based Methods.....	14
2.2.3Feature Fusion Methods .....	16
<b>2.3Summary</b> .....	<b>17</b>
<b>Chapter 3 Vehicle Sub-Categorization Clustering</b>	
<b>Methods Using Manifold Learning</b> .....	<b>19</b>
<b>3.1Introduction on Manifold Learning</b> .....	<b>19</b>
<b>3.2Manifold Conception and Mainstream Manifold Learning Methods</b> .....	<b>21</b>
3.2.1Conception of Manifold .....	21
3.2.2Isometric Feature Mapping.....	23
3.2.3Locally Linear Embedding .....	24
3.2.4Laplacian Eigenmaps .....	26
<b>3.3Vehicle Sub-categorization using Manifold Learning</b> .....	<b>28</b>
3.3.1Analysis on VehicleSub-categorization .....	28
3.3.2Selection on Feature .....	29
3.3.3Dimension Reduction and Clustering.....	30
3.3.4Vehicle Sub-categorization methods .....	31
<b>3.4Summary</b> .....	<b>33</b>
<b>Chapter 4 The application of Improved DPM in Vehicle</b>	
<b>Deteciton</b> .....	<b>35</b>
<b>4.1Introduction on Deformable Part Model</b> .....	<b>35</b>
4.1.1Filters and Feature Pyramid .....	35
4.1.2Root Filter and Part Filters .....	37
4.1.3Mixture Model and Its Initialization .....	38
<b>4.2Improved Deformable Part Model</b> .....	<b>39</b>

4.2.1 Problem Posing .....	39
4.2.2 Improvement on DPM .....	40
<b>4.3 Vehicle Detection based Improved Deformable Part Model .....</b>	<b>41</b>
4.3.1 Algorithm Flow .....	41
4.3.2 Analysis on Key Process .....	42
4.3.3 Adjustability on Multi-view, Occluded and Multi-scale Vehicle .....	45
<b>4.4 Summary .....</b>	<b>46</b>
<b>Chapter 5 Experimental Design and Results Analysis</b>	
.....	<b>47</b>
5.1 Experimental Design .....	47
5.2 Experimental Results .....	48
5.3 Results Analysis .....	51
5.4 Summary .....	55
<b>Chapter 6 Conclusions and Prospect .....</b>	<b>57</b>
6.1 Main Content .....	57
6.2 Prospect .....	58
<b>References .....</b>	<b>59</b>
<b>Publication .....</b>	<b>63</b>
<b>Acknowledgement .....</b>	<b>65</b>

## 第一章 绪论

### 1.1 研究背景和意义

近年来,随着城镇化进程加快,城市人口的急剧增加给城市环境带来了很大的改变。而且城市居民生活水平普遍提高,城市机动车辆的保有数量也在不断增长,由此带来了庞大的交通流量,而人们的交通法制意识没有跟上车辆增长的速度,城市治安情况也没有达到理想的状态,交通违章、交通事故、刑事犯罪等时间频有发生,由此带来了严重的问题。

智能交通系统(ITS, Intelligent Traffic System)<sup>[1]</sup>是指在较完善的交通基础设施上,利用在城市道路、居民小区、停车场所布控的摄像机拍摄的图像序列信息,结合人工智能、地理信息、计算机技术、有线或无线通信和系统工程等技术,建立起来的全方位、实时、高效的智能地面交通智能管理系统。智能交通系统的应用体现在多个方面,比如智能信息服务系统、交通管理系统、车辆控制系统、公共交通系统、货运管理系统、电子收费系统、紧急救援系统等。

今年三月份,在长春市发生了一件令人揪心的案件:一辆私家车主将刚刚2个月大的婴儿遗留在车上到房间内开暖气,转身出来就发现车辆被盗,随之被带走的还有婴儿。在案发后,不仅警方投入了数千警力进行地毯式搜索,长春甚至吉林全省的市民也自动加入到彻夜搜寻的活动中。但最终由于搜索效率过低,车辆在26个小时后才被发现,而婴儿最终被残忍地杀害埋于雪地中。据知,长春市全城有几千个摄像头,目前车辆信息也登记的非常详实,但在出现这样的刑事案件时,在视频中排查出被盗车辆仍然是如此困难。这说明了在现有的视频监控系统中仍然存在着问题:各个视频监控系统仍然是一座座信息孤岛,警方并不能将城市内所有的监控信息集成到同一个系统中加以利用;这些视频监控设备采集到的数据仍然是原始的视频信息,要排查其中的信息需要以人工的方式去查看录像,而这种方式费时费力,并且很难取得对破案有利的信息。至于第一个问题,有些地方已经开始整合社会化监控视频到一个大型平台上,而第二个问题就涉及到智能交通系统中一个非常重要的应用问题,也就是基于图像的车辆搜索技术。

基于图像的车辆搜索技术要求根据已有的车辆信息，从大规模图像序列中搜索与其相似或者相同的车辆类型信息，在数据库中检索出车辆在城市中的位置信息，从而推测出车辆在城市中的行驶情况、行进路线，为刑事侦查、公用车辆监管等提供快速有效的技术支持。一个城市每年产生的交通数据数以亿计，这些数据的特点是单位数据小，数据元之间关系不明显，而且大部分都是非结构化的数据。传统的视频图像数据库大多采用人工对图像进行关键字标注，将其存储在数据库中，根据语义关键字进行索引和检索。这种方法实现直观、操作简单，但在图像数据急剧增加的今天，传统的标注方法需要无穷的人力物力，数据量在某个阶段甚至已经超越了人工可以完成的上限。如何对这些大数据进行智能化的分析和处理，利用计算机来完成相应的算法，机器代替人力来完成大量的琐碎任务，对大量数据进行分析从而产生价值，面对不同行业建立起不同的模型，是加快城市现代化的衡量标准之一，是建设智慧城市的重要组成部分。

## 1.2 图像大数据车辆搜索及关键技术

图 1.1 表示了基于图像大数据车辆搜索的流程框架，首先海量的图像数据或视频序列被安装在交通道路、停车场所、居民小区等地点的各式各样的采集设备收集到，通过网络道路传送到后台的服务器端，服务器端将接收到的图像数据进行处理：首先对检测出图像序列的每一帧图像中出现的车辆对象，并提取出车辆的外观特征比如颜色、大小、车辆类别等，根据拍摄点的位置判断相似车辆对象在城市中出现的位置以及行进路线等信息。根据提取出来的一系列特征，分析处理引擎可以将这些检测到的车辆根据不同的分类规则进行分类和索引，比如根据车辆的大小分类以统计车流信息、根据车辆运动轨迹为交通安全做预警、根据车辆运动方向来对交通调度信息智能化处理等。由于图像数据量巨大，这些分类和索引好的数据被存放在云端数据库中存储，当有需求时，则可以通过系统提供的搜索接口根据关键字等条件来搜索符合条件的车辆信息，系统会返回相应的搜索结果。在数据分析处理阶段，也可以引入分布式的计算环境以并行化的方式加快运算和处理速度。



Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to [etd@xmu.edu.cn](mailto:etd@xmu.edu.cn) for delivery details.

厦门大学博硕士学位论文摘要库