

摘要

在“平安城市，智慧城市”的发展趋势下，国家在智能交通的推广力度日益加强，城市交通监控摄像头的覆盖程度越来越广，其中，道路交通治安卡口监控系统是城市智能交通的第一道防护线，是加强社会治安、防范和打击违法犯罪的重要措施，尤其随着平安城市建设进程不断推进，我国智能卡口系统数量正在急剧增长，卡口系统的数量、功能及应用水平也有大幅度的增长与提高，并且正在往多级联网的趋势发展，以达到数据信息资源共享。

在治安刑事案件中，70%以上违法犯罪刑事案件涉车。交通卡口监控图像是公安业务的重要数据基础，从大量的监控图像中检索出目标车辆是一项基本需求，在社会治安维稳、打击违法犯罪等方面有着至关重要的作用。然而，不断实时增加的海量视频图像数据给数据的存储和传输以及车辆的搜索带来了巨大的挑战。具体表现为：

(1) 卡口图像数据结构化信息有限。卡口图像数据作为非结构化数据，不能直接实现结构化查找检索。当前卡口系统主要通过车牌号和属性特征（如车型、颜色等）进行车辆识别，以车牌号或属性特征为检索条件查找车辆。然而一旦犯罪嫌疑人或交通肇事者故意遮挡、替换、伪造车牌等，常规仅能识别车牌的系统就难以继续获取目标车辆的动态信息。属性特征也只能缩小范围，不能准确确定特定车辆。遇到该类案情便只能依据车辆本身固有和难以更改的信息，如品牌、型号、颜色等从海量过车视频图像中依靠人工进行查找和识别目标车辆。

(2) 海量卡口图像传输以及搜索压力巨大。平均情况下，一个架设有100个卡口的城市每天采集的图像数据就能达到千万量级，随着卡口数量的急剧增加和多级联网，现有的网络架构很难承受如此大量数据在监控中心的汇集存储。同时，在大数据情况下如何实现图像的高效高性能检索也是一项巨大的挑战。

本文针对以上两个问题提出有效的解决方案。主要贡献包括两个方面：

第一，针对卡口图像数据量大、网络带宽有限、传统特征不够紧凑的问题，本文提出将紧凑特征描述子应用于卡口车辆图像检索。检索时，基于紧凑的描述子，可以进行图像间的快速比对。一方面减少了带宽消耗，另一方面也缩小了存储数据所需的空间，同时还加速了检索时的图像匹配速度。

第二，针对基于紧凑描述子的检索方法的性能缺陷，尤其在跨卡口搜索时性能急剧下降的问题，本文提出从重排序和查询扩展的角度提升性能。基于车辆的“车辆无限，车型有限”的特点，本文提出一种车辆的统计分布特征，表达目标车辆图像的统计分布概率。利用统计分布特征，本文提出一种重排序方法和一种

扩展查询方法，由于统计分布特征是基于一对多的图像匹配来计算生成，是一种相比于基于单张图像提取的特征更高层的特征，在面对一些不确定干扰因素和颜色差异等方面更鲁棒，能够有效提升主观、客观检索性能，在最困难的跨卡口搜索场景下的提升效果尤为明显，在本文的实验中，MAP最多能提升20%以上。

本文提出了一套完整的卡口车辆图像搜索系统，包括车辆图像的紧凑特征表达，基于紧凑特征的检索框架，以及统计分布特征的计算方法和相应的重排序算法和查询扩展算法，并在小数据集上验证了系统的性能。最后，我们在大数据和车辆re-identification两种实际应用场景下进行了测试，进一步验证了系统的有效性。

关键词：卡口车辆图像，视觉搜索，紧凑特征，统计分布，重排序，查询扩展