

视觉搜索相关技术在过去几十年取得了广泛的关注和丰富的研究成果，然而小目标搜索这一任务仍然极具挑战性。给定查询物体图像，小目标搜索需在数据库中找到所有包含这个物体的图像及物体在图像中相应的位置。实际生活场景中的图像往往包含多个不同的物体及复杂的背景，每个物体可能仅占图像中的很小一部分，且存在尺度、旋转、光照等变化，传统的基于全图特征表达的搜索技术无法支持这一应用场景，小目标搜索成为亟需解决的关键问题。过去针对小目标搜索的研究大多集中在提高检索精度，在数据量越来越大的今天，小目标搜索时间复杂度过高的问题严重制约了其实际应用能力。

本文从一个新的角度，即同时考虑搜索精度和计算开销来探究小目标搜索这一问题。本文提出了一个新的数据结构，分块多叉字典树（Multi-Block N-ary Trie, MBNT）来加速汉明空间中的精确近邻搜索。通过详尽的分析和实验，本文揭示了精确近邻搜索和近似近邻搜索对小目标搜索性能的影响。本文的一个重要发现在于，当哈希算法产生的二值特征越来越紧凑、区分度越来越好时，精确搜索算法有着越来越明显的优势。

本文利用一个字典树结构，即MBNT来索引二值特征。其中将二值特征中连续的若干个比特（称作为一个块）看作是一个基本索引单位。该字典树结构为提升大规模小目标搜索下的精确近邻搜索性能而特别设计，并且能够解决已有方法中的查找不命中问题。本文提供的理论分析显示MBNT算法相比其他基于哈希表的算法计算开销更小。

为帮助用户利用先验知识进行条件查询，本文在MBNT结构基础上加入了属性向量并设计带过滤器的搜索算法。本文预定义了三种过滤器及相应的条件查询，并设计通用的接口以支持用户进行自定义的查询。利用先验知识和条件查询，MBNT结构能够实现“由粗到细”的搜索，并进一步降低时间开销。

100M规模的多个标准数据集上的详尽测试表明，本文提出的MBNT算法在维持高搜索精度的条件下能够实现快速的大规模小目标搜索，较现有最好的精确搜索算法Multi-Index Hashing (MIH)快2至4倍。本文提出的带属性向量的MBNT结构不仅能帮助用户完成条件查询，且能在保证搜索精度的前提下再提速2到5倍。