

项目公示内容

1.项目名称

视觉大数据紧凑表征基础理论与方法

2.主要完成人情况

姓名	邓成	排名	1
行政职务	无	技术职称	教授
工作单位	西安电子科技大学	完成单位	西安电子科技大学
对本项目主要学术和技术创造性贡献	作为本项目第一完成人，总体把握了项目的主要研究方向。系统研究并构建了统一的多模态数据紧凑表征框架，提出了一种基于判别性字典学习与类标对齐的跨模态检索方法，增强了对来自不同类别的模态内数据的辨别能力以及同一类中的模态间数据的相关性，将跨模态数据样本进行了有效表征和关联；与刘祥龙（第二完成人）合作首次提出互补哈希表集成学习策略，揭示了多模态数据最近邻的覆盖准则和互补原理，设计了查询自适应的哈希比特加权机制，提高了多哈希表查询的语义适配能力，大幅增强了互补哈希索引中紧凑编码的综合表征能力。对本项目“重要科学发现”中第 1，2，3 项做出了创新性贡献。		

姓名	刘祥龙	排名	2
行政职务	无	技术职称	副教授
工作单位	北京航空航天大学	完成单位	北京航空航天大学
对本项目主要学术和技术创造性贡献	主要负责高维大数据哈希量化编码及互补哈希索引技术和方法的研究，首次提出了通用的比特自适应编码框架，研究了相似度保持能力和比特独立性等哈希编码性能的评价标准，建立适用于多种场景的哈希比特选择和比特分配模型，形成视觉大数据平衡编码；提出了紧凑哈希编码的协同学习策略，实现了单通道和跨通道的高效检索；提出了互补哈希表集成学习策略，揭示了最近邻搜索的覆盖准则和互补原理；针对子空间、超平面、非度量数据等视觉非线性数据在国际上率先提出一系列局部敏感哈希算法。对本项目“重要科学发现”中第 1，2，3 项做出了创新性贡献。		

姓名	穆亚东	排名	3
行政职务	无	技术职称	研究员
工作单位	北京大学	完成单位	北京大学
对本项目主要学术和技术创造性贡献	主要负责计算加速方面的研究，将基于哈希的紧致编码与支持向量机模型结合，实现了大规模非线性机器学习的大幅加速；构建了基于哈希编码的非线性机器学习加速框架，设计了具有强局部敏感特性的哈希方法，可有效支持百万量级稀疏编码的实时求解。提出了一种同时执行特征工程和非线性监督哈希函数学习的新算法，用一种指数哈希损失函数和他的双线性平滑逼近使得有效的梯度计算和传播可以实现，使哈希码可以基于梯度进行优化。对本项目“重要科学发现”中第 3 项做出了创新性贡献。		

姓名	王笛	排名	4
行政职务	无	技术职称	讲师
工作单位	西安电子科技大学	完成单位	西安电子科技大学
对本项目主要学术和技术创造性贡献	主要负责大规模跨模态检索方面的研究，提出了一种新的多模态哈希方法，称为多模态判别二进制嵌入（MDBE）。MDBE 可以保留哈希码的可区分性和相似性，并提高检索准确性。实验表明，与大规模跨模态检索任务的现有技术方法相比，该方法表现出高准确性和计算效率。对本项目“重要科学发现”中第 1、2 项做出了创新性贡献。		

姓名	刘威	排名	5
行政职务	无	技术职称	教授
工作单位	西安电子科技大学	完成单位	西安电子科技大学
对本项目主要学术和技术创造性贡献	构建了基于相似度逼近的视觉数据紧凑表征框架，在国际上率先提出了离散哈希迭代优化算法，并分别探索了基于核的有监督哈希学习方法和基于图的无监督哈希学习方法；并与邓成（第一完成人）、高新波（第七完成人）共同提出了一种基于判别性字典学习与类标对齐的跨模态检索方法，在检索准确性方面优于几种最先进的方法。对本项目“重要科学发现”中第 2 项做出了创新性贡献。		

姓名	王秀美	排名	6
行政职务	无	技术职称	副教授
工作单位	西安电子科技大学	完成单位	西安电子科技大学
对本项目主要学术和技术创造性贡献	通过在编码过程中考虑潜在语义信息，开发了一种语义主题多模态哈希主题。由STMH获得的模型在编码过程中直接学习离散哈希码。实验结果表明，所提出的方法胜过几种最先进的方法。对本项目“重要科学发现”中第1项做出了创新性贡献。		

姓名	高新波	排名	7
行政职务	副校长	技术职称	教授
工作单位	西安电子科技大学	完成单位	西安电子科技大学
对本项目主要学术和技术创造性贡献	主要负责不同模态异构数据的跨模态检索，与邓成等共同提出了一种基于判别性字典学习与类标对齐的跨模态检索方法，不仅增强了对来自不同类别的模态内数据的判别力，且增强了同一类中的模态间数据的相关性，提高了跨模态数据的检索准确性。对本项目“重要科学发现”中第1项做出了创新性贡献。		

3. 完成人合作关系说明

序号	合作方式	合作者/项目排名	合作起始时间	合作完成时间	合作成果
1	论文合著	邓成/1、 刘威/5、 高新波/7	2015-07-15	2016-02-01	Discriminative dictionary learning with common label alignment for cross-modal retrieval
2	论文合著	邓成/1、 刘祥龙/2	2014-09-09	2015-03-03	Adaptive multi-bit quantization for hashing collaborative hashing
3	论文合著	邓成/1、 刘祥龙/2	2014-01-03	2014-06-12	Collaborative hashing
4	论文合著	邓成/1、 刘祥龙/2	2015-08-27	2016-02-11	Query-adaptive reciprocal hash tables for nearest neighbor search
5	论文合著	邓成/1、 刘祥龙/2	2016-04-14	2016-10-19	Structure sensitive hashing with adaptive product quantization
6	论文合著	邓成/1、 刘祥龙/2	2015-06-02	2015-12-31	Multi-view complementary hash tables for nearest neighbor search
7	论文合著	邓成/1、 刘祥龙/2	2016-01-01	2016-06-23	Multi-linear hyperplane hashing
8	论文合著	邓成/1、 刘祥龙/2	2016-03-08	2016-09-30	Query-adaptive hash code ranking for fast nearest neighbor search
9	论文合著	邓成/1、 刘祥龙/2	2015-01-01	2015-07-08	Large-scale multi-task image labeling with adaptive relevance discovery and feature

		穆亚东/3			hashing
10	论文合著	刘祥龙/2、 穆亚东/3	2015-01-09	2015-07-24	Large-scale unsupervised hashing with shared structure learning
11	论文合著	刘祥龙/2、 穆亚东/3	2014-03-12	2014-09-20	Mixed image-keyword query adaptive hashing over multi-label images
12	论文合著	刘祥龙/2、 穆亚东/3	2011-06-09	2012-01-12	Compact hashing for mixed image-keyword query over multi-label images
13	论文合著	刘祥龙/2、 穆亚东/3	2011-10-20	2012-04-19	Multimedia semantics-aware query-adaptive hashing with bits reconfigurability
14	论文合著	王笛/4、 王秀美/6、 高新波/7	2015-01-01	2015-07-08	Semantic topic multimodal hashing for cross-media retrieval
15	论文合著	王笛/4、 王秀美/6、 高新波/7	2016-01-09	2016-07-13	Multimodal discriminative binary embedding for large-scale cross-modal retrieval
16	发明专利	邓成/1、 高新波/7	2013-03-13	2014-03-10	基于多特征融合的图像检索方法
17	发明专利	邓成/1、 高新波/7	2013-01-16	2014-01-23	从检索图像中筛选有用图像的方法
18	发明专利	邓成/1、 高新波/7	2013-01-15	2014-01-22	基于多层支持向量回归机模型的图像超分辨重建方法
19	发明专利	邓成/1、 高新波/7	2013-03-20	2014-03-26	基于多核高斯过程回归的图像超分辨重建方法

20	发明专利	邓成/1、 高新波/7	2013-04-01	2014-04-09	基于多输出最小二乘支持向量回归的图像超分辨率方法
21	发明专利	邓成/1、 王秀美/6	2013-10-20	2014-10-24	基于局部保持迭代量化哈希的图像检索方法
22	发明专利	邓成/1、 王秀美/6	2012-08-25	2013-08-31	基于双边随机投影的图像感知哈希方法

4.主要完成单位排序及贡献

第 1 完成单位	西安电子科技大学				
单位性质	全额事业单位		法定代表人	杨宗凯	
联系人	王毅	单位电话	029-88202418	移动电话	18392881291
电子邮箱	wangyi@xidian.edu.cn				
通讯地址	陕西省西安市太白南路 2 号			邮政编码	710071
对本项目 主要贡献	本项目的部分工作由西安电子科技大学完成，作为本项目的第一完成人、第三完成人、第四完成人以及第六和第七完成人，邓成、刘威、王笛、王秀美和高新波，主要取得了如下创新性成果： 1. 提出了基于哈希的多模式检索方法 针对多种视觉特征融合检索问题，提出了基于多核的特征融合的哈希方法，解决了监督和非监督情形下数据近邻关系的近似度量；针对视觉特征与语义描述的跨模态检索问题，提出了基于多通道数据潜在一致性的哈希编码的协同学习方法； 2. 构建了基于相似度逼近的视觉数据紧凑表征框架 针对传统哈希量化表征方法难以捕捉视觉大数据空间、时序等非线性分布信息，并对多样化的视觉处理场景难以灵活定制等问题，通过探索非线性结构敏感和场景自适应的哈希量化编码机制，提高了哈希量化对视觉大数据对复杂关系的表征能力和对复杂场景的适配能力； 3. 提出了基于哈希的大规模分类方法 针对支持向量机等浅层线性模型，采用哈希量化特征发现和刻画多标签的内在语义关联关系，建立基于哈希特征的高效线性分类模型，并进一步针对线性模型的主动学习，设计了针对超平面搜索的一类新的局部敏感哈希函数。				

第 2 完成单位	北京航空航天大学				
单位性质	全额事业单位		法定代表人	徐惠彬	
联系人	刘祥龙	单位电话	010-82338092	移动电话	13581856409
电子邮箱	xliu@buaa.edu.cn				
通讯地址	北京市海淀区学院路 37 号			邮政编码	100191
对本项目 主要贡献	作为第二完成单位，北京航空航天大学刘祥龙（第二完成人）对本项目的研究贡献主要有： 1. 提出了高维大数据互补哈希索引 针对目前哈希索引冗余的问题，分别从分类集成、联合量化、多特征融合等视角，建立了互补多哈希表的联合构造方法及其快速优化算法，实现了高维空间数据分布结构的联合覆盖，提高了视觉大数据检索的鲁棒性和准确性。 2. 提出了多哈希表查询自适应排序方法 针对哈希量化过程一定程度上损失了原始数据的距离信息，从而导致量化表征的区分能力下降的问题，通过建立查询自适应的比特加权方法，提升了哈希量化编码的区分能力，从而获得更细粒度的排序结果；同时，充分利用高维视觉内容信息和多表分布信息，结合索引互补集成中哈希表的贡献，提出了基于图传播的多哈希表排序融合方法，实现了多哈希表排序融合和空间分布一致性度量相结合的精准排序。				

第 3 完成单位	北京大学				
单位性质	全额事业单位		法定代表人	林建华	
联系人	穆亚东	单位电话	010-82529616	移动电话	15011280927
电子邮箱	myd@pku.edu.cn				
通讯地址	北京市海淀区中关村北大街 128 号			邮政编码	100080
对本项目 主要贡献	作为第三完成单位，北京大学的穆亚东（第三完成人）在项目中主要负责计算加速方面的研究，将基于哈希的紧致编码与支持向量机模型结合，实现了大规模非线性机器学习的大幅加速；构建了基于哈希编码的非线性机器学习加速框架，设计了具有强局部敏感特性的哈希方法。提出了一种同时执行特征工程和非线性监督哈希函数学习的新算法。				

5.完成单位合作关系说明

在国家基金委、科技部支持下，本项目由西安电子科技大学、北京航空航天大学 and 北京大学于 2015 年 01 月至 2017 年 12 月期间合作完成，围绕基于哈希的视觉大数据紧凑表征这一基础性问题进行了长达十余年的系统研究，成功取得了一系列的研究成果。

西安电子科技大学主要负责研究基于哈希的视觉特征紧凑表征方法，并将其应用于视觉大数据的检索和分类任务中。北京航空航天大学主要负责则将高维数据的近邻互补关系引入传统多索引表构建中，形成对视觉大数据快速查询的有效支撑。北京大学主要负责基于哈希编码的大规模非线性机器学习加速方法，强局部敏感特性哈希表征方法以及基于紧凑哈希编码的支持向量机模型的研究。

6.项目简介

视觉大数据的紧凑表征是实现视觉数据快速检索和智能分析的基础。随着信息技术和智能技术的快速发展，视觉大数据呈现出多源异构、语义关联和动态无序等特性，给视觉特征的紧凑表征提出了更加严峻的挑战。2017年国务院印发的《新一代人工智能发展规划》明确将视觉数据的统一表征列为关键共性技术，进一步凸显了开展视觉大数据紧凑表征研究的必要性和重要性。本项目在国家基金委、科技部支持下，围绕基于哈希的视觉大数据紧凑表征这一基础性问题进行了长达十余年的系统研究，取得了如下成果：

1、**构建了基于相似度逼近的视觉数据紧凑表征框架**，率先提出了离散哈希迭代优化算法，并分别探索了基于核的有监督哈希学习方法和基于图的无监督哈希学习方法，其表征性能大幅超过国际同类算法；揭示了哈希表征能力与高维数据结构化分布的一致性关系，建立了通用的哈希比特自适应匹配模型，有效提升了复杂场景下的视觉紧凑表征的综合性能。

2、**系统构建了统一的多模态数据紧凑表征框架**，发现了高维数据空间分布特性和多通道潜在一致性，提出了紧凑哈希编码的协同学习策略，通过研究语义主题以及各模态的判别信息，实现了单通道和跨通道的高效关联和检索；首次提出了互补哈希表集成学习策略，揭示了多模态数据最近邻的覆盖准则和互补原理，设计了查询自适应的哈希比特加权机制，提高了多哈希表查询的语义适配能力，大幅增强了互补哈希索引中紧凑编码的综合表征能力。

3、**构建了基于哈希编码的非线性机器学习加速框架**，利用共生统计学原理设计了具有强局部敏感特性的哈希表征方法，支持百万量级稀疏编码的实时求解；首次提出了哈希内积逼近任意非线性核函数的近似计算思想，构造了基于紧凑哈希编码的支持向量机模型，实现了大规模非线性核机器学习的大幅加速；针对子空间、超平面、非度量数据等视觉非线性数据在国际上率先提出了一系列局部敏感哈希方法，从理论和实验上验证了算法在分类、检索等应用中的有效性。

本项目在计算机学科领域的《IEEE Trans》发表论文 10 篇，在 CCF 推荐的 A 类会议上发表论文 11 篇。20 篇代表性论文 Google Scholar 被引用 1,860 次，SCI 他引 472 次；单篇最高 Google Scholar 被引用 637 次，SCI 他引 181 次。项目围绕国家网络空间安全的战略需求，积极探索视觉大数据紧凑表征在互联网多媒体数据挖掘和分析中的应用，包括海量数据处理、敏感内容识别、跨媒体挖掘等，相关成果应用于国家网络安全监管部门、电信运营商企事业单位，系统应用效果良好，为国家网络空间安全提供了有力保障。

7.主要论文专著目录和主要知识产权证明目录

(1) 主要论文专著目录

序号	论文专著名称	刊名	作者	影响因子	年卷页码（xx年xx卷xx页）	发表时间	通讯作者	第一作者	国内作者	SCI他引次数	他引总次数	知识产权是否归国内所有
1	Discriminative dictionary learning with common label alignment for cross-modal retrieval	IEEE Transactions on Multimedia	Cheng Deng, Xu Tang, Junchi Yan, Wei Liu, Xinbo Gao	3.509	2016 年 18 卷 208-218 页	2016.2	Wei Liu	Cheng Deng	Cheng Deng, Xu Tang, Junchi Yan, Wei Liu, Xinbo Gao	8	17	是
2	Query-adaptive hash Code ranking for large-scale multi-view visual search	IEEE Transactions on Image Processing	Xianglong Liu, Lei Huang, Cheng Deng, Bo Lang, Dacheng Tao	4.828	2016 年 25 卷 4514-4524 页	2016.10	Dacheng Tao	Xianglong Liu	Xianglong Liu, Lei Huang, Cheng Deng, Bo Lang	4	10	是

3	Query-adaptive reciprocal hash tables for nearest neighbor search	IEEE Transactions on Image Processing	Xianglong Liu, Cheng Deng, Bo Lang, Dacheng Tao, Xuelong Li	4.828	2016 年 25 卷 907-919 页	2016.2	Cheng Deng	Xianlong Liu	Xianglong Liu, Cheng Deng, Bo Lang, Xuelong Li	10	26	是
4	Similarity constraints based structured output regression machine: An approach to image super-resolution	IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems	Cheng Deng, Jie Xu, Kaibing Zhang, Dacheng Tao, Xinbo Gao, Xuelong Li	6.108	2016 年 27 卷 2472-2485 页	2016.12	Cheng Deng	Cheng Deng	Cheng Deng, Jie Xu, Kaibing Zhang, Xinbo Gao, Xuelong Li	6	12	是
5	Structure sensitive hashing with adaptive product quantization	IEEE Transactions on Cybernetics	Xianglong Liu, Bowen Du, Cheng Deng, Ming Liu, Bo Lang ,	7.384	2016 年 46 卷 2252-2264 页	2016.10	Cheng Deng	Xianlong Liu	Xianglong Liu, Bowen Du, Cheng Deng, Ming Liu, Bo Lang	11	19	是

6	Multimodal discriminative binary embedding for large-scale cross-modal retrieval	IEEE Transactions on Image Processing	Di Wang, Xinbo Gao, Xiumei Wang, Lihuo He, Bo Yuan	4.828	2016 年 25 卷 4540-45 54 页	2016.10	Di Wang	Di Wang	Di Wang, Xinbo Gao, Xiumei Wang, Lihuo He, Bo Yuan	4	11	是
7	Large-scale unsupervised hashing with shared structure learning	IEEE Transactions on Cybernetics	Xianglong Liu , Yadong Mu , Danchen Zhang , Bo Lang , Xuelong Li	7.384	2015 年 45 卷 1811-18 22 页	2015.9	Xianglong Liu	Xianglong Liu	Xianglong Liu, Yadong Mu, Danchen Zhang, Bo Lang, Xuelong Li	19	29	是
8	Large-scale multi-task image labeling with adaptive relevance discovery and feature hashing	Signal Processing	Cheng Deng, Xianglong Liu, Yadong Mu, Jie Li	3.11	2015 年 112 卷 137-145 页	2014.8	Xianglong Liu	Cheng Deng	Cheng Deng, Xianglong Liu, Yadong Mu Jie Li	5	10	是

9	Adaptive multi-bit quantization for hashing	Neurocomputing	Cheng Deng, Huiru Deng, Xianglong Liu, Yuan Yuan	3.317	2015 年 151 卷 319-326 页	2015.3	Xiang long Liu	Cheng Deng	Cheng Deng, Huiru Deng, Xianglong Liu, Yuan Yuan	4	8	是
10	Multiple feature kernel hashing for large-scale visual search	Pattern Recognition	Xianglong Liu, Junfeng He, Bo Lang	4.582	2014 年 47 卷 748-757 页	2014.2	Xianglong Liu	Xianglong Liu	Xianglong Liu, Bo Lang	26	36	是
11	Hashing with graphs	ICML2011	Wei Liu, Jun Wang, Sanjiv Kumar, Shih-Fu Chang			2011.7	Wei Liu	Wei Liu	Wei Liu, Jun Wang	36	541	是

12	Compact hyperplane hashing with bilinear functions	ICML2012	Wei Liu, Jun Wang, Yadong Mu, Sanjiv Kumar, Shih-Fu Chang			2012.7	Wei Liu	Wei Liu	Wei Liu, Jun Wang, Yadong Mu	16	43	是
13	Hash bit selection: A unified solution for selection problems in hashing	CVPR2013	Xianglong Liu, Junfeng He, Bo Lang, Shi-Fu Chang			2013.6	Xianglong Liu	Xianglong Liu	Xianglong Liu, Bo Lang,	9	40	是
14	Discrete graph hashing	NIPS2014	Wei Liu, Cun Mu, Sanjiv Kumar, Shih-Fu Chang			2014.12	Wei Liu	Wei Liu	Wei Liu	51	145	是

15	Hash-SVM: Scalable kernel machines for large-scale visual classification	CVPR.2014	Yadong Mu, Gang Hua, Wei Fan, Shih-Fu Chang			2014.6	Yadong Mu	Yadong Mu	Yadong Mu, Gang Hua, Wei Fan	12	26	是
16	Supervised hashing with kernels	CVPR2012	Wei Liu, Jun Wang, Rongrong Ji, Yu-Gang Jiang, Shih-Fu Chang			2012.7	Wei Liu	Wei Liu	Wei Liu, Jun Wang, Rongrong Ji, Yu-Gang Jiang,	181	637	是
17	Weakly-supervised hashing in kernel space	CVPR2010	Ya dong Mu , JialieShen , Shuicheng Yan			2010.6	Yadong Mu	Yadong Mu	Yadong Mu	42	135	是

18	Collaborative hashing	CVPR 2014	Xianglong Liu, Junfeng He, Cheng Deng, Bo Lang			2014.6	Xianglong Liu	Xianglong Liu	Xianglong Liu, Cheng Deng, Bo Lang	8	37	是
19	Non-metric locality-sensitive hashing	AAAI.2010	Yadong Mu, Shuicheng Yan			2010.7	Yadong Mu	Yadong Mu	Yadong Mu	6	44	是
20	Semantic topic multimodal hashing for cross-media retrieval	IJCAI 2015	Di Wang, XinboGao, Xiumei Wang, Lihuo He			2015.7	Di Wang	Di Wang	Di Wang, Xinbo Gao, Xiumei Wang, Lihuo He	15	34	是

(2) 主要知识产权证明目录

序号	知识产权类别	知识产权具体名称	国家 (地区)	授权号	授权日期	证书编号	权利人	发明人	专利有效 状态
1	发明专利	基于多特征融合的 图像检索方法	中国	ZL2014100852 11.X	2017-02-15	2378048	西安电子科技 大学	邓成 高新波	有效
2	发明专利	从检索图像中筛选 有用图像的方法	中国	ZL2014100324 16.1	2016-01-23	2295361	西安电子科技 大学	邓成 高新波	有效
3	发明专利	基于多层支持向量 回归机模型的图像 超分辨重建方法	中国	ZL2014100293 64.2	2016-10-26	2282910	西安电子科技 大学	邓成 高新波	有效
4	发明专利	基于多核高斯过程 回归的图像超分辨 重建方法	中国	ZL2014105780 40.4	2016-08-24	2911260	西安电子科技 大学	邓成 高新波	有效
5	发明专利	基于多输出最小二 乘支持向量回归的 图像超分辨方法	中国	ZL2014101400 97.6	2016-11-02	2285600	西安电子科技 大学	邓成 高新波	有效
6	发明专利	基于局部保持迭代 量化哈希的图像检 索方法	中国	ZL2014105780 40.4	2017-07-28	2565909	西安电子科技 大学	王秀美 邓成 高新波	有效
7	发明专利	基于双边随机投影 的图像感知哈希方 法	中国	ZL2013103911 89.7	2016-08-10	2165301	西安电子科技 大学	王秀美 邓成 高新波	有效

8.客观评价

1.我们发表在 CVPR14 的工作《Collaborative Hashing》获得 CVPR Young Researcher Support, 审稿人评价该工作“very original and useful functionality”。ACM Fellow, IEEE Fellow, ACM Transactions on Knowledge Discovery from Data, University of Illinois at Chicago 的 Philip S. Yu 教授及其合作者在 ACM SIGKDD 2016 发表的《Deep visual-semantic hashing for cross-modal retrieval》论文引用我们的工作, 并将其视为探索不同模态子空间方法的代表。(Many cross-modal hashing methods...compress cross-modal data in an isomorphic Hamming space [4, 22, 44, 45, 33, 37, 41, 27, 43, 39, 25, 29].)

2.多媒体顶级会议 ACM MM 2005 和信息检索顶级会议 ACM SIGIR 2008 大会主席, ACM TIS 编委, National University of Singapore 的 Tat-Seng Chua 教授及其合作者在 ACM SIGIR 2016 发表的《Discrete Collaborative Filtering》论文(获得最佳论文提名)借鉴了我们提出的模型, 并且评价我们的模型设计简单、编码效率最高(CH requires the least hashing time...The efficiency of CH is owing to its simple design)。在 AAAI 2016 发表的《Discrete Image Hashing Using Large Weakly Annotated Photo Collections》论文中, 直接指出其方法思想类似于我们的工作(The idea of using collaborative filtering to handle weakly labeled data is similar to (Liu et al.) ...Collaborative Hashing (Liu et al.) is also based on this idea)。

3.IEEE、OSA、IAPR 以及 SPIE Fellow, 澳大利亚 The University of Sydney 的 Dacheng Tao 教授及合作者在发表于 IEEE TMM 2017 的论文《Asymmetric Binary Coding for Image Search》中引用我们多项工作, 将其视为哈希量化编码的代表工作, 肯定了我们在哈希量化方向上的学术贡献。(In recent years, binary coding (also known as hashing) has become a very popular research subject in computer vision [13], [16], [20], [22], [23]...and multimedia processing [15], [24],...)。

4.IEEE Fellow, 美国 University of Texas at San Antonio 的 Qi Tian 教授及合作者在发表于 IEEE TIP 2018 的论文《A General Framework for Linear Distance Preserving Hashing》引用了我们多项工作, 明确肯定我们提出的互补哈希索引能够降低索引的冗余, 同时评价该索引架构具有通用性, 其查询自适应的排序算法具有创新性(In [41], one unified approach to construct query-adaptive reciprocal hash tables is proposed...to reduce the redundancy between tables. In [42], a novel query-adaptive hash code fusion based ranking method over multiple tables

with multiple views is proposed)。

5.IEEE、AAAS、SPIE Fellow，清华大学的朱文武教授及合作者发表于 ACM

SIGKDD 2015 的论文《Non-transitive Hashing with Latent Similarity Components》中我们的研究工作视为多表索引方法的主要代表，认为该研究思路能够在保证召回率的同时提高查询的准确率（In order to improve the recall of hashing and preserve the precision at the same ... reciprocal hashing learns multiple hash tables by selecting hash functions from a pool of hash functions that learned by many hashing methods）。

6.IEEE、IAPR Fellow，新加坡 National University of Singapore 的 Shuicheng Yan 教授及合作者在发表于 arXiv 2017 的论文《HashGAN: Attention-aware Deep Adversarial Hashing for Cross Modal Retrieval》中将我们的研究工作作为跨模态哈希研究的代表工作加以引用（The representative works of deepnetwork-based cross-modal hashing includes deep crossmodalhashing (DCMH)[6], deep visual-semantic hashing(DVSH)[7], pairwise relationship guided deep hashing(PRDH)[8] and so on.）。

7.IEEE、ACM Fellow，美国 Columbia University 的 Shih-Fu Chang 教授和 Google 科学家 Sanjiv Kumar 等合作发表在 Proceedings of the IEEE 2015 的论文《Learning to Hash for Indexing Big Data—A Survey》肯定了我们的互补索引在移动视觉搜索等应用中的优势（Indexing massive multimedia data,...hashing methods have been extensively studied for image search and retrieval [29], [41], [69], [129]–[131], and mobile product search [132]）。IEEE Fellow 李世鹏博士、IAPR Fellow 梅涛博士及其合作者在 IEEE TMM 2013 发表的论文《Interactive Multimodal Visual Search on Mobile Device》中同样认为我们提出的索引方法降低了移动视觉搜索对处理性能和通信带宽的要求（compressed visual descriptors are proposed to accommodate the limited processing speed and narrow bandwidth on the phone...In [27], indexing with bundle of features is introduced in a poster and CD cover retrieval system for mobile visual search）。

8.IEEE Fellow，IEEE TIFS 联合创始人及前主编，美国 University of Illinois at Urbana-Champaign 的 Pierre Moulin 教授及合作者在发表于 arXiv 2016 的论文《Variable-Length Hashing》中将我们的研究工作作为生成哈希比特分配的经典工作加以详细描述。（Some other hashing methods such as [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8], explicitly or implicitly aim at generating independent bits.）；在其指导的博士学位论文《Learning compact hashing codes for large-scale similarity search》中评价我们的工作与前人工作相比取得了卓越的性能（The more

recent works on multi feature kernel hashing (MFKH) [65] and hash bit selection (HBS) [79] have shown superior performance over previous art [78, 76]), 并针对其采用单独一节进行了介绍和讨论。

9.IEEE、ACM Fellow，中国工程院高文院士和 IEEE Fellow，中科院计算所陈熙林教授合作发表于 Pattern Recognition 2018 的论文《Parametric local multiview hamming distance metric learning》认可了申请人采用多哈希表近似数据距离度量的研究思路，认为申请人工作是为数不多开展多视角哈希的工作（In the literature, a few attempts have been made for crossmodal hashing [5,14,17,25,...], which tried to learn some multi-view distance metric in the hamming space）。

9.知情同意证明

知情同意报奖证明

本人获知“视觉大数据紧凑表征基础理论与方法”项目申报 2018 年陕西省科学技术奖。本人同意下列论文作为代表性论著和主要论文专著列入该项目的论文专著目录中。

特此证明。

陶大程

附录:

1. Xianglong Liu, Lei Huang, Cheng Deng, Bo Lang, and **Dacheng Tao(陶大程)**. Query-Adaptive Hash Code Ranking for Large-Scale Multi-View Visual Search. IEEE Trans. on Image Processing, Vol. 25, No. 10, pp. 4514-4524, 2016

10.科学意义和价值

本项目的总体目标是研究视觉大数据的紧凑表征。视觉大数据体现出高维特征，现有方法缺乏对高维数据的理论分析，我们深入研究了高维数据的结构化分布，空间分布等特性，揭示了高维数据结构化分布与哈希表征能力的一致性关系，在有监督场景下提出了基于核的哈希方法，在无监督场景下提出了基于图的哈希方法，并在国际上，率先提出了离散哈希迭代算法，建立了比特自适应匹配模型，有力，有效的解决了大规模复杂场景下数据的紧凑表征问题；同时，根据高维数据的空间分布特征，我们探索了多模态数据的潜在一致性关系并总结了多模态数据最近邻的覆盖准则和互补原理，从而提出了基于语义主题和多模态判别性的跨模态哈希方法，有效的构建了多模态数据之间的联系，在检索过程中，为了克服单哈希表检索效率低以及单一特征表达能力弱的缺点，我们提出了多哈希表互补集成学习以及多特征融合策略，为多模态检索研究奠定了理论基础和技术经验。在应用中，为达到实时，高效的生产指标，我们研究了多种加速学习和检索的方法，包括各种类型的局部敏感哈希方法、哈希内积逼近以及哈希 SVM 等方法，为实际投入生产奠定坚实理论基础。

本项目的研究紧紧围绕国家网络空间安全的战略需求，取得了具有重要创新性和理论价值的基础研究成果，并成功应用于包括陕西省在内的国家公共安全、互联网内容管理等重要领域，为国家网络安全的治理和海量科技资源的高效管理与分析提供了有力的技术保障，产生了重大的社会效益。在公共安全领域，项目技术成功应用于公安、网信办等网络安全监管部门的多个业务系统，目前覆盖近 4000 个数据节点，加快了网络数据的采集、储存和分析，于国家网络安全监管部门海量数据处理、敏感内容识别等实际业务中，加强了公司业务系统的处理能力，为国家网络安全的治理提供了有力的技术保障。在互联网内容管理领域，本项目建立了非结构化数据资源的统一管理模型，实现了对科技资源中文本、图像、视频等易购非结构化数据的有效整合和快速检索，有力支撑了海量科技资源的高效管理和分析，有效推动我国科技资源向社会开放共享。在研究领域，本项目在视频大数据紧凑表征方面的研究工作具有开拓性和创新性，得到了国内外专家和同行的一致认可和肯定，推动了视觉大数据的高效表征和快速搜索方法研究的进展；对视频数据高效索引方面的研究在国际上得到各方的高度评价以及 Facebook、Amazon 等多家著名企业高度关注，为今后视觉大数据高效检索方面的研究奠定了良好的基础；在计算加速方面的研究成果，使得当下深度学习模型的大规模使用成为可能，显著降低存储和计算消耗，有效解决视觉大数据处理中复杂数据的计算效率瓶颈问题，推动计算机视觉及机器学习、数据挖掘等相关领域的技术发展。