

激光雷达技术期刊文献情报分析

刘慧敏¹, 刘玉琴²

(1. 辽宁大学图书馆, 沈阳 110036;

2. 北京印刷学院绿色印刷包装产业技术研究院, 北京 102600)

摘要: 本文以Web of Science中科学引文索引数据库收录的SCI文章为数据源, 建立激光雷达技术领域科技文献数据库, 通过对SCI论文数据总量年度变化、国家和地区情况、各国技术研发对比、高产机构与作者、学科分布、论文来源、基于关键词的关联和技术发展趋势等9个方面的定量分析, 研究了激光雷达技术的科学技术水平现状和特点, 总结了该领域的世界竞争格局, 展望了激光雷达技术和应用的发展趋势。

关键词: 激光雷达; 期刊情报分析; 趋势分析; 关联分析

中图分类号: G353.1

DOI: 10.3772/j.issn.1673—2286.2015.02.005

激光雷达出现在20世纪60年代初, 以测距为主要功能, 以高角度分辨率、高速度分辨率、高距离分辨率、强抗干扰能力、良好的隐蔽性以及出色的全天候工作能力在很多领域中得到广泛的应用^[1]。激光雷达技术是集激光技术、光学技术和微弱信号技术于一体而发展起来的一种现代化光学遥感手段^[2], 它使用波长较短且单色相干的激光作为探测波段, 呈现出极高的分辨本领和抗干扰能力, 为其应用奠定了重要基础。通过对激光雷达技术专业和专利文献的定量和定性分析, 能从宏观层面上把握世界各国激光雷达技术及其相关应用现状、特点和发展趋势^[3-4]。本文从期刊文献情报的角度, 对激光雷达技术领域的发展脉络进行分析, 研究了各国该领域科学技术水平的发展概况。

1 激光雷达技术领域期刊文献数据库

本文以Web of Science中科学引文索引数据库 (Science Citation Index Expanded, SCI-Expanded) 收录的SCI文章为数据源, 建立了激光雷达技术领域科技

文献数据库, 包括: (1) 确定检索式, 通过前期调研, 将激光雷达技术主要名称、全称和缩写等不同表达收集, 最后的关键词如表1; (2) 将检索词在Web of Science中检索, 选取1981-2013年的SCI数据, 文章类型为信息量较大的、更新较快的article和review文章类型, 下载文献的全纪录, 把这些数据作为分析的原始数据。

表1 数据下载检索式

数据类型	数据库	检索式	时间段
文献数据	Web of Science SCI-Expanded	主题=(LiDAR or “Light Detection and Ranging” or “Laser Radar” or LADAR or “Laser Detection and Ranging”)	1981~2013

2 激光雷达技术领域期刊文献情报分析

采用上述检索式进行数据下载, 在专业科技文献

数据库的基础上,采取统计分析、技术群组、文本挖掘、组合理论等技术对其进行情报分析,并以统计图谱、关联图谱等形式展现出来,结果如下:

2.1 SCI论文数据总量年度变化趋势分析

从激光雷达技术在近十年(2004-2013年)的发展总体情况来看(如图1所示),每年公开发表的论文数量都呈现指数式上涨状态,可以说激光雷达技术是一直在高速发展中,并且逐渐成为未来的一个重点研究技术。

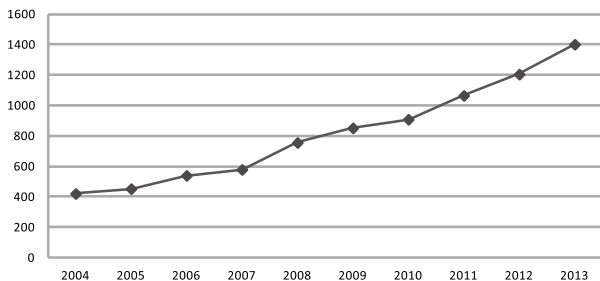


图1 激光雷达技术SCI论文数量年度变化趋势分析

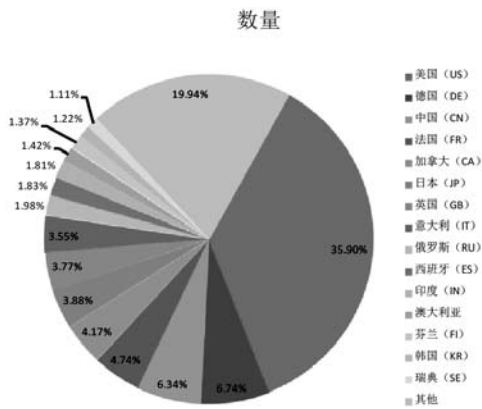


图2 主要国家和地区论文发表情况分析

2.2 国家和地区情况分析

在激光雷达领域发表论文数排名靠前的15个国家中(见图2),美国(US)、德国(DE)、中国(CN)、法国(FR)、加拿大(CA)、日本(JP)、英国(GB)、意大利(IT)、俄罗斯(RU)、西班牙(ES)位居世界前10位;美国以4365篇论文数排名第一,发文量超过全世界该领域论文总数的三分之一;中国的文献仅有6.34%比例,中国同美国之间的差距相当明显。总体而言,排名前十五的国家基本上代表全世界的研发能力和科研成果。此外,在

SCI有史以来的数据库记录中,激光雷达技术美国占据绝对优势,不仅其论文成果远超其他国家,其论文的相对引文影响值始终高于世界平均水平,而中国和俄罗斯则始终低于世界基准值。因此,美国目前仍然在引领和影响着激光雷达领域研究和发展的整体走势^[5]。

2.3 各国技术研发对比分析

通过文献分析对前15个国家十年的论文产出做了统计(如表2所示),占据领先优势的美国在十年间的发展基本上代表了激光雷达的技术发展情况,从2004年开始每年呈现上涨的趋势,而中国的相关技术起步较迟,从2004年的12篇论文数量增长到了2013年的186篇,增长了约15倍,虽然起步较迟,但是发展速度迅猛,仍然没有办法和美国相提并论。

表2 主要国家论文数量年度变化

国家/年份	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
美国 (US)	155	167	196	182	269	279	290	334	372	407
德国 (DE)	35	44	36	49	64	61	64	75	78	83
中国 (CN)	12	15	24	37	50	67	76	102	149	186
法国 (FR)	17	33	29	35	47	52	47	48	71	64
加拿大 (CA)	30	17	27	28	49	57	61	60	55	65
日本 (JP)	19	33	33	25	25	34	33	34	39	32
英国 (GB)	16	18	35	45	32	42	36	44	47	49
意大利 (IT)	18	14	27	24	23	31	41	49	42	48
俄罗斯 (RU)	10	20	5	12	18	14	11	18	16	23
西班牙 (ES)	9	4	10	7	8	13	21	35	41	47
印度 (IN)	10	4	15	14	24	24	16	23	22	25
澳大利亚 (AU)	2	6	2	10	10	12	21	26	19	44
芬兰 (FI)	4	2	9	6	14	16	17	23	26	37
韩国 (KR)	4	3	8	10	14	7	24	17	17	28
瑞典 (SE)	10	11	7	9	6	10	6	13	16	17

2.4 高产机构分析

分析高产机构,获取机构信息,可以实时掌握机构的研究动态,把握领先技术的发展情况。采用软件对数据库记录进行提取,进而识别每一条记录的机构信息,如表3所示,是对SCI数据提取其机构来源做的统计,可见在排名前15的机构中,有8个机构都是美国的,中国的机构仅有2所,分别是哈尔滨工业大学和武汉大学。而

美国的产出机构最多的是NASA的各分支研究机构,排名第一的是NASA兰利研究中心,也是NASA成立最早的四个研究机构之一,科研实力雄厚。

表3 高产机构的文献总数

序号	机构	论文总数
1	NASA, Langley Res Ctr,USA	84
2	NASA, Goddard Space Flight Ctr,USA	56
3	CALTECH, Jet Prop Lab,USA	52
4	Leibniz Inst Tropospher Res,GERMANY	49
5	Vikram Sarabhai Space Ctr, Space Phys Lab,INDIA	43
6	Univ Illinois, Dept Elect & Comp Engn,USA	41
7	UNIV ILLINOIS,DEPT ELECT & COMP ENGN,USA	36
8	Univ Colorado, Cooperat Inst Res Environm Sci,USA	36
9	Norwegian Univ Life Sci, Dept Ecol & Nat Resource Management,NORWAY	35
10	Harbin Inst Technol, Natl Key Lab Tunable Laser Technol,CHINA	34
11	Univ Reading, Dept Meteorol,ENGLAND	34
12	NASA, LANGLEY RES CTR,DIV ATMOSPHER SCI,USA	32
13	Bulgarian Acad Sci, Inst Elect,BULGARIA	31
14	Wuhan Univ, State Key Lab Informat Engn Surveying Mapping & R,CHINA	27
15	Colorado State Univ, Dept Phys,USA	26

表4 高产作者的文献总数

序号	机构	论文总数
1	Pelon, J	84
2	Ansmann, A	83
3	Keckhut, P	68
4	Hauchecorne, A	58
5	GARDNER, CS	57
6	Gardner, CS	56
7	Althausen, D	55
8	Browell, EV	55
9	Wandinger, U	54
10	Naasset, Erik	53
11	Asner, Gregory P	51
12	Coops, Nicholas C	51
13	Papayannis, A	50
14	Flamant, C	49
15	Sugimoto, N	49

2.5 高产作者分析

表4是对论文作者的统计得出论文数量最多的15名作者,可以发现高产作者多为美国人;从论文数量看,产量最多的作者和高产机构的论文数在一个数量级别,例如NASA的兰利研究中心的产出和Pelon, J的论文数量都是84篇。

2.6 学科分布分析

对激光雷达的原始统计数据进行分析,提取了激光雷达所涉及主要学科领域的研究论文数量排名前10的学科类别。从表5可以看出,激光雷达技术与应用领域主要涉及的学科有地理相关的学科和衍生学科、气象和光学等,其中最主要的是气象和大气科学。对原始数据清洗后,可以发现激光雷达技术的相关领域文章很多被划分为多个学科方向,该技术的学科跨度较大,学科交叉较多。

表5 激光雷达技术论文学科分布

序号	文章分类	中文对照	论文总数
1	Meteorology & Atmospheric Sciences	气象和大气科学	3794
2	Optics	光学	2251
3	Geosciences, Multidisciplinary	地球科学和多学科	1752
4	Remote Sensing	远程感应	1420
5	Environmental Sciences	环境科学	1181
6	Imaging Science & Photographic Technology	成像科学和摄影技术	900
7	Geography, Physical	地理, 物理	790
8	Geochemistry & Geophysics	地理化学和地理物理	620
9	Engineering, Electrical & Electronic	工程, 电子和电气	561
10	Physics, Applied	应用物理	479

2.7 论文来源分析

在统计过程中,除了对论文的学科主要分类进行提取,在对多数激光雷达领域论文的发表期刊的前十名统计结果(表6)中可以发现,除了德国的《ATMOSPHERIC CHEMISTRY AND PHYSICS》和

英国的《INTERNATIONAL JOURNAL OF REMOTE SENSING》、《ATMOSPHERIC ENVIRONMENT》三个期刊外，其他的期刊全部都是属于美国，并且相关的影响因子高达5以上。

表6 激光雷达技术领域主要期刊

序号	期刊	论文总数	国别	影响因子
1	JOURNAL OF GEOPHYSICAL	1212	美国	3.174
2	APPLIED OPTICS	957	美国	1.689
3	GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS	561	美国	3.982
4	ATMOSPHERIC CHEMISTRY AND PHYSICS	348	德国	5.51
5	REMOTE SENSING OF ENVIRONMENT	331	美国	5.103
6	JOURNAL OF ATMOSPHERIC AND OCEANIC TECHNOLOGY	266	美国	1.693
7	INTERNATIONAL JOURNAL OF REMOTE SENSING	256	英国	1.138
8	ATMOSPHERIC ENVIRONMENT	219	英国	3.11
9	OPTICAL ENGINEERING	184	美国	0.88
10	PHOTOGRAMMETRIC ENGINEERING AND REMOTE SENSING	178	美国	1.802

2.8 基于关键词的关联分析

2.8.1 主题词关联分析

关键词关联分析使我们能够直观地了解激光雷达技术领域不同研发主题之间的关系和研发投入比例。不同的球对应不同的主题词，主题词之间的关系用球之间的线的长短表示，联系越密切距离越近，球的大小代表该

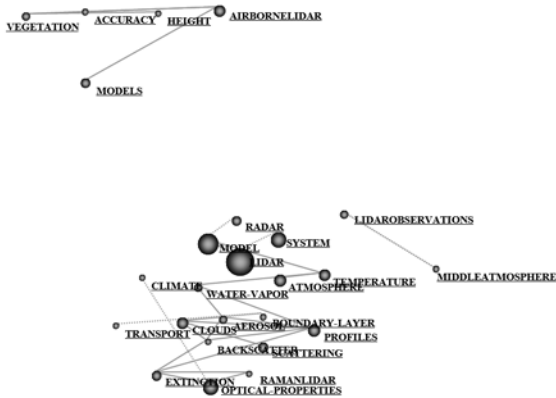


图3 主题词关联分析

关键词的相关文献数量，球越大，相关文献数量越多。

结合生成的球状关联图如图3，可以发现激光雷达的相关技术主要分为以LIDAR和airbornelidar为核心的群组。

2.8.2 机构关联分析

机构的关联分析能直观了解在激光雷达领域领先的科研机构科研情况差异和相互之间的关系模式。其中机构之间的线表示其合作与否，球的大小表示的机构发布的论文数量。在图4中，以NASA兰利研究中心为核心的最大群组机构代表了国际激光雷达技术的主流研究方向。

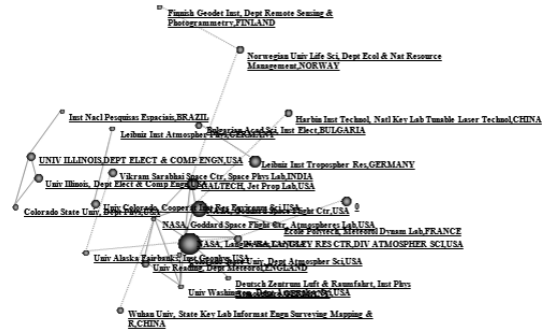


图4 核心机构关联分析

2.8.3 国家关联分析

国家关联分析可以直观地展示激光雷达技术领域国家/地区之间的研发关系和研发投入比例，用以在世界范围内确定竞争对手，寻求合作伙伴。从图5中可以发

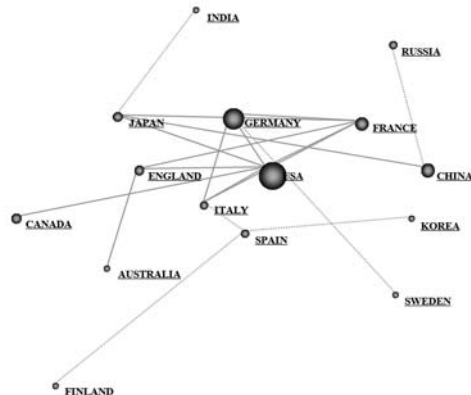


图5 基于关键词的国家关联分析

现美国、法国、德国和意大利几个国家同其他国家的合作机会较多, 并且合作范围广阔, 中国主要是和俄罗斯和日本的合作较多, 国际间的合作交流程度较低。

2.8.4 论文领域交叉分析

论文的领域关联分析是直接体现技术跨领域的一个部分, 通过对论文的学科类别进行关联, 利用连线 and 球体直接体现不同学科之间的融合和交叉程度, 从而辅助激光雷达的跨领域分析。图4可以分为三个关联组, 第一个群组是以气象和大气科学为核心的环境学科、气象学科、环境监测、地理科学方面的学科群; 另一个学科群是以应用物理、光学、光谱学科和仪器设备四个学科为主要方向; 最后一个学科群是以天文学、大气学科和气象学。总的来看, 激光雷达技术是一个需要多学科协同发展的跨领域技术。

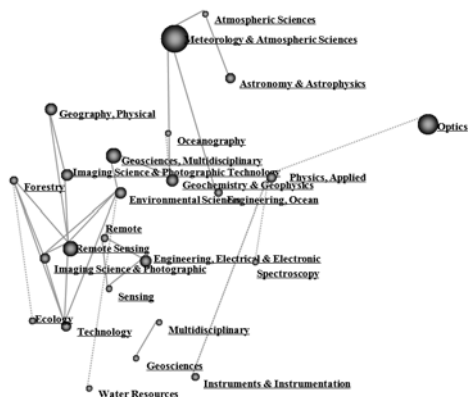


图6 基于关键词的学科交叉分析

2.8.5 论文来源关联分析

在论文来源中, 报告统计了SCI相关论文主要被收录的期刊, 一方面为后期的研究提供参考, 另一方面验证了激光雷达论文的跨学科特性。

从图7中可以看出, 期刊大致可以分为三个类, 第一个是以《JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH-ATMOSPHERES》为核心的期刊群里, 该期刊的群组类别最多, 主要涉及气象、天文、环境科学等相关的期刊; 第二个是以《APPLIED OPTICS》为核心的主要是光学相关的期刊, 最后一个期刊是以《INTERNATIONAL JOURNAL OF REMOTE SENSING》为核心的期刊群,

主要研究的内容是遥感和远距离监测方面的期刊。从期刊的关联图可以发现基本上期刊的关联图和论文的研究方向关联图大体上一致的。

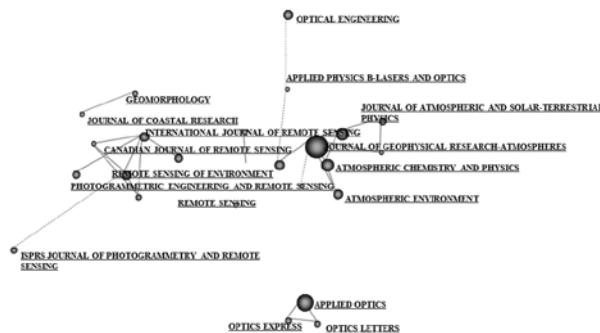


图7 基于关键词的期刊关联分析

2.9 技术发展趋势分析

在进行论文分析的过程中, 要了解一个技术的发展脉络, 最重要的是要分析论文主题的变化方向, 掌握未来重点。为进一步把握激光雷达技术的发展趋势, 我们利用数据分析软件统计排名前30的检索关键词, 并且列出热点关键词的年度变化趋势。

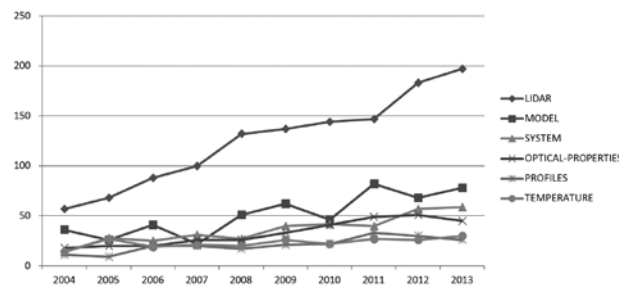


图8 检索词年度变化分析

为了更加细节性的分析研究热点方向, 将排名前十五的检索词的五年变化情况进行了统计, 可以得到结果见表8。

对于检索词选取最热门的7个检索词绘制折线图, 结合图和表, 可以看出激光雷达技术的主要检索词偏向于较为宏观的关键词, 分支技术的关键词较少, 偏向于总结性的词语基本上和整体的论文成果的走势基本相同, 如LIDAR, 另外如TEMPERATURE、CLOUD一类的词语虽然检索量较少, 但是趋势的呈现同LIDAR形似, 在前十五的关键词中, 变化较大的就是

表7 热点检索词分布表

序号	摘要NLP关键词	频率	序号	摘要NLP关键词	频率
1	LIDAR	1749	16	WATER-VAPOR	295
2	MODEL	700	17	VEGETATION	290
3	SYSTEM	530	18	TRANSPORT	288
4	OPTICAL-PROPERTIES	441	19	RAMANLIDAR	287
5	PROFILES	397	20	HEIGHT	278
6	TEMPERATURE	377	21	MIDDLEATMOSPHERE	270
7	CLOUDS	365	22	ACCURACY	256
8	ATMOSPHERE	358	23	CLIMATE	256
9	AIRBORNELIDAR	356	24	BACKSCATTER	253
10	EXTINCTION	355	25	BOUNDARY-LAYER	253
11	RADAR	354	26	BIOMASS	252
12	MODELS	331	27	OZONE	248
13	SCATTERING	326	28	LASER	247
14	AEROSOL	324	29	PARTICLES	243
15	LIDAROBSERVATIONS	315	30	RETRIEVAL	243

表8 热点检索词年度变化

文献检索词/年份	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
LIDAR	57	68	88	100	132	137	144	147	183	197
MODEL	36	26	41	22	51	62	46	82	68	78
SYSTEM	14	28	25	31	27	40	42	40	57	59
OPTICAL-PROPERTIES	18	20	20	26	26	33	41	49	51	45
PROFILES	11	9	20	20	17	21	22	33	30	26
TEMPERATURE	14	27	19	21	20	26	22	27	26	30
CLOUDS	17	17	19	14	24	26	22	35	20	27
ATMOSPHERE	23	19	20	14	13	21	24	19	22	29
EXTINCTION	9	12	14	16	25	33	36	49	45	75
RADAR	12	19	12	15	27	34	30	31	32	28
AIRBORNELIDAR	19	13	20	18	25	27	36	34	26	26
SCATTERING	9	14	27	22	25	31	34	36	45	54
AEROSOL	18	14	15	19	25	28	14	27	26	20
MODELS	15	12	15	25	23	19	20	29	35	22
LIDAROBSERVATIONS	18	10	12	11	13	18	15	18	18	17

AIRBORNELIDAR机载激光雷达,可以发现这个技术是近些年的重点研究技术,增长速度领先于整体的趋势。

3 激光雷达技术领域期刊文献情报分析总结

从整个世界来看,激光雷达领域技术一直在不断发展,每年的文献数量呈现稳定上升。研究的内容主要

集中在激光雷达物理设备、气象监测、遥感测距等。

对于激光雷达技术,从国家角度来看,美国在该领域较为领先,科研成果远超其他国家,优势非常明显,中国的技术水平还要排在美国、德国之后,与世界的顶尖距离还有一定的距离,但是中国的激光雷达起步较晚,发展潜力巨大,是未来的一个重点研究方向。

通过基于关键词的国家关联分析中可以发现,美国、德国和法国等非常重视并且实现了国际间的交流与

合作, 并且国际交流合作的产物比较丰富, 与研究前沿的国家合作, 一方面可以及时了解国际前沿动态, 一方面可以发现自己的不足, 这方面也是中国需要不断努力提高的。

激光雷达作为未来的重点发展技术之一, 其涉及光学、气象学、物理等多个学科, 学科之间交叉程度、复杂度较高, 如要提高技术水平, 需要融合多个方面的知识, 从学科的交叉点寻求新的技术创新点, 突破技术瓶颈。

激光雷达技术在产品和应用方面日趋成熟, 其关键技术也将进一步得到提高, 其精度将更高、速度更快, 星载激光雷达将得到更广泛的应用。在诸多应用领域中, 多传感器集成将会成为一个重要的特点, 地基和天基激光雷达将会集成使用, 为定量遥感提供更加准确的数据。

激光雷达技术作为一个涉及学科众多的技术, 需要研究团队对多方面知识的吸收融合, 同时兼容并包,

加大与外界的成果交流过程, 缩短我国激光雷达技术同国际前沿水平的差距。

参考文献

- [1] 荣雅君, 王健. 星载激光测距仪回波弱信号检测技术研究[J]. 计算机与信息技术, 2009 (5): 12-14.
- [2] 陈利, 贾友, 张尔严. 激光雷达技术及其应用[J]. 河南理工大学学报, 2009, 28(10): 583-586.
- [3] 王咏青, 张霞. 激光雷达技术专利分析[J]. 激光与光电子学进展, 2007 (12): 74-79.
- [4] 黄华国. 激光雷达技术在林业科学研究中的进展分析[J]. 北京林业大学学报, 2013, 35 (4) : 134-143.
- [5] 王海霞, 杨帆, 韩淋. 激光雷达技术研究与应用国际发展态势分析[R]. 北京: 中国科学院文献情报中心, 2012.

作者简介

刘慧敏, 女, 1980年生, 硕士, 辽宁大学图书馆副研究馆员, 研究方向: 数字图书馆资源建设与服务, E-mail: liuhuimin@lnu.edu.cn。
刘玉琴, 男, 1979年生, 北京印刷学院绿色印刷包装产业技术研究院, 高级工程师, 博士后, 研究方向: 专利分析、信息可视化, E-mail: liuyuqin2004@126.com。

Analysis of Periodical Literature Information in the Field of LiDAR Technique

LIU HuiMin¹, LIU YuQin²

(1. Library of Liaoning University, Shenyang 110036, China;

2. Beijing Institute of Graphic Communication, Beijing 102600, China)

Abstract: Based on the data source of SCI articles taken from the Science Citation Index Database by using the Web of science platform, the scientific documental database in the field of LiDAR is established. The quantitative analysis of the total SCI articles amount, including year trend, regional distribution, national technology research contrast, author ranking, institution of authors, subject distribution, origin of the articles, keyword based association and development trend of the technology, and so on, are performed. By analyzing the above data, the scientific and technological level of the status and characteristics of LiDAR are studied, the competition of LiDAR technology are concluded, and the development and prospect of LiDAR technology are proposed.

Keywords: LiDAR; Journal and Intelligence Analysis; Trend Analysis; Correlation Analysis

(收稿日期: 2015-01-23)

编辑: 刘伟