

文章编号:1000-2995(2012)04-006-0080

基于共现分析的技术机会发现与可视化识别

吕一博¹,康宇航^{2,3},王淑娟¹

- (1. 大连理工大学管理与经济学部, 辽宁 大连 116023;
2. 东北财经大学财政税务学院, 辽宁 大连 116025;
3. 大连市金州新区财政局, 辽宁 大连 116600)

摘要:技术机会是技术创新决策中的重要决定性因素,只有具备了较强的机会识别能力,企业才能提升创新能力和竞争能力。本文在现有文献回顾的基础上,从技术领域和开发经营领域入手,构建技术机会可视化识别的基本框架。以公路工程领域为例进行实证分析,分析探讨如何挖掘潜在的技术机会,为企业创新管理提供必要的决策信息支持。

关键词:共现分析;技术机会;可视化

中图分类号: C931.2

文献标识码: A

1 引言

当前,全球技术发展日新月异,大量技术研发活动为企业提供了比以往更多的技术机会。技术机会作为创新决策的依据,是任何一项技术创新都必须考虑的重要因素。企业只有具备较强的机会搜索能力,挖掘出各种潜在的技术机会,并加以利用,才能在激烈的竞争中生存和发展。技术飞速发展所产生的海量科技信息,为技术机会的挖掘提供了可能。因此,借用一定的信息技术,可以对动态的科技资源进行深入挖掘和分析,找出可能存在的技术机会,为技术创新和科技管理提供必要的决策信息支持。技术机会是通过对某技术领域内已有技术发展趋势及相互关系的挖掘,发现最新技术动向,推断该领域可能出现的技术形

态或技术发展点^[1]。当前技术机会的研究主要聚焦于3个方面。

(1)技术方法研究。技术机会发现主要源于技术决策者的洞察力和定量的数据分析。前者往往受到人格特质、认知禀赋、环境感知力等软因素影响,机会甄别的效果有限。后者通常建立在科学研究方法和大量事实数据基础之上,通过技术组群分析、关键词判别、大型数据库分析、非相关文献识别、引文分析、复杂网络分析和路线图等技术手段^[2-8],挖掘隐藏在海量数据背后的技术机会,其机会识别的效率大大提高。

(2)技术机会的影响因素。主要体现在组织特征、领导特质、信息网络三个方面。Jennings等(1992)、Correia等(1997)、Kuhlthau(1993)分别从组织结构、组织战略、组织绩效、以及组织文化等方面研究组织特征对技术机会产生的影

收稿日期:2010-09-06;修回日期:2011-01-29.

基金项目:国家自然科学基金青年项目(基金号:70902032,2010-2012),教育部博士点新教师基金(基金号:20090041120014,2010-2012),教育部人文社科青年基金(基金号:09YJC630015,2010-2012),辽宁省社会科学规划基金(基金号:L11BJY024,2012-2013),辽宁省社科联经济社会发展立项课题(项目号:20111slktglx-30,2011-2012)。

作者简介:吕一博(1979-),男(汉),辽宁大连人,大连理工大学管理与经济学部,副教授,博士。研究方向:企业成长、技术管理。
康宇航(1978-),男(汉),辽宁大连人,东北财经大学财政税务学院博士后,大连金州新区财政局工作。研究方向:财金电子化。
王淑娟(1962-),女(汉),辽宁大连人,大连理工大学管理与经济学部,副研究馆员。研究方向:管理案例教学与研究。

响^[9-11]。Jorge (1995)、Martha (1995)、Ghoshal (1988)、Max (1996) 分别从风险倾向性、人格特质、管理经验、职业经历、知识存量等方面分析领导者特质对技术机会识别产生的影响^[12-15]。Mohan - Neill (1995)、Preble 等 (1988)、March (1991) 分别从科研机构、中小企业和跨国企业的角度出发,实证研究网络内部通达性、完善水平、人际信息网络、利益群体间关系等因素对技术发现的影响^[16-18]。

(3) 创新管理中的技术机会分析。技术机会分析的目的是为各种组织的技术创新活动提供决策支持。Nieto 等 (2005) 认为技术机会是在给定的技术领域,企业在时间和成本上易于产生创新的可能性^[19]。Hicks 等 (2001) 认为企业在战略、机会、环境耦合的基础上,围绕技术机会展开技术创新实践^[20]。Casson (1982) 认为技术创新是通过技术机会展现技术范式和技术轨迹的过程^[21]。

总体来说,对技术机会的理论研究较为深入,但在研究内容和研究方法上仍相对滞后:

(1) 研究内容大多集中在技术创新和技术研发领域,强调技术上的可能,忽略商业应用机会的存在。从动力机制来看,技术机会主要来源于技术和应用领域的共同推动。Tihanyi 等 (2003) 指出技术机会是企业的市场、行业需求或市场可接受的产品创新所达到的程度^[22]。Tihanyi 等 (2003) 的研究对技术机会的界定将市场因素考虑在内,关注市场接受范围内的技术发展可以达到的程度。因此,技术机会的发现不应仅局限于技术领域,还需要将技术创新机会和商业开发机会进行综合分析。

(2) 基于专利数据和科技文献的技术方法研究较为滞后,机会识别的准确性和及时性有待提高。目前,在技术机会的结果展示上,多数研究从简单的数据统计出发,图表类型单一,多为柱状图、条形图、折线图等,对数据的展示不是基于数据的内在机理,难以发现蕴藏的大量关联关系和规则,这就使得上述可视化方法很难直观展示数据间的深层次关系。

因此,有必要探索与传统方法相结合的新方法和新手段,支持创新环境下的技术机会分析要求。基于此,我们根据技术机会的具体特点,借鉴数据挖掘的思想,利用可视化技术,开发可操作性

强的技术机会可视化工具,并进行实证分析,为技术机会的识别提供一种现实可行的思路和手段。

2 研究设计

2.1 研究框架

发明专利是技术创新的产物,体现了技术发展的最新水平,故常用专利数据测度一定时期内的技术发展态势。专利作为创新指标的研究大致分为四类:创新结果 (Sørensen & Stuart, 2000)^[23]、创新绩效 (Ahuja, 2000)^[24]、创新能力 (Mowery et al., 1996)^[25] 以及创新学习 (Ahujal & Katila, 2001)^[26]。因此,以发明专利作为技术机会识别的指标,对其进行分析,可以较好的识别和把握当今科技前沿可能存在的技术机会。

技术机会通常包括技术领域机会和开发经营领域机会两个方面。技术领域上:技术本身存在的机会是技术创新的技术基础,为技术创新提供了技术上的可能。企业只有对技术领域予以全面分析,才能挖掘出可能存在的机会,并根据其差异进行选择,推动创新的发展。开发经营上:专利的地域性特征决定了在一国申请专利可以覆盖专利指定国的某一技术领域,形成专利圈地和市场圈地。通过专利申请抢占市场,已成为争夺国外市场的主要手段之一。因此,通过分析专利申请方向,可以了解此领域的开发经营情况。基于此,本研究建立在技术领域和开发经营领域这一基础之上(图1)。

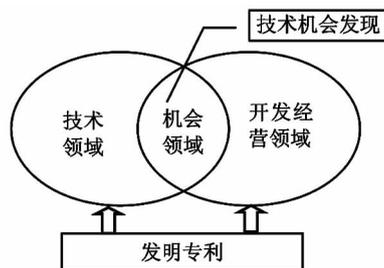


图1 技术机会研究框架

Figure 1 Research Framework for Technology Opportunities

基于此,本研究以公路工程领域为研究对象,分别从技术领域和开发经营领域筛选出授权数量最多的若干项专利技术进行交叉比对,并以属于

两者交集的前若干个专利类别进行分析,通过可视化工具,挖掘出该领域可能存在的技术机会。

2.2 研究流程

技术机会的发现过程主要分为数据准备、数据分析和可视化表达三部分(图2),通过综合集成分析,最终以图谱和文字的形式生成技术机会分析报告。具体流程如下:

(1)确定研究主题:针对具体需求,确定研究目的,制订具体的研究计划。

(2)数据获取:根据研究主题确定所需的数据源,通过网络化信息处理,围绕目标集,将经过处理的数据存入数据仓库。

(3)可视化分析:通过分析方法从技术层面和开发经营层面进行技术机会分析,根据分析结果制作技术机会图谱,加深用户对数据含义的理解。

(4)结论与建议:根据可视化的结果得出结论,找出潜在的技术机会,并结合实际提出建议。

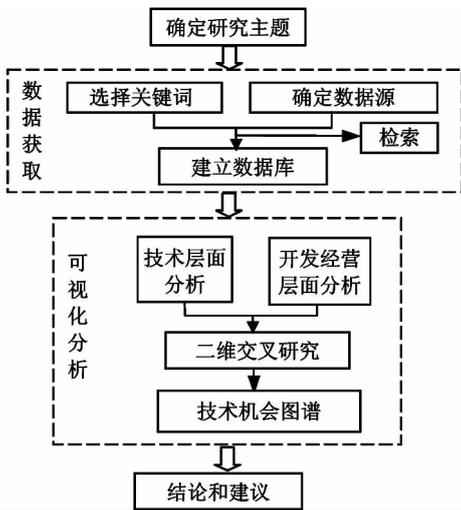


图2 技术机会可视化识别流程

Figure 2 Process for Technology Opportunities' Visualization Identification

2.3 研究方法

共现分析是将各种信息载体中的共现信息定量化的分析方法,以揭示信息在内容上的关联程度。根据当前研究的不足,提出了改进的共现分析方法,该方法一方面克服使用共现次数衡量相似性时,可能会有高估或低估相似性的问题,另一方面使用共现连接强度系数克服连接强度可能只

是随机现象的问题。三是使用相关系数避免单独使用共现次数产生的问题。本文研究方法是:①首先收集目标技术领域的文档;②从文档中抽取技术关键词作为特征表示,同时确定技术关键词的文档分布密度;③统计不同关键词之间共现的文档频次和共现总次数,并计算关联程度或者距离。④根据技术关键词之间的关联程度,将其分布到二维图中。

(1)主题词 T_i 与 T_j 的共现次数 ω_{ij} 为:

$$\omega_{ij} = \begin{cases} \sum_{g=1}^n \varepsilon_{gi} \varepsilon_{gj} & \text{if } i \neq j \\ 0 & \text{if } i = j \end{cases}$$

ε_{ij} 与 $\varepsilon_{ij'}$ 是词间的共现关系。

其中,

$$\varepsilon_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{第 } i \text{ 篇文章中有第 } j \text{ 个主题词} \\ 0 & \text{否则} \end{cases}$$

(2)共现连接强度系数为:

$$\pi_{ij} = \begin{cases} \frac{\omega_{ij}}{S_i + S_j - \omega_{ij}} & \text{if } i = j \\ 0 & \text{if } i \neq j \end{cases}$$

其中, $S_i = \sum_{g=1}^n \varepsilon_{gi}$ 是文献 P_i 出现的次数。

(3)线性相关系数为:

$$\rho_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^p (x_{ik} - \bar{x}_i)(x_{jk} - \bar{x}_j)}{\sqrt{\sum_{k=1}^p (x_{ik} - \bar{x}_i)^2 \cdot \sum_{k=1}^p (x_{jk} - \bar{x}_j)^2}}$$

$$\text{其中, } \bar{x}_i = \frac{1}{p} \sum_{k=1}^p x_{ik}; \bar{x}_j = \frac{1}{p} \sum_{k=1}^p x_{jk}$$

本文提出基于多维标度(MDS)的技术机会可视化方法。MDS的原理是通过非线性变换,把高维空间的几何图形转化成低维空间的图形,变化后的图形仍能近似地保持原图形的集合关系的一种技术。我们采用 Sammon 映射编写可视化程序,将最终得到的距离矩阵作为 Sammon 映射的输入。该算法首先读入 $n \times n$ 的距离矩阵,然后生成 n 个二维随机坐标集合,接着固定第一个点,计算第二个点的坐标。具体做法是调整坐标,计算误差,直到满足误差测度 $\sum_{i < j} [(dd_{ij} - f_{ij})^2 / dd_{ij}]$ 最小。然后再用前两个点计算第三个点,循环到全部点计算出为止,最后的坐标绘制在二维图上。通过可视化表达,以使用户方便、快捷的理解技术

紧密的技术集群。因此,有必要针对上述技术集群进行跟踪监测分析,掌握可能发生的技术创新点。

组群 2 的特点是技术数量不多,主要包括两类技术:一是 E02F(挖掘、疏浚);二是 E02D(挖方、填方)。特别是 E02F-009/22 位于组群的中心位置,成为该组群的主要技术。由于 E02F 和 E02D 主要是研究如何对地下部分进行施工,因此将该组群可以称之为“挖掘”组群。因此,重点研究 E02F 和 E02D 两大技术类别之间的关系,以及分析两大技术类别内部各子领域技术之间距离远近,集聚程度,更易于产生技术机会,从而为分析该领域技术创新活动提供指导。

组群 3 中的技术类别主要包括 E01F 和 E03F,即道路及其排水设施,因此该组群可以称之为“道路”组群。群内部各专利技术的距离分布较稀疏,说明技术间的关联程度较低。其中, E03F-005/04、E01F-013/00、E03F-003/04、E01C-011/22 是该领域的主要技术,并且联系较为紧密,挖掘以上技术之间的关联内容,更易获得创新成果。

从图谱上组群间的关系看,组群 1 与组群 3 的整体距离最接近,说明隧道和道路这两个技术领域关系很密切,也就是在道路的修建过程中可能更多遇到的是隧道问题而非桥梁问题。因此在公路工程领域中,应将隧道技术和道路技术更好的结合研究,跟踪监测两类技术之间的深层次结构,可以较好的挖掘出潜在的技术机会。

4 结论

全球技术环境的快速变化为企业提供了大量技术机会,技术机会的识别和利用决定着技术创新的成败和企业能否在激烈的竞争中占据优势地位。通过对技术机会的研究方法、影响因素和创新管理等文献梳理后发现,在研究内容和工具方法层面还相对滞后。因此,从上述薄弱环节入手:在研究内容上,构建技术领域和开发经营领域相结合的技术机会研究框架;在工具开发上,利用共现分析方法,结合可视化技术,提出技术机会识别的可视化方法。在进一步的实证研究中,以专利样本为分析对象,以公路工程领域为例进行分析,

判断行业中存在的技术机会。

通过分析得到部分建设性的意见:(1)公路工程领域的技术机会主要存在于 6 个技术领域。其中 E21D-009/06、E02F-009/22、E02F-009/00 是该领域的核心技术。可以说,当前公路工程领域的技术机会主要存在于挖掘、地下工程、水下工程三个方面。(2)“隧道”组群是当今公路工程领域最重要的技术群体,E21D-009/06、E21D-011/10、E21D-011/08 处于组群的核心地带,挖掘上述技术之间存在的关联关系,更易获得技术创新成果。(3)“挖掘”组群作为次核心组群,主要包括 E02F 和 E02D 两类技术,其中 E02F-009/22 是该组群最主要的技术,技术创新点也通常存在于该技术中。(4)“道路”组群主要包括 E01F、E03F 两类技术,但组群内部各专利技术的距离较远,技术间的关联程度也较低。(5)“隧道”组群和“道路”组群距离最为接近,因此可以重点挖掘两个组群技术之间的深层次结构,掌握潜在的技术创新机会。

参考文献:

- [1] 康宇航. 一种基于共现分析的科技跟踪方法研究[D]. 大连:大连理工大学, 2008.
- [2] Alan L. P., Michael J. D.. Technology Opportunities Analysis[J]. Technological Forecasting and Social Change. 1995, 49(3): 237-255.
- [3] Dalp R., Gauthier E., Ippersiel M. P.. The State of Nanotechnology. Research: Report to the National Research Council of Canada[R]. 1997
- [4] Kostoff R. N., Schaller R. R.. Science and Technology Roadmaps[C]. IEEE Transactions on Engineering Management. 2001, 48(2): 132-143.
- [5] Small H.. Macro-level Changes in the Structure of Co-citation Clusters; 1983-1989[J]. Scientometrics. 1993, 26(1): 5-20.
- [6] Breitzman A., Thomas P., Cheney M.. Technological Powerhouse or Diluted Competence; Techniques for Assessing Mergers via Patent Analysis[J]. R&D Management. 2002, 32(1): 1-10.
- [7] Egghe L.. Methodological Aspects of Bibliometrics[J]. Library Science. 1988, 25(3): 179-191.
- [8] Yoon B., Park Y.. A Text-mining-based Patent Network: Analytical Tool for High-technology Trend[J]. The Journal of High Technology Management Research. 2004, 15(1): 37-50.
- [9] Jennings D. F., Lumpkin J. R.. Insights Between Environ-

- mental Scanning Activities and Porter's Generic Strategies: An Empirical Analysis [J]. *Journal of Management*. 1992, 18 (4): 791 - 803.
- [10] Correia Z., Wilson T. D.. Scanning the Business Environment for Information: A Grounded Theory Approach [J]. *Information Research*. 1997, 2(4): 1 - 22.
- [11] Kuhlthau C. C.. A Principle of Uncertainty for Information Seeking [J]. *Journal of Documentation*. 1993, 49(4): 339 - 355.
- [12] Jorge C.. An Empirically - based Review of the Concept of Environmental Scanning [J]. *International Journal of Contemporary Hospitality Management*. 1995, 7(7): 4 - 9.
- [13] Martha M. L.. Toward a Model of Environmental Scanning [J]. *Journal of Public Relations Research*. 1995, 7(3): 187 - 203.
- [14] Ghoshal S.. Environmental Scanning in Korean Firms; Organizational Isomorphism in Action [J]. *Journal of International Business Studies*. 1988, 19(1): 69 - 86.
- [15] Max, D.. Understanding the Competition: The CEO's Perspective [J]. *Competitive Intelligence Review*. 1996, 7(3): 4 - 14.
- [16] Mohan - Neill, S. I.. The Influence of Firm's Age and Size on its Environmental Scanning Activities [J]. *Journal of Small Business Management*. 1995, 33(4): 10 - 21.
- [17] Preble, J. F., Rau, P. A., Reichel, A.. The Environmental Scanning Practices of U. S. Multinationals in the Late 1980 s [J]. *Management International Review*. 1988, 28(4): 4 - 14.
- [18] March, J. G.. Exploration and Exploitation in Organization Learning [J]. *Organization Science*. 1991, 2(1): 71 - 87.
- [19] Nieto M., Quevedo P.. Absorptive Capacity, Technological Opportunity, Knowledge Spillovers, And Innovative Effort [J]. *Technovation*. 2005, 25(10): 1141 - 1157.
- [20] Hicks, D., Breitzman, T., Olivastro, D. et al. The Changing Composition of Innovative Activity in the U. S. - A Portrait Based on Patent Analysis [J]. *Research Policy*. 2001, (30)4: 681 - 703.
- [21] Casson M.. *The Entrepreneur: An Economic Theory* [M]. Totowa, NJ: Barnes and Nobles Books. 1982.
- [22] Tihanyi L., Johnson R. A., Hoskisson R. E., et al.. Institutional Ownership Difference and International Diversification: The Effects of Boards of Directors and Technological Opportunity [J]. *Academy of Management Journal*. 2003, 46 (2): 195 - 211.
- [23] Sørensen J. B., Stuart T. E.. Aging, Obsolescence and Organizational Innovation [J]. *Administrative Science Quarterly*. 2000, 45(1): 81 - 112.
- [24] Ahuja G.. Collaboration Networks, Structural Holes, and Innovation: A Longitudinal Study [J]. *Administrative Science Quarterly*. 2000, 45(3): 425 - 455.
- [25] Mowery D. C., Oxley J. E., Silverman B. S.. Strategic Alliances and Interfirm Knowledge Transfer [J]. *Strategic Management Journal*. 1996, 17(S): 77 - 91.
- [26] Ahuja G., Katila R.. Technological Acquisitions and The Innovation Performance of Acquiring Firms: A Longitudinal Study [J]. *Strategic Management Journal*. 2001, 22(3): 197 - 220.

Visualized identification and discovery of technology opportunities based on co - occurrence analysis

Lv Yibo¹, Kang Yuhang^{1,2}, Wang Shujuan

(1. Faculty of Management and Economics, Dalian University of Technology, Dalian 116023, China

2. Jinzhou New Area Management Committee, Dalian 116600, China)

Abstract: Technology opportunity is an important factor in the process of innovation decision - making. A strong capability in technology opportunity identification could improve firms' innovation capability and competitiveness. Through a literature review, a visualized analysis framework of technology opportunities identification is construed in a view of technical and operational fields. And then, through an empirical study in highway engineer field, how to discover potential technology opportunities is demonstrated, the necessary information support is provided to the innovative technology management.

Key words: co - occurrence analysis; technology opportunity; visualization