

Economic Development Modeling of Information Equipment Industry

—Based on Academic Attributes and Technology Attributes

Jiemin Zhang¹, Fangda Lu²

1. Computer engineering college, Jimei University, Xiamen 361021, China

2. Texas State University, Texas San Marcos TX78666

[†]Email: zhangjm169@163.com¹, lufangda@gmail.com²

Abstract

Information equipment industry is a knowledge-intensive and technology-intensive industry. The core driver of industry development is the ability of independent innovation. This paper studied the modeling problem of the information industry economic development. We established the innovation index, equity index and productivity index, which showed the academic attribute and technical attribute. We further defined theoretical density, the technology density and the new product density in the model. Additionally, the calculation of attribute weights is relevant to specific research problems' context. The batch data of information equipment industry from 2010 to 2014 were analyzed based on the established model. The sorting and global optimization of decision-making were achieved through a Python program. Finally, parts of the data analysis results were visualized in the Python program.

Keywords: Theoretical Density, Technology Density, New Product Density, Information Equipment Industry Model

信息设备产业经济发展的建模研究^{*}

——基于学术属性与技术属性

张杰敏¹, 路方达²

1. 集美大学计算机工程学院, 福建省 厦门市 邮编 361021

2. Geography Department Texas State University, Texas San Marcos TX78666

摘要: 信息设备产业是知识密集型和技术密集型的产业, 产业发展的核心推动力是自主创新能力。本文研究信息设备产业经济发展的建模问题, 将学术性属性和技术性属性引入模型, 创立了涵盖创新指数、资产转化指数和生产力指数的指标模型, 定义了信息设备产业模型的理论密度、技术密度和新产品密度及其计算方式; 确立了特定研究问题上下文相关的属性权重的计算方法; 针对所建立的信息设备产业模型, 对 2010 年至 2014 年批量数据进行了分析, 并通过 Python 程序实现了多属性决策的排序和择优, 以可视化图形方式展示了部分数据分析结果。

关键词: 理论密度; 技术密度; 新产品密度; 信息设备产业模型

引言

信息设备是二十一世纪现代社会最重要的基础设施, 支撑着科学、技术、工业、国防等众多领域的发展, 对一个国家或一个地区的政治、经济、军事等各方面的进步会产生深远的影响, 是促进国家经济发展的支柱产业。我国于 2010 年发布《关于加快培育和发展战略性新兴产业的决定》(国发〔2010〕32 号) 国家文件, 将信息设备产业列为重点培育和发展的战略性新兴产业之一, 指出“战略性新兴产业是引导未来

^{*}基金资助: 受福建省科技计划项目软科学项目支持资助 (2015R0061)。

经济社会发展的重要力量”。这意味着信息设备产业与国家 GDP 增长存在密切的关系。

对信息设备产业的建模研究，可支持对信息设备产业进行的多属性决策^[1]。信息设备产业建模的核心问题是属性的选择、及其权重的确定，关系到决策结果的可靠性和正确性^[2]。信息设备行业具有技术创新带动产业发展的特点，自主创新能力是行业发展的核心推动力，其产品的研究、开发、生产和服务均以高新技术为基础，是知识密集型和技术密集型的产业。充分重视信息设备产业的学术性和技术性对产业发展的推动，是衡量产业实力和行业前景的有效方式。本文研究信息产业建模问题，与通常的建模机制不同的是，特别在信息设备产业模型中引入学术性属性和技术性属性，将模型指标分为三类，分别是创新指数、资产转化指数和生产力指数，定义了信息设备产业模型的理论密度、技术密度和新产品密度；基于某些受限条件下的数据基础，确立了理论密度、技术密度和新产品密度的计算方式；针对特定研究问题，确立了上下文相关的属性权重的计算方法；本文进一步针对所建立的信息设备产业模型，对 2010 年至 2014 年批量数据进行了分析，并通过 Python 程序实现了多属性决策的排序和择优，以可视化图形方式展示了部分数据分析结果。

1 数据来源和建模步骤

本文引用的原始数据主要来源于国家统计局。考虑到行业数据的相关性，部分数据来源于国家电子与信息产业部与国家知识产权局等。

信息设备产业建模过程包括选取指标数据、计算属性值、确立属性权重、建模及程序实现。论文工作还包括基于模型的数据分析及其可视化图形展示。工作步骤参见图 1 所示：

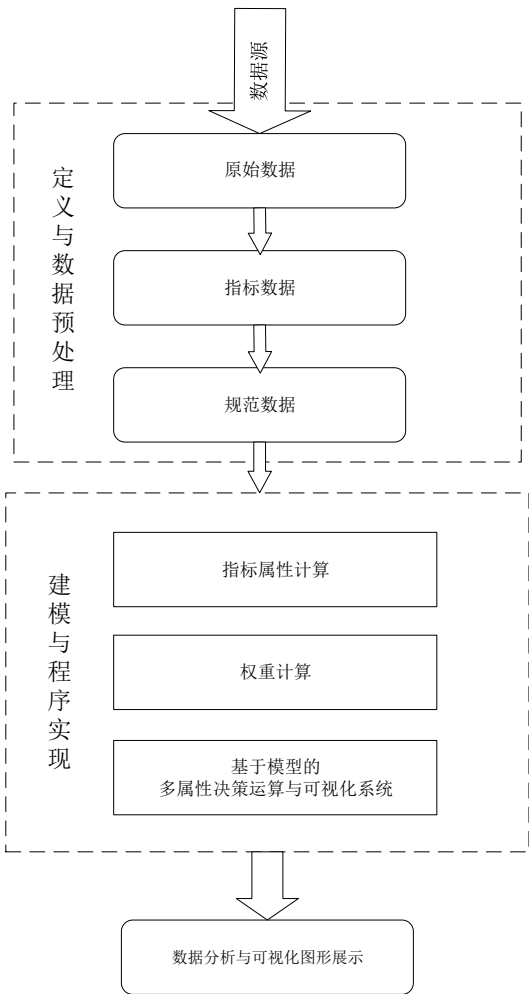


图 1 模型建立的分析研究步骤

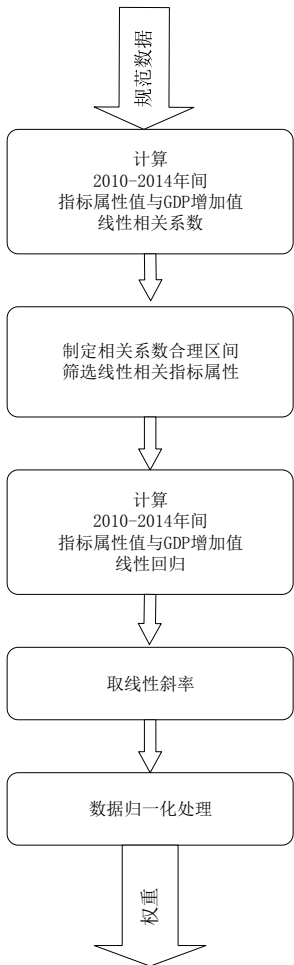


图 2 特定问题权重上下文相关计算方法

2 指标数据定义和预处理

如前文所述，信息设备产业是典型的高新技术产业，是知识密集型和技术密集型的产业，技术创新是带动产业发展的核心推动力。为此，在信息设备产业模型中引入了创新指数，并定义了理论密度、技术密度和新产品密度来量化表现创新指数。本文定义的资产转化指数由新建率、投产率、实际到位资金和固定资产交付率 4 个指标属性构成；生产力指数由行业法人单位数、制造业收入和人均产值构成，形成三级指标数据结构，部分指标属性具有分属性，参见表 1。

表 1 信息设备产业模型的指标数据结构

序号	指标	指标属性	指标分属性
1	创新指数	理论密度	
2		技术密度	
3		新产品密度	电子及通信设备制造业高技术产业新产品比
4			通信设备制造业高技术产业新产品比
5			雷达及配套设备制造业高技术产业新产品比
6			广播电视设备制造业高技术产业新产品比
7			电子器件制造业高技术产业新产品比
8			电子元件制造业高技术产业新产品比
9			家用视听设备制造业高技术产业新产品比
10			其他电子设备制造高技术产业新产品比
11			电子计算机及办公设备制造业高技术产业比
12			电子计算机整机制造业高技术产业新产品比
13			电子计算机外部设备制造业高技术产业新产品比
14	资产转化指数	实际到位资金	
15		固定资产交付率	
16	生产力指数	行业法人单位数	
17		制造业收入（亿元）	
18		人均产值（万元）	信息传输、软件和信息技术服务业人均产值
19			科学研究和技术服务业人均产值
20		新建率	
21		投产率	

注：行业法人单位数，取用国家统计局信息传输、计算机服务和软件业法人单位数。

指标属性或分属性值的计算以年度为度量单位。其中，在指标属性中的理论密度、技术密度和新产品密度的定义或计算方法分别为：

$$\text{理论密度} = \text{行业 EI 收录科技论文} / \text{行业人员当量} \quad (1)$$

$$\text{技术密度} = \text{行业专利申请数} / \text{行业 R\&D 经费} \quad (2)$$

$$\text{新产品密度} = \text{创新指数} \cdot \text{新产品密度} \cdot \text{各分属性新产品开发项目数} / \text{高技术产业新产品开发项目数总和} \quad (3)$$

指标属性中，新建率和投产率的定义或计算方法分别为：

$$\text{新建率} = \text{新开工数} / \text{施工项目数} \quad (4)$$

$$\text{投产率} = \text{全部建成投产项目/施工项目数} \quad (5)$$

按照公式，以国家统计局数据为主要来源，计算结果参见表 2。

表 2 2010-2014 年度指标数据

序号	2014 年	2013 年	2012 年	2011 年	2010 年
1	-----	0.0037598	0.0036268	0.0053613	0.0106324
2	0.0074329	0.0071026	0.0077399	-----	-----
3	0.2547875	0.2449653	0.2608183	0.2440593	-----
4	0.0467782	0.0449522	0.0476237	0.0576347	-----
5	0.0061868	0.006087	0.0058716	0.0067523	-----
6	0.0114606	0.0105921	0.0091586	0.0055575	-----
7	0.0513601	0.0550079	0.0485195	0.0555909	-----
8	0.0661665	0.0602245	0.0810227	0.0649845	-----
9	0.0329528	0.0365004	0.0357387	0.0391542	-----
10	0.0188043	0.0143801	0.0140248	0.0143851	-----
11	0.026749	0.0237461	0.0276177	0.0316	-----
12	0.0048939	0.0050032	0.0077407	0.0092206	-----
13	0.0066745	0.0071654	0.0067675	0.0192666	-----
14	8302.3	9531.2	8823.6	5543.0	-----
15	66.2%	69.0%	69.2%	69.2%	-----
16	289162	226107	245669	208867	191182
17	102988	93202	84619	74909	63945
18	-----	41.397495	52.960054	47.845395	48.174381
19	-----	25.108303	25.268824	23.58325	19.470407
20	65.39%	66.48%	-----	-----	-----
21	66.11%	59.00%	-----	-----	-----

注：-----表示暂无数据值

这些年来，国家数据统计事业有了长足的发展，按照不同的时间和空间区域，所发布的信息设备行业相关统计数据质量和数量逐年向好。不过，在特定问题的研究过程中，依然需要对数据进行预处理，解决行业内指标数据的选择和指标属性值关联度等问题，解决行业细分数据缺失等问题。同时。为了方便建模数据的分析和比较，还要解决指标数据量纲不统一、数据取值范围悬殊等诸多问题，实现数据规范化。这个过程在本文中成为数据的预处理过程，采用多属性决策方法常用的数据规范化技术^{[3]-[5]}，不再详述。

3 权重的制定与计算

在多属性决策中，权重的赋值是核心要素，决定着决策方案的科学性和合理性^[6]。常见的方法分为两类，分别是主观赋权法和客观赋权法。主观赋权法简单易行，但受主观因素干扰的成分较多。客观赋权法推理严密，但因无法体现决策者意志，往往形成与客观指标重要性相背离的结果^{[7]-[8]}。本文采用上下文相关的权重计算方法，综合考虑了主观因素与客观因素。尤其是涵盖学术属性和技术属性的信息设备产业模型，问题上下文相关的权重计算方法有利于将创新因素纳入考虑范围进行权重的计算。

以衡量信息设备产业与国家 GDP 增长的相互关系为例，图 2 和图 3 展示了模型指标的权重计算方式和计算值的分布情况。

需要说明的是，① 权重的计算与问题上下文相关，如，信息设备产业与 GDP 产值增加关系的讨论中，权重的计算依赖于属性值与 GDP 增长值的关系。本文采用了两者关系的线性回归计算方法。② 计算所得回归斜率可能为负值，则代表负相关。③一些指标属性值与 GDP 增长值之间，不存在良好的线性相关性，则应当考虑更妥当的回归算法，或者考虑是否确属弱相关状态。④采用多组权重值的运算与比较。限于篇幅，这些问题将在今后的论文中进一步深入探讨。

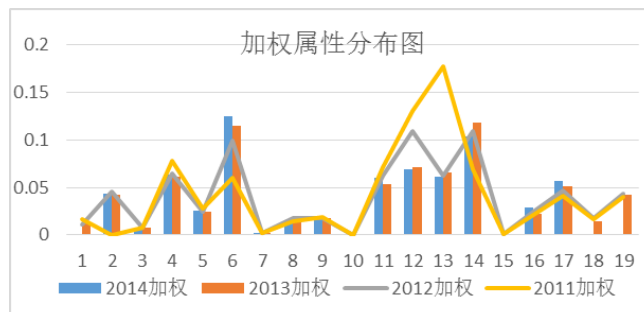


图3 特定问题上下文相关加权属性值分布情况

4 基于 Python 实现的多属性决策与可视化工具

论文作者通过 Python 实现了多属性决策的排序和择优过程，所完成的系统工具，支持可视化图形展示，系统工具的图形化界面如图 4 所示。

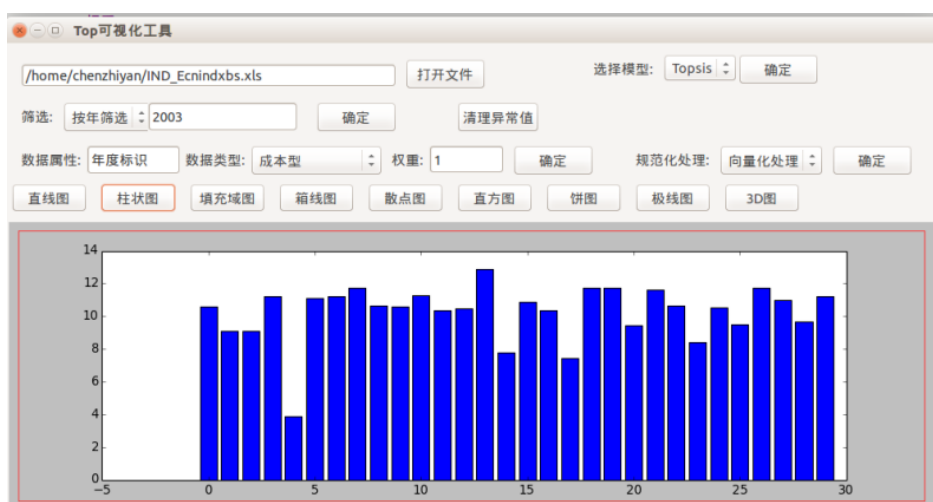


图4 Python 多属性决策与可视化工具

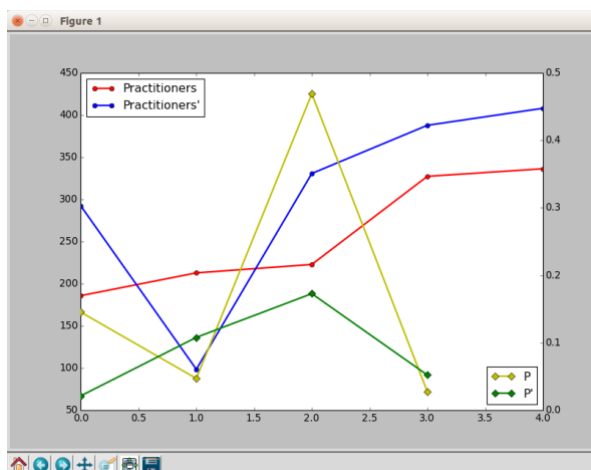


图5 2010-2014 年行业从业人数增长值和增长率

在系统工具中，导入如图 2 所示的信息设备产业模型数据，经过排序与择优，结论是 2011 年的属性值相对具备最优化。之所以采用两两循环比对算法，是为了尽可能排除模型属性值不完备造成的影响。

基于上述信息设备产业模型，借助 Python 系统工具，还能够完成更多特定的数据分析过程，例如，图 5 分析 2010-2014 年“信息传输、软件和信息技术服务业”和“科学研究和技术服务业”从业人数增长值和增长率。

图 5 所示，X 轴坐标 0.0、1.0、2.0、3.0 和 4.0 分别表示 2010、2011、2012、2013 和 2014 年，红色线和蓝色线纵坐标分别代表“信息传输、软件和信息技术服务业”和“科学研究和技术服务业”从业人数，黄色线和绿色线纵坐标分别代表

“信息传输、软件和信息技术服务业”和“科学研究和技术服务业”从业人数增长率。可视化图形数据清晰地展示了结论：“信息传输、软件和信息技术服务业”和“科学研究和技术服务业”的从业人数均逐年增加，但增加趋势不均匀。观察增长率曲线可知，两者均在 2013 年有过一个暴涨，“信息传输、软件和信息技术服务业”的增长率甚至达到了惊人的 46.9%。

5 结论和后期工作

在信息设备产业建模过程中，纳入理论密度、技术密度和新产品密度组成的创新指数，分别考虑了理论研究、应用研究和试验试制三个科学研究阶段，是对信息设备产业的学术性和技术性的体现，反映了知识密集型的信息设备产业的高新技术特征。

初步建成新的信息设备产业模型的基础上，还将在今后的工作中逐步对模型指标进行细化和精准化。例如，针对理论密度的计算，可以选择比 EI 检索更合适的计算体系。同时需要考虑理论密度对产业前景的影响具有一定的延迟效应。还需要进一步说明的是，模型指标针对新产品密度的计算，设立了较为详尽的分属性，每个分属性代表了一个技术研究的方向，意图是在将来的权重计算中纳入前沿技术的权值影响。这样的权值将能够近似地量化表达行业专家的技术前瞻性。信息设备产业前景受前沿技术影响的程度，超过任何其他行业。一个有生命力的技术，将带来有生命力的产业，这是信息设备产业的显著特征。

REFERENCES

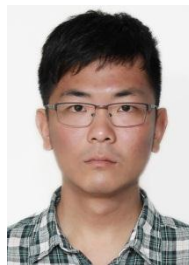
- [1] ZHANG Hui-ying, JIN Xiao-fei , Research on Status Quo and Countermeasures of Tianjin Electronic Information Industry Based on Patent Information, Journal of Chongqing University of Technology(Natural Science), Vol. 29 No. 2, Feb. 2015
- [2] YANG Jian-Tao, WANG Yan-Hua, GAO Jian-Hua, A Study on Evaluation of Urban-rural Coordinated Development in China based on ANP-TOPSIS, Economic Survey, Vol.33 No.1 Economic Survey Jan. 2016
- [3] Hsu-Shih Shiha, Huan-Jyh Shyurb, E. Stanley Leec, An extension of TOPSIS for group decision making, Mathematical and Computer Modelling, 45 (2007) 801–813, <http://www.elsevier.com/locate/mcm>
- [4] Zheng-Xin Wang, Yan-Yu Wang, Evaluation of the provincial competitiveness of the Chinese high-tech industry using an improved TOPSIS method, Expert Systems with Applications, journal homepage: www.elsevier.com/locate/eswa, <http://dx.doi.org/10.1016/j.eswa.2013.10.015>, (2014) 2824–2831
- [5] SU Wei-hua. The multi-index comprehensive evaluation theory and method research [D]. Xiamen University, 2000.
- [6] XU Yang, YU Li-ying, LIN Chen-yan, Research on the Warning Classification of University Public Crisis by an Improved Fuzzy TOPSIS Based on alpha Level Sets [J]. Journal of Shanghai University (Natural Science Edition), 2016, 1-9.
- [7] YUAN Yan-ping. Strategic emerging industry chain to build integration research [D]. Southwestern University of Finance and Economics, 2012.
- [8] SONG Ling, CHENG Da-jian, TAO Feng. China's electronic information industry problems and countermeasures research, from the Angle of industry chain analysis [J]. Market Modernization, 2004, 14:9-10.

【作者简介】



¹ 张杰敏（1964），女，汉族，硕士，研究方向为信息管理与数据分析，毕业于复旦大学计算机科学系。

Email: zhangjm169@163.com



² 路方达（1994），男，汉，学士，研究方向为大数据分析，毕业于西安电子科技大学电子工程学院。

Email: lufangda@gmail.com