

doi: 10.12052/gdutxb.180079

基于功能本体的专利知识功能模型建立

陈晓菁, 成思源, 杨雪荣, 张湘伟

(广东工业大学 机电工程学院, 广东 广州 510006)

摘要: 在专利文本中蕴含着大量的设计创意, 因此提取专利文本中的产品设计知识, 有助于设计者获得创意来源. 本文引入功能本体概念, 通过对专利文本知识进行提取, 获得专利产品的结构、功能和效应原理知识, 再进行功能分析, 从而获得总功能、分功能和子功能及与之对应的结构部件, 建立专利知识功能结构模型. 该专利知识功能结构模型展现了专利产品的功能—结构对应关系, 将原设计者的设计意图显化, 有助于设计者从中进行产品的再创新设计.

关键词: 专利文本; 知识提取; 功能本体; 功能分析; 功能结构模型

中图分类号: G306.0

文献标志码: A

文章编号: 1007-7162(2019)02-0026-05

A Functional Model of Patent Knowledge Based on Functional Ontology

Chen Xiao-jing, Cheng Si-yuan, Yang Xue-rong, Zhang Xiang-wei

(School of Electromechanics Engineering, Guangdong University of Technology, Guangzhou 510006, China)

Abstract: In recent years, the domestic number of patents has maintained a rapid growth. There are a lot of design ideas in the patent text, and the extraction of the patent product design knowledge can also inspire designers to innovate and invent. With the concept of functional ontology proposed as a method and knowledge of patent text extracted to obtain the knowledge of the patent product structure, function and effect, a function analysis is carried out to obtain the total functions, divided functions, subfunctions and corresponding structural components. Then a model of the functional structure of patent knowledge is established. The functional structure model of patent knowledge shows the corresponding relationship between the function and structure of the patent products. By revealing the original design intent, it may help those who want to creatively redesign this product.

Key words: patent text; knowledge extraction; functional ontology; functional analysis; function-structure model

“十二五”时期增加了“研发投入强度”和“每万人口发明专利拥有量”两项量化指标, 使我国专利发展成效显著^[1]. 专利作为保护申请人合法权益的文件, 包含着大量的技术信息, 是技术情报、经济情报和商业情报的载体, 记录着设计者的创作思想, 为文献参考者提供发明思想的来源^[2].

专利设计知识是专利文本中反映产品的技术特征的信息, 阐述了产品所运用到的效应原理知识(解决或改善产品问题的科学原理和效应)、功能知识(用于改进产品技术的产品组件的功能集合)和结构作用知识(实现目标功能的产品零部件的结构信息)^[3]. 提取出专利设计知识能获得专利产品的创新点, 并

启发产品结构及技术特征信息的灵感. 但在提取专利设计知识时, 不同的设计人员对功能概念的认知是不同的, 因此所用的术语也不同, 如何规范功能语义的描述, 准确获得原始功能模型, 理解原设计者的设计意图, 从而获得创意灵感, 对设计者来说十分重要.

许多学者对专利知识的提取进行了研究, 冀瑜等^[4]提出了国际专利分类表中设计知识的提取和利用, 将国际专利分类表(International Patent Classification, IPC)分为功能、效应和作用结构知识3个层次, 并定义相关定量参数建立关系, 获取知识建立知识网; 马建红等^[5]提出面向创新设计的专利知

收稿日期: 2018-05-18

基金项目: 广东省科技计划项目(2013B061000007, 2014A040402006); 广东省研究生教育创新计划项目(2015SFKC23); 广州市高校创新创业教育项目(20170422)

作者简介: 陈晓菁(1994-), 女, 硕士研究生, 主要研究方向为创新方法.

通信作者: 成思源(1975-), 男, 教授, 博士, 主要研究方向为技术创新方法、逆向工程技术. E-mail: imdesign@gdut.edu.cn

识抽取方法,运用自然语言处理技术得到句法结构树,并利用组合特征提取知识;薛驰等^[6]提出了机械产品专利作用结构知识提取方法研究,建立了统一的专利作用结构模型,通过自然语言处理从专利中提取的作用原理和产品结构知识;鲁麒等^[7]提出了一种基于TRIZ(Teoriya Resheniya Izobreatatelskikh Zadatch,原俄文的英语标音;英语说法:Theory of Inventive Problem Solviny, TIPS,发明问题解决理论)理论的专利文献深度知识提取方法;姜春涛^[8]给出了图示法自动提取专利文本语义信息的方案。

以上学者的研究需要运用自然语言等处理方法识别领域词汇,再采用最大熵法等进行语义分析获取词汇间关系并进行分类,从而提取专利文本知识并建立模型。也有学者对可拓学的建模方法进行了研究,但没有针对专利的文本^[9]。本文提出了基于功能本体的专利知识功能模型建立。利用功能本体体系结构,捕捉产品功能,实现从产品结构到功能的映射,简化知识提取和建立模型流程,从而获得原产品设计者的设计意图,分析其产品的创新点,启发产品结构及技术特征信息的灵感,有助于进行产品的再创新设计。

1 专利知识功能模型

功能本体是一个包含功能术语及术语间规范关系说明的体系,是功能概念化和功能分类的规范说明系统,是对各种功能知识进行结构化描述的表述方式^[10-11]。功能本体不仅能描述功能领域知识,还能提供对功能领域知识的共同理解^[12];同时,由功能本体确定的共同认可的功能领域的词汇,以功能语义网络的形式从不同层次的形式上给出词汇与词汇之间的相互关系,再现原设计者的设计意图^[13]。

功能本体体系是一套完整而规范的功能语义表述体系,包括功能体、功能类型、功能实现方法、行为、流等^[14]。本文主要包含功能实现方法、功能结构模型和功能体3个本体模型。

如图1所示的是功能本体体系结构图,该功能本体体系结构包括3个本体概念模型,即功能结构模型、功能体和功能实现方法。功能结构模型是表达功能之间关系的拓扑结构;功能体是用于解释产品及零部件的行为目的;功能实现方法是实现功能的物理结构的知识和方法与设计原理的匹配。

本文基于功能本体的体系结构,提出一种专利文本知识功能模型建立方法,该方法由3部分组成,一是提取专利文本知识,将专利文本中的结构化信

息分析总结,获得结构、效应和功能知识;二是功能分析,从获取的知识中分析产品的功能,并获得功能和结构的对应关系;三是建立专利知识功能模型,其流程如图2所示。

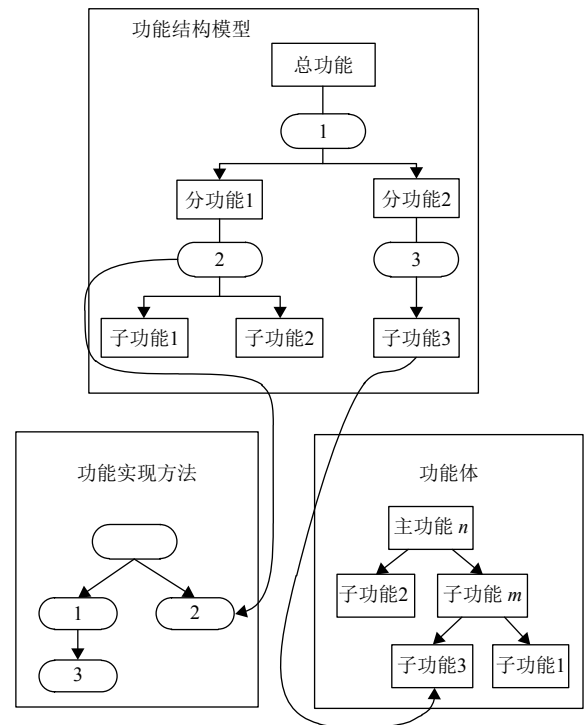


图1 功能本体体系结构关系图
Fig.1 Functional architecture diagrams

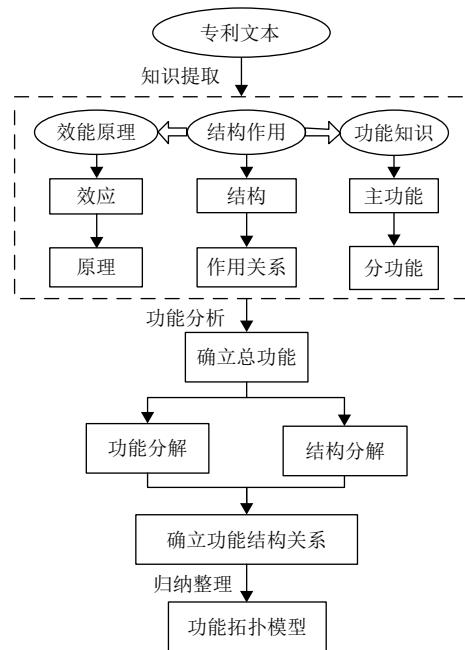


图2 专利知识功能模型建立流程
Fig.2 The establishment process of the patent knowledge function model

具体流程为:

(1) 对专利文本进行知识提取,即对专利文本中的标题、摘要和权利要求书进行分析,识别文本中的动词与动词前后的名词和形容词,获取结构作用知识,并进一步推理分析得到效应原理知识和功能知识。

(2) 根据知识提取获得的知识进行功能分析,得到总功能、分功能和子功能,并整理结构之间的关系,确立功能结构关系,这将有利于设计人员摆脱思维惯性,获得新创意。

(3) 归纳整理提取的词汇和功能结构关系,建立功能拓扑模型。

2 知识提取与功能分析

专利知识的功能模型建立需结合专利知识体系的提取和功能分析的流程而获得。进行专利知识提取可以得到专利文献中的功能知识、效应原理知识和结构作用知识,获取知识是建立功能模型的前提。由于不同的功能对应着不同的效应原理知识且通过结构之间的相互作用实现,故需要进行功能分析。

2.1 专利文本构成

专利文本是用自然语言将结构化原理信息向非结构化文本信息映射。因此,对专利文本语言知识的分析可以将专利文本结构化,同时也是功能原理方案获取的前提。

专利是划定产品保护范围且具有法律效力的文件,其书写内容具有固定格式,主要包括以下内容^[5]。

(1) 标题,表示产品及产品功能的名称,一般在20字左右。

(2) 摘要,对该产品解决的问题及使用的工作原理等进行概括的阐述,并写明专利所属技术领域。主要内容包括:目的和用途、方法或技术、工作原理、专利的组成结构和该方案的优势。书写摘要时要简明扼要,提取有关的内容,让读者通过阅读摘要便能掌握主要信息,一般在200字以内。

(3) 权利要求书,是申请人向国家专利局申请,从法律角度划定该专利产品的保护范围。在权利要求书里要清楚地列出要求保护的创新技术的特点,写明该产品方案实现的原理效应和结构特征,通常不含功能目的的描述,约占篇幅的15%。

(4) 说明书,对该专利方案的详细描述,包括技术领域、背景技术、发明内容、具体实施方式等。技术领域描述了产品类型及其应用领域,通常在国际专利分类表中与最低位置相对应;背景技术阐述了现

有技术的工作原理并指出该技术存在的某些功能或技术的缺陷,客观提出这些缺陷产生的原因和解决该缺陷的困难;发明内容详细介绍该产品的设计的目的,具体技术方案的原理和结构以及该产品的优点。发明内容是专利文本中内容最多,描述产品最详细和完整的部分;具体实施方式描述了实现该产品工作效应原理的结构方案,描述了具体的结构设计和结构之间的相互作用关系,还有涉及的工艺方法和具体实施步骤等。

2.2 专利知识提取

专利文档的摘要、权利要求和说明书是产品专利的结构作用知识的信息源,若要获得功能效应知识,则需进一步分析专利文本的标题、摘要、权利要求书。专利知识提取过程如下:

(1) 信息提取,通过分析专利文本信息,提取出描述产品结构部件和系统的短语,从而确定部件之间的相互作用关系。这一步主要是提取结构作用知识,结构知识是专利文献中直接描述专利产品的技术信息,主要包括几何、运动、力、能量、物料、信号等方面信息,可以从专利的摘要、权利要求书和说明书中获得,比如果实采摘器专利文本中的“U型支撑架”描述了支撑架的几何形状知识。

(2) 深层推理,功能、效应和结构作用之间存在相关性,在提取信息和理解该产品专利的技术方案后,进而分析结构之间所用的效应原理,效应原理是实现功能的特征载体。科学原理和效应知识,是原理的本质抽象,对应不同分功能有不同效应,采用名词或名词短语来表示功能所需要的物理效应。从专利的摘要、权利要求书和说明书中将描述结构连接配合关系句子提取出来,从而可以分析获得效应原理知识。效应原理知识是功能的载体,可以将分析得到的效应原理知识以“动词+形容词或名词”的形式转换为功能知识的表达,名词表示技术系统中该功能的作用对象,动词表示该功能对作用对象的作用过程,最后以“动词”的形式表示功能。例如,与采摘水果相关的专利文本分析得到的效应原理知识为“分割原理”,从功能体库中可以找到“切割”等描述功能的词汇,加上作用对象“水果”就能将效应原理知识转换为功能知识“切割水果”,即功能为“切割”。

(3) 功能整理,将获得的结构作用、效应、功能及其对应关系收集起来,整理得原理方案集。

确定目标专利后,分析专利文本知识,并提取知识,推理分析得到功能效应知识,把从专利文本中提取到的设计原理词汇、分析得到的功能效应原理词

汇抽象表示,专利知识提取流程如图3所示。

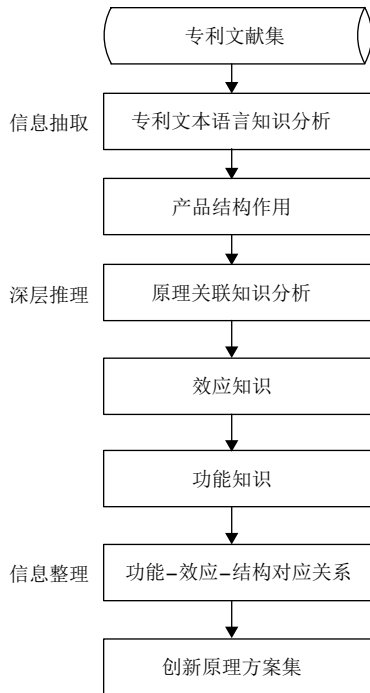


图3 专利知识提取流程图

Fig.3 The flow chart of patent knowledge extraction

2.3 功能分析

专利知识的功能模型建立需要先进行功能分析。功能是物料、信息、能量等输入/输出流之间的关系,即系统将物料、信息和能量等输入流转化、传递和变化后输出^[16]。功能分析就是先从产品的整体结构明确功能原理和结构组成,抽象出总功能;再分析产品的各个组成部分,自顶而下分解总功能获得主功能;接着再将主功能分解为分功能;最后,根据功能分解情况建立功能模型。

从专利知识提取获得的创新原理方案集中分析产品的功能知识和结构组成,从而得到该产品的总功能,由功能体和功能实现方法两个本体将总功能分解成各个分功能和子功能,并将实现各个功能的结构与之对应,建立产品的功能模型。

3 实例

专利CN201420036696.9^[17]公开了一种水果采摘器,见图4所示。所述切割装置通过呈U型的支撑架可转动安装在收集筐的开口处;该切割装置包括电机和圆盘锯,其中,所述电机安装在U型支撑架上,圆盘锯与电机的输出轴相连;所述支撑杆的一端与收集筐的底部相连,另一端与控制把手相连;所述控制把手具有电源仓,在控制把手上设有一个按钮开关,所

述按钮开关与电机串联,接通电源后,通过该按钮开关能够控制电机的启停。

如图4所示,本实用新型能够有效解决现有水果采摘速度慢、效率低,易损伤水果,并且采摘安全性较差的问题,使采摘水果更加方便、快速,从而降低因采摘不及时导致的经济损失。

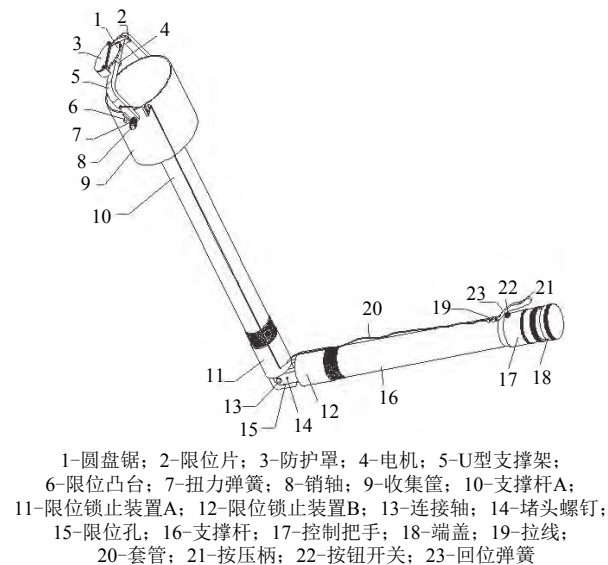


图4 水果采摘器

Fig.4 Fruit picker

根据技术系统与外界的输入输出关系,可以确定该实用新型专利的总功能是采摘高处水果,并收集和水果。

对目标专利文本分析,首先进行信息提取,从专利文本语言知识中提取出产品的结构作用知识,提取到的知识有:圆盘锯、限位片、防护罩、电机、U型支撑架、限位凸台、扭力弹簧、销轴、收集筐、支撑杆A、限位锁止装置A、限位锁止装置B、连接轴、堵头螺钉、限位孔、支撑杆B、控制把手、端盖、拉线、套管、按压柄、按钮开关、回位弹簧;然后进一步深层推理专利文本中产品的结构组成,分析得到产品的功能效应原理词汇有切割、转动、支撑、限位、收集、安装和启停;最后,整理功能结构词汇,为建立专利知识的功能拓扑结构提供条件。如图5所示。

上述分析可知本专利的总功能是切割和收集,根据功能本体体系中的功能体知识库匹配专利文本提取出的功能词汇之间的关系,可知切割的分功能是切割、启停、转动和限位,收集的分功能是支撑、收集以及限位;根据功能实现方法本体可以获得功能的方法和与物理结构的匹配,由此可以得到切割功能对应的结构是圆盘锯,启停功能对应的结构

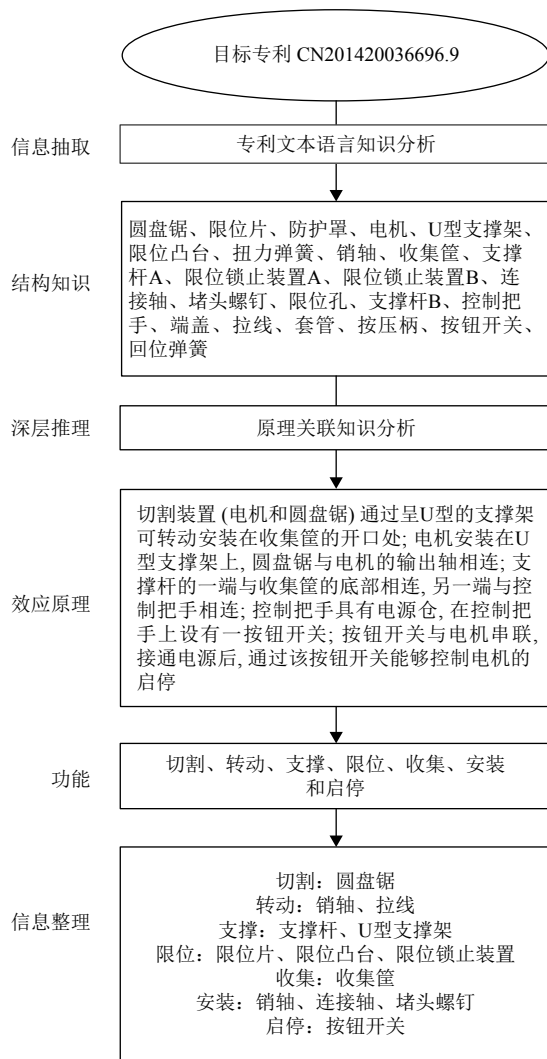


图5 目标专利文本分析过程

Fig.5 Target patent text analysis process

是开关按钮,转动功能对应的结构是电机,限位功能对应的结构是限位凸台和限位止锁装置,支撑功能对应的结构是支撑杆和支撑架,收集功能对应的结构是收集筐.最后根据图1所示的功能本体间的关系,可以构建该专利产品的功能结构模型如图6所示.

通过水果采摘器的功能结构树模型,建立了专利各分功能与结构之间的对应关系,有助于设计者从功能领域理解原专利的设计意图,为后续进行创新设计提供了依据.比如对“切割”功能进行功能变更,根据功能体可知,“切割”和“脱离”同属“分离”这一主类,用“脱离”功能替换“切割”功能,再根据功能结构树模型设计实现“脱离”功能的相关结构.

4 总结

本文提出了基于功能本体的专利知识功能模型建立.在建立专利知识功能模型时需要先对专利文

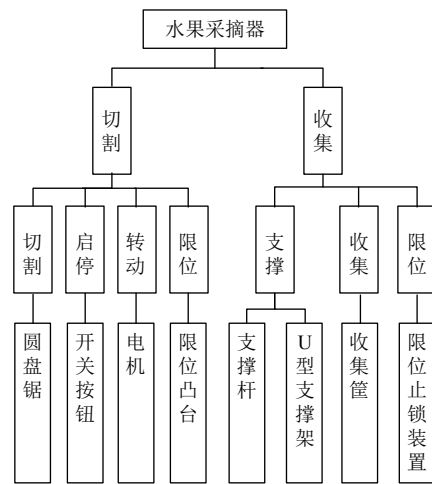


图6 水果采摘器功能结构树

Fig.6 Fruit picker functional structure tree

本进行提取,分析专利文本的标题、摘要和权利要求书从而得到专利产品的结构作用知识,再进一步推理得出功能效应原理知识.将提取到的知识词汇整理并进行功能分析,弄清结构功能之间、功能与功能之间的关系,建立功能拓扑模型.引入功能本体的概念有助于提取专利文本知识的功能领域知识,并确定功能知识之间的关系,实现结构到功能的映射,建立专利知识功能模型.

运用功能本体建立的功能结构模型能提供对功能领域知识的共同理解,再现原设计者的设计意图,有助于设计者进行后续的创新设计.

参考文献:

- [1] 洪敏,张涛,张柯贤.中国专利增长现状及动因研究[J].现代科学管理,2018(2): 24-26.
- [2] 高继平,丁莹,潘云涛,等.技术领域中的专利知识群分析——以SIOPD中的H04L领域为例[J].情报理论与实践,2015,38(6): 83-87.
- [3] 邱清盈,薛驰,冯培恩,等.专利设计知识的创新性评估方法及其在创新设计中的应用[J].机械工程学报,2012,48(11): 39-45.
QIU Q Y, XUE C, FENG P E, et al. Novelty evaluation method of patent design knowledge and its application in creative design [J]. Journal of Mechanical Engineering, 2012, 48(11): 39-45.
- [4] 冀瑜,邱清盈,冯培恩,等.国际专利分类表中设计知识的提取和利用[J].浙江大学学报(工学版),2016,50(3): 412-418.
JI Y, QIU Q Y, FENG P E, et al. Extraction and utilization of design knowledge in international patent classification [J]. Journal of Zhejiang University (Engineering Science), 2016, 50(3): 412-418.

(下转第36页)

- [14] 王丰, 顾佼佼, 孙江, 等. 传导过程元与过程元可拓集及其工程应用[J]. 广东工业大学学报, 2018, 35(5): 1-4.
WANG F, GU J J, SUN J, *et al.* Transmission process element and process element Extension set and its engineering application [J]. Journal of Guangdong University of Technology, 2018, 35(5): 1-4.
- [15] 范锐, 颜思伟, 彭中煌, 等. 可拓策略生成软件架构及其应用研究[J]. 广东工业大学学报, 2017, 34(2): 1-5.
FAN R, YAN S W, PENG Z H, *et al.* A research on software architecture and its application for ESGs [J]. Journal of Guangdong University of Technology, 2017, 34(2): 1-5.
- [16] 鄞汉藩, 周彦, 韩丽平, 等. 特征分析与可拓创新四步法在发明专利法律保护中的运用[J]. 广东工业大学学报, 2017, 34(2): 12-16.
YIN H F, ZHOU Y, HAN L P, *et al.* Feature analysis and application of the four-step Extenics innovation method in patent law protection of the inventions [J]. Journal of Guangdong University of Technology, 2017, 34(2): 12-16.



(上接第30页)

- [5] 马建红, 张明月, 赵亚男. 面向创新设计的专利知识抽取方法[J]. 计算机应用, 2016, 36(2): 465-471.
MA J H, ZHANG M Y, ZHAO Y N. Patent knowledge extraction method for innovation design [J]. Journal of Computer Applications, 2016, 36(2): 465-471.
- [6] 薛驰, 邱清盈, 冯培恩, 等. 机械产品专利作用结构知识提取方法研究[J]. 农业机械学报, 2013, 44(1): 222-229.
XUE C, QIU Q Y, FENG P E, *et al.* Acquisition method for principle solution of mechanical patent [J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2013, 44(1): 222-229.
- [7] 鲁麒, 任工昌, 陈红柳. 面向TRIZ理论的深度知识获取及应用研究[J]. 情报杂志, 2013, 32(8): 145-149.
LU Q, REN G C, CHEN H L. On acquisition and application of deep knowledge based on TRIZ Theory [J]. Journal of Information, 2013, 32(8): 145-149.
- [8] 姜春涛. 运用图示法自动提取中文专利文本的语义信息[J]. 图书情报工作, 2015, 59(21): 115-122.
JIANG C T. Applying graph representations to automatic extraction of semantic information from Chinese patent text [J]. Library and Information Service, 2015, 59(21): 115-122.
- [9] 唐文艳, 吕文阁, 张晓伟, 等. 折叠纸打印夹的创新设计[J]. 广东工业大学学报, 2017, 34(1): 15-18.
TANG W Y, LYU W G, ZHANG X W, *et al.* An innovation design of print clip for folded paper [J]. Journal of Guangdong University of Technology, 2017, 34(1): 15-18.
- [10] 吴俊, 唐敦兵, 朱仁淼, 等. 基于功能本体的产品设计知识表达[J]. 机械设计与制造工程, 2014, 43(7): 15-19.
WU J, TANG D B, ZHU R M, *et al.* The knowledge representation of product design based on the function ontology [J]. Machine Design and Manufacturing Engineering, 2014, 43(7): 15-19.
- [11] TANG D, ZHU R, CHEN X, *et al.* Functional reverse engineering for re-creation design [J]. Advances in Intelligent & Soft Computing, 2009, 66: 185-195.
- [12] 王向前, 张宝隆, 李慧宗. 本体研究综述[J]. 情报杂志, 2016, 32(6): 163-170.
WANG X Q, ZHANG B L, LI H Z. Overview of ontology research [J]. Journal of Information, 2016, 32(6): 163-170.
- [13] 徐荣华, 唐敦兵, 朱仁淼, 等. 基于功能本体的再创新设计策略研究[J]. 工程设计学报, 2009, 16(6): 395-400.
XU R H, TANG D B, ZHU R M, *et al.* Research on re-creative design strategy based on function ontology [J]. Chinese Journal of Engineering Design, 2009, 16(6): 395-400.
- [14] KITAMURA Y, MIZOGUCHI R. Towards redesign based on ontologies of functional concepts and redesign strategies[C]//Proceedings of 2nd International Workshop on Strategic Knowledge and Concept Formation.[S.l.]:[s.n.], 1999: 181-192.
- [15] 李卫超. 面向专利的功能信息抽取方法的研究[D]. 天津:河北工业大学, 2012.
- [16] 刘康, 王玉明, 杨彬. 本体论在机械产品功能建模中的应用[J]. 中国工程机械学报, 2007, 5(4): 476-480.
LIU K, WANG Y M, YANG B. Applying ontological theory for functional modeling of mechanical products [J]. Chinese Journal of Construction Machinery, 2007, 5(4): 476-480.
- [17] 重庆吉克科技发展有限公司. 一种水果采摘器: 201420036696.9[P]. 2014-01-21.