



OSTIS-2015

(Open Semantic Technologies for Intelligent Systems)

УДК 621.311:658.26

ОНТОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Бурдо Г.Б., Воробьева Е.В.

Тверской государственной технической университет

г. Тверь, Россия

gbtms@yandex.ru

evgeniya.vor813@gmail.com

В данной статье рассмотрена проблема создания системы автоматизированного проектирования технологического процесса (САПР ТП). Выявлена и обоснована необходимость построения САПР ТП с использованием онтологического подхода при проектировании. Разработаны и приведены структурированные схемы предметной онтологии детали и технологического процесса изготовления детали. Выявлен перечень функций онтологии задач при проектировании технологического процесса изготовления детали. Показана возможность использования семантических сетей при онтологическом подходе проектирования.

Ключевые слова: автоматизированное проектирование технологического процесса изготовления детали; развивающаяся база знаний; онтологии предметной области и онтологии задач; семантические сети.

Введение

В современном машиностроительном предприятии можно выделить такую разновидность, как многономенклатурное производство. Использование систем автоматизированного проектирования (САПР) различного уровня позволяет более оперативно осуществлять технологическую подготовку производства. Однако, одного данного направления развития недостаточно для помощи инженеру в процессе конструирования.

Обычно на многономенклатурном предприятии имеется огромное количество информации, относящейся к технологическому процессу изготовления детали, однако не всегда организован оперативный доступ к информации.

Автоматизация анализа спроектированных ранее технологий и синтез новых правил проектирования технологического процесса (ТП) в условиях конкретного производства является очень актуальным.

Разработка системы обобщения и накопления информации приводит к созданию систем автоматизированного проектирования технологического процесса (САПР ТП) с развивающейся базой знаний.

Онтологический подход

Для решения поставленной задачи необходимо проанализировать все элементы, влияющие на проектирование ТП, определить информационные связи, возникающие между этими элементами при разработке ТП.

Для организации системы накопления и обобщения информации необходимо структурировано представить все элементы, влияющие на проектирование ТП, описать информационные связи между ними и представить необходимые варианты решений задач, которые позволят привести к выбору выгодного в заданных производственных условиях ТП.

Имеется большое количество различных методов и способов описания данных, однако все большую популярность последнее время приобретают онтологии [Гаврилова, 2003].

Существует множество определений в различных областях использования данного термина. Согласно Груберу [Gruber., 1993] понятие онтология имеет следующее определение: онтология – эксплицитная (явная) спецификация концептуализации знаний. [Гаврилова, 2003]

Концептуализация – это структура реальности, рассматриваемая независимо от словаря предметной области и конкретной ситуации.

Некоторые авторы дают понятию онтология определение, в котором описывают способ построения и использования онтологии: онтология – это иерархически структурированное множество терминов, описывающих предметную область, которая может быть использована как исходная структура для базы знаний. [Добров и др., 2009]

Для того чтобы использовать онтологию при создании технологического процесса необходимо ввести еще одно определение – предметная онтология.

Предметная онтология - представление понятий предметной области с описанием отношений между этими понятиями и множеством функций интерпретации, заданных на понятиях и (или) отношениях предметной онтологии [Евгенов, 2009].

Иными словами предметная онтология представляет собой систему понятий, относящихся к определенной предметной области, и отношений между этими понятиями.

Онтологии дают возможность оперативного доступа к информации в рамках предметной области.

Понятие предметная онтология ($O^П$) можно представить моделью [Евгенов, 2009, Гаврилова и др., 2000]:

$$O^П = \langle C, R, F \rangle, \quad (1)$$

где C – конечное множество понятий предметной области, которую представляет предметная онтология ($O^П$), R – конечное множество отношений между понятиями заданной области, F – конечное множество функций интерпретации, заданных на отношениях предметной онтологии ($O^П$).

Предметную онтологию использую при построении семантической сети детали. Семантические сети в свою очередь необходимы для построения интеллектуальных САПР.

Структура онтологии представляется семантической сетью – ориентированным графом, вершинами которого являются понятия, а ребра отражают семантические отношения между понятиями [Кузнецов и др., 2010].

Чтобы построить онтологию детали, необходимо определить множество понятий, относящихся к этой предметной области. Результаты исследования по определению таких понятий приведены в [Бурдо и др., 2014].

С точки зрения технологии изготовления детали такими понятиями будут следующие. Понятия, относящиеся непосредственно к технологическому процессу: технологический процесс, операция, установ, переход, вспомогательный и рабочий ход, режимы резания.

Понятия, относящиеся непосредственно к детали: заготовка, материал, форма поверхностей,

их взаимное расположение, допуск, точность, шероховатость.

Понятия, описывающие техническое оснащение: оборудование, станок, оснастка, приспособление, режущий, вспомогательный и измерительный инструмент.

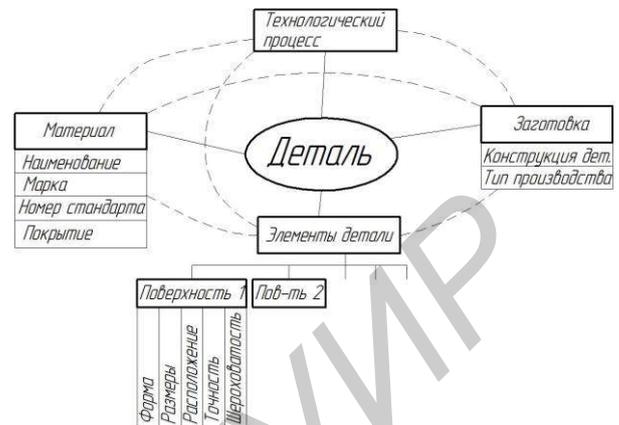


Рисунок 1 – Онтология детали

После определения понятий были определены связи между понятиями (на рисунке 1 и 2 связи между понятиями показаны пунктирными линиями). Следующий этап - была построена онтология детали и онтология технологического процесса (рисунок 1 и 2 соответственно).

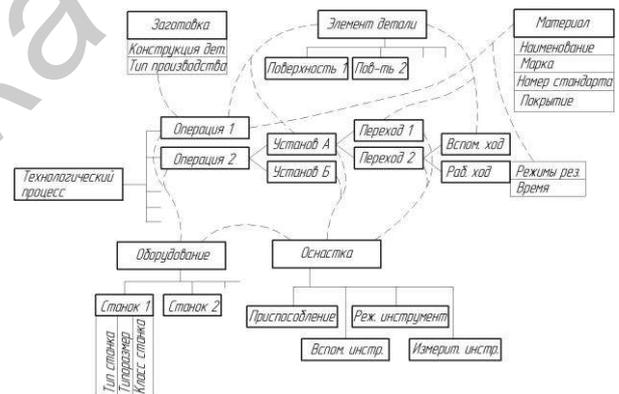


Рисунок 2 – Онтология технологического процесса

Связи между понятиями были выявлены и представлены в статье САПР ТП с развивающейся базой знаний [Бурдо и др., 2014]. Разработанные онтологические модели были построены на основе анализа источников [Кузнецов и др., 2010, Бурдо и др., 2014, Дмитриенко и др., 2013, Нитипатова и др. 2011].

Построение онтологии предметной области недостаточно для полного формирования модели предметной области. В связи определением онтологии (эксплицитная (явная) спецификация концептуализации знаний) вводится еще одно понятие – онтологическая система [Евгенов, 2009].

Модель онтологической системы \sum^O представляется в виде совокупности трех составляющих:

$$\sum^o = \langle O^M, O^П, O^З \rangle \quad (2)$$

где O^M – онтология верхнего уровня, $O^П$ и $O^З$ – множество предметных онтологий и онтологий задач предметной области.

Онтология верхнего уровня представляет собой метаонтологию, которая оперирует общими понятиями и отношениями, которые не зависят от рассматриваемой предметной области.

Метаонтология включает в себе совокупность понятий и отношений между понятиями, необходимые для формирования предметной онтологии, а также онтологии задач.

Совместное взаимодействие предметной онтологии и онтологии задач может обеспечить формирование на их основе операциональной модели [Евгеньев, 2009].

Операциональная модель САПР представляет собой синтез структурированных понятий предметной области и онтологии задач. В данном симбиозе предметная онтология выступает в виде системы данных, отражающих структуру предметной области, а онтология задач выступает в виде элемента, преобразующего эти данные.

Онтология задач представляет собой перечень функций, содержащих смысловое описание понятий, входящих в предметную онтологию.

Для рассматриваемой предметной области онтология задач представляет собой следующий набор функций: анализ материала проектируемой детали, анализ конструктивных элементов детали, выбор метода получения заготовки, разработка технологического процесса изготовления детали.

Разработка технологического процесса изготовления детали раскладывается на следующие функции: формирование последовательности операций, разработка операции, подбор оборудования, разделение операции на установки, выбор оснастки, назначение переходов, расчет рабочих и вспомогательных ходов, расчет режимов резания, расчет основного и вспомогательного времени.

Формирование последовательности операций зависит от вида заготовки и материала, подбор оборудования для выбранной последовательности операций также зависит от обрабатываемого материала детали.

Задача разделения операции на установки применяется при необходимости в зависимости от обрабатываемых поверхностей. Выбор оснастки зависит от конструктивных элементов обрабатываемой детали. Задача назначения переходов зависит как от конструктивных элементов, так и от выбранной ранее оснастки.

Расчет рабочих и вспомогательных ходов производится в зависимости от элементов детали, расчет режимов резания от элементов детали,

материала, выбранного оборудования и оснастки. Расчет основного и вспомогательного времени проводят на основе принятых режимов резания.

Набор выявленных функций онтологии задач представлены в виде схемы (рисунок 3).

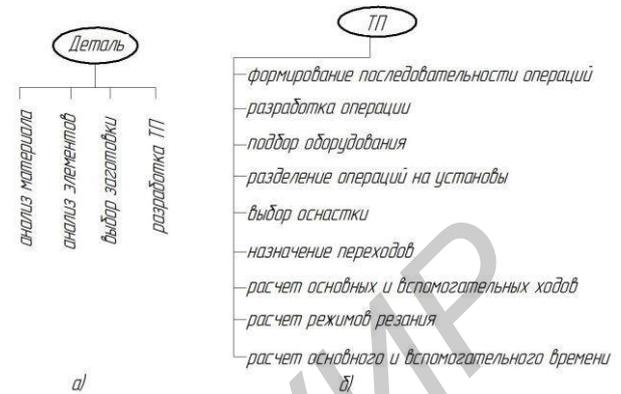


Рисунок 3 – Онтология задач: а) детали, б) технологического процесса

Онтологии делают доступ к информации оперативным, дают возможность лучше понять информацию и произвести ее широкий анализ.

В настоящее время онтологии становятся более распространенными и находят применение в области семантических сетей, управления знаниями и экспертных системах.

Одной из перспективных областей применения онтологий является моделирование и проектирование. В искусственном интеллекте онтологии используются для формальной спецификации понятий и отношений, которые характеризуют определенную область знаний.

Заключение

Онтология детали и технологического процесса представленные визуальным подходом, позволяют наглядно изобразить и объяснить структуру взаимосвязей между понятиями, описывающими деталь с точки зрения технологии изготовления.

Применение онтологического подхода при представлении предметной области позволяет достичь системности представленных понятий и связей между ними.

Представленный онтологический подход может быть использован для разработки новых правил проектирования технологических процессов разного уровня (маршрутной и операционной технологий). На основе выведенных правил и связей может быть построена САПР ТП с развивающейся базой знаний.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект № 14-01-00324.

Библиографический список

[Гаврилова, 2003] Гаврилова Т.А. Онтологический подход к управлению знаниями при разработке корпоративных систем

автоматизации / Новости искусственного интеллекта №2, 2003

[Gruber., 1993] Gruber. T.R. A translation approach to portable ontologies. Knowledge Acquisition, 5(2):199-220, 1993.

[Добров и др., 2009] Добров Б.В., Иванов В.В., Лукашевич Н.В., Соловьев В.Д. Онтологии и тезаурусы: модели, инструменты, приложения: учебное пособие. – М.: Интернет-Университет Информационных Технологий; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009

[Евгеньев, 2009] Евгеньев Г.Б. Интеллектуальные системы проектирования: учеб. пособие / Г.Б. Евгеньев. – М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009

[Гаврилова и др., 2000] Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Ф. Базы знаний интеллектуальных систем. СПб.: Питер, 2000.

[Кузнецов и др., 2010] Кузнецов О.П., Суховеров В.С., Шилина Л.Б. Онтология как систематизация научных знаний: структура, семантика, задачи / Институт проблем управления РАН им. В.А. Трапезникова / Конференция «Технические и программные средства систем управления, контроля и измерения», 2010

[Бурдо и др., 2014] Г.Б. Бурдо, Б.В. Палюх, Е.В. Воробьева. САПР ТП с развивающейся базой знаний/ Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем. OSTIS-2014/ Материалы IV международной научно-технической конференции. Минск, 2014

[Дмитриенко и др., 2013] Дмитриенко В.Д., Хавина И.П. Гибридная иерархическая нейронная сеть для хранения знаний технологического процесса механообработки / Вестник НТУ «ХПИ» №39, 2013

[Нитипанова и др., 2011] Нитипанова Г.П., Смирнов С.В. Онтологический анализ предметной области. Задачи базирования детали / Институт проблем управления сложными системами РАН // ПУМСС, 2011

ONTOLOGICAL APPROACH THE DESIGN PROCESS

Burdo G.B., Vorobyeva E.V.

*Tver State Technical University (TvSTU), Tver,
Russia*

gbtms@yandex.ru

evgeniya.vor813@gmail.com

In this article the problem of creating a computer-aided design process (CAD P). Identified and the necessity of CAD P using ontological approach in the design. Developed and are given a structured ontology scheme details and process of manufacturing parts.

Identified a list of functions ontology tasks when designing technological process of manufacturing parts. The possibility of using semantic networks with ontological approach design.

Key words: computer-aided design process of manufacturing parts; developing the knowledge base; ontology and ontology tasks; semantic networks.

Introduction

To solve this problem have been identified all the elements that affect the design process, found information communication occurring between these elements in the development process of manufacturing parts.

For the organization of the system of accumulation and synthesis of information found elements are influencing the design process are described information links between them and submitted the necessary solutions to the problem, which allow you to select profitable in the given industrial process

conditions. Determine the need for a set of functions for the given task ontology. List of identified problems ontologies represented in the form of a diagram.

Main Part

Analyzed all the elements that influence the design process, defined information communications occurring between these elements. For the organization of the system of accumulation and synthesis of information through the use of domain ontology have been identified all of the elements described information links between them and submitted the necessary solutions to the problem that will lead to the selection of low-cost process.

Conclusion

Ontology components and process presented a visual approach that allows visually depict and explain the structure of relationships between concepts describing the detail in terms of manufacturing technology.

Application of the ontological approach in presenting the subject area allows for system representation of concepts and relationships between them. Presented ontological approach can be used to develop new rules the design process at different levels (routing and operational technologies). Based on the derived rules and relationships can be built CAD TP developing knowledge base.