

УДК 004.932:62-1/-9

Д. Р. Касимов, магистрант;  
А. В. Кучуганов, кандидат технических наук, доцент;  
Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова  
А. Е. Лопаткин, начальник лаборатории ИТ  
ФГУП «Ижевский механический завод»

### СИСТЕМА ГРАФИЧЕСКОГО ПОИСКА ЧЕРТЕЖЕЙ \*

*Описываются основные функции и компоненты системы комплексного графического поиска чертежей и 3D-моделей. Данная система позволяет сократить сроки проектирования новых изделий за счет упрощения поиска существующих деталей, конструкторских решений, технологических процессов. Рассматриваются принципы интеграции системы в электронный архив предприятия.*

**Ключевые слова:** технический чертеж, типовые конструктивные элементы, нечеткий граф, граф луча, база данных

**Введение.** В настоящий момент проблема поиска чертежей и 3D-моделей машиностроительных деталей решается главным образом путем анализа кодов классификации и текстовых описаний, создаваемых человеком. Уже существуют коммерческие и свободные системы поиска (например, [1], [2], [3]), использующие методы распознавания образов, но эти средства еще далеки по релевантности от средств текстового поиска.

Предлагаемая система осуществляет графический поиск чертежей и 3D-моделей в архивах, опираясь на методы автоматической векторизации чертежей, формирования и распознавания графических образов, включающих опорные точки, контуры и типовые конструктивные элементы, что существенно повышает качество поиска и тем самым позволяет сократить сроки проектирования новых изделий.

**Состав системы.** На рис. 1 показаны состав и основные функции системы:

1. Поиск в архиве информации о деталях, аналогичных предъявленной или содержащим фрагмент, подобный заданному. Поиск осуществляется путем сопоставления графических образов чертежей, эскизов, 3D-моделей. При этом если 3D-модель создана средствами технологии CSG (Constructive Solid Geometry – конструктивная твердотельная геометрия), то на основе CSG-дерева строится 3D-образ, используемый при графическом сопоставлении.

2. Синтез трехмерной геометрической модели по чертежу. В задаче поиска интерес представляет не сама геометрическая модель, а ее декомпозиция на простые объекты.

3. Графическая индексация документов архива. Перед сопоставлением чертежи должны пройти ресурсоемкую обработку. Если выполнять ее всякий раз при поступлении запроса, то время поиска будет неприемлемым. Поэтому обработка каждого архивного чертежа осуществляется заблаговременно и однократно. Результат обработки – графический индекс – заносится в базу данных системы. Благодаря этому в процессе поиска сканируются индексы чертежей, а обращение к архиву происходит на завершающем этапе при формировании таблицы соответствий.

© Касимов Д. Р., Кучуганов А. В., Лопаткин А. Е., 2012

\*Работа выполнена при поддержке РФФИ (проекты № 11-07-00632-а, 11-07-00783-а).

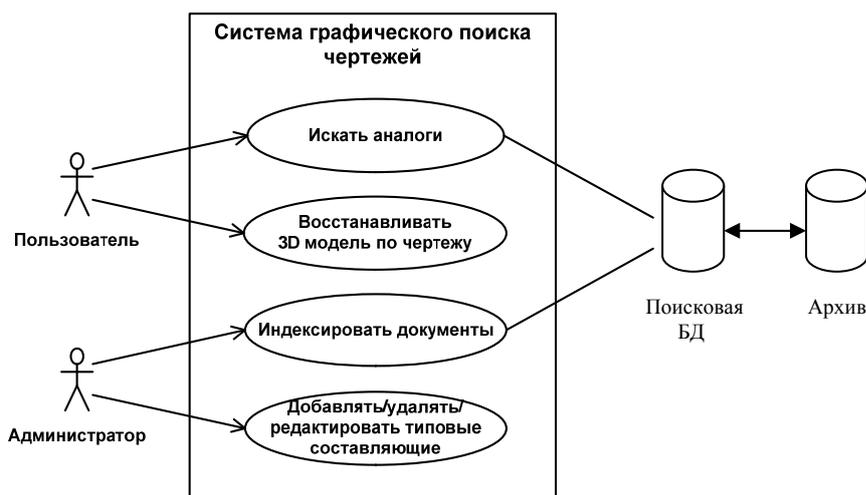


Рис. 1. Состав и функции системы графического поиска чертежей

4. Управление базой типовых составляющих. При построении графических образов чертежей используются: типовые опорные точки (ТОТ), типовые контуры (ТК), типовые конструктивные объекты (ТКО), стандартные детали и узлы (СДУ), типовые конструктивные элементы (ТКЭ). Предполагается, что система будет изначально поставляться со стандартным набором типовых составляющих. Путем модификации данного набора можно адаптировать систему под конкретное предприятие.

**Поисковая база данных.** Перейдем к рассмотрению поисковой базы данных (рис. 2). Первой ее частью являются графические индексы архивных документов. Графические индексы хранятся в отдельных файлах. В общей таблице ведутся аннотации к индексам, включающие адрес файла и идентификатор проиндексированного архивного документа.

В поисковую базу данных входят также типовые составляющие. Графические образы (графы) изображений имеют простую одноуровневую структуру, т. е. их составляющие (узлы) описываются не путем декомпозиции, а путем указания наиболее похожей типовой конфигурации. При этом некоторые составляющие не могут быть отнесены к типовым. Эту проблему можно решать двумя способами:

- 1) представить нераспознанную составляющую в виде графического образа (графа), который будет использоваться для прямого сопоставления;
- 2) занести новую конфигурацию (артефакт) в базу типовых и описывать ее как обычно.

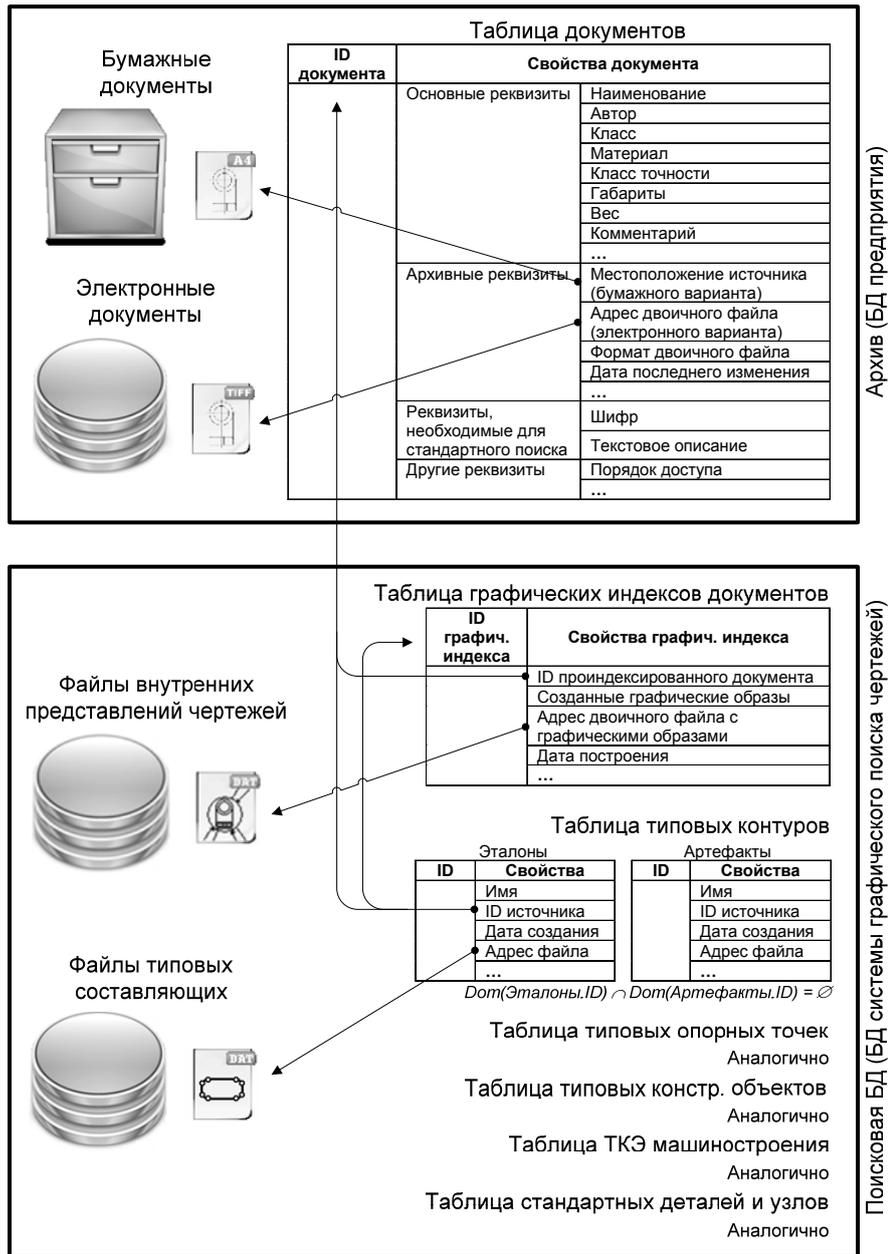


Рис. 2. Поисковая база данных

Первый способ более гибкий, но проблема решается на этапе поиска, что нежелательно. Второй способ решает проблему на этапе индексации. Новые артефакты запоминаются в базе, так что для повторных случаев уже имеются аналоги. Целесообразно разделять эталонные типовые составляющие и артефакты. Выявление артефактов является хорошим инструментом настройки на предметную область, т. е. администратор системы может осуществлять фильтрацию артефактов (перенос в таблицу эталонов или удаление). Однако при больших искажениях в изображениях база типовых составляющих может сильно разрастись, что приведет к падению производительности индексирования. Наиболее привлекательно выглядит следующее решение: при количестве артефактов, меньшем порогового, применять данный способ, а затем – первый.

Ведение общих таблиц поисковой базы данных предоставляется реляционной СУБД, поскольку с этими данными естественнее работать с помощью SQL-запросов (пример запроса: получить адреса всех файлов, в которых имеется граф контуров проекции вида спереди заданного архивного чертежа).

Однако реляционная модель не подходит для графических данных. Регулярное обращение к данным путем выборки из нескольких связанных таблиц здесь неприемлемо. Поэтому созданы собственные средства управления графическими данными, где графические элементы не разбросаны по сущностям, а хранятся в общем массиве. Это служит следующим целям:

- устранение дублирования элементов, поскольку база может содержать несколько графических образов, построенных на одном множестве элементов;
- быстрое извлечение изображения.

**Графический образ.** В системе заложены три способа представления визуальной информации: граф опорных точек; граф контуров; граф конструктивных объектов.

Перечисленные графы образуются из однородных составляющих (опорные точки и цепочки элементов между ними, контуры, 3D-объекты). Практически это лишь первые высокоуровневые представления изображения. Не следует сравнивать их по качеству описания изображения, поскольку каждое позволяет решать одну и ту же задачу по-разному и имеет свое специфическое применение. Тем не менее, даже при таком разнообразии представлений объекта задача графического поиска решается недостаточно качественно. Истинный графический образ изображения не должен иметь ограничения однородности. Некоторые участки изображения естественно описывать контурами, другие – 3D-объектами, ТКЭ, стандартными деталями и т. д. Приветствуется наличие нескольких описаний одного участка. Это особенно важно при неполноте и многозначности исходной информации.

Структура универсального графического образа следующая.

Тип образа: граф опорных точек, граф контуров, граф контуров и ТКЭ, граф конструктивных объектов и др.

Атрибуты образа (у каждого типа свой набор).

Узлы: тип узла (опорная точка, цепочка элементов, контур, 3D-объект, стандартная деталь или узел, ТКЭ). Атрибуты узла (у каждого типа свой набор). Исходящие ребра.

Ребра (связи): Тип ребра (опорная точка → опорная точка, контур → контур, контур → ТКЭ и др.). Атрибуты ребра (у каждого типа свой набор). Узел начала, узел конца.

Стандартные детали и ТКЭ используются двумя путями:

- 1) предоставляются пользователю в виде каталога для удобного задания уточняющих запросов;
- 2) встраиваются в графический образ чертежа для сокращения его объема (рис. 3).

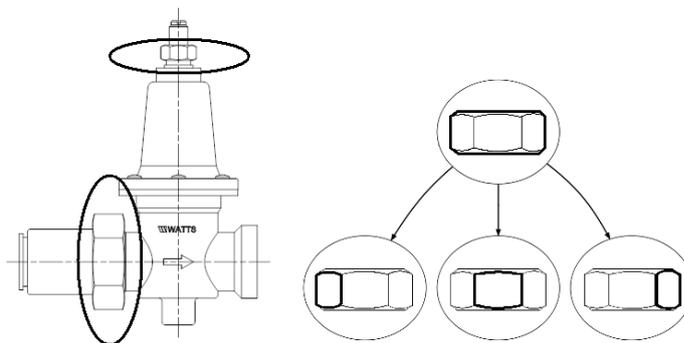


Рис. 3. Стандартная деталь на чертеже и ее граф контуров

При этом рассматриваемые типовые элементы могут иметь несколько представлений (рис. 4), в том числе составленных из разнородных составляющих.

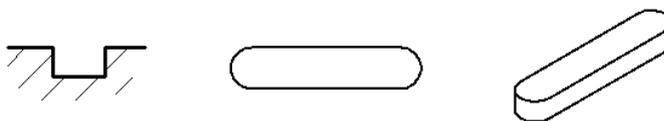


Рис. 4. Разные представления ТКЭ «шпоночный паз»

Алгоритм автоматического построения универсального графического образа:

1. Выбрать основу образа (граф опорных точек, граф контуров, граф конструктивных объектов).
2. Построить выбранный граф.
3. Представить пропущенные участки изображения (рис. 5) с помощью узлов подходящего типа.
4. Найти вхождения графов СДУ, ТКЭ в графе изображения. Заменить или дублировать каждый найденный участок одним узлом, представляющим СДУ или ТКЭ.

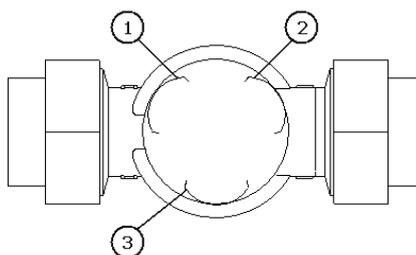


Рис. 5. Граф контуров не отражает незамкнутые цепочки элементов

**Заключение.** Предложенный подход позволяет вынести часть работы из этапа поиска в этап графической индексации, повышается качество и скорость поиска.

На современных предприятиях помимо традиционных СУБД широко применяются PDM- и CAD-системы. Поэтому необходимо ориентироваться на поддержку подобных систем и наиболее распространенных форматов обмена геометрической информацией (dxf, cdw и др.).

Реализация описанной системы графического поиска возможна двумя способами:

- 1) система работает как компонент, внедряемый во внешнее приложение;
- 2) система представляет собой отдельное приложение.

#### Библиографические ссылки

1. CADFind - 2D and 3D Graphical Design Retrieval System // [Сайт компании Applied Search Technology Ltd]. – URL: <http://www.sketchandsearch.com/> (дата обращения: 26.10.2011).

2. IMShape - система поиска 3D-моделей, основанная на сравнении геометрической формы // [Сайт компании Intermech]. – URL: <http://www.intermech.ru/imshape.htm> (дата обращения: 26.10.2011).

3. 3D Model Retrieval System. – URL: <http://3d.csie.ntu.edu.tw/> (дата обращения: 26.10.2011).

\*\*\*

*D. R. Kasimov*, Master's degree student, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

*A. V. Kuchuganov*, PhD in Engineering, Associate Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

*A. E. Lopatkin*, IT Laboratory Manager, FGUP [Federal State Unitary Plant] "Izhevsk Mechanical Plant"

#### System of graphical search of technical drawings

*Primary functions and components of the developed system of complex graphical search of technical drawings and 3D-models are described. This system allows reducing new products development time due to simplified search of existing parts, design solutions and technological processes. Principles of system integration to enterprise electronic archive are considered.*

**Keywords:** technical drawing, typical constructive elements, fuzzy graph, beam graph, database

Получено: 20.04.12