

УДК 004.932:62-1/-9

Д. Р. Касимов, аспирант
ИжГТУ имени М. Т. Калашникова

МЕТОДИКА И СИСТЕМА КОНТЕНТНОГО ПОИСКА ЧЕРТЕЖЕЙ И СХЕМ В АРХИВАХ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ*

В работе предлагается новая методика и система поиска чертежей и схем по изображению-образцу (наброску, эскизу). Особенностью методики является представление чертежных изображений в виде графов четырех видов, сопоставление и оценка сходства образов с применением лучевого графа, использование модели расширенного поискового диалога. Методика позволяет повысить эффективность процессов анализа и применения существующих решений при проектировании новых изделий. Представлены примеры работы предлагаемой системы.

Ключевые слова: поиск, чертеж, схема, граф, сопоставление, оценка сходства.

Введение

Предприятия приборо- и машиностроения имеют архивы технической документации с большим количеством чертежей и схем. Анализ и применение существующих компонентов, конструкторских решений, задокументированных в архивных чертежах и схемах, позволяет значительно ускорить проектирование новых изделий и техническую подготовку производства.

В то же время с помощью традиционных методов поиска (по общим атрибутам, по классификационным признакам и т. п.) проектировщикам не всегда удается найти за разумное время нужный графический объект в архиве технической документации. С ростом количества документов графического характера находить полезную информацию из всего их множества традиционными средствами становится все более трудоемко и дорого.

Поэтому весьма актуальна разработка и исследование средств поиска технической графической информации по содержанию – контентного поиска (content-based retrieval). Этой проблематике и посвящена настоящая работа.

Экономическая целесообразность применения системы контентного поиска чертежей и схем на предприятии состоит в следующем. Американское исследование [1] утверждает, что каждый раз, когда удается избежать повторной разработки детали, экономится 20 тыс. долл. (33 тыс. долл. – если требовалась новая технологическая оснастка для детали). В исследовании [2] отмечается, что 20 % деталей могут быть повторно использованы без модифицирования и еще 18 % могут быть использованы с некоторыми модификациями. В работах [3–5] утверждается, что проектировщики тратят от 20 до 30 % своего рабочего времени на поиск проектной информации.

В качестве примеров систем контентного поиска чертежей можно привести CADFind [6], SIBR [7], ShapeLab [8]. Недостатком этих средств является то, что процесс задания запроса в них ограничивается лишь вводом изображения-образца. Поиск ведется на предопределенном разработчиками уровне абстрагирования, который может не соответствовать потреб-

ности пользователя. При этом у пользователя нет возможности определить нужный ему набор поисковых признаков. Это ведет к снижению релевантности результатов поиска.

Целью данной работы является повышение эффективности процессов анализа и применения существующих решений при проектировании новых изделий путем разработки методики и системы гибкого контентного поиска чертежей и схем в архивах технической документации.

Методика контентного поиска чертежей и схем

В электронном архиве она включает следующие основные этапы:

1. Векторизация и аппроксимация сканированных чертежей и схем.

2. Выявление в чертежных изображениях часто встречающихся (типовых) конфигураций: особых точек, типовых замкнутых контуров, типовых конструктивных элементов, типовых твердотельных кинематических объектов.

3. Формирование графового представления архивных чертежных изображений:

3.1. Выделение на изображениях особых точек, цепочек примитивов между особыми точками, замкнутых контуров, типовых конструктивных элементов, твердотельных кинематических объектов.

3.2. Распознавание составляющих путем сопоставления с типовыми конфигурациями.

3.3. Формирование образов изображения: графа особых точек и участков, графа контуров, графа 3D-объектов, графа разнородных составляющих [9].

4. Поиск аналогов в архиве:

4.1. Ввод изображения-образца.

4.2. Формирование поисковых образов – графов изображения-образца.

4.3. Формулирование запроса пользователем [10]:

4.3.1. Выбор поискового образа, по которому будет производиться поиск.

4.3.2. Дополнительная разметка поискового образа (при необходимости): указание решающих, необязательных и исключаемых из рассмотрения компонентов; указание важных особых точек; указание в четкой или нечеткой форме ожидаемых параметров элементов (размер, форма и т. п.).

4.3.3. Задание режима сравнения: пороги сравнения, способ сравнения элементов по форме, анализируемые атрибуты, глубина предпросмотрового анализа.

4.4. Выборка класса деталей по текстово-числовым атрибутам (необязательно).

4.5. Сопоставление образов чертежа-запроса и архивных чертежей из класса (п. 4.4) с применением лучевого графа [11].

4.6. Оценка сходства.

4.7. Если оценка сходства выше заданной, то визуализация аналога и его конструктивных элементов, которые совпали с конструктивными элементами чертежа-запроса.

4.8. При недостаточной релевантности, возврат на шаг 4.3 для уточнения запроса пользователем.

Типовые конфигурации, за исключением особых точек, также имеют графовое представление. Экспертом, при необходимости, может производиться дополнительная разметка образов типовых конфигураций.

Модель многоуровневого графового представления чертежных изображений и методика сопоставления образов с применением лучевого графа подробно описаны в нашей работе [12]. Модель расширенного поискового диалога детально рассмотрена в нашей работе [13].

Описание разработанной поисковой системы

Разработанная поисковая система с целью ускорения поиска производит предварительную графическую индексацию базы данных предприятия: формирует графы изображений и заносит их в свою поисковую базу данных, по которой в дальнейшем ведется поиск. В поисковой базе данных поисковые образы чертежей и схем хранятся вместе со ссылками на исходные документы. Таким образом, после проведения поиска пользователь всегда может получить исходный чертеж или хотя бы узнать его местоположение. Реализована также возможность добавления в общий индекс чертежей, хранящихся на отдельных рабочих местах.

В качестве изображения-образца может служить существующий детализированный чертеж, САД-набросок или эскиз. При этом в запросе может быть изображен проекционный вид, внешний контур, фрагмент проекционного вида или типовой конструктивный элемент.

На рис. 1 представлен пример результатов поиска чертежей деталей измерительных приборов. Здесь вверху – изображение-образец и выбранный пользователем поисковый образ (граф контуров), внизу – чертежи, найденные поисковой системой.

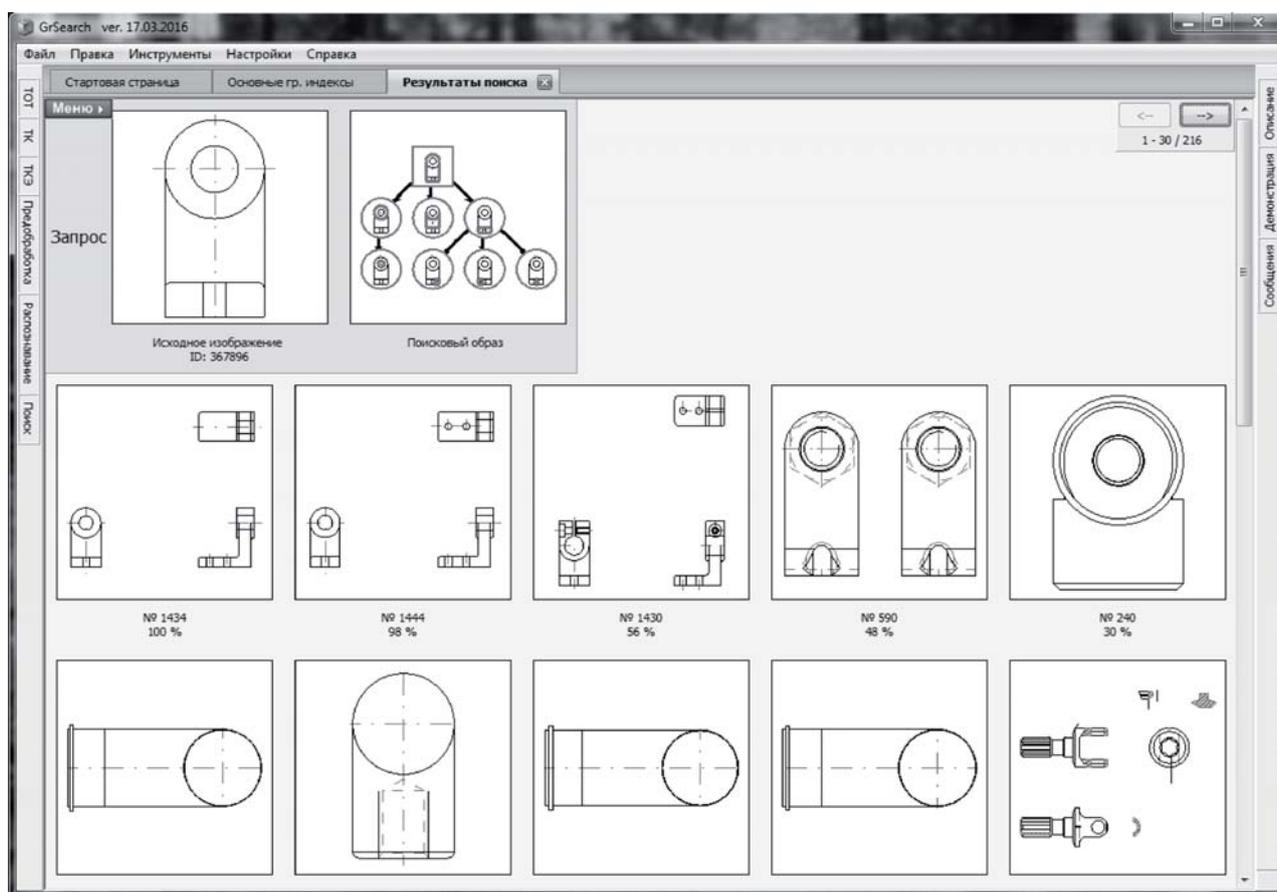


Рис. 1. Страница результатов поиска

Эксперименты

Мы провели эксперимент по поиску изображений в тестовом архиве чертежей и схем (2500 шт.), используя упрощенные наброски в качестве запросов. Результаты эксперимента приведены на рис. 2.

Поиск производился в грубом режиме сравнения. Под каждым элементом выдачи приведена оценка

его сходства с изображением-образцом. На взгляд автора, выданные поисковой системой результаты довольно хорошо соответствуют ожиданиям проектировщиков. Выдача характеризуется разнообразием форм деталей, что весьма важно в случаях, когда пользователь не до конца представляет себе, что он хочет найти.

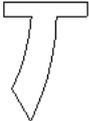
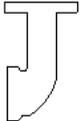
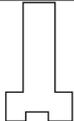
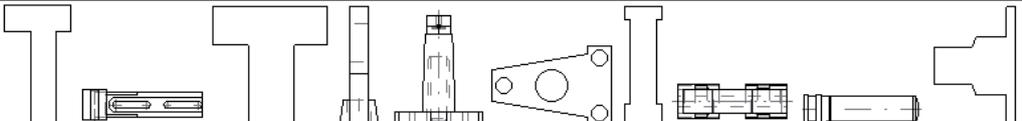
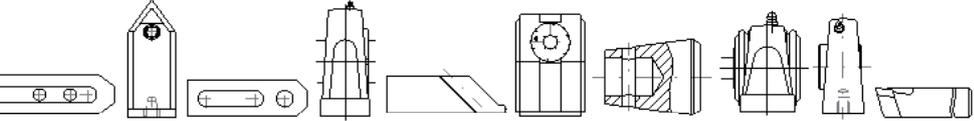
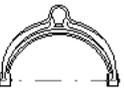
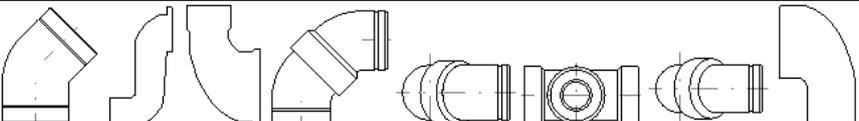
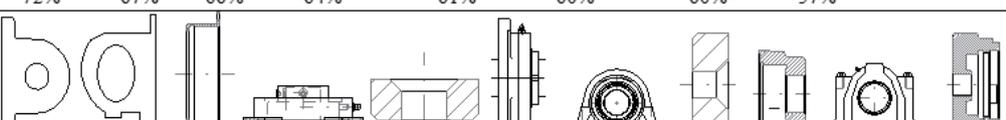
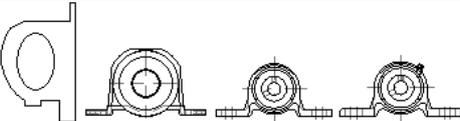
Запрос	Первые элементы выдачи
	 59%
	 89% 88% 83% 82% 81% 70% 79% 79% 72% 71%
	 87% 86% 85% 85% 76%
	 64%
	 96% 89% 86% 80% 77% 72% 67% 59% 59% 57%
	 70%
	 61% 58% 55%
	 72% 67% 66% 64% 61% 60% 60% 57%
	 95% 93% 92% 91% 82% 82% 80% 75% 74% 72% 70%
	 90% 59% 58% 55%

Рис. 2. Результаты эксперимента по поиску чертежей

Система была апробирована сотрудниками конструкторско-технологического бюро машиностроительного предприятия. В одном из экспериментов первичный поиск по графу контуров (проеекционно-му виду детали) вывел результирующую выборку в количестве 9 чертежей, которая была оценена специалистом на 7 баллов из десяти. При уточнении запроса (обязательное наличие контура, форма точно как у образца), количество выдаваемых результатов сократилось до 4, и результат поиска был оценен в 10 баллов. Средняя оценка поиска по десятибалльной шкале без дополнительных настроек составила 8,6, а с уточнением запроса – 9,0.

Заключение

Разработанная система контентного поиска чертежей предназначена для использования проектировщиками в качестве инструментального средства поиска чертежей и схем в электронном архиве технической документации по изображению-образцу (наброску, эскизу).

Потенциальные потребители – машиностроительные, приборостроительные предприятия, проектные компании, имеющие архив с десятками тысяч чертежей и схем.

За счет того, что с помощью предлагаемой системы поиск чертежей и схем более релевантный и гибкий, предприятие в новых проектах активнее использует собственные предыдущие наработки, тем самым сокращаются сроки проектирования и себестоимость новых изделий.

Основное преимущество перед аналогами состоит в том, что в предлагаемой системе более развитый поисковый диалог, существуют различные пути выражения поисковой потребности, различные виды поиска, возможность регулирования точности поиска. Только предлагаемая система подсвечивает совпавшие элементы в результатах поиска.

Библиографические ссылки

1. *McMurry D.* Defense Parts Management. Program Update // Defense Standardization Program Journal. – 2008. – P. 3–11.
2. *Wemmerlöv U., Hyer N. L.* Cellular manufacturing in the U.S. industry: A survey of users // International Journal of Production Research. – 1989. – Vol. 27, No. 9. – P. 1511–1530.
3. *Tenopir C., King D. W.* Communication patterns of engineers. – IEEE/Wiley InterScience, 2004. – 266 p.
4. *Allard S., Levine K. J., Tenopir C.* Design Engineers and Technical Professionals at Work: Observing Information Usage in the Workplace // Journal of the American Society for Information Science and Technology. – 2009. – Vol. 60, Is. 3. – P. 443–454.
5. *Court A. W., Culley S. J., McMahon C. A.* The influence of information technology in new product development: Observations of an empirical study of the access of engineering design information // International Journal of Information Management. – 1997. – Vol. 17, Is. 5. – P. 359–375.
6. *Love D., Barton J.* Aspects of design retrieval performance using automatic GT coding of 2D Engineering Drawings // IDDME 2004 Proceedings. – 2004.
7. *Fonseca M. J., Ferreira A., Jorge J. A.* Content-based retrieval of technical drawings // International Journal of Computer Applications in Technology. – 2005. – Vol. 23, No. 2–4. – P. 86–100.
8. *Pu J., Ramani K.* On visual similarity based 2D drawing retrieval // Computer-Aided Design. – 2006. – Vol. 38, Is. 3. – P. 249–259.
9. *Kuchuganov A. V., Kasimov D. R.* Multilevel Cognitive Analysis in Graphical Retrieval of Drawings // Pattern Recognition and Image Analysis. – Pleiades Publishing, Ltd., 2013. – Vol. 23, No. 4. – Pp. 518–523.
10. *Kasimov D. R., Kuchuganov A. V., Kuchuganov V. N.* Individual strategies in the tasks of graphical retrieval of technical drawings // Journal of Visual Languages and Computing. – 2015. – Vol. 28. – Pp. 134–146.
11. *Kuchuganov A. V., Kasimov D. R.* Multilevel Cognitive Analysis in Graphical Retrieval of Drawings // Pattern Recognition and Image Analysis. – Pleiades Publishing, Ltd., 2013. – Vol. 23, No. 4. – Pp. 518–523.
12. *Ibid.*
13. *Kasimov D. R., Kuchuganov A. V., Kuchuganov V. N.* Individual strategies in the tasks of graphical retrieval of technical drawings // Journal of Visual Languages and Computing. – 2015. – Vol. 28. – Pp. 134–146.

D. R. Kasimov, Post-graduate, Kalashnikov ISTU

A technique and system of content-based retrieval of drawings and schemes from archives of technical documentation

In the paper a new technique and system of searching for drawings and schemes by a sample image (draft, sketch) is presented. The feature of the technique is the representation of drawing images in the form of four types of graphs, matching and evaluating the similarity of patterns using a beam graph, and the use of an extended search dialog model. The technique allows increasing the efficiency of processes of analyzing and applying existing solutions at designing new products. Examples of operation of the proposed system are provided.

Keywords: search, drawing, scheme, graph, matching, similarity evaluation.

Получено: 22.03.16