

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу Кучуганова Александра Валерьевича «Методология семантического анализа и поиска графической информации», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности: 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (в промышленности) (технические науки).

Актуальность избранной темы

В современных условиях непрерывного расширения сферы цифровой экономики производства и больших объемах информации, расположенной на бумажных носителях, возникает потребность в создании новых методов, обеспечивающих автоматизацию обработки текстовой и графической информации, основанных на интеграции различных теоретических подходов и прикладных решений. Несмотря на наличие хорошо развитой теории распознавания образов, искусственных нейронных сетей, машинного обучения, проблема семантического анализа сложной графической информации, разработки моделей, связывающих графическое представление и семантику документов, остается весьма актуальной для многих научных и практических задач проектирования и технической подготовки производства.

Тема диссертации является востребованной как для практических задач, так и для развития теории семантического анализа разнородной информации.

Анализ содержания диссертации

Диссертационная работа изложена на 248 страницах, состоит из введения, пяти глав, заключения, четырех приложений. Список литературы включает 176 наименований.

Во введении обоснована актуальность темы работы, определены предмет и цель исследования. Введение в общих чертах дает характеристику проделанной работы.

В первой главе проанализированы существующие способы формирования описания графической информации, представленной в виде изображений, чертежей, рисунков, фотографий и методы их поиска в хранилищах данных. Кратко описаны существующие методы выделения геометрических и цветовых особенностей на изображениях: контуров, цветовых сегментов, скелетонов. Проанализированы их возможности для решения задач семантического анализа изображений, сформулированы цель и задачи исследования.

Во второй главе представлена разработанная в ходе данного исследования концептуальная модель процесса обработки, семантического анализа и поиска графической информации, её теоретические обоснования.

В третьей главе описаны разработанные автором методы и алгоритмы синтаксического анализа графической информации. Объектами анализа являются простейшие (атомарные) элементы изображения: контурные точки, разветвления и концы линий, объекты образованные контурными точками. На их основе далее формируются более сложные конструкции. Предложены методы аппроксимации графической информации с целью повышения эффективности алгоритмов семантического анализа.

В четвертой главе представлена синтаксическая модель изображения в виде многослойного атрибутивного графа, рассматриваются методы логического анализа, распознавания образов и вербализации: сопоставления моделей изображений, оценки сходства, дескрипционная логика семантического анализа и описания изображенных объектов, методика контроля корректности описаний, алгоритм синтеза классификаторов объектов.

В пятой главе описана методика и информационные технологии семантического анализа, сопоставления и поиска графической информации. Показаны технологии применения методологии в задачах графического поиска чертежей по наброску или эскизу, кластеризации множеств деталей по геометрическим характеристикам. Приведены структурная схема программного комплекса анализа графической информации и результаты экспериментов.

В заключении кратко подводятся итоги проделанной работы.

Научная новизна

Новизна полученных результатов исследования заключается в следующем:

Предложена концептуальная модель процесса семантического анализа графической информации, основанная на когнитивной модели "треугольник Фреге" восприятия информации человеком.

Разработана новая математическая модель изображения в виде многослойного атрибутивного графа.

Разработан новый метод сопоставления, выявления сходства и отличий атрибутивных графов изображений.

Разработан новый метод выделения скелетона графических объектов.

Теоретическая и практическая значимость полученных результатов

Применение описательных логик для поиска информации в хранилищах данных известно. Однако специфика изображений, предоставляющих

информацию в неструктурированном виде, потребовала решения ряда новых задач, имеющих большое научное значение. В частности, соискателем поставлены и успешно решены задачи:

- анализа и формализованного описания структуры графической информации;
- сопоставления, выявления сходства и отличий синтаксических моделей;
- проектирования онтологических баз знаний для семантического и прагматического анализа графической информации.

Предложенная концептуальная модель процесса семантического анализа и поиска графической информации, которая основана на известной когнитивной модели "треугольник Фреге" восприятия информации человеком, содержит развернутые представления графических информационных структур, что позволяет конкретизировать задачи анализа и преобразования представлений.

Разработанная модель изображения в виде многослойного атрибутивного графа позволяет осуществлять автоматический синтез синтаксических моделей графической информации, тем самым освобождая экспертов от задания синтаксиса изображений, обеспечивает решение задач семантического и прагматического анализа графической информации

Новый метод сопоставления и анализа атрибутивных графов пространственных отношений позволяет автоматически выявлять сходство и различия между объектами графической информации в процессе поиска аналогов. Это дает возможность проектировщику более эффективно применять заимствование конструкторских и технологических наработок, в т.ч. существующих на собственном предприятии.

Разработанная онтологическая база знаний изображений на основе описательной логики ALC, расширенной для поиска пространственно расположенных данных изображений и чертежей, существенно развивает онтологический подход к управлению знаниями предприятий и организаций.

Новые методы аппроксимации графической информации путем выделения скелетона графических объектов позволяют повысить эффективность поиска аналогов при проектировании новых промышленных изделий.

Большой интерес представляет алгоритм оперативного синтеза классификаторов деталей и конструктивных элементов, отличающийся тем, что множество анализируемых признаков объектов помимо технических характеристик включает атрибуты, описывающие геометрические формы. Благодаря этому расширяется сфера применения группового подхода к технологическому проектированию.

Практическую значимость имеет разработанный под руководством и при непосредственном участии автора программный комплекс для применения предложенной методологии анализа, содержательного описания и сопоставления графической информации.

Результаты диссертации использованы на предприятиях оборонного комплекса и в образовательном процессе Ижевского государственного технического университета имени М.Т. Калашникова.

Достоверность и обоснованность

Достоверность и обоснованность полученных в работе результатов и выводов подтверждается:

- 1) корректным применением математического аппарата, а также сопоставлением результатов теоретических исследований и экспериментальных данных с опубликованными результатами других исследователей;
- 2) результатами применения разработанных моделей, методов и алгоритмов в автоматизированных системах поиска чертежей и эскизов по образцу, в системах дешифрирования аэрокосмических снимков;
- 3) положительными результатами проведенных экспериментальных исследований и опытом практической эксплуатации разработанного программного комплекса, что подтверждается актами внедрения.

Замечания

1) В цели работы указано: "повышение релевантности результатов семантического анализа и поиска графической информации...", при этом определение релевантности и способы её измерения отсутствуют.

2) В пункте 1.3 в таблице 1.1 приведено сопоставление функциональности векторизаторов. Не ясно, откуда брались данные для заполнения таблицы – получены лично автором в результате экспериментов, взяты из литературных источников и т.п. Выбор параметров оценки также не обоснован.

3) В обзоре не достаточно проанализирована возможность использования методов машинного обучения для решения представленных задач. Приведен всего один абзац, посвященный искусственным нейронным сетям, и тот только про недостатки. Не все методы машинного обучения настолько ресурсоемкие, при этом качество обработки у них очень высокое.

4) В третьей главе описываются разработанные автором методы выделения морфологических элементов. Не совсем понятно, чем предложенные им методы лучше, или отличаются от методов, реализованных в известной библиотеке OpenCV. В частности, методы выделения особых точек, выделения контуров, поиск прямых и окружностей. Также как и у автора, многие из

методов OpenCV используют пирамидальные алгоритмы для понижения размерности изображения и убирания высоких частот. В работе нет сравнения и пояснения, почему нельзя использовать общепризнанные методы: поиск контуров - метод Кэнни, локальные особенности - SURF, SIFT, ORB, LIFT.

5) В пятой главе в пункте 5.2 в таблицах 5.1 и 5.2 сравнение векторизеров по количеству генерируемых примитивов некорректно. Можно сгенерировать много примитивов, но при этом все они не будут совпадать с действительными положениями. В данном случае было бы уместно сделать сравнение по покрытию. Выводы по результатам тестирования очень субъективны.

6) Со страницы 105 в работе идет описание синтаксической модели, сохраняемой в виде файла формата xml. Стандартом для представления такого рода файлов служит описание в формате xsd с примером заполненного файла в формате xml. По приведенному в работе описанию нельзя оценить ограничения, типы и размерность полей.

7) На страницах 49 и 180 приведены таблицы 1.1 и 5.3. По сути это одна и та же таблица с различием в одну систему. Не ясно, зачем автор привел ее повторно. Цена, приведенная в таблицах явно лишний параметр, указанные данные уже давно не актуальны.

8) Страница 185, пункт 3.1 "Выбор класса деталей по текстово-числовым атрибутам (паспорту)". Было бы очень интересно осуществить поиск без выполнения фильтрации по классу детали. Этим действием метод выкидывает из потенциальной выборки большое количество нерелевантных результатов.

9) На страницах 185-186 приведены пункты перечисления тезауруса системы графического поиска. Почти каждый пункт заканчивается словами «и т.д.» или троеточием. Такое описание не корректно – должны быть перечислены все наборы атрибутов, так как это уже описание реализации. При большом количестве атрибутов, информацию можно было вынести в приложение.

10) На странице 191 указана страна-разработчик IMShape Белоруссия, а на следующей странице - Израиль (в заголовке таблицы).

11) В работе отсутствует сравнение с аналогами разработки. Например, технология Image Captioning – формирование описания изображения на естественном языке (<https://arxiv.org/pdf/1801.05568.pdf> или сервис <https://www.captionbot.ai>) использует совсем другие технологии (нейросети), в работе же вскользь сказано, что нейросети не хороши, поэтому будем делать что-то свое.

Заключение

Указанные замечания не снижают значимости полученных научных и практических результатов.

Диссертация представляет собой законченное научное исследование. Полученные результаты являются существенным вкладом в развитие новых технологий в области поиска графической инженерной информации по содержанию.

Результаты диссертации всесторонне и полно опубликованы в рецензируемых журналах: 30 статей в изданиях из перечня, рекомендованного ВАК Минобрнауки РФ и 8 в зарубежных рецензируемых научных журналах (из них 5 статей в БД Scopus, 3 статьи в БД Web of Science). Автореферат соответствует содержанию диссертации.

Считаю, что диссертационная работа А.В. Кучуганова удовлетворяет требованиям Положения ВАК о присуждении ученых степеней, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор, А.В. Кучуганов, заслуживает присуждения ему ученой степени доктора технических наук по специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации (в промышленности) (технические науки)».

Официальный оппонент:

Доктор технических наук, профессор,

начальник управления региональных и межгосударственных программ РФФИ

А.В. Заболеева-Зотова

Адрес: Россия, 119334, г. Москва, Ленинский проспект, 32а

Тел.: +7 (499) 995-16-37

zabzot@gmail.com

Подпись Заболеевой-Зотовой А.В. заверена.
Начальник управления региональных и межгосударственных программ РФФИ!

30.08.2018

