

УДК 004.414.23

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И АЛГОРИТМЫ СРАВНЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПРИ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ ГРАФИЧЕСКИХ ДАННЫХ В ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ

© 2013 И.Е. Жигалов, Д.В. Шевченко, М.И. Озерова, А.С. Овдина

Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых

Поступила в редакцию 14.03.2013

В статье рассмотрены математические методы анализа графической информации для телекоммуникационной системы, модуль анализа и автоматической оценки графических данных. Модуль оценки выполнен в виде JavaApplet на базе языка программирования Java. Приложение отличает кроссплатформенность, компактность, интуитивно понятный интерфейс, выполненный по аналогии с наиболее распространенными САПР-системами.

Ключевые слова: *JavaApplet, анализ, графическая информация, дистанционное обучение*

Реформа образования продолжает оставаться одной из главных тем социальной отрасли. В январе 2013 г. правительство опубликовало «дорожную карту» развития системы образования до 2018 г., направленную «на оптимизацию и повышение эффективности сети государственных образовательных учреждений высшего профессионального образования, обновление структуры образовательных программ, повышение качества высшего профессионального образования и развитие кадрового потенциала высшего профессионального образования» [5]. Для достижения поставленной цели необходима интеграция в учебный процесс новых образовательных технологий, переход на новые модели обучения, обучение в проектно-режиме, в исследовательских группах. Для реализации поставленных задач важной частью является автоматизация процесса проверки самостоятельных работ студентов в режиме реального времени.

Учебный процесс может быть рассмотрен как процесс управления сложной технической системой, в которой объектом управления является обучаемый. Модели обучающихся могут быть разделены на две основные группы: фиксирующие и имитационные [1]. Поскольку одна из

основных целей обучения – это научить использовать предоставленную информацию для решения конкретных задач или ситуаций, а базой для этого служат полученные знания, то такой параметр, как «уровень знаний» включен во все модели студента. На сегодняшний день известно множество платформ, предоставляющих весь необходимый инструментарий для такого рода процесса, но для адекватной оценки «уровня знаний» по графическим дисциплинам технических специальностей невозможно [2]. Включенное в тест изображение, как правило, несет на себе несколько графических объектов, среди которых в соответствии с поставленной задачей нужно выбрать верный (например, определение проекции точки). Другим вариантом включения графических объектов является вставка изображений непосредственно в предлагаемые варианты ответов, отвечающих на поставленный вопрос. Ни в одном из этих способов использования изображений не достигается необходимой интерактивности пользователя с графическими материалами теста, так как в большинстве случаев проверить правильность выполнения возможно лишь по характеру построения. Вследствие чего можно сделать вывод, что на сегодняшний день проверка графических дисциплин технических специальностей на существующих платформах для дистанционного обучения не может считаться полноценной.

Цель работы: разработка методов и математического аппарата автоматизированной системы оценки решения графических задач.

Жигалов Илья Евгеньевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой. E-mail: ikgij@vlsu.ru

Шевченко Дмитрий Васильевич старший преподаватель

Озерова Марина Игоревна, доцент. E-mail: ozerovam@rambler.ru

Овдина Анна Сергеевна, инженер

Требования к модулю анализа графической информации. Для создания надежной, быстрой и компактной системы наиболее удобным представляется использование объектно-ориентированного языка программирования Java. Java Applet – это прикладная программа, написанная на языке Java, исполняемая браузером непосредственно на стороне клиента и добавляющая приложению необходимую интерактивность, невозможную при использовании обычных средств. Библиотека swing разработана специально для создания графических интерфейсов на базе языка Java. Интегрируемость в систему дистанционного обучения на платформе Moodle осуществляется за счет написания серверной части на языке программирования PHP.

Рассматриваемый в данной статье модуль предусматривает его использование двумя типами пользователей – преподавателями и студентами. Но так как в процессах создания заданий преподавателем и решении оных студентом нет принципиальной функциональной разницы, и отличие составляет лишь пользовательская навигация, реализуемая средствами платформы Moodle, то интерфейс двух пользователей является идентичным. Ниже будут рассмотрены операции, выполняющиеся непосредственно представленным модулем. Функции, реализуемые средствами платформы Moodle, освещаться не будут.

Описание разработанного алгоритма.

Дано два электронных изображения в формате jpeg – шаблон и ответ (решение графической задачи). Необходим алгоритм, по которому автоматически сравниваются данные изображения и определяется их идентичность. Система автоматизированной оценки задания, должна исполнять следующие процессы: загрузка шаблонов задачи в формате jpeg; интерактивное изменение шаблонов задачи с целью создания нового исходного шаблона, сохранение шаблона для сравнения с ответом (решением графической задачи); обработка внесенных дополнений; сравнение двух изображений, вычисление допустимой корреляции и определение правильности выполнения; сохранение данных. Алгоритм автоматизированной оценки графических данных представлен на рис. 1. Функционально модуль разделен на два различных блока – графический редактор (ГР), отвечающий за визуализацию системы, и математический аппарат (МА), проверяющий правильность решения.

Описание разработанного алгоритма.

Для реализации математического аппарата использовали метод сравнения шаблоном. Несколько шаблонов решенных задач хранятся на сервере, представляют собой массив координат опорных точек решенной графической задачи.

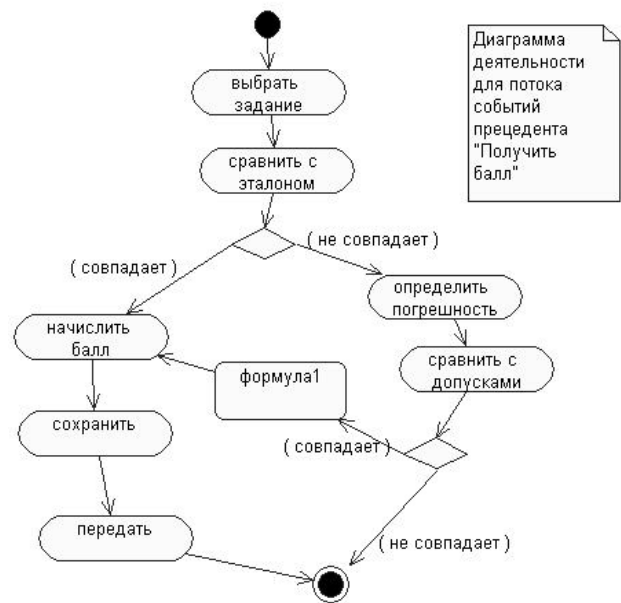


Рис. 1. Схема работы алгоритма автоматизированной оценки графических данных

Для определения правильности ответа, вычисляется корреляция между входным изображением и хранимым шаблоном. В связи с погрешностями построений, фигуры, построенные преподавателем и студентом, не могут в точности совпадать между собой. Это неизбежно даже при правильно проведенных построениях. Таким образом, для реализации автоматического процесса сравнения выполненной студентом работы с имеющимся эталоном на сервере, необходим механизм сравнения фигур с заранее заданной точностью. Существует несколько классов математических методов сравнения изображений [3]. Отметим наиболее известные из них: методы непосредственного сравнения с эталоном; методы, основанные на ортогональных преобразованиях исходного изображения; синтаксические методы; методы, основанные на вычислении признаков исходного изображения с последующей классификацией методами кластерного анализа.

Алгоритм, заложенный в основе работы разрабатываемого модуля, решено было разрабатывать на базе методов, входящих в первую группу. Рассмотрим ее подробнее: задано множество образов (эталонов). Задача состоит в том, чтобы для тестируемого объекта выяснить, какой эталон ближе на основе меры сходства (расстояния между объектами). Данная задача и получила название «сравнение с эталонами». В качестве эталонов рассматриваются следующие объекты: точка, дуги, сплайны, заштрихованные области, абрисы объектов. Для сравнения фигур каждого типа был разработан соответствующий алгоритм. Результатом выполнения каждого

алгоритма является принятие решения об идентичности двух фигур с заданной погрешностью.

Алгоритм сравнения двух точек – самый простой. Данный алгоритм является целочисленным. В соответствии с ним полагается, что генерируется точка с целочисленными координатами точки (x, y) (что всегда можно сделать, связав координаты точки x и y с координатной сеткой растра i пикселя простым преобразованием координат. Критерием совпадения двух точек является их достаточная близость на плоскости. Каждая точка однозначно определяется двумя координатами на плоскости. Таким образом, решение о совпадении двух точек принимается в том и только том случае, если расстояние между ними не превышает заданной точности, т.е.:

$$(X_1 - X_2)^2 + (Y_1 - Y_2)^2 \leq \varepsilon^2 \quad (1)$$

$$\sum_{m,n \in N} g_a(m,n) \cdot [\hat{x}^{\Pi}(i+m, j+n) - \hat{x}^{\Pi}(k+m, l+n)]^2 \quad (2)$$

На основе алгоритма сравнения двух точек реализуется сравнение двух отрезков. Если координаты первой точки первого отрезка соответствуют координатам первой точки второго отрезка, а координаты второй точки первого отрезка соответствуют координатам второй точки второго отрезка, или координаты первой точки первого отрезка соответствуют координатам второй точки второго отрезка, а координаты второй точки первого отрезка соответствуют координатам первой точки второго отрезка, то линии могут считаться идентичными.

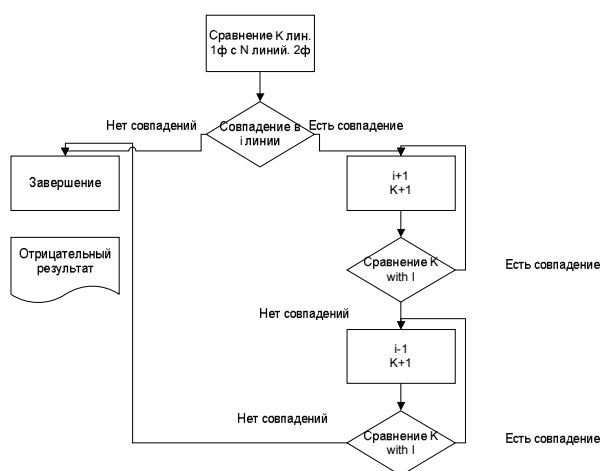


Рис. 2. Алгоритм сравнения двух заштрихованных областей

Сравнение двух дуг осуществляется путем сопоставления трех точек – начальной точки, конечно точки и средней точки дуги.

где X_i, Y_i – координаты точек, а ε – допустимая точность. У точки с координатами (x, y) есть одна адресуемая точка (x_i, y_i) и возможны только три варианта выбора пикселя, определяющего аппроксимацию точки в растр. Следовательно, ε точность при аппроксимации в растр будет описываться квадратной окрестностью фиксированного размера $N=1 \times 1$. Определяем подобность обрабатываемого пикселя $X^{II}(i, j)$ изображения с пикселем $X^{II}(k, l)$ (вокруг которого так же описана квадратная окрестность) того же изображения, используя взвешенное евклидово расстояние (2), для реализации данного алгоритма используется методика нелокальной обработки, предложенной Баудесом Коллом (Buades Coll) и Морелем (Morel) [4].

Использование средней точки дает более точный результат сравнения. Это объясняется тем, что при использовании в качестве третьей точки координат центра дуги может возникнуть ситуация, когда дуга достаточно удаленная от центра дуга становится незначительно отличимой от прямой линии, что не может дать желаемой точности при сравнении. Алгоритм сравнения двух заштрихованных областей можно представить в виде блок-схемы (рис. 2).

Выводы: рассматриваемый в данной работе алгоритм был применен при разработке модуля анализа графической информации для системы дистанционного обучения графическим дисциплинам (начертательной геометрии и инженерной графике), с учетом интеграции в систему Moodle. В результате проделанной работы предложена система автоматической оценки правильности решения графической задачи, реализованной на алгоритме сравнения двух изображений используя метод нелокальной обработки изображений для вычисления допустимой корреляции между входным изображением и хранимым шаблоном. Разработано прикладное программное обеспечение.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Шостак, И.В. Системная модель адаптивного контроля учебно-познавательной деятельности в компьютерных системах дистанционного обучения / И.В. Шостак, А.С. Носиков // Авиационно-космическая техника и технология. 2011. №8(85). С. 226.

2. Жигалов, И.Е. Организация программного обеспечения дистанционного обучения ВлГУ / Дистанционное обучение и новые технологии в образовании. – Владимир, 2001. С. 18-22.
3. Мерков, А.Б. Распознавание образов. Введение в методы статистического обучения. – Едиториал УРСС, 2011. 256 с.
4. Buades, A. Nonlocal image and movie denoising / A. Buades, B. Coll, J.M. Morel // Int. J. Computer Vision. 2008. V. 76, № 2. P. 123-139.
5. Распоряжение от 30 декабря 2012 г. №2620-р <http://government.ru/docs/22263>

MATHEMATICAL METHODS AND ALGORITHMS OF IMAGES COMPARISON AT GRAPHIC DATA AUTOMATIC ESTIMATION IN TELECOMMUNICATION SYSTEM

© 2013 I.E. Zhigalov, D.V. Shevchenko, M.I. Ozerova, A.S. Ovdina

Vladimir State University named after A.G. and N.G. Stoletov

In article mathematical methods of graphic information analysis for telecommunication system, the analysis module and graphic data automatic estimation considered. The estimation module is fulfilled in form of JavaApplet on the basis of Java programming language. The appendix distinguishes by cross-platforms, compactness, intuitively the clear interface, fulfilled by analogy to the most widespread SAPR-systems.

Key words: *JavaApplet, analysis, graphic information, distance learning*

*Ilya Zhigalov, Doctor of Technical Sciences, Professor,
Head of the Department. E-mail: ikgij@vlsu.ru
Dmitriy Shevchenko, Senior Teacher
Marina Ozerova, Associate Professor. E-mail:
ozarovam@rambler.ru
Anna Ovdina, Engineer*