



- использование сложных графических эффектов (было решено отказаться от использования полупрозрачных текстур и вести обработку и отрисовку только тех объектов, которые попадают в область видимости камеры);
- нестабильное или медленное соединение с интернетом (использование кэширования и отключение некоторых функций при потере соединения позволили решить данную проблему).

Авторы проекта считают, что применение мобильных устройств в обучении поможет укрепить мотивацию учащихся, а также улучшить информационный обмен за счет постоянного доступа учащихся к ресурсам дистанционной обучающей системы.

М.А. Кудрина

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ХАФА ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ПРЯМЫХ ЛИНИЙ И ОКРУЖНОСТЕЙ НА ИЗОБРАЖЕНИИ

(Самарский государственный аэрокосмический университет им. академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет))

На практике при обработке цифровых изображений часто возникает проблема обнаружения простых фигур, таких как прямые, окружности или эллипсы. Например, поиск прямолинейных сегментов изображений может использоваться в задаче навигации робота в незнакомой окружающей обстановке на основе видеоинформации от монокулярного источника [1]. Поиск окружностей и эллипсов применяется при решении задачи распознавания колец черенковского излучения в детекторе частиц [2].

Преобразование Хафа (*Hough transformation*), разработанное в 1962 г., стало эффективным средством решения таких задач. Метод позволяет указать параметры семейства кривых и обеспечивает поиск на изображении множества кривых заданного семейства.

Применение метода Хафа для поиска линий

Прямая на плоскости описывается уравнением $y=kx+b$ и может быть задана парой несовпадающих точек. Однако удобнее представить прямую с помощью двух других параметров ρ и θ . Параметр ρ – это длина перпендикуляра, опущенного на прямую из начала координат, а θ – это угол между данным перпендикуляром и осью x (см. рис. 1).

Плоскость (ρ, θ) иногда называют пространством Хафа (*Hough space*) для набора прямых в 2-мерном случае или фазовым пространством [3].

Через одну точку декартовой плоскости можно провести бесконечное число прямых (см. рис. 2,а). Если эта точка имеет координаты

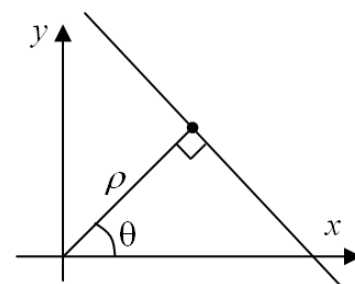


Рис. 1. Задание прямой на плоскости параметрами ρ и θ



(x_0, y_0) на изображении, то все прямые, проходящие через неё, соответствуют следующему уравнению $\rho(\theta) = x_0 \cdot \cos\theta + y_0 \cdot \sin\theta$.

Это соответствует синусоидальной кривой в пространстве (ρ, θ) (см. рис. 2,б). В свою очередь, каждой точке пространства (ρ, θ) соответствует набор точек (x, y) на изображении, образующий прямую.

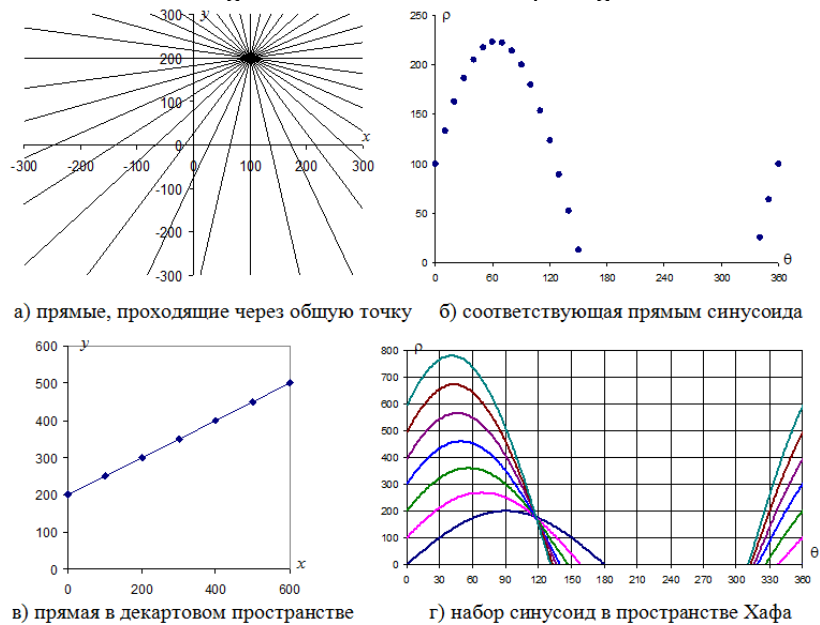


Рис. 2. Декартова плоскость и пространство Хафа

Если синусоиды, соответствующие двум точкам декартовой плоскости, наложить друг на друга, то точка (в пространстве Хафа), где они пересекутся, будет соответствовать параметрам прямой, проходящей через обе эти точки. Таким образом, ряд точек, которые формируют прямую линию (см. рис. 2,в), определяют синусоиды, которые пересекаются в точке параметров (ρ_0, θ_0) для этой линии (см. рис. 2,г). Поэтому, проблема обнаружения коллинеарных точек может быть сведена к проблеме обнаружения пересекающихся кривых.

Каждой точке (ρ_0, θ_0) пространства (ρ, θ) можно поставить в соответствие счетчик, соответствующий количеству точек (x, y) , лежащих на прямой $x \cdot \cos\theta_0 + y \cdot \sin\theta_0 = \rho_0$.

Таким образом, достаточно выбрать на изображении, построенном в полярных координатах, самые «жирные пятна», получив тем самым параметры соответствующей прямой.

Применение метода Хафа для поиска окружностей

Точки окружности можно представить формулой $(x - a)^2 + (y - b)^2 = R^2$, где (a, b) – координаты центра окружности, а R – ее радиус.

Для однозначного задания окружности необходимо знать уже три параметра – координаты ее центра и радиус. Это приводит к увеличению пространства Хафа на целое измерение. Задача упрощается, если радиус искомым окружностей заранее известен. В таком случае необходимо находить только координаты центров окружностей, и задача снова становится двумерной.

Очевидно, что набор центров всех возможных окружностей радиуса R , проходящих через каждую конкретную точку, образует окружность радиуса R вокруг этой точки. Таким образом, геометрическое место точек, которые могли бы быть центрами окружности данного размера, проходящей через эту точку,



представляет собой окружность такого же размера с центром в голосующей точке (см. рис. 3).

Наилучшее решение относительно положения центра "наиболее вероятной" присутствующей в конкретном точечном множестве окружности соответствует точке пересечения максимального числа голосующих окружностей [4, 5].

Таким образом, алгоритм поиска окружностей заданного радиуса на изображении сводится к "рисованию" в фазовом пространстве окружностей с центрами во всех непустых точках изображения и дальнейшему поиску локальных максимумов пространства Хафа. При этом могут использоваться различные методы анализа пространства параметров, например, поиск фиксированного числа локальных максимумов, пороговая сегментация аккумуляторной функции или поэтапный исключающий поиск глобального максимума аккумуляторной функции [4].

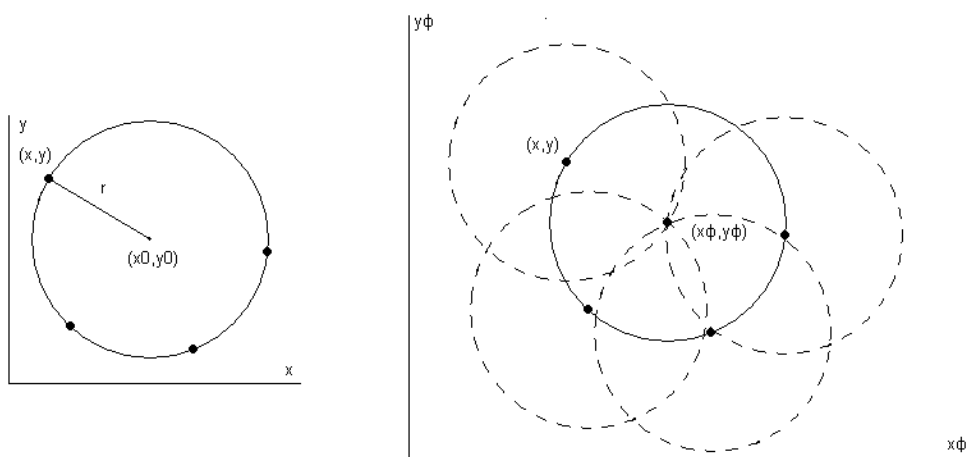


Рис. 3. Распознавание окружности методом Хафа

На кафедре информационных систем и технологий Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королева разработана программа, позволяющая иллюстрировать работу алгоритмов Хафа распознавания прямых и окружностей на изображении. Данная программа, написанная на языке C#, используется в учебном процессе в курсе "Компьютерная графика" и помогает студентам легче освоить преобразование Хафа, поскольку наглядно иллюстрирует вид пространства Хафа для различных входных данных.

Литература

1. Вершок Д.А. Алгоритмические средства обработки и анализа изображений на основе преобразования Хафа: Автореф. дис. канд. техн. наук / БГУ информатики и радиоэлектроники. — Минск, 2002. [Электронный ресурс]. — Режим доступа : http://neuroface.narod.ru/files/vershok_autoref.pdf



2. Лебедев С.А., Ососков Г.А. Быстрые алгоритмы распознавания колец и идентификации электронов в детекторе RICH эксперимента CBM // Письма в ЭЧАЯ. 2009. Т. 6, № 2(151). С. 260-284.

3. Дегтярева Анна, Вежневцев Владимир Преобразование Хафа (Hough transform). Компьютерная графика и мультимедиа. Выпуск №1(1)/2003. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://cgm.computergraphics.ru/content/view/36>

4. Преобразование Хафа, его обобщения и модификации [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://wiki.technicalvision.ru/index.php/%D0%9F%D1%80%D0%B5%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B0%D0%B7%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5_%D0%A5%D0%B0%D1%84%D0%B0_%D0%B5%D0%B3%D0%BE_%D0%BE%D0%B1%D0%BE%D0%B1%D1%89%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F_%D0%B8_%D0%BC%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D1%84%D0%B8%D0%BA%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%B8

5. Лидке М.Б. Исследование и разработка метода распознавания кривых на плоскости [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.masters.donntu.edu.ua/2012/iii/lidke/diss/index.htm>

Е.С. Молчанова

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ТЕСТИРОВАНИЯ В УЧЕБНОМ ЗАВЕДЕНИИ

(Башкирский государственный педагогический университет)

Актуальность. Разработка электронных пособий, учебников, тестов и учебных курсов в целом, в настоящее время является актуальным направлением в развитии информационных технологий, направленных на помощь студенту и преподавателю в образовательном процессе. В учебном процессе используются как обучающие, так и тестирующие программы по различным дисциплинам.

Проведенные статистические исследования в области использования обучающих и тестирующих программ по различным дисциплинам показывают, что их применение позволило повысить интерес к изучаемому предмету, а также успеваемость по данной дисциплине. Большинство студентов лучше воспринимают визуальную информацию, тем более, если она качественно оформлена. Комплекс обучающих и тестирующих программ дают возможность учащемуся, независимо от уровня подготовки, принимать участие в образовательном процессе, индивидуализировать свой процесс обучения и осуществлять самоконтроль. Данный процесс обучения позволяет студенту получать знания и оценивать свои возможности, а также получать удовольствие от самого образовательного процесса, независимо от внешних мотивационных факторов.

Обучение, с использованием электронных учебных изданий, создает основу реализации тезиса И.Г. Захаровой: «Переход от преподавания информати-