

УДК 00

Автоматическое распознавание образов самолетов на аэрокосмических снимках

09, сентябрь 2012

Штанов Е.Л.

*Научный руководитель: к.т.н., доцент, Маничев В.Б.
МГТУ имени Н.Э.Баумана, Москва, Россия*

МГТУ им. Н.Э. Баумана
bauman@bmstu.ru

Введение

В настоящее время большое распространение получили гетерогенные вычислительные системы, использующие графические процессоры для ускорения вычислений. Разработка программных систем, использующих растровые данные, как исходные, зачастую отвечает главным требованиям программирования для GPU: массовый параллелизм и интенсивность вычислений с минимальным числом обращений к памяти центрального процессора.

В процессе работы были исследованы некоторые подходы решения данной проблемы [4,5]. Главным недостатком существующих решений является их медленная работа. В статье изложен алгоритм классификации образов самолетов на аэрокосмических снимках и его реализация на GPU. Особенность данной работы состоит в том, что применяемый алгоритм использует тень как источник характерной для объекта информации.

Алгоритм классификации летательных аппаратов на аэрокосмических снимках с использованием трехмерных моделей

Исходными данными являются:

- Набор трехмерных TIN моделей;
- Аэрокосмический снимок с известными размером пикселя и углами солнца.

Работа системы состоит из следующих основных частей:

- Растеризация трехмерных моделей для заданного количества углов поворота;
- Выделение области поиска объекта на снимке (на данный момент производится вручную, ведется разработка автоматического поиска объектов);
- Детектирование объекта.

Растеризация трехмерных моделей

Растеризация производится средствами OpenGL. Для TIN модели создаются условия освещения, подобные реальным (Рис.1). Результат растеризации представляет собой трехцветное изображение, содержащее информацию о форме модели и ее тени (Рис.2a,b).

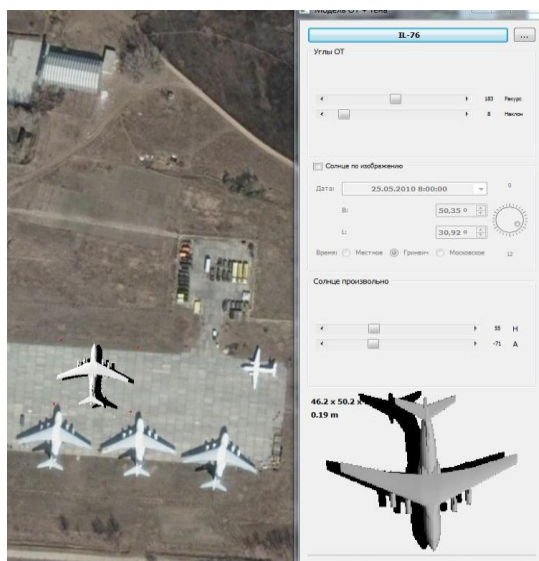


Рис. 1 - Трехмерная модель и ее искусственно полученная тень

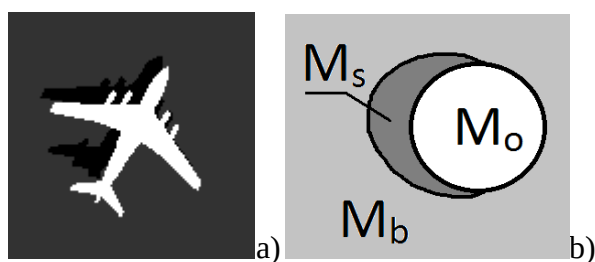


Рис. 2 - Трехцветное изображение, полученное путем растеризации трехмерной TIN модели (a) и его представление в виде множеств: M_o -пиксели модели, M_s -тени, M_b -фона (b)

Алгоритм классификации объекта

В основе алгоритма лежит сопоставление заранее полученных шаблонов (Рис.2a) с фрагментом изображения и поиск наиболее подходящего по следующим критериям:

- Наибольшее совпадение контура объекта с контуром модели ($Z_{contour}$);
- Наибольшее совпадение контура тени объекта с контуром искусственной тени модели ($Z_{contour}$);
- Наибольшее совпадение объекта и его тени с моделью и ее тенью по площади (Z_{object} и Z_{shadow}).

Целевая функция может выглядеть следующим образом:

$$Z = k_1 Z_{contour} + k_2 Z_{shadow} + k_3 Z_{object} \rightarrow \min, \quad (1)$$

где k_1, k_2, k_3 — эмпирически полученные коэффициенты влияния соответствующих критериев поиска.

Каждый из критериев находится по следующим формулам:

$$Z_{contour} = 1 - \frac{\oint_l (\nabla I) dl}{l^p \times 512}, \quad (2)$$

где $\oint_l (\nabla I) dl$ – сумма значений градиента интенсивности изображения вдоль контура шаблона, l – длина контура в пикселях, p – степень влияния длины контура. Для выделения контура используется градиент с масками оператора Собела.

$$Z_{shadow} = \frac{\iint I dx dy}{255}; \quad (3)$$

$$Z_{object} = 1 - \frac{\iint I dx dy}{255}, \quad (4)$$

Где $\iint I dx dy$ – сумма значений интенсивности по площади тени и модели соответственно для (3) и (4). Критерий (4) используется при высокой интенсивности объектов по сравнению с фоном, например белые самолеты на земле или асфальте.

Распараллеливание алгоритма происходит по следующей схеме: расчет целевой функции для каждого угла поворота шаблона и его положения на снимке с заданной окрестностью происходит на отдельной CUDA нити.

Результаты работы

Время подготовки программы к работе: примерно по 3 секунды для каждой модели, из которых время на передачу данных с CPU на GPU составляет менее 0.5 секунд вне зависимости от числа моделей.

Временные оценки вычислений:

- на CPU: поиск при одной загруженной модели самолета примерно 1 минута;
- на GPU: поиск при 70 загруженных моделях 4,5 секунды.

Таким образом, ускорение вычислений практически достигает 10^3 - 10^4 раз.



Рис. 3 - Результат работы программы

Тестирование производилось на видеокарте GeForce GTX 480 и процессоре Intel Core2 CPU 6600 2.40GHz.

Заключение

Результатом работы является программный продукт для классификации моделей самолетов на аэрокосмических снимках в разумное время. Программа отрабатывает стабильно на снимках разрешением 0,6м и выше при хорошей контрастности и невысокой степени искажений. Параллельный алгоритм дает ускорение на 3-4 порядка по сравнению с последовательным. На данный момент ведется реализация алгоритма обнаружения летательных аппаратов на изображении.

Литература

1. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. — М: Техносфера, 2005.
2. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений в среде Matlab. — М: Техносфера, 2006.
3. А.В. Боресков, А.А. Харламов «Основы работы с технологией CUDA», 2010.
4. Xavier Perrotton, Marc Sturzel, Michel Roux Automatic Object Detection on Aerial Images Using Local Descriptors and Synthesis.
5. Jun-Wei Hsieh, Jian-Ming Chen, Kao-Chin Fan, Chin-Chuan Han, Department of Electrical Engineering, Yuan Ze Aircraft Type Recognition in Satellite Images. — University, 135 Yuan-Tung Road, Chung-Li 320, Taiwan.

Работа выполнена в рамках ОКР в «НИИ ТП».