

## Об использовании параллельных вычислений в задачах машинного зрения

*Семенов А. Б.*

semenov@tversu.ru

Тверь, Тверской государственный университет

В настоящей статье исследуется возможность применения параллельных вычислений в задачах машинного зрения с использованием многоядерных процессоров.

### **Введение**

Проблема большого количества вычислений возникает в ряде задач многих направлений науки и техники. Задачи машинного зрения и обработки изображений, решаемые в режиме реального времени, использующие сложный математический аппарат и большой объем обрабатываемых данных, выставляют высокие требования по скорости счета. Поэтому разработка эффективных методов и алгоритмов для решения подобных задач является весьма актуальной проблемой.

Использование программируемых графических процессоров с их параллельной архитектурой позволит повысить производительность довольно ограниченного круга задач, таких как попиксельная обработка изображений. Но для задач, связанных с векторизацией изображений, они не вполне пригодны в силу своей специфичности. Применение же многопроцессорных систем для решения подобного спектра задач является заведомо дорогим способом. В настоящее время начинают очень широко распространяться процессоры с несколькими независимыми вычислительными ядрами. Уже сейчас в настольных компьютерах можно встретить процессоры с 2-мя и 4-мя ядрами. Поэтому интересно оценить возможность использования многоядерных процессоров для ускорения решения задач машинного зрения. Для этого был проведен вычислительный эксперимент на модельной задаче: распознавание (выделение) окружности на растровом изображении с использованием параллельных вычислений. В качестве примера был рассмотрен метод определения достоинства монеты по величине радиуса найденной окружности.

Привлечение параллельно-вычислительных алгоритмов и методов и использование алгоритмической парадигмы «разделяй и властвуй» позволит рассчитывать на повышение скорости вычислений, пропорциональное числу используемых параллельных процессоров.

Задачи машинного зрения и распознавания образов используют математические методы и алгоритмы, позволяющие получить некую описательную (смысловую) информацию о заданном изображении. Процедура распознавания применяется к изображению и преобразует его в некото-

**Алгоритм 1.** Классическое преобразование Хафа для окружностей.

- 
- 1: для всех черных точек изображения  $(x_i, y_i)$ ,  $i = 1, \dots, N$
  - 2: для  $X$  от  $X_{\min}$  до  $X_{\max}$  с шагом  $dX$
  - 3: для  $Y$  от  $Y_{\min}$  до  $Y_{\max}$  с шагом  $dY$
  - 4:  $R := \sqrt{(X - x_i)^2 + (Y - y_i)^2}$ ;
  - 5:  $H[X, Y, R] := H[X, Y, R] + 1$ ;
- 

рое абстрактное описание: набор чисел, цепочку символов, и т. д. Далее изображение относят к одному из классов распознавания.

**Описание метода**

Исходными данными для исследуемой модельной задачи является цифровое изображение монеты, полученное путем сканирования или фотографирования ее на некотором фоне, Рис. 1. Метод определения достоинства монеты базируется на анализе величины радиуса найденной окружности. Основная идея подхода включает в себя следующие шаги:

- приведение (преобразование) изображения к оттенкам серого цвета;
- выделение контуров (линий с резким перепадом интенсивности) на изображении с помощью цифровых фильтров выделения границы;
- операция бинаризации (пороговое отсечение);
- поиск точек, лежащих на окружности с помощью классического метода Хафа (Hough), см. Алгоритм 1;
- определение радиуса найденной окружности и ее классификация.

Элемент массива  $H[X, Y, R]$  соответствует количеству черных точек изображения, лежащих на окружности с центром в точке  $(X, Y)$  и радиусом  $R$ . Вычислительная сложность классического алгоритма Хафа для окружностей есть  $O(N(X_{\max} - X_{\min})(Y_{\max} - Y_{\min}))$ . Если же в задаче априори известен диапазон изменения величины радиуса искомой окружности, то алгоритм Хафа может быть модифицирован так, что это позволит сократить количество арифметических операций, используемых в алгоритме. Кроме того, методы и алгоритмы, основанные на циклах (за исключением итерационных), а также алгоритмической парадигме «разделяй и властвуй», довольно хорошо поддаются распараллеливанию. Таким образом, весь объем вычислений мы можем равномерно распределить между имеющимися в нашем распоряжении параллельными процессорами, так чтобы они одновременно выполняли арифметические операции. Современные операционные системы предоставляют возможность организовать выполнение программных инструкций в параллельном режиме через механизм нитей (threads). Именно благодаря «многонитевому» подходу на компьютерах с многоядерной и многопро-



Рис. 1. Отсканированное изображение монеты

цессорной архитектурой возможно существенное повышение производительности параллельных алгоритмов.

#### Вычислительные эксперименты

Для проведения вычислительных экспериментов был разработан и реализован параллельный алгоритм поиска центра и величины радиуса окружности на растровом изображении. Входными данными для алгоритма являлись отсканированное изображение монеты, и количество нитей, среди которых и проводилось распределение вычислительной нагрузки. Вычислительный эксперимент проводился на персональном компьютере с двухядерным процессором. Результаты сведены в следующей таблице:

	1 нить	2 нити	4 нити
время обработки (мс)	5600	3320	3390

Таким образом, использование многоядерных и многопроцессорных технологий совместно с параллельно-вычислительным подходом позволит рассчитывать на повышение производительности задач машинного зрения, допускающих распараллеливание. В данной работе удалось достичь порядка 70% увеличения производительности.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, проект № 05-01-00542, и корпорации INTEL.

#### Литература

- [1] Воеводин В. В., Воеводин Вл. В. Параллельные вычисления. — СПб, 2002.
- [2] Прэтт У. Цифровая обработка изображений. Кн. 1, 2. М.: Мир, 1982.
- [3] Короткий С. Введение в распознавание образов. Часть 1. Преобразование Хафа. // Монитор. — 1994. — № 8. — С. 22–25.