

УДК 004

ВЫЧИСЛЕНИЕ ОПТИЧЕСКОГО ПОТОКА

А.П. Береснев

Научный руководитель: Ю.А. Болотова, к.т.н., доцент каф. ВТ ИК ТПУ
Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: snoopdogmaster@gmail.com

This article gives an information about the differential optical flow method for finding, based on the method of Lucas-Canada. Calculation speed increased by parallel processing on the GPU. The practical implementation of the algorithm allows to find the displacement between the points of two images of the same object.

Keywords: optical flow, Lucas–Kanade method, *parallel processing*.

Ключевые слова: оптический поток, метод Лукаса-Канаде, *параллельная обработка данных*.

Введение

Нахождение оптического потока очень важная задача, так как её решение может применяться в различных сферах. Возможно измерить любые параметры физических процессов, если они связаны с механическим движением, изменением формы или цвета.

Определение оптического потока необходимо в областях исследований компьютерного зрения, таких как: определение направления, в котором движутся объекты в кадре; восстановление формы трехмерного объекта, возле которого движется камера; сегментация движущихся областей в кадре для последующего анализа.

Теоретическая основа

Суть оптического потока в том, чтобы найти для каждой точки исходного изображения соответствующую точку на результирующем изображении и рассчитать сдвиг (dx, dy) между ними.

Пусть $I_1 = I(x, y, t_1)$ – интенсивность в некоторой точке (x, y) на первом изображении, тогда на втором изображении эта точка сдвинулась на (dx, dy) , при этом прошло время dt , тогда при первом приближении ряда Тейлора

$$I_2 = (x + dx, y + dy, t_1 + dt) \approx I_1 + I_x dx + I_y dy + I_t dt,$$

где I_x, I_y, I_t – частные производные по направлению и времени. Считаем, что интенсивность точки при перемещении не изменилась, т. о. получаем:

$$I_x dx + I_y dy + I_t dt = 0. \quad (1)$$

Уравнение (1) имеет две неизвестных, поэтому одного уравнения недостаточно.

Один из самых широко используемых дифференциальных методов оценки оптического потока является метод Лукаса–Канаде. Этот метод построен на двух допущениях: предполагается, что функция достаточно хорошо аппроксимируется первой производной; алгоритм предполагает, что смещение одинаково в пределах некоторой окрестности. Используя второе допущение, получаем не одно, а сразу несколько уравнений, т. е. получаем:

$$\begin{aligned} I_x(q_1)V_x + I_y(q_1)V_y &= -I_t(q_1), \\ I_x(q_2)V_x + I_y(q_2)V_y &= -I_t(q_2), \\ &\vdots \\ I_x(q_n)V_x + I_y(q_n)V_y &= -I_t(q_n), \end{aligned} \quad (2)$$

где, q_1, q_2, \dots, q_n – пиксели внутри одной и той же области, V_x, V_y – искомое смещение.

Перепишем уравнение (2) в матричном виде и выразим V_x, V_y .

$$\begin{bmatrix} V_x \\ V_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum_i I_x(q_i)^2 & \sum_i I_x(q_i)I_y(q_i) \\ \sum_i I_x(q_i)I_y(q_i) & \sum_i I_y(q_i)^2 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} -\sum_i I_x(q_i)I_r(q_i) \\ -\sum_i I_y(q_i)I_r(q_i) \end{bmatrix}. \quad (3).$$

Алгоритм

При однопоточной реализации данного алгоритма вычисления занимают значительную часть времени, что неприемлемо для нас. Поэтому необходимо распараллелить вычисления там, где это возможно. Возможностей много, т. к. изображение и частные производные представлены в виде матриц, что благоприятствует при скалярной обработке информации. Приведем основные этапы, на которых возможна параллельная обработка данных:

1. Загрузка изображений;
2. Вычисление частных производных I_x , I_y , I_r для всего изображения;
3. Вычисление сумм I_x^2 , I_y^2 , $I_x I_y$, $I_x I_r$, $I_y I_r$ для окрестностей точек изображения;
4. Вычисление определителей обратной матрицы;
5. Вычисление значений векторов.

Для реализации используется язык программирования C++, среда разработки Visual Studio. Для ускорения вычислений исходное изображение преобразуется в изображение в оттенках серого (1 канал, 8 бит/канал). Параллельная обработка в среде выполнения C++ Accelerated Massive Parallelism (C++ AMP). В качестве примера приведем рисунок, на котором найденные вектора смещений изображены в виде белых линий (рис. 1).

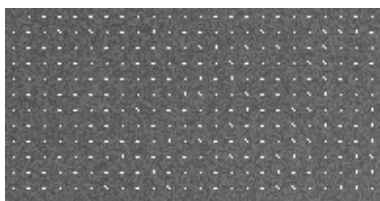


Рис. 1. Пример изображения

Заключение

В ходе работы был произведен анализ существующих методов определения оптического потока, был реализован метод Лукаса-Канаве с усредненными значениями смещений для блоков. Работа по обработке осуществляется параллельно, что значительно увеличивает скорость обработки изображений.

Список литературы

1. Каталог API (Microsoft) и справочных материалов [электронный ресурс]: <https://msdn.microsoft.com>, режим доступа – свободный.
2. Lucas B. and Kanade T. An iterative image registration technique with an application to stereo vision. Proc. DARPA IU Workshop, с. 121–130. 1981, режим доступа – свободный.
3. The CImg library [электронный ресурс]: <http://cimg.sourceforge.net/>, режим доступа – свободный.