

ВЫЧИСЛЕНИЕ ОПТИЧЕСКОГО ПОТОКА МЕТОДОМ ЛУКАСА-КАНАДЕ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Шалимов И. В.

Яночкин А. Л. – ассистент кафедры ЭВМ

В системах компьютерного зрения и обработки изображений часто возникает задача определения перемещений объектов в трехмерном пространстве с помощью оптического сенсора. Имея на входе последовательность кадров, необходимо воссоздать запечатленное на них трехмерное пространство и те изменения, которые происходят с ним с течением времени. Такая задача является довольно сложной, так как между кадрами существуют пространственно-временные связи. Таким образом, требуются техники, которые позволят извлекать и анализировать заложенную в видеопоследовательности информацию. Одной из техник является отслеживание точечных особенностей в последовательности кадров. Это один из простых способов извлечь информацию о динамике сцены. Несколько точек, отслеживаемых в видеопоследовательности, могут давать огромное количество информации. Примером применения трекинга могут служить охранные системы, которые отслеживают передвижение объектов и принимают решения, основанные на предопределенных правилах, о том является ли объект угрозой или нет.

Основной целью данной работы является изучение и разработка алгоритма для нахождения смещения ключевых точек на изображении методом Лукаса-Канаде на языке Си, а также изучение текущих модификаций метода Лукаса-Канаде, их программных реализаций и выявление круга задач в котором данный алгоритм найдет свое применение.

Метод Лукаса-Канаде используется для отслеживания смещения ключевых информационных точек на последовательности изображений, где под ключевой понимается такая особая точка, окрестность которой можно отличить от окрестности любой другой точки на изображении.

Пусть у нас есть последовательность изображений $I(x,t)$, где изображения представляются, как некоторая дискретная двумерная функция интенсивностей пикселей в каждый момент времени t . Суть алгоритма Лукаса-Канаде заключается в том, чтобы отследить смещение ключевых точек $\{u_1, u_2, u_3, \dots, u_n\}$ определенных вначале последовательности $I(x,1)$, на всех последующих изображениях $I(x,t+1)$. Это возможно, благодаря следующим положениям:

1. Значения пикселей переходят из одного кадра в следующий без изменений. Таким образом мы принимаем что значение пикселей относящихся особой точки а также ее окрестности может смещаться но их значение остается неизменным.

2. Соседние пиксели смещаются на одинаковые расстояния.

Таким образом, на вход алгоритма подается последовательность кадров и координаты особых точек, которые необходимо отслеживать. На выходе алгоритма мы должны получить траектории точек как набор смещений этих точек между кадрами.

В данной работе положение особых точек, смещение которых необходимо отслеживать, определяется детектором углов Харриса. Данный метод рассматривает дифференциальную оценку угла по отношению к направлению. С математической точки зрения используется метод суммы квадратов разностей. Взвешенная сумма квадратов разностей между двумя областями $S(x,y)$ на изображении определяется по формуле:

$$S(x, y) = \sum_u \sum_v w(u, v) (I(u, v) - I(u + x, v + y))^2$$

Точечная особенность изображения характеризуется большими изменениями $S(x,y)$ во всех направлениях (x,y) .

Недостатками алгоритма Лукаса-Канаде является то, что он является локальным, то есть при определении смещения конкретного пикселя принимается во внимание только область вокруг этого пикселя — локальная окрестность. Как следствие, невозможно определить смещения внутри достаточно больших равномерно окрашенных участков кадра. Также на некоторых изображениях возникают ситуации, когда направление движения невозможно определить.

На сегодняшний день существует достаточное количество библиотек (OpenCV, AForge), которые имеют встроенную реализацию рассмотренных алгоритмов. Однако, данные реализации трудно поддаются распараллеливанию. Алгоритм Лукаса-Канаде, разрабатываемый в течение работы над проектом, может быть адаптирован к использованию с технологией CUDA. Использование CUDA даст возможность повысить скорость обработки последовательности изображений, а также и усложнить предобработку и постобработку изображений для получения более точных результатов.

В течение работы над проектом был изучен алгоритм Лукаса-Канаде, а также его различные модификации: в итоге по изученному материалу получилось разработать алгоритм слежения за смещениями особых точек на изображениях, основанный на методе Лукаса-Канаде. В дальнейшем, планируется адаптация разработанного алгоритма к использованию на технологии CUDA.

Список используемых источников:

1. B. D. Lucas, T. Kanade. An Iterative Image Registration Technique with an Application to Stereo Vision / B. D. Lucas, T. Kanade, Carnegie-Mellon University Pittsburgh – 1981.
2. C. Tomasi, T. Kanade. "Detection and Tracking of Point Features" // Pattern Recognition. – 2004.