

УДК 681.786

ПРИНЦИПЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ КООРДИНАТ ОБЪЕКТА ПО ИЗОБРАЖЕНИЮ С МАТРИЧНОГО ПРИЁМНИКА

Паншин И. В. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – к.т.н., Михеев С.В. (Университет ИТМО)

В данной работе рассматриваются принципы измерения пространственных координат объектов при помощи анализа изображения, получаемого на матричном фотоприёмнике. В основе измерения координат лежат два главных метода: метод прямой угловой засечки и метод обратной угловой засечки, в англоязычных источниках известный как задача «Perspective-n-Point».

Введение. Бурное развитие аппаратной вычислительной базы, матричных приёмников и алгоритмов обработки изображений за последние десятилетия сделало эффективным их применение в задачах измерения пространственного положения объектов. Системы измерения, основанные на обработке изображений, обладают высоким поперечным разрешением – порядка 50 мкм при проведении измерения с расстояния в 10 м. Помимо высокой точности, они обладают рядом других преимуществ, таких как высокая степень автоматизации проводимых измерений, что стало причиной их частого применения в самых различных областях – от машино- и судостроения до систем контроля поверхностей радиотелескопов.

Основная часть. В основе систем измерения основанных на обработке изображений лежит получение изображения визирных целей (ВЦ) на матричном приёмнике. Далее, с использованием специальных алгоритмов, выполняется обнаружение и измерение координат ВЦ на изображении, полученном с матричного приёмника. Вторым элементом, необходимым для работы такой системы, является информация о параметрах камеры. Эти параметры могут быть получены как в ходе прямых измерений, так и рассчитаны на этапе калибровки. Также при расчётах могут использоваться некоторые дополнительные сведения о характере взаимного расположения ВЦ в пространстве. После обработки всей перечисленной выше информации система способна однозначно определить пространственные координаты ВЦ.

Сами же принципы проведения измерений можно условно разделить на две большие группы: с использованием метода прямой угловой засечки и с использованием метода обратной угловой засечки.

Метод прямой угловой засечки является одним из старейших способов определения пространственного положения объектов – он не только стал основой таких приборов, как паралоксометр, но и лежит в основе бинокулярного зрения человека. Особенностью систем на базе прямой угловой засечки является использование нескольких (минимум двух) каналов или изображений, полученных с разных ракурсов. Зная взаимное расположение точек, из которых выполняется съёмка, и определив координаты ВЦ на каждом из получаемых изображений, можно однозначно найти пространственные координаты ВЦ.

При использовании метода обратной угловой засечки определяется положение не отдельной ВЦ, а положение системы из нескольких ВЦ (минимум трёх), при этом заранее известно взаимное пространственное расположение этих ВЦ (т.е. известны их координаты в их локальной системе координат). В англоязычной литературе данная проблема получила название «Perspective-n-Point» (или, сокращённо, «PnP») – т.е. определение по N точкам (ВЦ) перспективы (взаимного расположения камеры и контролируемой системы ВЦ). Минимальное число ВЦ, для которого данная задача начинает иметь однозначные решения – это 3 ВЦ, и такой вариант задачи называется, соответственно, РЗР. При этом задача РЗР не всегда имеет однозначное решение (она может иметь до четырёх решений), а её рассмотрению посвящено множество исследований.

Выводы. В данной работе рассмотрены основные принципы измерения пространственного положения объектов по их изображению на матричном приёмнике. Продемонстрирована актуальность таких систем, их высокая точность и широкое распространение в различных областях науки и техники. Также рассмотрены два основных метода, на базе которых строятся такие системы: методы прямой и обратной угловой засечки.

Паншин И.В. (автор)

Подпись

Михеев С.В.. (научный руководитель)

Подпись