

УДК 681.3  
Н. В. Тупик

## ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ

Измерительные системы технического зрения (пассивные) предполагают наличие нескольких датчиков, каждый из которых рассматривает одно и то же пространство сцены с разных точек. По знанию пространственного расположения самих датчиков, их характеристик и положению одноименных точек объекта на изображениях, восстанавливают пространственное положение исходной точки в пространстве сцены. Наиболее известной из таких систем является стереотелевизионная, где, за счёт особого расположения датчиков, изображения одноименных точек лежат в одноименных строках и задача их идентификации сводится к простому смещению фрагмента одного изображения вдоль строки другого.

При произвольном расположении датчиков одноименные точки объекта на разных изображениях располагаются в различных областях и задача их поиска сводится к выявлению эпиполярных линий и последующему сравнению фрагментов изображений вдоль этих линий. Для вычисления эпиполярных линий необходимо знание внутренних характеристик каждого датчика (размеры и ориентация приемной поверхности датчика, характеристики оптической части, взаимное положение приемной поверхности и оптической части датчика и др.) и их расположение относительно выбранной внешней системы координат.

Задачу измерения можно значительно упростить и распространить на произвольное число датчиков с разными характеристиками, если воспользоваться однородными координатами. В этом случае, процесс получения изображения датчиком может быть представлен следующим образом

$$A' = BA$$

где  $A'$  – проекция изображения  $A$  на приемную поверхность датчика;  $B$  – характеристика датчика и его пространственное положение в измерительной системе координат ( $4 \times 4$  коэффициентов). Проекция получается в однородных

координатах и имеет размерность  $4 \times n$ , где  $n$  – число точек изображения  $A$ , подлежащих определению.

В общем случае на приемной поверхности датчика фиксируются только 2 из 4 возможных координат проективного преобразования. Поэтому получить пространственное положение точек объекта по его изображению путем решения обратной задачи не удаётся. При использовании датчиков, фиксирующих три координаты изображения, задача становится разрешимой.

Имея два и более оптико-электронных датчика на основе приведенной зависимости можно составить систему линейных уравнений, в которую будут входить только доступные измерению параметры и восстановить пространственное положение исходной точки объекта по её изображениям. Для идентификации одноименных точек используется поиск вдоль эпиполярных линий на каждом из датчиков.

Эпиполярные линии определяются как след плоскости на приёмной поверхности датчиков, проходящей через центры проективного преобразования каждого датчика и одну из точек изображения.

При использовании однородных координат нет разделения характеристик датчика на внешние и внутренние, как это принято в фотограмметрии, что позволяет сократить количество необходимых при аттестации параметров. Для аттестации датчика используется знание исходного расположения аттестационных точек в измерительной системе координат и их проекций на приемной поверхности датчика. Измерительная система координат может быть связана с самим датчиком, или быть произвольной. Особенностью является то, что вся измерительная информация, поступающая затем от датчиков, будет выдаваться в этой системе координат. Определены требования, предъявляемые к расположению аттестационных точек в поле зрения датчика.

Натурные эксперименты показали правомерность такого подхода для систем технического зрения. Подобные измерительные системы можно назвать оптико-электронными многокурсными (ОЭМИС) и они не накладывают больших ограничений на тип используемых датчиков, их характеристики, количество и расположение, измерительная система координат может быть совмещена с приводным механизмом. Ограничением является то, что при измерениях каждая точка объекта должна попадать в поле зрения не менее чем двух датчиков.