

## МОНОСИСТЕМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ КООРДИНАТ ОБЪЕКТА

Р.К. Хаметов (СПУ им. А.И.Герцена)

*Представлена моносистема трехмерного технического зрения для измерения небольших расстояний, обеспечивающая оперативный дистанционный контроль за фиксированным объемом пространства рабочей зоны манипулятора, определяющая бесконтактным методом пространственное положение и ориентацию обнаруженных объектов.*

Растущая потребность интенсификации производства при выпуске высококачественной продукции обуславливает все более широкое применение робототехники как эффективного средства комплексной автоматизации технологических процессов.

Не вызывает сомнения, что значительно большими возможностями обладают роботы с развитыми сенсорными системами, умеющие "видеть" и самостоятельно принимать решения об изменении программ манипулирования [1]. Так, например, при осуществлении автоматической сборки промышленных конструкций в случае неточной подачи деталей операция, осуществляемая по жесткой программе, не будет выполнена. Вместе с тем применение систем технического зрения (СТЗ) позволит определить параметры положения деталей и проверить необходимые для сборки условия.

Рассмотрим моносистему трехмерного технического зрения с уменьшенной погрешностью измерений, которая должна обеспечить оперативный дистанционный контроль за фиксированным объемом пространства рабочей зоны манипулятора и определять бесконтактным методом пространственное положение и ориентацию обнаруженных объектов.

Моносистема образована одной телекамерой (ТВ), смещаемой вдоль оптической оси на определенное расстояние  $m$  (рисунок). Такая конструкция СТЗ обеспечивает априорную информацию о том, что фрагмент поверхности на ближней к объекту исследованию фотографии полностью содержится в дальней фотографии. Тогда, как показано в [3], информацию о рельефе сцены можно получить путем корреляционного сравнения двух изображений, полученных на разном соосном расстоянии относительно изучаемого объекта.

Использование данного метода характеризуется следующими основными преимуществами:

- возможностью обработки объектов, находящихся в трудных для детального обозрения местах;
- исключением проблемы поиска проекции одной и той же точки на двух смещенных изображениях (метод получения изображения с помощью двух телекамер);
- малым объемом требуемой входной информации;
- простотой конструкции измерительной установки;
- возможностью измерения малых расстояний с высокой точностью;
- низкими энергозатратами.

Отметим, что описанные принципы обработки информации можно использовать и в других системах, например при проверке трубопроводов на наличие повреждений, контроле качества различных двигателей и устройств со сложным внутренним строением и др. [2].

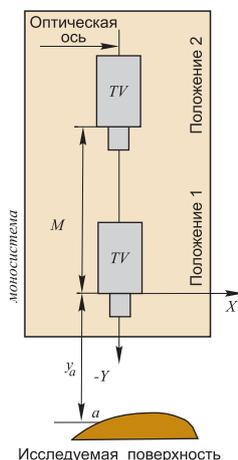
В рассматриваемой задаче моносистема является измерительным устройством. Поэтому разработанные математические и программные средства ориентированы на обеспечение требуемой точности моновосприятия объемной сцены. Эти средства включают программу устранения геометрических нелинейных искажений, присутствующих в изображениях, программу калибровки.

В основу программы калибровки положено математическое обеспечение [4], входными данными которого являются координаты трех точек рабочего пространства и координаты их проекций на плоскость изображения камеры. Далее определяются компоненты матрицы прямого перспективного преобразования [Т], связывающей абсолютную систему координат и систему координат камеры.

Для коррекции нелинейных искажений вводится изображение корректировочной сетки, составленной из белых квадратов, равномерно расположенных на контрастирующем фоне. Программа вычисляет поправочные коэффициенты для исходного изображения так, чтобы минимизировать остаточную погрешность между координатами узлов изображений формируемой и эталонной калибровочных сеток. В результате работы программы эта погрешность на скорректированных изображениях не превышает величины шага цифрового раstra.

Разрабатываемый алгоритм моновосприятия реализует подход, основанный на сравнении рисунков или их фрагментов на дальней и ближней фотографиях. Для этого необходимо определить масштабный коэффициент  $k$ , при котором достигается наибольшее соответствие между ближней фотографией и ее фрагментом в дальней фотографии. Поиск масштаба состоит в последовательном пропорциональном уменьшении размеров ближней фотографии и сравнении ее с подмножеством такого же размера в дальней фотографии.

Для более надежной идентификации исследовались локально стабильные элементы обеих фотографий — контуры, границы разных цветовых фрагментов. Сначала изображения фильтровались по методу выбора



среднего из трех или пяти пикселей, затем к фильтрованным изображениям применялся фильтр Лапласа – Гаусса.

Тогда пространственные координаты точки  $a$  в системе координат датчика можно определить из следующих выражений:

$$x_a = \frac{x \cdot y_a}{f}, \quad z_a = \frac{z \cdot y_a}{f}, \quad y_a = \frac{m}{k-1}, \quad (1)$$

где  $(x, y)$  – координаты точки  $a$  на ближнем изображении;  $f$  – фокусное расстояние линзы;  $m$  – смещение камеры вдоль оптической оси;  $k$  – масштабный коэффициент.

В качестве объектов исследования использовались параллелепипед, куб и призма. Размерность полученных изображений составляла 640×480 элементов при квантовании яркости каждого элемента в диапазоне 0...255 градаций. Предварительные эксперименты показали, что с помощью данной системы можно измерять очень малые расстояния (до единиц сантиметров). Так, удалось построить дальностное изображение объекта, находящегося на расстоянии 0,03 м (для сравнения, при использовании лазерного датчика серии S50 нижняя граница рабочего диапазона составляет 0,05 м, а при использовании сканера

*Хаметов Руслан Касымович – аспирант С.-Петербургского университета им. А.И.Герцена.*

*Контактный телефон (813) 62-21-636. E-mail: ruslan-hametov@yandex.ru*

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

### ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ГАЗОПЕРЕКАЧИВАЮЩИХ АГРЕГАТОВ

#### НА ОСНОВЕ ДАННЫХ ОТ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩЕЙ СИСТЕМЫ

**В.Ю. Семикин (ЗАО "РТСофт")**

Сформулирована задача сбора и обработки информации об эффективности энергопотребления газоперекачивающих агрегатов (ГПА) газотранспортного предприятия (ГТП). Для решения поставленной задачи предлагается использовать инструментальный комплекс (ИК) оценивания достоверных характеристик нагнетателей ГПА (ИК «Нагнетатель»), включающий подсистему сбора информации о рабочих характеристиках ГПА. Кратко представлены методики оценки рабочих характеристик нагнетателей и обнаружения зоны их устойчивого функционирования.

Экономика должна быть экономной – это неоспоримое желание всех, кто сталкивается с проблемами рационального использования ресурсов и, в первую очередь, энергоресурсов. Не стоит в стороне от этих вопросов и любое ГТП, где энергоресурсы нужны для транспортировки газа. В структуре ГТП функционирует отдел, специально занимающийся вопросами экономного использования энергоресурсов, потребляемых для нужд транспорта газа. Всякий раз при формировании отчета энергопотребления сотрудники решают задачу сбора, обработки, оценки достоверности исходной информации. Собственно достоверность информации не вызывает сомнения. Но требования к достоверности информации формулируются в соответствии с технической и методической базой их получения.

Традиционная методическая база весьма разнородна. Это положение исторически сложилось за время существования ГТП. Система оценки характеристик на-

Minolta VIVID – лишь 0,6 м). При исследовании объектов на дальности до 50 см и величине смещения датчика 20...40 мм оценка предельно допустимой погрешности определения продольной и поперечной координат составила 0,4 мм, а для координаты удаленности – 2,5 мм соответственно.

Основной недостаток предложенного метода – относительная вычислительная трудоемкость, и как следствие, большие временные затраты.

#### Список литературы

1. Ерош И.Л., Игнатъев М.Б., Москалев Э.С. Адаптивные робототехнические системы. Л.:ЛИАП, 1985.
2. Ерош И.Л. Построение объемных моделей сенсорными системами роботов. Экстремальная робототехника. СПб.: Изд-во СПбГТУ. 2002. Вып. XII.
3. Ерош И.Л., Золотарь А.В., Небылов А.В. Реконструкция реальной поверхности с использованием корреляционного соответствия плоских изображений // Экстремальная робототехника. СПб.: Изд-во СПбГТУ, 2000. Вып. X.
4. Зенкевич С.Л., Назарова А.В. Калибровка визуального сенсора в робототехнической системе // Проблемы машиностроения и автоматизации. М. 1986. Вып. 11.

гнетателей ведется на основании справочников, графиков на бумажных носителях и заводских характеристик. Получается, что в разных подразделениях измерения трактуются и обрабатываются по-разному. После такой процедуры сведения передаются в центр для их обобщения и проверки, где процесс расчета показателей энергоэффективности повторяется, и после настройки и согласований результаты расчетов совпадают.

В условиях децентрализованного сбора и обработки исходной информации изложенный подход работает и удовлетворяет требованиям практики. Но сегодня в ООО "Тюментрансгаз" появилась возможность централизованного получения параметров от первоисточников (с ГПА и их нагнетателей) за счет внедрения информационно-управляющей системы (ИУС). Теперь предстоит решить новый комплекс задач, связанных с обобщением методик расчета показателей энергопотребления, получить достоверные сведения о характеристиках нагнетателей. Учитывая огромный