

Закключение. В связи с разработкой автоматизированной системы учета кадрового состава заметно снижается риск от несанкционированного доступа, время на поиск необходимых документов, а также уменьшается вероятность дублирования и потери данных.

Список цитируемых источников

1. Маслов, Е. В. Слаженное управление персоналом предприятия / Е. В. Маслов. — Новосибирск : ИНФРА-М, 2000. — 312 с.

УДК 004.93

Д. И. Сандруцкий

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

БИНОКУЛЯРНАЯ СТЕРЕОРЕКОНСТРУКЦИЯ ОБЪЕКТА В КОМПЬЮТЕРНОМ ЗРЕНИИ

Введение. Распознавание объектов в пространстве — привычная и естественная возможность для человека. Однако для компьютера пока это нетривиальная, если не сказать чрезвычайно сложная, задача.

Человек обучается распознавать объекты постепенно. Он начинает осознавать, как меняется форма объекта в зависимости от его положения и освещения, и в дальнейшем при распознавании объектов ориентируется на предыдущий опыт. За всю жизнь накапливается огромное количество информации, процесс обучения не останавливается ни на секунду. Для человека не представляет особой сложности по плоской картинке восстановить перспективу и представить себе, как бы все это выглядело в трех измерениях. Компьютеру все это дается гораздо сложнее.

Основная часть. Как можно видеть предметы «в глубину»? Самый понятный на первых взгляд метод (но не единственно возможный) — это метод бинокулярного стереовидения. Он подразумевает использование для оценки глубины смещения изображений, полученных левым и правым глазами. Точки поверхности предмета дают изображения, относительное положение которых зависит от расстояния до точки наблюдения.

Стереопара — пара плоских изображений одного и того же объекта, имеющая различия между изображениями, призванные создать эффект объёма [1]. Данный эффект возникает в силу различного параллакса точек поверхности объекта при просмотре с разных ракурсов.

Задачу реконструкции объёмной модели объекта можно разбить на следующие этапы: 1) получение снимков объекта (стереопары); 2) ректификация стереопары; 3) поиск сопряжённых точек и сопоставление изображений; 4) получение карты глубины объекта.

При получении снимков одним из важнейших факторов является взаимное расположение камер и их калибровка.

Представим схемы двух основных методов получения стереопары — параллельный и направленный (рисунок 1). При параллельном способе направление оптической оси объектива не меняется, однако полученным способом фотографировать требуется компенсационный сдвиг — смещение изображений для достижения нулевого параллакса на одном из объективов [2]. Для данного метода характерна простота реализации, что приводит к его частому использованию, однако стоит учесть, что в данном случае параллакс наблюдается только для переднего плана.

Направленный метод требует поворота камеры, однако изображениям необходима минимальная дополнительная обработка.

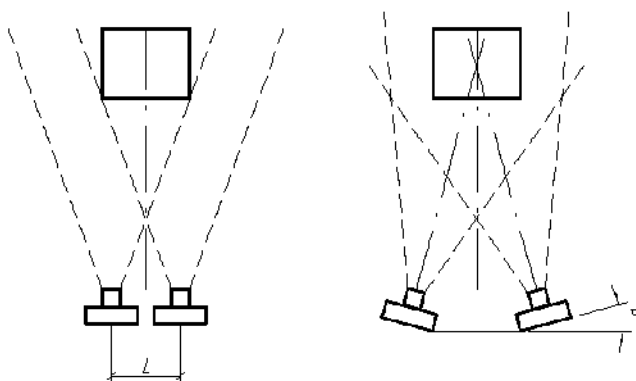


Рисунок 1 — Параллельная и направленная схемы расположения камер

При установке также стоит учитывать стереобазис (L) — расстояние между точками съёма левого и правого кадра. При слишком малом стереобазисе существенно снизится точность, при слишком большом — усложнится проблема поиска соответствий.

После получения пары стереоснимков они должны быть пересчитаны в единую систему координат с приведением изображения к эпиполярной стереопаре.

Сущность приведения к эпиполярной стереопаре заключается в следующем. Если предположить, что две камеры жёстко связаны между собой так, что их оптические оси параллельны и отстоят друг от друга на некоторое фиксированное расстояние, то восстановление сцены не составляет труда. Однако в реальности две камеры, с помощью которых получают стереопару, нельзя выставить идеальным образом. В самом деле, две камеры необходимо располагать таким образом, чтобы в их поле зрения попадали одни и те же элементы сцены, и оптические оси камер сходились друг к другу в области расположения элементов сцены [3].

В процессе стереорекострукции для эффективного восстановления и приведения стереопары к эпиполярной изображения стереопар модифицируют таким образом, что для некоторой системы координат эпиполярные линии становятся параллельны одной из ее осей, диспаратность проявляется только вдоль этой оси.

Покажем взаимно однозначное соответствие между эпиполярными линиями на двух изображениях (рисунок 2).

Рассмотрим расположение камер относительно объекта (рисунок 3).

C_1 и C_2 — это центры камер; IP_1 и IP_2 — плоскости изображения; P — наблюдаемая точка поверхности объекта; P_1 и P_2 — перспективные проекции точки P на плоскости IP_1 и IP_2 соответственно; v_1 и v_2 — смещение точек P_1 и P_2 относительно центра первой (второй) камеры C_1 (C_2); b — стереобаза; f — фокусное расстояние камеры.

Для того чтобы найти D , т. е. расстояние до точки в реальном мире, необходимо вычислить диспаратность для точки P , равную разнице между v_1 и v_2 . Также диспаратность можно представить в виде смещения в пикселях точки P_2 относительно точки P_1 .

Расстояние до точки P можно выразить формулой:

$$\frac{b-d}{D-f} = \frac{b}{D} \rightarrow D = \frac{fb}{d},$$

где d — значение диспаратности.

Поскольку фокусное расстояние и расстояние между камерами остаются постоянными для всех точек на фотографии, то диспаратность можно использовать как относительную глубину точек. Зная диспаратность в каждой точке, мы можем построить карту диспаратности или карту глубины.

Расстояние до объекта обратно пропорционально диспаратности, причем расстояние до близких объектов можно измерить точнее, чем до удаленных. Заметим также, что диспаратность пропорциональна расстоянию между центрами линз b . Поэтому при фиксированной погрешности измерения диспаратности точность определения глубины будет возрастать с увеличением базы.

Ключевая проблема стереорекострукции — определение сопряженных точек. Проблема установления соответствия состоит в идентификации характерных фрагментов на двух изображениях, являющихся проекциями одного и того же фрагмента трехмерного мира. При некоторых положениях камеры точка поверхности объекта может оказаться за пределами изображения, однако если она видна на обоих изображениях, то обе эти точки должны лежать на соответствующих эпиполярных линиях.

Как можно отождествить точки? В одном из подходов предлагают анализировать изображения порознь, выделяя на них характерные особенности. Ими могут быть либо объекты, подлежащие идентификации, либо особые области полутонового изображения, которые мы можем с уверенностью узнать. Удобной для этой цели особенностью являются края. Можно выделить также «углы», где график функции яркости обладает ненулевой гауссовой кривизной [3].

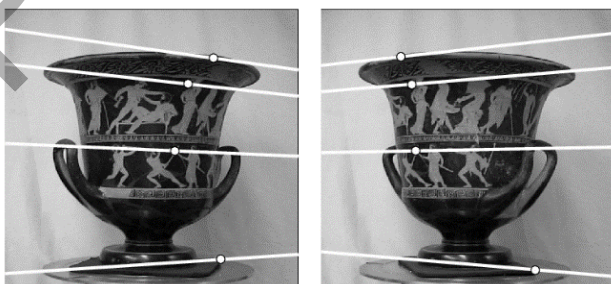


Рисунок 2 — Взаимно однозначное соответствие между эпиполярными линиями на двух изображениях

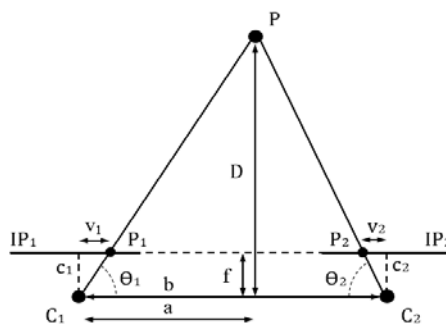


Рисунок 3 — Расположение камер относительно объекта

В некоторых случаях для ускорения работы системы нет возможности определения большого количества сопряженных точек. В результате полученная карта глубины может оказаться недостаточно детализированной. В этом случае для расчета диспаратности в промежуточных точках необходимо использовать интерполяцию.

После получения карты глубины необходимо отделить объекты друг от друга и от фона. Для этого изображение представляется как планарный невзвешенный граф, где пиксели — вершины графа, при этом смежными являются вершины, разность значений между которыми не превышает определённого порога, который при желании можно задавать программно.

Заключение. Стереорекострукция играет большую роль в системах оптического распознавания. Большое распространение она получила в сферах архитектурно-строительного проектирования, археологии, создания модулей беспилотного управления и т. п. Объёмное представление объекта дает компьютеру большую информацию об окружающей его сцене, что позволяет на более высоком уровне производить оценку прилегающего пространства.

Исследовательская деятельность, проведенная в данной статье, будет использована при проектировании модуля системы идентификации и (или) верификации пользователей на основе виртуального 3D-слепок лица, полученного в результате обработки и анализа стереопар.

Список цитируемых источников

1. Назаров, А. С. Фотограмметрия : учеб. пособие для студентов вузов / А. С. Назаров. — Минск : ТетраСистемс, 2006. — 368 с.
2. Гимельфарб, Г. Л. Симметричный подход к задаче автоматических стереоскопических измерений в фотометрии / Г. Л. Гимельфарб // Кибернетика. — 1979. — № 2. — С. 73—82.
3. Гимельфарб, Г. Л. Автоматическое отождествление идентичных точек стереоснимков с учетом неравномерных фотометрических искажений / Г. Л. Гимельфарб, В. Б. Марченко, В. И. Рыбак // Кибернетика. — 1976. — № 4. — С. 107—112.

УДК 004.922

М. Ю. Сеч, А. И. Калько

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

МОДЕЛИ РЕАЛИЗАЦИИ НАВИГАЦИИ ВНУТРИ ПОМЕЩЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ АНАЛИЗА БЕСПРОВОДНЫХ ИСТОЧНИКОВ ДАННЫХ

Введение. В настоящее время системы навигации все чаще используются для навигации внутри помещений, в том числе для навигации внутри больших торговых комплексов, в складских помещениях или различных системах «умный дом», в которых системы отопления, освещения, кондиционирования могут централизованно управляться в автоматическом режиме.

Основная часть. Определение взаимного расположения источников информации играет значимую роль и в робототехнике, и в космической отрасли, где важно получать актуальную информацию об источнике сигнала удаленно. Существует несколько направлений решения этой задачи: использование GPS-датчика на устройствах, определение местоположения относительно вышек сотовой сети (A-GPS), использование Bluetooth LE и Wi-Fi. Несмотря на то, что в настоящее время почти каждое современное устройство оснащено приемником GPS, существует множество уже готовых решений по его использованию, имеется ряд нерешенных проблем.

Основной задачей является создание такой модели, которая бы с некоторой точностью позволяла определять местоположение пользователя в данный момент времени. Существующие подходы основываются на двух вычислительных моделях [1].

Измерение силы сигнала (RSSI) от источника. Проблема состоит в том, что точность замеров RSSI сигнала весьма невысока. Для увеличения точности необходимо разработать дополнительные алгоритмы уточнения:

- 1) использование шаблонов (Fingerprints). Это экспериментально полученные зависимости силы сигнала от расстояния;
- 2) использование алгоритмов на графах. Это позволит не только использовать в дальнейшем алгоритмы нахождения путей, но и существенно уменьшить ошибки, возникающие при использовании первых двух моделей.

Искусственная нейронная сеть (далее — ИНС). Использование ИНС для запоминания конфигураций помещений и последующее распознавание помещений по видимым в них сигналам.

Второй моделью построения навигации является использование ИНС, которые представляют собой математические модели и их аппаратно-программные реализации, которые основаны на принципе организации функционирования биологических нейронных сетей нервных клеток живых организмов. С точки