

УДК 681.58:519.7

А.В.Нестеров

## АНАЛИЗ МЕТОДОВ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ В СИСТЕМАХ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ И ОБЗОР ОБЛАСТЕЙ ПРИМЕНЕНИЯ ДАННЫХ СИСТЕМ

Описана типовая структура систем компьютерного зрения. Выделены основные методы обработки информации в таких системах. Рассмотрено деление методов по уровням сложности подходов и задач. Приведены типовые примеры применения методов. Осуществлен обзор текущих направлений применения систем компьютерного зрения. Особо выделена интеграция элементов компьютерного зрения в области информационных технологий.  
**Ключевые слова:** компьютер, зрение, информация, образ, распознавание, алгоритм, метод.

Цель данной работы – рассмотреть различные методы, используемые для цифровой обработки изображений в современных системах компьютерного зрения, выделить области применения таких систем, а также показать новые пути и тенденции их развития.

Стремление расширить область применения цифровых вычислительных машин существует со времени их появления. В известной мере это связано с требованиями практики, с поиском наиболее эффективных способов деятельности. Отчасти это вызвано также вполне понятным стремлением придать машинам новые, ранее недоступные им функции. Именно эти две причины стали основой для появления раздела науки об искусственном интеллекте, который получил название машинного или компьютерного зрения (computer vision) [1].

Компьютерное зрение основывается на представлении о физическом процессе формирования изображения, получении простых выводов на основе изучения набора пикселей, умении суммировать информацию, полученную из множества изображений, упорядочении групп пикселей с целью получения информации о форме и распознавании объектов с помощью геометрической информации или с помощью вероятностных методов [2].

Технически такие системы состоят из устройства фиксации изображения (камера, сканер, картинка в памяти компьютера), устройства ввода изображения (если необходимо) и компьютера со специализированным программным обеспечением. Первые две компоненты предназначены для решения задач технического зрения.

А последнее (программное обеспечение) является главной компонентой машинного (компьютерного) зрения и выполняет основную задачу обработки цифровой информации.

Выбор метода обработки изображения, полученного техническими средствами, определяется исходя из характера данного изображения, вида объектов на нём и необходимых задач. Существует множество таких методов. Все их можно условно разбить на общие методы распознавания и обработки изображения и методы среднего и высокого уровня компьютерного зрения.

Общие методы распознавания изображения можно разбить на методы, применимые к одному или нескольким изображениям.

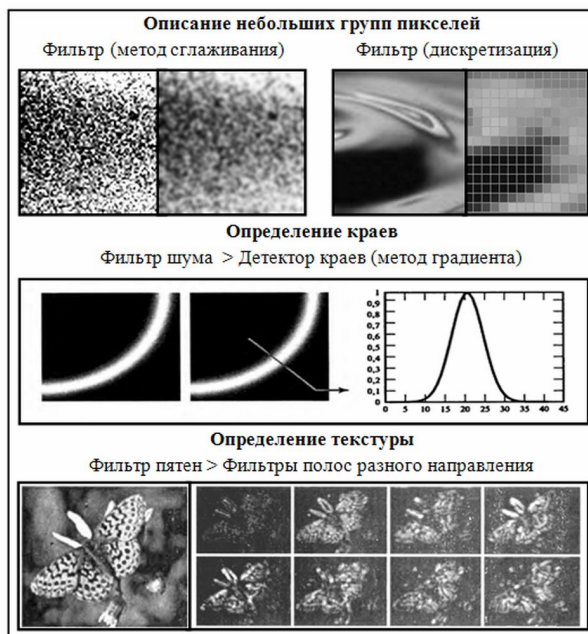


Рисунок 1 – Методы (общие) обработки одиночных изображений

При обработке одиночных изображений появляются три основные задачи:

- 1) описание небольших групп пикселей;
- 2) определение краёв;
- 3) определение текстуры.

1. Для описания небольших групп пикселей используют различные линейные фильтры: сглаживание и дискретизацию. При сглаживании формируется размытое пятно, в котором каждый пиксель заменяется средним значением своих соседей. Конечным результатом становится модель с уменьшенным количеством случайных не несущих информацию пикселей. При дискретизации происходит переход от непрерывной функции (например, плотности потока излучения на задней стенке камеры) к набору её дискретных значений (рис.1).

2. Края (краевые точки) - это точки, в которых происходит наибольшее изменение яркости. Краевые точки обычно связаны с границами объекта или с другими его значащими элементами. Для определения краёв используют фильтры (позволяют частично устранить влияние шума) и детекторы краёв. Наиболее часто применяемым на практике является метод градиента. При данном методе ищется набор точек, в котором градиент яркости максимален (рис.1).

3. Текстурой является совокупность упорядоченных однотипных узоров (наборов пикселей). Для обработки текстуры применяют фильтры пятен (обнаружение узоров), а затем фильтр полос разного направления (рис.1). Полученная отфильтрованная информация обрабатывается статистическими методами.

Задача обработки нескольких изображений появляются при необходимости получения сведения о глубине изображения. Для получения данной информации используется две или три проекции объекта (достигается съёмкой несколькими камерами). Обработка заключается в совмещении деталей, наблюдаемых этими камерами, и восстановлении их трёхмерного прообраза (рис.2).

Наиболее сложным из этих двух действий является совмещение, т.к. любая сцена состоит из сотен тысяч пикселей, а количество характерных деталей (например, углов) может достигать десятков тысяч. От правильного совмещения зависит минимализация ошибки в оценке глубины изображения. Для совмещения применяют метод корреляции после предварительной очистки изображения. Соответствие ищется путём сравнения яркости в окрестности потенциально соответствующих точек различных изображений (наибольший эффект даёт сравнение краевых точек изображений).

При использовании трёх камер и построении трёхмерного изображения на основе информации, полученной от них, чаще всего

третье изображение используется для проверки и коррекции результата обработки изображений первых двух.



Рисунок 2 – Метод (общий) обработки нескольких изображений

Компьютерное зрение – особая задача логического вывода, так как изначально имеется большое количество информации, и сразу нельзя сказать, какая часть её необходима. Для решения данной задачи применяются методы среднего уровня компьютерного зрения - методы сегментации. Основой таких методов является представление о том, что любое изображение можно разбить на конечное число сегментов – участков, имеющих какие-либо характеристики. Затем можно произвести анализ полученных результатов, отбросить лишнюю информацию и уже на основе обобщённой модели сделать окончательные выводы.

Методы сегментации применяются для поиска деталей машинной обработки (поиск краёв и связь с ними линий и окружностей), поиска людей (поиск сегментов тела по признакам и объединение их в единое целое), поиска зданий (набор многогранных областей на фоне), поиска в коллекции изображений (разбитие изображения на участки когерентной структуры), обработки видеоряда (выделение изменения изображения и обработка его с учётом относительной неизменности фона (рис.3)).



Рисунок 3 – Метод (среднего уровня) обработки изображения

При использовании системы компьютерного зрения для решения более сложных задач часто возникает необходимость установить соответствие между элементом изображения и

элементом конкретного объекта. В этом случае чаще всего применяются методы верхнего уровня компьютерного зрения. В частности, таковыми являются геометрические методы. В основе этих методов лежит схема “гипотеза-проверка” [2].

Делается предположение о соответствии между набором характерных элементов изображения и набором характерных элементов объекта. Эта информация используется для построения гипотезы о проектировании из системы координат, связанной с объектом, в систему координат, связанную с изображением. Данная гипотеза используется для визуализации объекта (так называемое восстановление сцены по проекциям)[2].

Далее сравнивается визуализированное изображение с реальным изображением исследуемого объекта (рис.4).



Рисунок 4 – Метод (верхнего уровня) обработки изображения

К методам верхнего уровня относятся также вероятностные методы и методы логического вывода. Данные методы отлично зарекомендовали себя в области поиска лиц на изображениях.

В число таких методов входят: поиск шаблонов (например, овал, три темные полосы и одна светлая - лицо) с помощью классификаторов (набора образцов), распознавание через связь с объектами (в этом случае вместо поиска по фиксированному шаблону лица можно искать глаза, рот и нос с приемлемым взаимным расположением). Развитием предыдущих методов является метод геометрических шаблонов через пространственные связи (сложные объекты разбиваются на части, имеющие простую структуру, которые распознаются вышеописанными методами, а затем связываются в единое целое) [2].

Успех в области проработки данных методов позволил разработать фотоаппараты с функцией распознавания лиц и автоматической фокусировкой на них.

Это лишь один из примеров внедрения технологии компьютерного зрения.

Компьютерное зрение также нашло своё применение в промышленности (классифика-

ция дефектов, измерение размеров) и в электронике (анализ поверхностного монтажа элементов).

Особо следует выделить перспективы применения компьютерного зрения в сфере информационных технологий. Речь идёт о возможности создания полноценного интерфейса человек-машина нового “визуального” уровня [3]. Уже в конце 2001 года подразделение Intel Software объявило о завершении разработки и о публикации новой версии библиотеки исходных текстов программ Open Source Computer Vision Library (OpenCV 2.1) [4]. В данную библиотеку, написанную на языке Си под ОС Windows и Linux, входит свыше 500 функций, обеспечивающих компьютеру восприятие глубины пространства.

И, несомненно, элементы машинного зрения найдут своё применение в перспективных Internet-технологиях поискового сервиса (допускающих использование ключевой визуальной информации). В настоящее время поиск в Интернете эффективен только в отношении текстовой информации [5]. Европейский научно-исследовательский центр компании Xerox разработал систему распознавания цифровых изображений типовых объектов по определенным категориям. Система анализирует ключевые патчи и сопоставляет их с другими областями изображения [5].

Таким образом, исходя из наметившихся тенденций, можно утверждать, что уже в ближайшее время элементы систем компьютерного зрения будут все чаще встречаться в нашей повседневной жизни. Методы и алгоритмы обработки цифровой информации в данных системах претерпят дальнейшие модификации и улучшения, связанные с усложнением задач распознавания.

#### Библиографический список

1. Дуда Р., Харт П. Распознавание образов и анализ сцен.: пер. с англ. - М.: Мир, 1976. 502 с.
2. Форсайт А. Д., Понс Ж. Компьютерное зрение. Современный подход.: пер. с англ. - М.: ИД «Вильямс», 2004. 928 с.
3. PC Week/RE. - М.: Издательство “СК Пресс”, 22'2000.
4. Домашний компьютер. – М.: Издательство “Компьютерра”, 2'2004.
5. Computerworld. - М.: Издательство “Открытые системы”, 45'2004.