

Содержание



▼ Урок 1

Компьютерное зрение. Введение	5
A. Компьютерное зрение пришло в школу	5
B. Задачи машинного зрения	6
C. Модульная парадигма Д. Марра обработки изображений.....	7
D. Предисловие	8

▼ Урок 2

Регистрация цветного изображения с USB-камеры	10
E. Доступные для программирования камеры	10
F. Захват изображения.....	11
G. Отображение изображения на лицевой панели	15
H. Запись и чтение изображения из файла	17
I. Оцениваем время захвата изображения	18

▼ Урок 3

Обработка цветных изображений.....	21
J. Цветные изображения. Цветовая модель RGB.....	21
K. Распознавание цвета пикселя RGB-изображения	23
L. Программа автоматического распознавания цвета пикселя RGB-изображения	26
M. Распознавание цвета пикселя HSL-изображения	27

▼ Урок 4

Обработка изображений градаций серого и бинарных изображений.....	32
N. Изображения в градациях серого.....	32
O. Бинаризация изображений	34
P. Выделение объекта на бинарном изображении.....	36

▼ Урок 5

Распознавание объектов на сцене	39
Q. Распознавание кругов на сцене	39
R. Создание шаблонов для распознавания объектов	41
S. Поиск на сцене объекта по заданному шаблону	44

▼ Урок 6

Гистограммная обработка изображений	47
T. Гистограмма. Построение гистограмм	47
U. Адаптивное линейное преобразование	50
V. Эквиализация изображения	53
W. Гистограммная обработка цветного изображения	55

▼ Урок 7

Обработка QR-кодов	58
X. QR-код. Типы QR-кодов	58
Y. Распознавание QR-кодов	59

▼ Урок 8

Наши проекты	63
A. Автономный мобильный сельскохозяйственный робот с машинным зрением для точечного уничтожения вредителей на сельскохозяйственных полях	64
B. Робот с машинным зрением для сортировки металлических объектов	68
C. BiosVox автоматизированная система для проведения экспериментов с растениями	70
D. Программно-аппаратный комплекс с машинным зрением «Антитеррор» для автоматического слежения за объектом	73
E. Программно-аппаратный комплекс с машинным зрением для автоматического слежения за объектом	75
F. Автоматическая кормушка с машинным зрением для домашних животных	76
G. Система с распределенным интеллектом, использующая машинное зрение, для транспортировки мусора в современном городе	79
H. Робот-казначей с машинным зрением	84
Список литературы	87

Компьютерное зрение. Введение

УРОК

1

В этом уроке изложены вопросы:

- A. Компьютерное зрение пришло в школу*
- B. Задачи машинного зрения*
- C. Модульная парадигма*
- D. Марра обработки изображений*
- D. Предисловие*

A. Компьютерное зрение пришло в школу

Компьютерное зрение стало популярным еще в 1960-х годах, но сейчас оно находится в особой точке своего развития. Компьютерное зрение пришло в школу. Сейчас появилась возможность создания полезных программ обработки изображений для проведения исследований в школе.

Реализация компьютерного зрения столь привлекательна для исследователей по той причине, что аппаратные возможности в данной области достигли такого уровня, что они уже во многом приближаются к «техническим характеристикам» зрения человека. Разрешение многих сенсоров для получения видеоинформации практически соответствует числу клеток сетчатки глаза человека, а возможности компьютеров и специальных процессоров близки к характеристикам «вычислительных мощностей» мозга. Процесс снятия изображения неdestructивен, достаточно прост и недорог на сегодняшний момент. И становится уже реально в школе не визуально, «на глазок» оценивать развитие исследуемого процесса, а дать более точную его оценку по цифровым изображениям.

У информационного содержания цифрового изображения нет какой-либо «причинной» или динамической модели формирования, оно не подвластно только каким-либо общим физическим законам и сложным математическим уравнениям. Оно представляет из себя бесконечное разнообразие яркостно-геометрических структур [1]. И на первый взгляд может показаться, что обработка таких «несложных объектов» не требует особых знаний и умений. Следует учесть, что компьютерное зрение – это пограничная область знаний. Для извлечения полезной информации надо уметь применять статистические методы, использовать модели, построенные с помощью геометрии, физики и теории обучения. В этой области знаний нет непрекаемых авторитетов, на которые можно сослаться, многие полезные идеи не имеют под собой теоретической основы, а некоторые теории бесполезны

на практике [2]. Пока нет единого математического формализма и единой общепризнанной методики разработки алгоритмов анализа изображений. Переживая период бурного роста, наука об обработке изображений все еще находится на одной из начальных стадий своего развития. Разработка и использование моделей, пригодных для эффективного решения задачи обнаружения соответствующих объектов на изображении, в значительной степени остается на грани науки и искусства и зачастую основывается на многолетнем опыте исследований частных задач [1].

Приведем предложенную в [1] классификацию понятий «зрение роботов» (robot vision), «компьютерное зрение» (computer vision), «обработка изображений» (image processing), «понимание изображений» (image understanding).

Компьютерное зрение представляет собой научную дисциплину, изучающую теорию и базовые алгоритмы анализа изображений и сцен.

Машинное зрение следует рассматривать как более комплексную и технологическую область научных и инженерных знаний, охватывающую все проблемы разработки практических систем: выбор схем освещения исследуемой сцены, выбор характеристик датчиков, их количества и геометрии расположения, вопросы калибровки и ориентирования, выбор или разработка оборудования для оцифровки и процессорной обработки, разработка собственно алгоритмов и их компьютерная реализация – то есть весь круг сопутствующих задач.

Зрение роботов предлагаем трактовать как более узкую область технологий машинного зрения, а именно ту их часть, которая обеспечивает функционирование систем машинного зрения в условиях жестких временных ограничений. К этому понятию, безусловно, относятся проблемы разработки основанных на изображениях информационных систем, входящих в состав систем управления сложными динамическими объектами (самолет, автомобиль, системы контроля технических и технологических процессов на производстве), так как необходимость формирования обратных связей по результатам обработки входных изображений в системах управления, очевидно, требует их быстрого анализа в режиме реального времени.

В. Задачи машинного зрения

Машинное зрение имеет огромное число потенциальных областей применения, таких как промышленная инспекция и контроль качества, робототехника, навигация и транспортировка, дистанционное зондирование, медицина и биомеханика, инженерный труд, автоматизация проектирования, новые технологии обработки документов, биометрия и множество других. Мы будем использовать его для организации зрительной обратной связи

при работе управляемых устройств, манипуляторов или мобильных роботов в изменчивой среде.

Основные задачи машинного зрения могут быть сформулированы следующим образом:

- 1) обнаружение объектов и изменений в сцене наблюдения;
- 2) описание сцены и идентификация объектов;
- 3) слежение за объектами;
- 4) калибровка сенсоров, самоориентация и самопозиционирование;
- 5) реконструкция поверхностей и обнаружение трехмерных структур;
- 6) высокоточные измерения элементов сцены;
- 7) организация зрительной обратной связи при работе управляемых устройств, манипуляторов или мобильных роботов в изменчивой среде.

В данной книге мы рассмотрим только первую задачу. Но и даже ее решение позволит нам реализовать многие интересные проекты.



С. Модульная парадигма Д. Марра обработки изображений

В алгоритмическом аспекте последовательность действий по обработке изображения принято рассматривать в согласии с так называемой модульной парадигмой, информационной теорией зрения Дэвида Марра (он работал в Лаборатории искусственного интеллекта Массачусетского технологического института, США), получившей в настоящее время широкую известность [3]. Суть теории Д. Марра состоит в том, что в основе зрительного восприятия лежат процессы сбора, представления, обработки и рас-

познавания информации, отражающей свойства наблюдаемого человеком реального мира. Зрение – это процесс определения по изображениям, что именно присутствует в окружающем мире и где именно оно находится, т. е. зрение сводится к решению задач обработки информации. Обработка изображений должна опираться на несколько последовательных уровней: от представления объектов (растровое изображение, неструктурированная информация) к их символическому представлению (данные в структурированной форме). Исходя из этого, в области машинного зрения принято выделять следующие основные этапы обработки данных:

- предобработка изображений;
- сегментация;
- выделение геометрической структуры;
- определение относительной структуры и семантики.

Мы будем применять модульную парадигму Д. Марра в обработке изображений.

Традиционный термин «обработка изображений» чаще употребляется в последние годы для обозначения обработки нижнего уровня, когда результатом обработки изображения снова является изображение. В то же время термин «понимание изображений» употребляется для обработки верхнего уровня, часто в контексте применения методов искусственного интеллекта. Методы обработки высокого уровня, относящиеся собственно к «пониманию изображений», по-прежнему представляют собой «вызов» для сообщества исследователей в области компьютерного зрения и искусственного интеллекта. Безусловно, перспектива создания будущих поколений «интеллектуальных машин» в основном зависит от дальнейшей разработки именно этого круга алгоритмов.

Сегодня теории обработки изображений во многом превратились в технологии, мы гораздо более скромно говорим о технической дисциплине под названием «машинное зрение». Это не означает, что в области обработки и анализа изображений не осталось открытых проблем, их огромное количество. Но признаком несомненной зрелости прикладной науки является то, что теперь эти вопросы всегда ставятся в практической плоскости, с учетом обязательных и близких перспектив технического внедрения.

D. Предисловие

В данной книге описан один из понятных и самых простых путей обработки изображений. Этот путь может освоить любой из школьников. Рассматривается подробно процесс захвата и обработки изображений в соответствии с модульной парадигмой Д. Марра. Учитель сможет найти в книге уроки с подробным описанием обработки изображений в инженерной графической среде программирования LabVIEW. Подробного описания ос-

нов программирования в LabVIEW в этой книге нет. Тем, кто незнаком с программированием в этой среде, рекомендую прочитать книгу «Узнайте, как программировать на LabVIEW». В ней уроки для 5–6-го классов, все предельно лаконично и понятно.

В этой книге, как обычно в наших работах, подробно приведены пути поиска пиктограмм функций и схемы итоговых программ. У вас все получится! Не сомневайтесь. В разделе **Наши разработки** приведены темы и краткие описания проектов, которые выполнены в школе с ребятами 5–11-х классов.



На сайте dmc.rf скачайте демоверсию библиотеки средств обработки и анализа изображений IMAQ Vision блока **Vision and Motion** в среде LabVIEW.

Особую благодарность выражаю Михееву Павлу Михайловичу.

Михеев П. М., кандидат физико-математических наук, был доцентом физического факультета МГУ имени М. В. Ломоносова, организатором и руководителем одного из старейших и лучших академических центров National Instruments в России, в настоящее время – «Центр измерительных технологий и промышленной автоматизации» на базе Лазерного центра МГУ. Именно он открыл для меня около 10 лет назад интересный, сложный и такой, с помощью LabVIEW, простой в работе мир цифровой обработки изображений [4].

А теперь попробуйте и вы. И у вас все обязательно получится.