

УДК 681.786

## ОСОБЕННОСТЬ ПОСТРОЕНИЯ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ СЕПАРАЦИИ ФРУКТОВ СЛОЖНОЙ ФОРМЫ

Динь Ба Минь (Университет ИТМО)

Научный руководитель – д.т.н., профессор Коротаев В.В.

(Университет ИТМО)

**Аннотация** Рассмотрены особенности построения существующих опτικο-электронных систем для сепарации фруктов. Показано, что признаки качества фруктов и овощей сложной формы коррелированы с совокупностью параметров формы, размера, текстуры поверхности и цвета плодов. Предложено образовывать трехмерное изображение плодов из потока фруктов с помощью нескольких многоспектральных камер при импульсной подсветке. Комбинирование параметров полученных изображений позволит рационализировать алгоритмы обработки и ускорить процесс выработки решений при сортировке.

**Введение.** Проверка качества фруктов и овощей с использованием интеллектуальной технологии обработки изображений включает пять этапов, а именно: получение изображений, их предварительная обработка, сегментация изображений, извлечение признаков и принятие решения. Типичная система компьютерного зрения имеет три основные составляющих: систему освещения, специализированные видеокамеры и компьютерное оборудование с программным обеспечением. Производительность систем может существенно улучшиться, если рассматривать изображения фруктов и овощей, снятые с разных ракурсов.

При анализе качества фруктов и овощей сложной формы параметры системы освещения порой не менее важны, чем параметры и характеристики, а также схема размещения видеокамер. Для проверки таких атрибутов качества поверхности, как цвет, текстура и дефекты поверхности, как правило, применяется фронтальное освещение. Однако при определении таких параметров объектов, как размер и форма, разноракурсное освещение более оптимально для получения необходимой информации. Исследование и анализ различных методов и алгоритмов предварительной обработки, сегментации и извлечения характерных признаков трехмерных изображений плодов сложной формы, предложенных различными исследователями актуальны для дальнейшего развития методов и средств автоматической сортировки.

**Основная часть.** В системах компьютерного зрения эффективно используются такие характеристики поверхности, как текстура, форма, цвет, размер и дефекты. Однако, обнаружение и идентификация некоторых дефектов текстуры и цвета различных плодов вызывает значительную сложность.

При сегментации изображения должны учитываться характеристики плода сложной формы, которые в дальнейшем необходимы для адекватного восприятия изображений, интерпретации и классификации объектов. В этом процессе извлеченные параметры и характеристики объектов формируют векторы признаков, которые классифицируются при дальнейшем распознавании входных данных. Эти векторы признаков однозначно и точно определяют форму объекта, поэтому для увеличения производительности при сортировке необходимо увеличить скорость распознавания признаков.

Цветовые, фактурные и формообразующие признаки часто используются для анализа дефектности и зрелости плодов и овощей.

Контроль одновременного определения формообразующих признаков плодов, особенно фруктов сложной формы, позволит более качественно сортировать фрукты. В связи с этим опτικο-электронная система должна позволить получить требуемое трехмерное изображение перемещающихся по транспортеру фруктов для различных ракурсов.

Структура системы сортировки плодов и фруктов состоит из несколько устройств: осветителей, видеокамер, устройств обработки изображения, устройства управления, и устройства сортировки фруктов.

Вся информация при бесконтактном методе контроля качества плодов заложена в совокупности изображений. При дальнейшей обработке изображений невозможно получить дополнительную информацию. Поэтому важной задачей является получение качественных изображений перемещающихся фруктов.

В работе предлагается использовать получение совокупности многокадровых видеок кадров, получаемых синхронно с подсветкой мультиспектральными управляемыми импульсными источниками оптического излучения. При этом комплексирование получаемой таким образом информации позволяет повысить качество сепарации.

Комбинирование камер, работающих в разных спектральных диапазонах, позволяет решать задачи распознавания разных типов дефектов от допустимых неровностей формы фруктов до признаков их поражения различными видами заболеваний. Некоторые виды дефекты хорошо видны в спектральном диапазоне от 3 до 5 мкм, однако, применение камер, работающих в этом диапазоне, ограничено их большой стоимостью.

Формообразующие признаки (размер и форма) часто используются для классификации фруктов и овощей.

Сферические и квазисферические размеры объектов контроля овощей и фруктов очень трудно сравнить с естественной неравномерностью сложных форм фруктов. В настоящее время дескриптор формы делится на две категории: основанный на интегральной области объекта и основанный на контуре (сегментированный с использованием локальных объектов). Как показал теоретический анализ второй дескриптор формы больше подходит для плодов сложной формы.

Текстура может быть подходящим классификационным признаком для большого массива изображений, поскольку используется для распознавания и интерпретации признаков визуальной системой человека. Текстура, измеренная из группы пикселей, представляет распределение элементов и внешний вид поверхности и полезна в машинном зрении, которое предсказывает поверхность в виде шероховатости, контраста, энтропии, ориентации и т. д. Текстура совместима со зрелостью и содержанием сахара (внутренние качества фруктов и овощей). К одним из типов текстурных объектов относятся статистическая текстура, которая основывается на модели матрицы серого уровня значений интенсивности пикселей. Из-за низкой вычислительной стоимости и высокой точности обычно используется статистическая текстура.

**Выводы.** В работе анализируются методы и алгоритмы, предложенные различными исследователями для предварительной обработки, сегментации и извлечения признаков трехмерных изображений плодов сложной формы,

Показана необходимость применения многокадрового наблюдения с адаптивной подсветкой плодов сложной формы для более точного определения параметров формообразующих признаков.

Показано, что, для улучшения производительности сепарации необходимо исследовать комбинацию нескольких цветовых пространств.

Динь Б.М. (автор)

Подпись

Коротаев В.В. (научный руководитель)

Подпись