

Разработка программного приложения для идентификации повреждений плодов яблок

Федоров Дмитрий

ПМ18-1

Научный руководитель:

Хорт Дмитрий Олегович

Содержание

1. Актуальность
2. Задачи
3. Существующие решение
4. Разработка модели
5. Результаты
6. Практическое применение



1. Цели и актуальность

Проблема

Яблочная промышленность является одной из самых быстро развивающихся среди всех фруктов в мире.

Различные повреждения и болезни яблок, и несвоевременное их предотвращение становится одним из ключевых факторов в качестве плодов и доходности бизнеса по выращиванию яблок, что также напрямую наносит вред для развития всей сельскохозяйственной отрасли. В связи с этим решение проблемы определения и распознавания повреждений и болезней яблок поможет повысить качество конечного продукта и внесет положительное влияние на отрасль и инвестиции в нее.

Актуальность

Решение проблемы автоматического определения болезней яблок поможет решить следующие проблемы:

1. Своевременное лечение деревьев \ устранение зараженных приведет к повышению урожайности;
 2. Повышение урожайности сделает бизнес по выращиванию яблок более привлекательным для инвесторов, что послужит развитием для сельскохозяйственной отрасли;
 3. Автоматизация проверки плодов позволит высвободить сотрудников от рутинной работы;
 4. За счет определения точного процента “брака”, автоматизация проверки плодов позволит увеличить точность ценообразования.
-

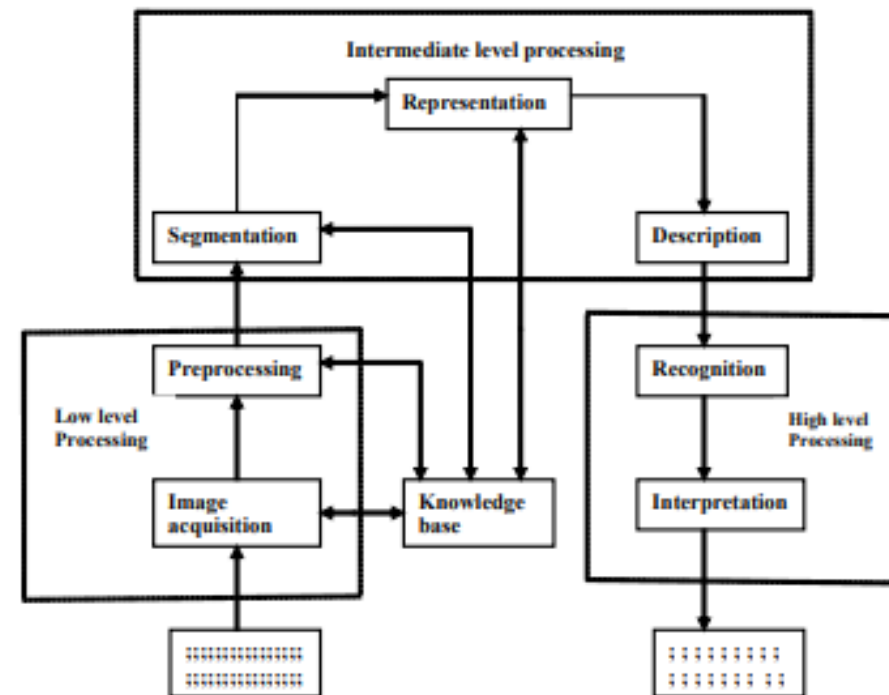
2. Задачи

Задачи работы

Задача распознавания повреждений и болезней плодов яблок подразделяется на 3 подзадачи:

- Сбор и первичная обработка изображений
- Выделение плодов яблок на изображении
- Определение повреждений плода

В ходе данной работы основными элементами исследования станут выделение плодов яблок на изображении и последующее определение повреждений на них. В качестве данных для обучения модели будут использоваться готовые и промаркированные наборы данных.



3. Существующие решения

Определение повреждений яблок с использованием Multi-Scale Dense Classification Network

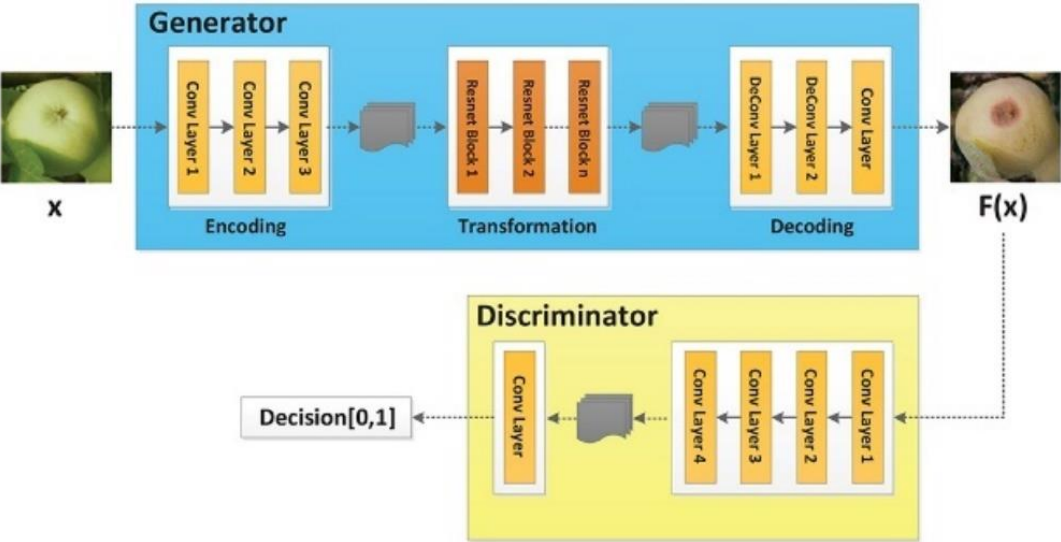
В примере будет рассмотрено применение Multi-Scale convolutional нейронной сети, которая используется для определения 11 различных видов заболеваний на основании анализа изображений плодов и листьев яблонь. В работе были использованы следующие подходы:

- Для дополнения набора данных был использован метод Cycle-GAN, который позволил сгенерировать изображения двух болезней на поверхности здоровых яблок.
- Multi-scale Dense нейронная сеть была использована для определения заболеваний.

Результаты

Результат модели Multi-scale Dense Inception-V4, Точность2
- результат модели Multi-scale Dense Inception-ResNet-V2:

| Disease | Accuracy1 (%) | Accuracy2 (%) |
|---------------------------|---------------|---------------|
| Healthy apple leaf | 95.63 | 95.82 |
| General apple scab | 93.18 | 93.21 |
| Serious apple scab | 93.45 | 93.79 |
| Apple gray spot | 92.11 | 92.27 |
| General cedar apple rust | 92.80 | 92.65 |
| Serious cedar apple rust | 93.12 | 93.86 |
| Healthy green apple fruit | 96.34 | 96.73 |
| Healthy red apple fruit | 96.22 | 96.75 |
| General anthracnose | 94.27 | 94.77 |
| Serious anthracnose | 94.15 | 94.45 |
| Ring rot | 93.97 | 94.38 |
| Overall | 94.31 | 94.74 |



3. Существующие решения

Определение повреждений яблок при помощи анализа нескольких признаков (Multi-feature Fusion)

В работе описано создание устройства по сортировке плодов в полевых условиях. Для оценки яблок выбраны 4 характеристики: цвет, форма, дефекты поверхности и размер. Были разработаны алгоритмы для определения и различения этих четырех признаков при помощи компьютерного зрения и других алгоритмов. После определения четыре признака были объединены в одну модель для классификации на 3 категории: яблоки первого сорта, яблоки второго сорта и яблоки других сортов. Общая точность алгоритма сортировки составила 95%.

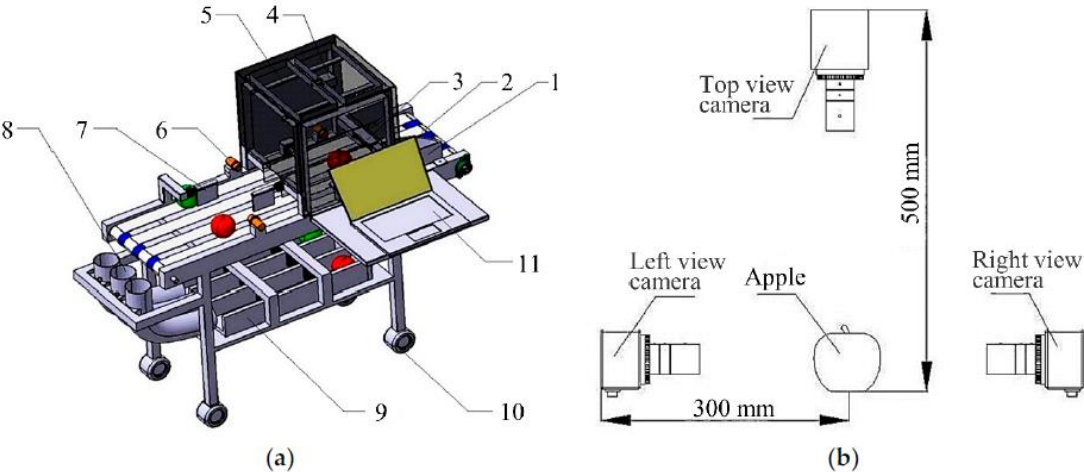
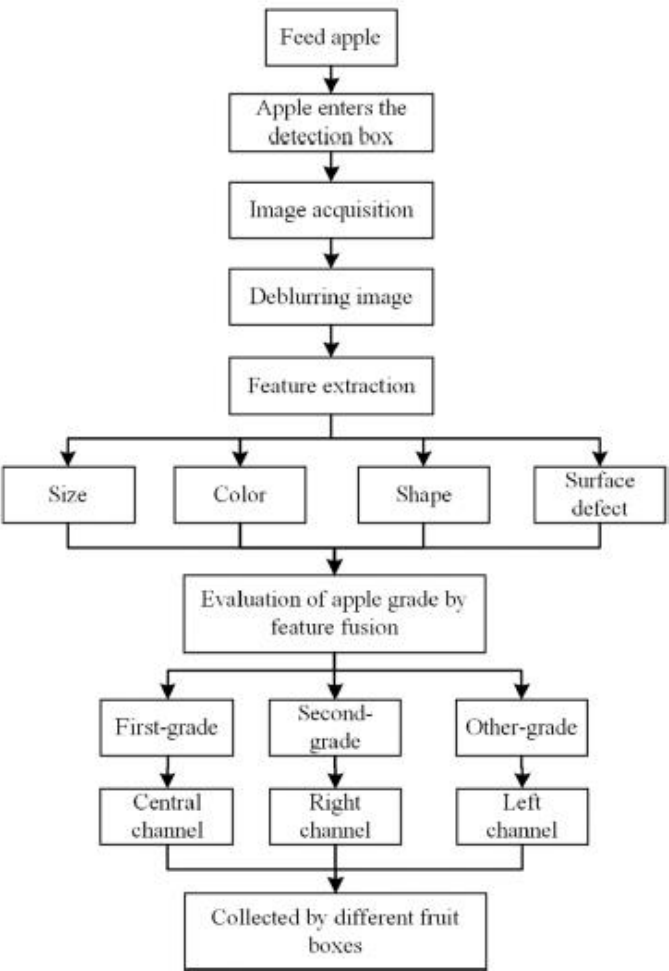


Figure 1. (a) Schematic diagram of the apple field grading device: 1. guiding baffle, 2. conveyor belt, 3. direction-adjusting brush, 4. industrial camera, 5. illumination source, 6. photoelectric sensor, 7. actuating push plate, 8. collection pipeline, 9. collection box, 10. wheels, 11. computer; (b) schematic diagram of the installation position of the industrial camera.

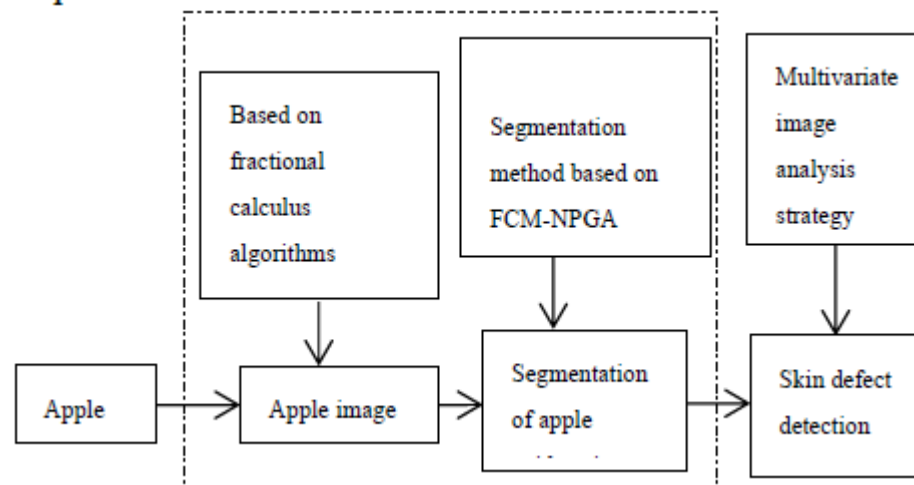
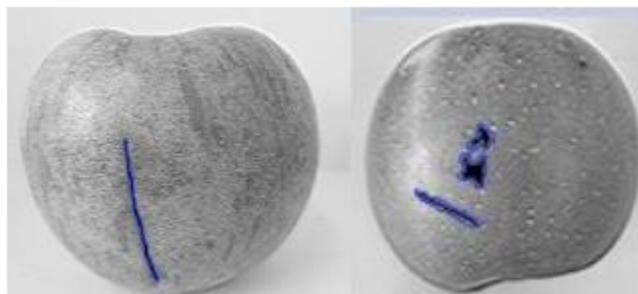


3. Существующие решения

Выявление дефектов яблок на основе FCM-NPGA и многомерного анализа изображений

Для определения дефектов яблок в работе был предложен алгоритм, основанный на сегментации при помощи Fuzzy C-means и нелинейного генетического алгоритма (NPGA), и последующего анализа изображений.

При обработке изображение было очищено и улучшено при помощи дробного дифференцирования: с изображения был удален шум и краевые точки. После обработки изображение сегментировалось и после сегментации определялись повреждения плодов.



Результаты

Результаты эксперимента показали, что метод FCM-NPGA хорошо справляется с сегментацией изображений с выраженными геометрическими характеристиками, а метод многомерного анализа позволяет доопределить эти сегменты. Общая точность эксперимента составила 98%, что означает, что в 98% случаев дефекты на изображении были выделены верно.

4. Разработка модели

Шаги разработки

Разработка модели по определению повреждений яблок разделена на 3 основные части:



1. Предобработка изображения

Изменение характеристик изображения для подготовки к анализу моделью.



2. Выделение плода яблока

Выделение контура плода яблока для исключения влияния фона на результат.



3. Определение повреждения

Анализ выделенного плода на наличие повреждений и болезней.

4. Разработка модели

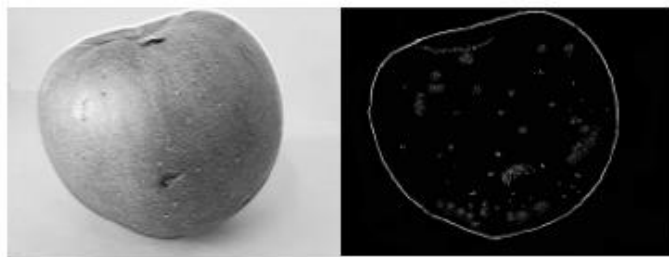
Предобработка изображения

Предобработка изображения является необходимым шагом для построения модели, так как она позволяет стандартизировать все изображения, которые будут использоваться для обучения модели и повысить качество изображения за счет удаления шумов.

Основными методами предобработки являются:

- Геометрические изменение - изменение размера изображения;
- Изменение контрастности, яркости, насыщенности и других свойств изображения;
- Фильтрация и сегментация изображения для очищения от “шумов”.

Для целей предобработки изображения использовались модули python библиотеки opencv2:

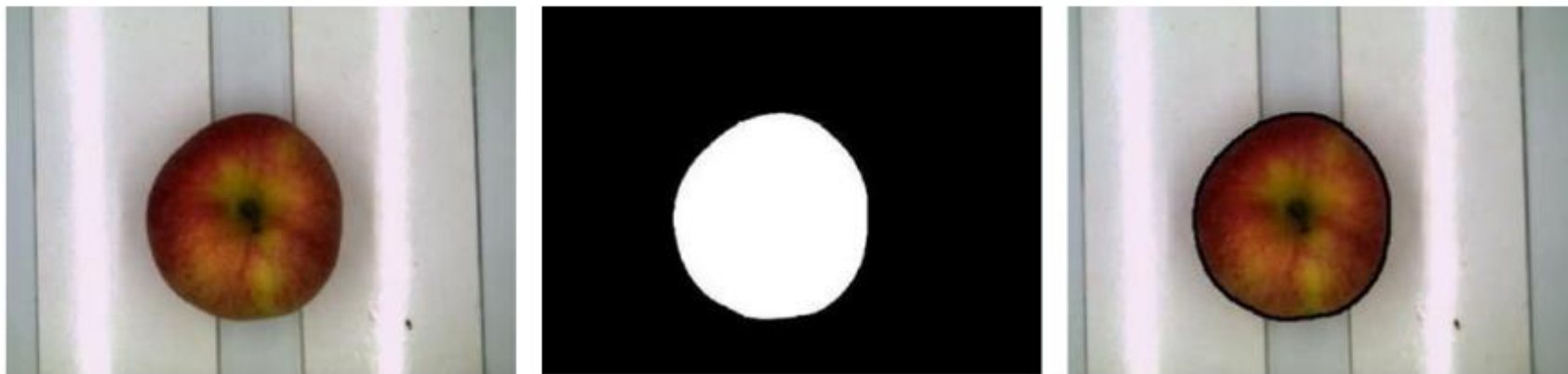


4. Разработка модели

Выделение плода яблока

Так как картинки яблок для обучения и в продуктивной версии получаются различным образом и имеют разные фоновые изображения, то выделение плода яблока становится необходимым для очистки изображения и устранения влияния фона на работу модели.

Для выделения плода яблока на картинке использовались методы `cvtColor`, `adaptiveThreshold`, `medianBlur`, `findContours`:

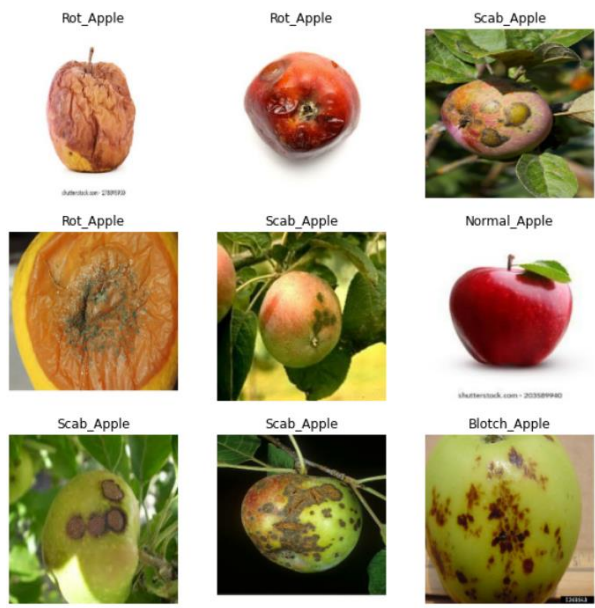


4. Разработка модели

Определение дефекта

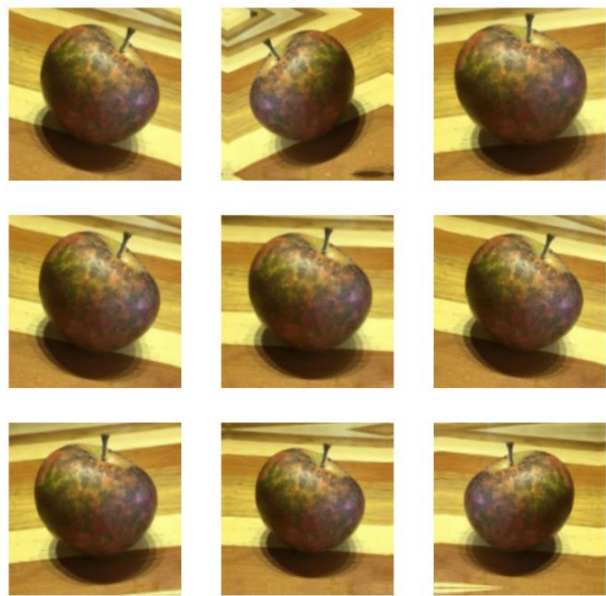
1. Подготовка датасета

Для обучения модели был использован размеченный датасет с 4 видами яблок: Здоровый плод, плод с гнилью, плод с пятнами, плод с паршой:



2. Расширение датасета

Для увеличения датасета были применены методы создания дополнительных изображений (data augmentation):



3. Расширение датасета

Подготовленные изображения были разделены на обучающую и валидационную выборку по 90 и 10 процентов соответственно.

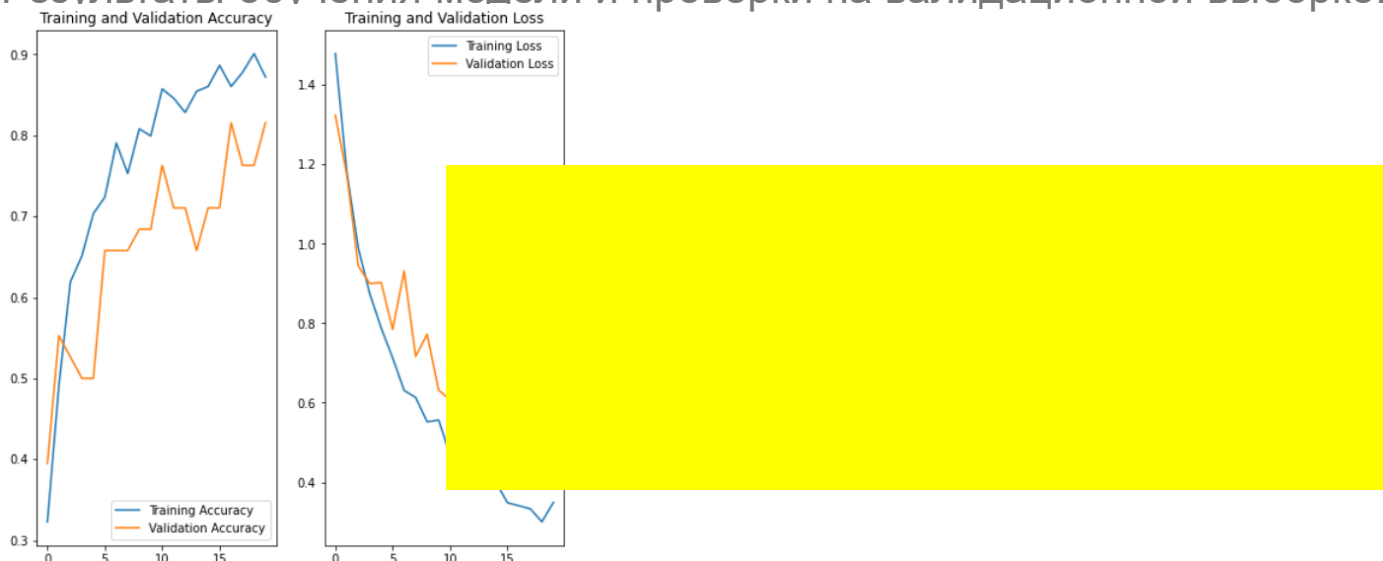
В качестве модели была использована рекуррентная нейронная сеть (Sequential) из пакета tensorflow.keras.

5. Результаты

Оценка результатов

Модель была обучена с использованием следующих параметров: `batch_size = 32`, `epoch = 30`.

Результаты обучения модели и проверки на валидационной выборке:



Шаги по улучшению модели

1. Доработка алгоритма выделения плода на изображении
2. Расширение датасета для обучения
3. Тестирование на личных \ полевых примерах
4. Анализ влияния изменения параметров модели

6. Практическое применение

Возможные применения алгоритма на практике

Разработанная модель может применяться для двух основных целей:

- Идентификация поврежденных плодов на производстве (в садах) для своевременного реагирования и устранения причин болезни \ вырубка больного дерева и тд
- Классификация плодов в распределительных центрах магазина для оценки качества и сверки с заявленным в договоре

Полевые условия



Использование алгоритма в полевых условиях поможет своевременно обнаружить и предотвратить заболевания деревьев и плодов. Своевременное устранение, в свою очередь, повлечет повышение количества и качества урожая, что послужит повышением инвестиционной привлекательности сельскохозяйственной отрасли

Распределительные центры



Использование алгоритма в распределительных центрах позволит более точно определить процент низкокачественных плодов, что послужит основой для более точного ценообразования.