

3. Aboudi N., Benhlima L. Review on wrapper feature selection approaches // 2016 International Conference on Engineering & MIS (ICEMIS). – 2016. – P. 1-5.

4. Bolon-Canedo V., Sanchez-Marono N., Alonso-Betanzos A. An ensemble of filters and classifiers for microarray data classification // Pattern Recognition. – 2012. – V.45. № 1. – P. 531-539.

5. Gravier E. A prognostic DNA signature for T1T2 node-negative breast cancer patients // Genes, Chromosomes and Cancer. – 2010. – V.49(12). – P. 1125–1134.

УДК 528.854.2

Разработка веб-сервиса для управления модулями анализа фракционного состава зерновой смеси по фотографиям

***Воронков А.Е., Жилин С.И., Жирнов Д.С., Козлов Д.Ю.**
АлтГУ, г. Барнаул*

Компания «СиСорт» [1] занимается разработкой и производством высокотехнологичного оборудования для сортировки сыпучих продуктов. Одно из направлений деятельности ООО «СиСорт» связано автоматизацией анализа фракционного состава зерновой смеси, поскольку при каждой перепродаже на пути от производителя к конечному потребителю требуется оценка качества продукции путем установления доли сорной примеси. Один из типовых способов автоматизации бизнес-процессов – это разработка и внедрение веб-приложения, которое для рассматриваемой предметной области может сочетать в себе набор инструментов автоматического анализа зерновых смесей с доступностью из любой точки планеты.

На рисунке 1 представлена общая схема работы с мобильным анализатором смеси сыпучих материалов, в котором рассматриваемое в данной статье веб-приложение выделено в рамку.

Предполагается, что аналитик (пользователь мобильного анализатора) перед запуском процесса анализа сможет подключить в веб-приложении необходимые модули анализа, которые выполняются на вычислительном сервере. У компании «СиСорт» уже имеется мобильное приложение, которое позволяет с помощью камеры смартфона сделать и разместить в хранилище изображения зерновой смеси, которые и будут, собственно, анализироваться. Т.е. роль

разрабатываемого веб-приложения – объединить все составляющие в единый доступный для клиента компании сервис.

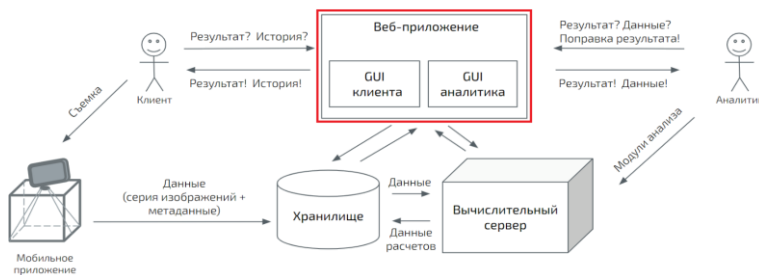


Рисунок 1. Диаграмма работы мобильного анализатора

Процесс разработки веб-приложения для мобильного анализатора зерновой смеси решено было организовать с использованием следующих инструментов:

- Язык программирования Python.
- Среда разработки PyCharm.
- Django framework для создания веб-приложений.
- СУБД MySQL.
- Docker Desktop для создания и запуска контейнеров Docker. В такие контейнеры можно упаковывать, а потом и запускать, в частности, модули анализа, как уже имеющиеся, так и те, которые будут разработаны в дальнейшем. Для конечного пользователя веб-сервиса в интерфейсе при этом не произойдет никаких изменений, кроме возможности подключения нового аналитического модуля.

В веб-приложении были реализованы следующие подсистемы:

- Подсистема авторизации с разделением ролей для пользователей.
- Подсистема управления модулями анализа (подключение, редактирование и удаление модулей анализа администраторами системы).
- Подсистема управления изображениями для анализа.
- Подсистема вызова модуля анализа.
- Подсистема управления результатами анализа и визуализации результатов анализа для каждого пользователя по его сериям фотографий.
- Подсистема экспорта данных и результатов анализа.

На главной странице веб-приложения (рис. 2) в верхней части экрана расположена таблица, которая отображает серии фотографий, которые ожидают своего анализа, а таблица ниже – визуализация результатов анализа.

ID	Даты/Время				Количество фото	Статус	Действия	
	дата	время	дата	время			Посмотреть	Сортировать
1003	11 мая 2021 г.	19:47	12 мая 2021 г.	20:00	1	Ожидает анализа	Анализировать	
1005	13 мая 2021 г.	14:47	13 мая 2021 г.	15:00	3	Ожидает анализа	Анализировать	
1007	14 мая 2021 г.	12:47	14 мая 2021 г.	13:10	3	Ожидает анализа	Анализировать	
1008	15 мая 2021 г.	15:47	15 мая 2021 г.	15:47	3	Ожидает анализа	Анализировать	
1009	15 мая 2021 г.	15:06	15 мая 2021 г.	15:06	0	Ожидает анализа	Анализировать	
1006	12 мая 2021 г. 15:31 - 15 мая 2021 г. 15:32				Количество фото: 4		Посмотреть/Сортировать	
	общая доля	название	доля	пиксели	доля	штуки	доля	масса
	63	white	63	2086277	0	0	0	0
	36	black	36	1218100	0	0	0	0
	Комментарий							
1010	19 мая 2021 г. 14:13 - 19 мая 2021 г. 14:14				Количество фото: 3		Посмотреть/Сортировать	
	общая доля	название	доля	пиксели	доля	штуки	доля	масса
	65	white	53	21967246	0	0	0	0
	65	black	5	1905997	0	0	0	0
	35	black	41	13050810	0	0	0	0
	Комментарий 2							

Рисунок 2. Главная страница веб-приложения мобильного анализатора

На странице запуска сконфигурированного анализа (рис. 3) пользователь должен выбрать те компоненты сыпучей смеси, которые он считает основными (ассерт), и те, которые он считает засорителями (режест). После выбора пользователь может начать анализ.

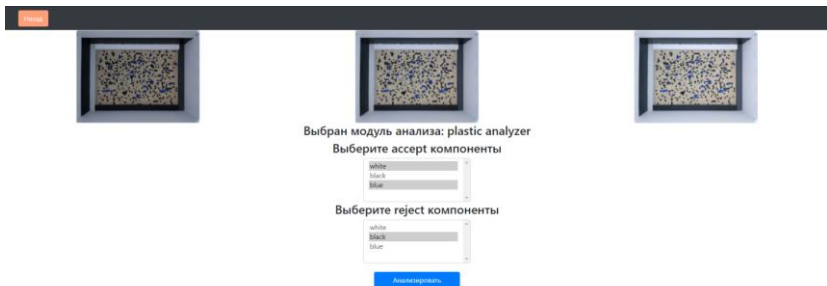


Рисунок 3. Страница запуска анализа данных

Вторая задача, которая решалась в рассматриваемой работе, – разработка одного из модулей анализа, который позволил бы повысить скорость оценки фракционного состава зерна (рис. 4). В настоящий момент, в основном, на сельскохозяйственных предприятиях такая оценка проводится вручную, согласно ГОСТ 30483-97 [2], является

трудоемкой и, в соответствии с измерениями авторов занимает почти 39 минут.



Рисунок 4. Пример пробы смеси пшена и рапса

Цель разрабатываемого модуля анализа – выполнить программным способом аналогичную оценку с сопоставимым качеством за существенно меньшее время. Для начала надо было произвести унифицированную цветовую коррекцию изображений, так как фотографии, сделанные на различные модели телефонов, могут сильно отличаться. Для преобразования входных изображений использовалась матрица цветовой коррекции, которая вычислялась с помощью известных значений на самой шкале и полученных значений на входном изображении [3].

Затем выделялась область с зёрнами на входных изображениях с помощью инструментов библиотеки OpenCV [4]. Далее было необходимо оценить соотношение фракций сортов в пробе зерна. После ряда испытаний, в качестве рабочего алгоритма было решено выбрать кластеризацию с помощью Гауссовых смесей распределений, которые используются в случае данных с мультимодальным распределением, то есть имеют несколько пиков [5]. Этот алгоритм также позволяет создавать доверительные эллипсоиды для многомерных моделей и вычислять байесовский информационный критерий для оценки количества кластеров в данных.

В результате выполненной кластеризации появляется информация о пиксельном составе целевых кластеров, которая легко преобразовывается в весовые характеристики зёрен и зерновой смеси. В результате работы разработанного модуля анализа формируется файл

с информацией всей серии поданных на вход изображений и о каждой фотографии в отдельности.

Типовая оценка фракционного состава зерновой смеси с помощью разработанного модуля анализа включает следующие этапы:

- Фотосъёмка проб зерна с помощью мобильного приложения от ООО «СиСорт» (делается от 5 снимков; чем их больше, тем выше точность). На одну фотографию тратится около 30 секунд.
- Анализ изображений (тратится от 1 минуты 15 секунд для 5 снимков + 5 секунд на каждую дополнительную фотографию).

Общие временные затраты – около 5 минут. Сравнение автоматического и ручного способов оценки фракционного состава зерна показало существенный выигрыш во времени, что и являлось целью разработки модуля. Для представленной на рисунке 4 пробы засорённость, определенная модулем анализа оказалась равна 12,86%, а при ручном анализе согласно ГОСТ 30483-97 – 12,68%. Дальнейшие испытания показали, что программный анализ практически не теряет в качестве в сравнении с ручным, обеспечивая существенно меньшее время процедуры. В следствие этого, разработанный модуль был упакован в docker-контейнер и сделан доступным для подключения аналитиками в рассмотренном веб-приложении.

Библиографический список

1 Официальный сайт ООО «СиСорт» [электронный ресурс] URL: <https://csort.ru/about/>

2 ГОСТ 30483-97 [электронный ресурс] URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200024413>

3 Color Correction Matrix (CCM) [электронный ресурс] URL: <https://www.imatest.com/docs/colormatrix/>

4 Официальный сайт библиотеки OpenCV [электронный ресурс] URL: <https://opencv.org/>

5 Gaussian mixture models [электронный ресурс] URL: <https://scikit-learn.org/stable/modules/mixture.html>