

УТВЕРЖДЕН
126.2264556.21554-10-25 01-ЛУ

НАИМЕНОВАНИЕ
ПО «ECOROBI COGNI ROVER V2»

Описание программы
126.2264556.21554-10-25 01
Листов 20

По дпи сь и да та	
Ин в. № дуб л.	
Вза м. инв . №	
По дпи сь и да та	
Ин в. № под л.	

2025

По дпи сь и да та	
Ин в. № дуб л.	
Вза м. инв . №	
По дпи сь и да та	
Ин в. № под л.	

АННОТАЦИЯ

ПО предназначено для идентификации сорняковой флоры и ботвы культур в условиях открытого грунта в системах искусственного интеллекта с API для обеспечения передачи команд исполнительным устройствам прицепного сельскохозяйственного программно-аппаратного комплекса механической интеллектуальной прополки. Программа поставляется предустановленной на ботовой компьютер расположенный на исполнительном устройстве прицепного сельскохозяйственного программно-аппаратного комплекса механической интеллектуальной прополки ECOROBI в исполнении «МП» механической прополки.

Основные назначения программы:

1. Мониторинг состояния сельскохозяйственных культур на полях с использованием технологий машинного зрения и искусственного интеллекта для анализа изображений.
2. Обнаружение и сегментация сорняковой флоры, ботвы и плодов на изображениях полей с применением алгоритмов компьютерного зрения.
3. Определение координат обнаруженных объектов на обрабатываемом участке поля.
4. Передача управляющих команд исполнительным устройствам прицепного сельскохозяйственного программно-аппаратного комплекса механической интеллектуальной прополки через API для выполнения прополки.
5. Повышение эффективности сельхозпроизводства за счет автоматизации трудоемких процессов мониторинга и воздействия на культуры.

Программа предназначена для обработки потока фото-видео данных. При этом создаются датасеты, используемые в системах искусственного интеллекта на базе сегментарных моделей нейронных сетей глубокого обучения. Программа основана на методе распараллеливания потоков видео-захвата. Распознавание объектов на изображениях осуществляются с помощью нейронной сети, результат распознавания формирует инструкции управления для команд исполнительным устройствам прицепного сельскохозяйственного программно-аппаратного комплекса механической интеллектуальной прополки. Программа имеет интерфейс управления и три интерфейса визуализации. Координатная привязка реализуется на основе данных от GNSS приемника и энкодера. Результаты сохраняются в файловой системе каталогов изображений с указанием координат пространственной привязки объектов фиксации.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие сведения.....	4
1.1. Обозначение и наименование программы.....	4
1.2. Программное обеспечение, необходимое для функционирования программы.....	4
1.3. Языки программирования, на которых написана программа.....	4
2. Функциональное назначение.....	5
3. Описание логической структуры.....	6
3.1. Алгоритм программы.....	6
3.2. Используемые методы.....	6
3.3. Структура программы с описанием функций составных частей и связи между ними.....	6
3.4. Связи программы с другими программами.....	6
4. Используемые технические средства.....	8
5. Вызов и загрузка.....	9
5.1. Способ вызова программы с соответствующего носителя данных.....	9
5.2. Входные точки в программу.....	9
6. Входные данные.....	10
6.1. Характер, организация и предварительная подготовка входных данных.....	10
6.2. Формат, описание и способ кодирования входных данных.....	10
7. Выходные данные.....	11
7.1. Характер и организация выходных данных.....	11
7.2. Формат, описание и способ кодирования выходных данных.....	11
Перечень принятых сокращений.....	12

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

1.1. Обозначение и наименование программы

ECOROBI COGNI ROVER V2

1.2. Программное обеспечение, необходимое для функционирования программы

ОС: Ubuntu 18.04 и выше

OpenCV 4.5.5

1.3. Языки программирования, на которых написана программа

C++, Python

2. ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ НАЗНАЧЕНИЕ

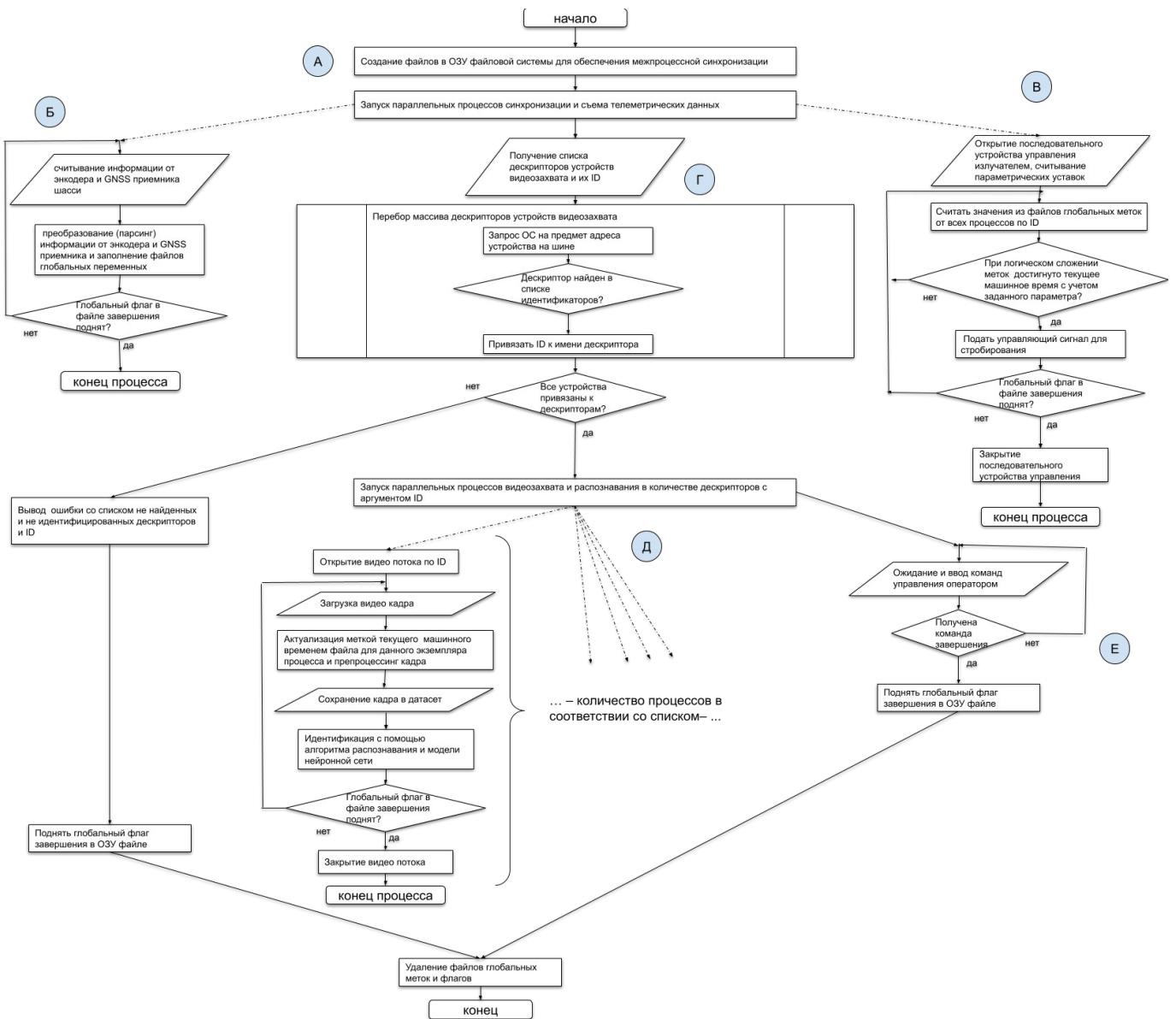
Функционал программы:

- Обеспечение программной сегментарной идентификации для видов растений в открытом грунте.
- Формирование датасетов сельскохозяйственных культур и сорняковой флоры.
- Горизонтальное масштабирование формирования датасетов и распознавания за счет многопоточности.
- Обеспечение картографирования сегментов идентифицированных культурных растений или сорняковой флоры на открытом грунте.

Интерфейс API программного обеспечения предназначен для передачи команд на устройство прицепного сельскохозяйственного программно-аппаратного комплекса механической интеллектуальной прополки.

3. ОПИСАНИЕ ЛОГИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ

3.1. Алгоритм программы



3.2. Используемые методы

ПО разработано на основе вышеописанного алгоритма и представляет из себя программу написанную на C++ и Python, программа использует компоненты библиотеки OpenCV 4.5.5.

3.3. Структура программы с описанием функций составных частей и связи между ними

ПО выполнено в виде монолитного исполняемого файла и не предполагает взаимодействия с составными частями. Список вызываемых системных функций:

/bin/rm
/bin/ls

3.4. Связи программы с другими программами

Вызовы осуществляются инструкцией system(), popen().

4. ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА

ЭВМ

Монитор

Видеосенсоры

GNSS приемник

Энкодер

Клавиатура

Мышь компьютерная

5. ВЫЗОВ И ЗАГРУЗКА

5.1. Способ вызова программы с соответствующего носителя данных

Запуск выполняется из корня ПО посредством ввода в терминале `./ecr2`, либо вызовом из скриптов ОС.

Запуск программы выполняется из её директории, путем исполнения:

```
sudo ./ecr2 arg1 arg2 arg3 arg4 arg5 arg6
```

Запуск осуществляется от имени root пользователя для обеспечения взаимодействия с последовательными портами ЭВМ.

Варианты запуска:

Вариант строки запуска программы в однопоточном режиме:

```
sudo ./ecr2 nvme/tst /dev/video2 50 beet1 0 dev/ttyUSB0
```

Здесь: аргумент 1 — путь к директории датасета-лога, 2 — путь к идентификатору фото-видео устройства, 3 — значение тиков энкодера от зоны фото-видео фиксации до зоны исполнительной автоматики, 5 — имя модели нейроннойсети, 6 — (0 — как аргумент режим однопоточный) номер потока, 7 — путь к дескриптору устройства последовательного интерфейса.

Вариант строки запуска программы в многопоточном режиме:

```
sudo ./ecr2 nvme/tst /dev/video2 50 2 beet1 2 dev/ttyUSB0
```

десь: аргумент 1 — путь к директории датасета-лога, 2 — путь к идентификатору фото-видео устройства, 3 — значение тиков энкодера от зоны фото-видео фиксации до зоны исполнительной автоматики, 5 — имя модели нейроннойсети, 6 — номер потока в многопоточном режиме , 7 — путь к дескриптору устройства последовательного интерфейса.

5.2. Входные точки в программу

Функция `main`.

6. ВХОДНЫЕ ДАННЫЕ

6.1. Характер, организация и предварительная подготовка входных данных

Аргументы строки запуска ПО выполняющие конфигурирование программы:

1 аргумент — путь к директории датасета-лога

2 аргумент — путь к идентификатору фото-видео устройства

3 аргумент — значение тиков энкодера от зоны фото-видео фиксации до зоны исполнительной автоматики

4 аргумент — определяет условный номер потока в режиме многопоточности

5 аргумент - устройство последовательного порта для взаимодействия по API.

Входные данные от видеосенсоров — по интерфейсу V4L2 формат jpg с разрешением не менее 256*256.

Входные данные от лидара — содержимое файла /ramdisk/lidar, формат rX— максимальная высота в сантиметрах, где X — высота в сантиметрах по лидару.

Входные данные от GNSS — содержимое файла /ramdisk/gnss, формат nXX.XXXXXXXX_lXX.XXXXXXXX, причем nXX.XXXXXXXX — координата северной широты от приемника GNSS, а XX.XXXXXXXX значение градусов в десятичном формате; lXX.XXXXXXXX — координата восточной долготы от приемника GNSS, а XX.XXXXXXXX значение градусов в десятичном формате;

Входные данные от энкодера — по интерфейсу UART устройство последовательного порта. Режим последовательного интерфейса обмена данными фиксирован и соответствует следующим параметрам:

- скорость 115200 бит в секунду
 - 8 бит данных
 - отсутствие бита чётности (N)
- один стоповый бит

6.2. Формат, описание и способ кодирования входных данных

- а) Наименования культуры (сорта или штамма культуры) — имеет текстовый формат длины не более 30 символов латинскими буквами и цифрами, допустим символы подчеркивания;
- б) Видеоданные в формате mJPEG от устройств UVC видеозахвата совместимых с драйвером USB Video Class (V4L2).

Формат API по последовательному интерфейсу:

- г) Формат обмена входными данными по последовательному интерфейсу:

Формат посылок: [инструкция 1 байт][аргументы 0-7 байт]\r\n , где \r\n - коды возврата каретка и переноса строки

Список инструкций:

'T' - установка целевой высоты инструмента. формат: l[номер форсунки/инструмента][высота], где номер форсунки/инструмента 00-31, 00- полностью выпущено, 0001-1000 - уровень подъема инструмента в мм, 65535 - полностью урано

'c' - установка режима автоматического подъема по тензодатчику. формат: c[номер форсунки/инструмента][режим], где номер форсунки/инструмента 00-31, режим 0 - автоматический режим отключен, 1-20000 усилие в граммах для запуска автоматического подъема инструмента

'C' - установка шага автоматического подъема по тензодатчику. формат: C[номер форсунки/инструмента][режим], где номер форсунки/инструмента 00-31, режим 0001-1000 - шаг уборки в мм, 65535 - полная уборка инструмента

'I' - принудительный подъем инструмента. формат: C[номер форсунки/инструмента][шаг], где номер форсунки/инструмента 00-31, 0001-1000 - уровень подъема инструмента в мм

'k' - принудительное опускание инструмента. формат: С[номер форсунки/инструмента][шаг], где номер форсунки/инструмента 00-31, 0001-1000 - уровень опускания инструмента в мм

'y' - включить форсунку/опустить инструмент, формат: у[номер форсунки/инструмента] , где номер форсунки/инструмента 00-31

'h' - выключить форсунку/поднять инструмент, формат: h[номер форсунки/инструмента] , где номер форсунки/инструмента 00-31

's' - включить затем выключить форсунку/поднять инструмент по заданному периоду, формат: у[номер форсунки/инструмента] , где номер форсунки/инструмента 00-31

'U' - установка периода стробирования форсунки/выпуска инструмента, формат: у[номер форсунки/инструмента][время периода] , где номер форсунки/инструмента 00-31, время периода 00001-65535 милисекунд

'r' - сброс всех счетчиков в том числе обнуление значения энкодера, принудительное выключение всех форсунок/подъем всех инструментов, формат: r

't' - тест для проверки двусторонней связи. формат: t, ответ "r"

'q' - включение лазера, формат: q

'a' - выключение лазера, формат: a

'o' - включить затем выключить стробоскоп по заданному периоду, формат: o

'O' - установка периода стробирования стробоскопа, формат: О[номер форсунки/инструмента][время периода] , где время периода 00001-65535 милисекунд

'f' - выключение стробоскопа, формат: f

'd' - включение стробоскопа, формат: d

'p' - принудительный запрос текущего значения энкодера. формат p, ответ p[значение энкодера], где значение энкодера - текущая инкрементальная позиция энкодера в мм.

7. ВЫХОДНЫЕ ДАННЫЕ

7.1. Характер и организация выходных данных

Растровые графические файлы кодированные в формате jpeg, каталогизированы в структуру вида:

Data / <наименование проекта> / <номер потока> / <порядковый номер_значения позиционирования_дата и время>.jpg

7.2. Формат, описание и способ кодирования выходных данных

а) Выходные данные кодируются Joint Photographic Experts Group, MIME-тип — image/jpeg.

Организация имен файлов имеет вид: <Значение позиционирования>.jpg

Формат значения <порядковый номер_значения позиционирования_дата и время>:

Формат имеет префиксы для указания типа параметра и параметр имеющий позиционный вид. Наборы префикс-число разделены символом «нижнее подчеркивание».

б) Выходные данные представлены в виде наборов файлов (датасетов) формируемых в директории проекта указываемой в качестве аргумента 1 при запуске ПО.

Формат имен файлов датасета:

fXXXXXX — где f — префикс идентификатора записи номера фрейма в текущей сессии программы, а XXXXXX — пятизначный десятичный номер фрейма;

eXXXXXXXXX — где e — префикс идентификатора записи текущего счета энкодера в текущей сессии программы, а XXXXXXXXX — восьмизначное десятичное число счета энкодера;

nXX.XXXXXXXX — координата северной широты от приемника GNSS, а XX.XXXXXXXX значение градусов в десятичном формате;

lXX.XXXXXXXX — координата восточной долготы от приемника GNSS, а XX.XXXXXXXX значение градусов в десятичном формате;

rX — максимальная высота в сантиметрах, где X — высота в сантиметрах по лидару;

дДд.мМ.ГГГГ — текущая дата с позиционно расположенными значениями ДД-день, ММ — месяц, ГГГГ — год;
тЧЧ:мм:сС.XXXXXXXXXX — текущее машинное время где ЧЧ — текущий час, мм — текущая минута, сС.XXXXXXXXXX — текущая секунда в дробном десятичном формате.

в) Формат обмена выходными данными по последовательному интерфейсу:

Формат посылок: [инструкция 1 байт][аргументы 0-7 байт]\r\n , где '\r\n' - коды возврата каретка и переноса строки

Список инструкций:

'р' - текущая инкрементальная позиция энкодера. формат: р[значение энкодера], где значение энкодера - текущая инкрементальная позиция энкодера в мм.

'т' - ответ на запрос 'т' о состоянии двусторонней связи. формат: т

'S' - индикация перезапуска микроконтроллера шасси. формат: S

г) Команды управления консоли

Управление программой осуществляется путем ввода в консоль где выполнялся запуск.

Список консольных символьных команд управления:

0 - 9 Переключение предустановленных режимов построчного захвата кадров на разных скоростях для нивелирования доплеровского эффекта.

х - Завершение работы программы

о - Ручная симуляция шага энкодера назад

р - Ручная симуляция шага энкодера вперед

с - Обнуление счетчиков пробега (по энкодеру)

р - Сброс матрицы исполнительных инструкций

е - Удаление предыдущего контента в директории текущего проекта и обнуление счетчиков в том числе на шасси

u - Обнуление счетчика энкодера в том числе на шасси и выключение всех форсунок/инструментов шасси

v - Выключение форсунок/инструментов шасси

a - буква в имени подпроекта а, создание подпроекта при расширенном сборе датасетов

b - буква в имени подпроекта b, создание подпроекта при расширенном сборе датасетов

c - буква в имени подпроекта с, создание подпроекта при расширенном сборе датасетов

= - Разрешение стробирования стробоскопа на шасси

- - Запрет стробирования стробоскопа на шасси

8. ПЕРЕЧЕНЬ ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ

ОС	Операционная система
ПО	Программное обеспечение
ЭВМ	Электронно-вычислительная машина

Лист регистрации изменений

