

ООО Стандарт

Программа для ЭВМ
Automason АК_WS

Документация, содержащая описание
функциональных характеристик экземпляра
программного обеспечения

г. Москва 2026

Оглавление

Предназначение ПО	3
Состав ПО.....	4
Функциональная спецификация базовых компонент	5
data_adapter.....	5
config_manager	5
elk_logger	5
pallet_block	6
emergency_stopper_node	6
global_planner	7
livox_occ_grid_node	7
obst_path_planner_node.....	7
traffic_control_client	8
velocity_proxy_node	8
velocity_planner_node.....	9
pallet_detect_node	9
scan_localization	10
center_console_node	11
Функциональная спецификация вспомогательных компонент	12
Прочие функциональные особенности.....	13

Предназначение ПО

ПО представляет собой систему, работающую на базе ПК, установленного на борту AGV робота и выполняющую следующие основные функции:

- локализация робота на складе, определение местоположения в процессе движения по маршруту
- получение заданий от ПО Автомакон WCS (Warehouse Control System), отправка статусов выполнения заданий.
- планирование оптимального маршрута перемещения из текущей точки в целевую, отправка маршрута на выполнение модулям управления движения
- управление аппаратной частью робота - приводным мотором, мотором направления движения, мотором привода вил погрузчика, сенсорикой (включение, отключение питания, проверка работы, перезагрузка в случае сбоя) - лидарами, камерами, датчиками столкновения и наличия паллеты
- контроль безопасности перемещения робота в движении: определение опасности столкновения, плавное торможение перед препятствием.
- распознавание паллет при выполнении функции забора, автоматическое планирование траектории заезда для обеспечения подхвата паллеты без сдвига её вилами робота.
- самодиагностика систем робота, информирование о программных и аппаратных проблемах, определение критичности проблемы для дальнейшей эксплуатации робота и блокировка движения в случае, если работа с данным типом ошибки может привести к потенциальной опасности.

Состав ПО

Система представляет из себя набор связанных нод, работающих под управлением ROS (Robot operating system). Состав нод перечислен в документе ниже. Для доставки компонентов используется Docker.

Функциональная спецификация базовых компонент

data_adapter

Нода коммуникации между роботом и WCS

Функции:

- Автоматическое подключение к серверу WCS
- Контроль за подключением, автоматическое переподключение в случае обрыва связи
- Отправка телеметрических данных (местоположение, скорость, заряд АКБ и пр.)
- Отправка статусов выполнения миссий
- Получение миссий от сервера, получение функций отмены текущей миссии, получение заданий на зарядку

Зависимости:

- ROS

config_manager

Нода управления файлами конфигурации и отправки их в S3

Функции:

- Чтение конфигурационного файла робота при старте
- Подключение к S3 и отправка текущей конфигурации
- Формирование ошибки в случае, если в процессе чтения файл конфигурации был не найден или повреждён

Зависимости:

- ROS

elk_logger

Нода отправки статистической информации в хранилище ELK

Функции:

- Подключение к экземпляру ELK
- Отправка текущих параметров робота для диагностики

Бизнес-логика:

Нода реализует функции отправки диагностической информации в ELK. Отправляется как информация по мониторингу (местоположение, скорость, заряд АКБ, положение вил и пр.), так и сформированные при планировании треки, данные о распознанных паллетах. Собранный информация используется технической поддержкой для разбора проблемных ситуаций.

Зависимости:

- ROS

pallet_block

Нода блокировки процесса забора паллет при работе с конвейерами

Функции:

- Контроль движения задним ходом во время функции забора паллеты
- Блокировка движения робота, формирование ошибки, отмена задачи на забор паллеты в случае, если в процессе движения робот проехал задним ходом расстояние более порога и датчик наличия паллеты на вилах не был зажат

Бизнес-логика:

При выполнении процесса забора паллеты, ввиду того, что датчики, используемые при движении вперёд для контроля наличия препятствия, находятся в слепой зоне, робот может сдвинуть паллету в случае ошибки и допустить столкновение с конвейером.

Нода выполняет контроль за наличием миссии забора паллеты, и в случае его выполнения - оценивает длину маршрута, которую прошёл робот. Если его путь более порога, но при этом не произошло срабатывание датчика наличия паллеты на вилах, то нода отменяет миссию, формирует ошибку и блокирует движение робота назад.

Зависимости:

- ROS

emergency_stopper_node

Нода экстренной остановки робота при угрозе столкновения

Функции:

- Получает данные от лидаров робота
- Формирует карту препятствий вокруг робота
- В случае наличия на маршруте движения робота, с учётом его габаритов, препятствия - выполняет снижение скорости робота, а в случае, если препятствие

находится ближе определённого порога, настраиваемого в конфигурации - выполняет полную остановку робота.

Зависимости:

- ROS

global_planner

Нода планирования маршрута перемещения робота по карте в рамках одной миссии.

Функции:

- При запуске робота - читает файл карты дорог
- При получении новой миссии определяет текущую точку положения робота, а так же целевую точку, полученную в миссии. Выполняет построение маршрута с учётом минимального пробега робота и публикует полученный результат как задание для движения робота.

Зависимости:

- ROS

livox_occupancy_grid_node

Нода формирования карты препятствий по данным лидара Livox

Функции:

- Подписывается на сообщения драйвера лидара, передающие облако точек физического окружения робота.
- Выполняет фильтрацию полученных данных, отсекая пол и потолок
- Группирует оставшиеся точки в массивы препятствий, содержащие координаты начала и конца препятствия, его высоту.
- Публикует полученную информацию в топик для использования другими нодами.

Зависимости:

- ROS

obstacle_path_planner_node

Нода формирования маршрута для объезда препятствий

Функции:

- Получает данные о карте препятствий
- Выполняет оценку препятствий, находящихся на маршруте следования робота (которые приводят к блокировке дальнейшего движения)
- Оценивает размер препятствия, оценивает возможность безопасно вернуться на маршрут после завершения объезда. В случае, если нода не может оценить окончание маршрута из-за габаритов препятствия - останавливает робота до момента устранения препятствия
- Оценивает статичность препятствия (запрещается объезд динамических - движущихся - препятствий)
- В случае, если объезд возможен - формирует маршрут объезда и отправляет его в топик как текущее задание на движение.

Зависимости:

- ROS

traffic_control_client

Нода управления и коммуникаций для функций траффик-контроля (управления очередностью проезда роботами перекрёстков и встречных дорог)

Функции:

- Подключение к серверу траффик-контроля, отслеживание статуса подключения, автоматическое переподключение в случаях обрыва соединения
- Отправка данных при появлении нового планируемого маршрута робота
- Получение команд на снижение скорости или остановку для того, чтобы уступить дорогу другому роботу.

Зависимости:

- ROS

velocity_proxu_node

Нода суммирования скоростей робота и выбора текущей скорости

Функции:

- Получение желаемой скорости движения от других нод
- Выбор текущей максимальной скорости движения робота
- Публикация в топик текущей максимальной скорости робота

Бизнес-логика:

Так как в рамках текущего ПО есть несколько нод, которые могут определять собственную максимальную скорость, то данная нода производит получение таких скоростей, выбирает из них минимальное значение и публикует его как ограничение максимальной скорости движения робота.

Например, нода управления движением видит, что робот движется по длинной прямой и публикует максимально возможную скорость движения в 2 м/с. Нода трафик-контроля получила от сервера указание замедлиться, чтобы пропустить другого робота и не допустить коллизии, и максимальная скорость, с которой она разрешает движение, составляет 1.2 м/с. Нода экстренной остановки видит близкое препятствие и сообщает, что максимальная скорость для недопущения столкновения составляет 0.4 м/с.

Текущая нода получает все три скорости, выбирает среди них наименьшую (0.4 м/с), и публикует её как максимальную скорость, с которой робот может двигаться в данный момент времени.

Зависимости:

- ROS

velocity_planner_node

Нода планирования текущей скорости в зависимости от маршрута робота.

Функции:

- Оценивает текущее положение рулевого управления робота, его текущую скорость.
- Вычисляет, с учётом максимальных ускорений, допустимых для робота, с какой скоростью он должен двигаться в текущий момент времени.
- Публикует в топик данную скорость как желаемую на текущий момент времени.

Зависимости:

- ROS

pallet_detect_node

Нода распознавания паллет по данным от RGBD камер робота

Функции:

- Получает команду на начало распознавания
- Проводит процесс совмещения точек, полученных от двух камер на вилах, согласно калибровке камер относительно друг друга и калибровке общего изображения камер относительно робота
- Выполняет процесс определения ключевых точек паллеты

- Рассчитывает координату центра паллеты
- Публикует полученную координату как конечную точку маршрута при выполнении движения забора паллеты

Бизнес-логика:

По публикации в топик, отвечающий за работу камер, сообщения о начале процесса распознавания, начинает читать данные, получаемые от двух RGBD камер, расположенных на вилах робота.

Два полученных от камер облака точек проходят процесс совмещения (применения к точкам матриц поворота, которые компенсируют погрешности физического крепления камер на вилах), получая общее облако точек. Далее это облако приводится в соответствие с системой координат робота при помощи третьей матрицы поворота.

После этого облако точек, нормализованное относительно робота, передаётся в блок распознавания, который определяет в полученном массиве данных ключевые точки предполагаемой паллеты. В качестве таких точек используются три бобышки, которые характерны для каждой распознаваемой паллеты.

В случае, если в процессе распознавания обнаружены ошибки, такие как невозможность распознать все три бобышки, аномальное расстояние между ними, наличие мусора перед бобышкой - нода формирует код ошибки.

В случае удачного распознавания по передней части паллеты достраивается виртуальная точка, которая находится ровно по центру паллеты, а так же производится приведение полученных координат относительно робота в глобальные координаты склада.

Эти координаты публикуются как результат работы ноды в соответствующий топик и служат исходными данными для планирования маршрута, по которому робот заедет под паллету для её забора.

В процессе работы нода делает несколько измерений и процессов обработки для усреднения данных и исключения возможных ошибок распознавания.

Зависимости:

- ROS

scan_localization

Нода локализации робота в физическом помещении

Функции:

- При старте ноды загружает лидарную карту и карту дорог, в случае отсутствия или повреждения файлов - формирует сообщение о ошибке.

- В процессе работы робота получает облако точек от лидара
- При помощи алгоритмов NDT производит по заранее снятой карте привязку текущего положения робота и определение его координат
- Получает данные IMU о ускорениях, действующих на робота, а так же данные от энкодеров колеса и направления для того, чтобы повысить точность локализации и снизить влияние ошибки.
- Производит агрегацию данных положения по лидару, по IMU, по данным энкодеров и их усреднение.
- Публикует полученный результат о координатах робота в топик для использования другими нодами.

Зависимости:

- ROS

center_console_node

Нода планирования движения

Функции:

- Получает желаемый трек робота, по которому он должен проехать. Трек может быть сформирован как планировщиком, так и нодами распознавания паллет или объезда препятствий.
- Разбивает полученный трек на отрезки, для которых выполняет планирование скорости и угла поворота рулевого привода в зависимости от кривизны траектории
- Публикует данные о желаемом движении
- Выполняет процесс контроля планируемого и фактического положения робота, в случае необходимости - корректирует требуемые скорости и углы поворота.

Зависимости:

- ROS

Функциональная спецификация вспомогательных КОМПОНЕНТ

Ubuntu 18 – система управления доступом. В стандартной настройке не используется, т.к. система WCS работает в закрытых сетях.

ROS Noetic – распределенный программный брокер сообщений. Используется по прямому назначению для связи компонент между собой. Зависит от zookeeper.

Прочие функциональные особенности

Запуск и завершение работы системы

Automasop AK_WS является ПО непрерывной работы на борту AGV робота.

Периодический запуск и завершение работы системы в пользовательском интерфейса не предусмотрено, т.к. подразумевается непрерывная работа.

Запуск осуществляется силами системного администратора с использованием команды

```
dockercomposeup -d
```

Завершение работы компонентов системы производится через команды docker, в частности

```
dockercomposedown
```

Обновление

У системы отсутствует функция автоматической проверки обновления и их установки. Обновление производится силами технической поддержки по запросу.

Резервное копирование и восстановление

У Automasop AK_WS отсутствуют встроенные функции по резервному копированию и восстановлению системы. В инфраструктуре заказчика системы могут использоваться любые системы предусмотренные для этого:

- Для файлов настроек – системы резервного копирования
- Для образов системы – резервное копирование собственный docker-registry, образы можно получить повторно у компании разработчика.