

Номинация «Концептуальные идеи, алгоритмические и конструктивные решения по построению и функционированию роботов, робототехнических комплексов и систем»

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ НАЗЕМНЫМ РОБОТОМ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ С ЛАЗЕРНОГО СКАНЕРА

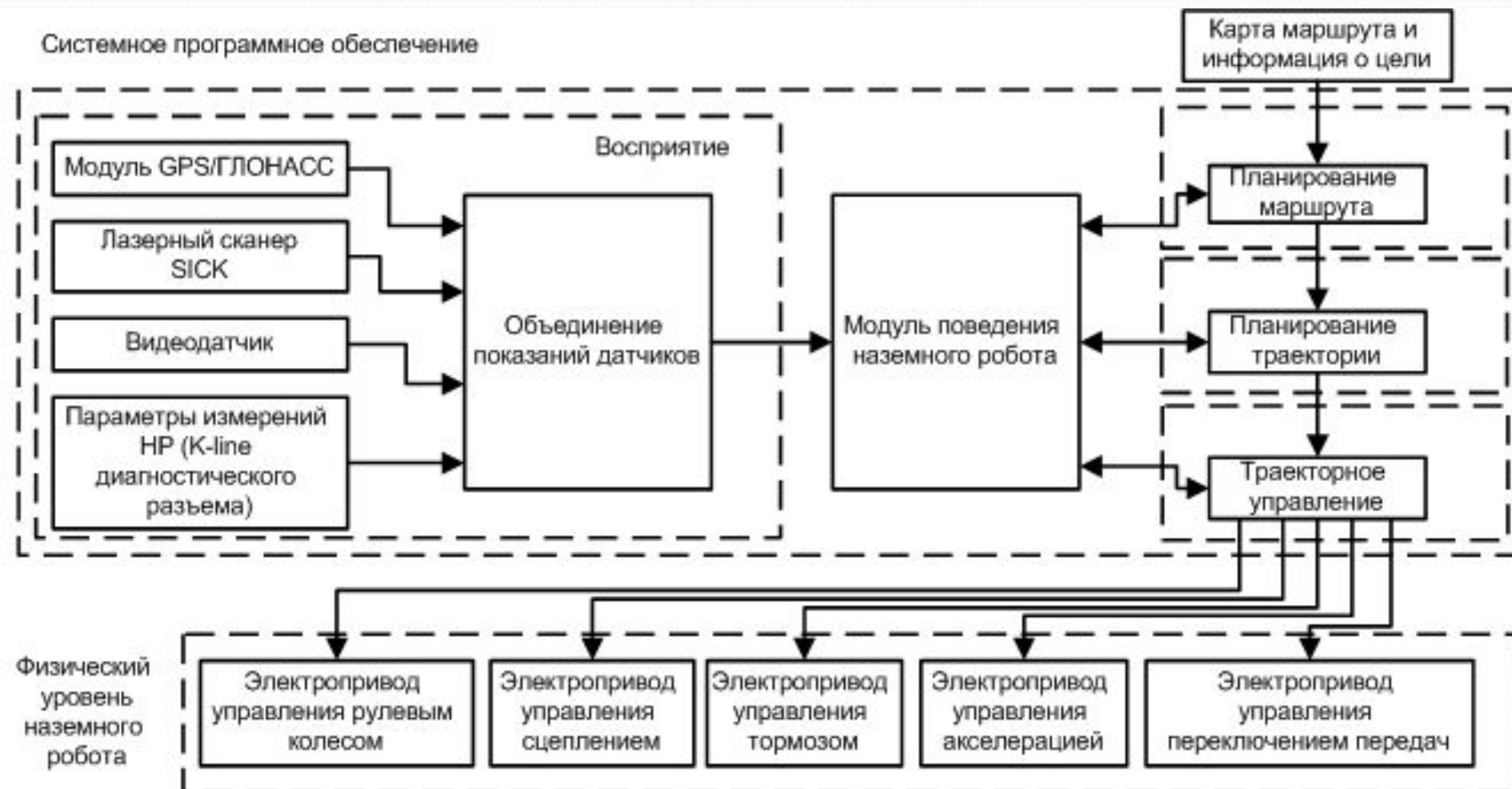
В. А. Соловьев (ОАО «ВНИИ «Сигнал» НПК-4 отдел 48 лаборатория 482)

Д. В. Казанцев (ФГБОУ ВПО "Ковровская государственная технологическая академия имени В.А. Дегтярева", ОАО «ВНИИ «Сигнал» НПК-4 отдел 48 лаборатория 482)

Актуальные задачи управления наземным роботом

- Упрощение и облегчение управления*
- Повышение интенсивной эксплуатации в сложных дорожных и климатических условиях*
- Быстрота процессов тестирования образцов нового поколения и запуска их в производство*

Архитектура системного программного обеспечения



Подсистема планирования маршрута

Вычисляет кратчайший маршрут на основе карты дорожной сети, текущего положения наземного робота и данных о проходимости отдельных узлов карты.

Подсистема планирования движения

Построение локальной траектории движения на основе положений текущей ключевой точки и наземного робота, кинематических ограничений по скорости и повороту, а также визуальной обстановки.

Подсистема траекторного управления

Управление приводами руля и педалей для поддержания требуемой скорости и курса, необходимого для удержания наземного робота на желаемой траектории.

Ассортимент лазерных сканеров от SICK AG



SICK LMS146

| | |
|---------------------------------|---------------------------|
| Угол обзора | 120° |
| Угловая разрешающая способность | 0,5...0,125° |
| Время отклика | 20...40 мс |
| Разрешение | 1 мм |
| Погрешность | ±40 мм |
| Статистическая ошибка (1 сигма) | 20 мм |
| Класс лазера | 1 |
| Класс защиты | IP 69K |
| Диапазон рабочих температур | -40...+70°C |
| Диапазон сканирования | 0,5...250 м |
| Корректировка на туман | да |
| Интерфейс | RS 232, CAN, Ethernet |
| Скорость передачи данных | 57,6 кБод / 1 Мб / 100 Мб |
| Тип выходного сигнала | 3 x PNP |
| Напряжение питания | 9...27 В пост. Тока |
| Потребляемая мощность | 8 Вт |
| Вес | 1 кг |
| Габариты | 94 x 165 x 88 мм |

Планирование локальной траектории наземного робота в реальном времени

В процессе планирования генерируется набор траекторий, позволяющих осуществить перемещение из начальной точки в конечную, но отличающихся формой и возможной скоростью движения.

Алгоритмы, основанные на случайном поиске

RRT (Rapidly Exploring Random Tree - быстро разворачивающееся случайное дерево):

- Применим к большому числу динамических моделей, но не учитывает кинематические ограничения наземного робота

CL-RRT (Closed Loop - Rapidly Exploring Random Tree - быстро разворачивающееся случайное дерево с обратной связью):

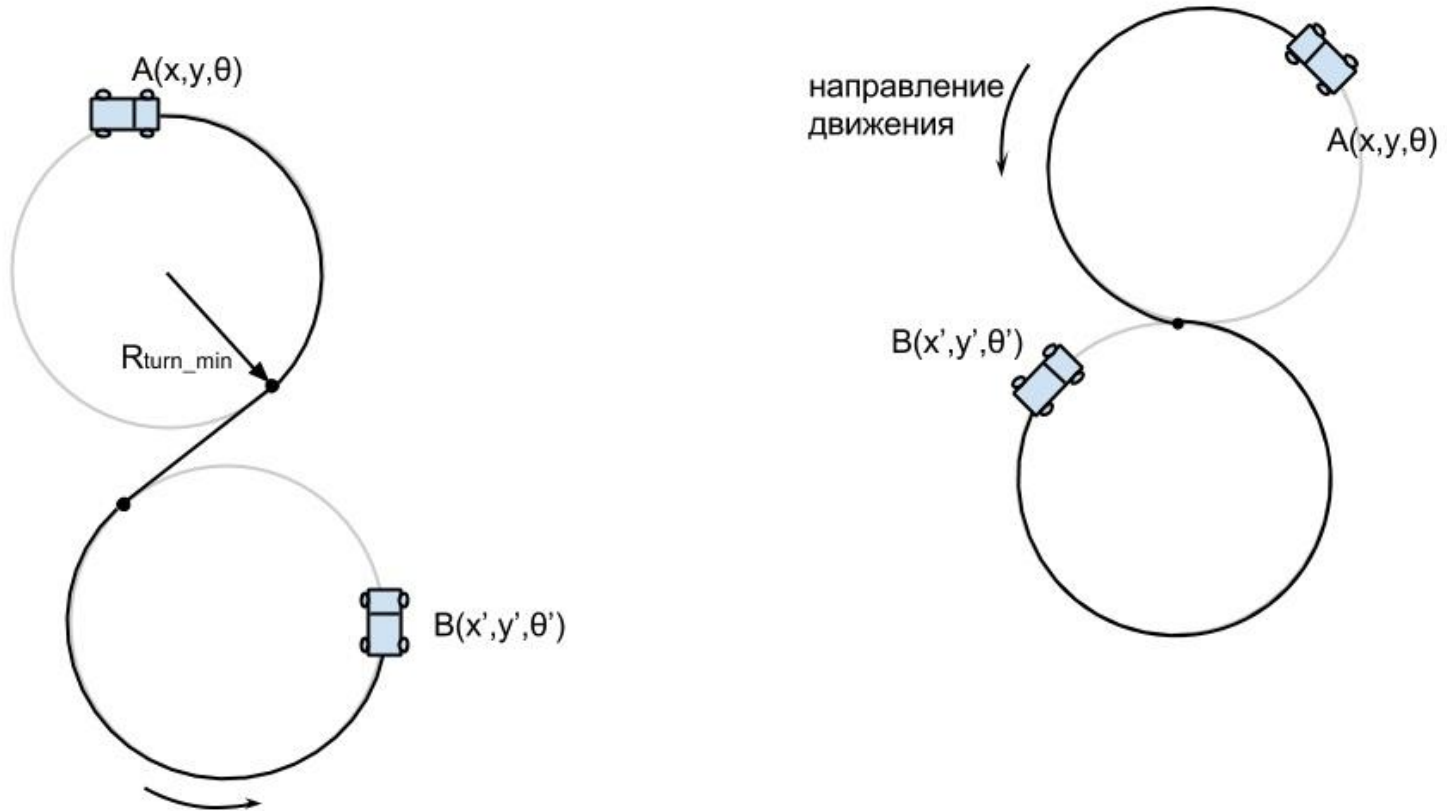
- Работает для наземного робота с неустойчивой динамикой с помощью стабилизирующего регулятора;
- Использование стабилизирующего контроллера обеспечивает меньшую ошибку предсказания, что уменьшает эффект от ошибок и неточностей в модели движения робота, а также позволяет компенсировать шумы, которые действуют на реальном наземном роботе;
- Может справиться с любой нелинейной моделью транспортного средства

Hybrid-A*:

- Генерирует траекторию, пригодную для исполнения с дополнительным сглаживанием и оптимизацией
- Не может осуществлять перестройку траектории в случае её перекрытия

Примеры путей Дьюбинса

Путь Дьюбинса (Dubins path) - способ представления траектории в виде набора дуг и отрезков прямых.

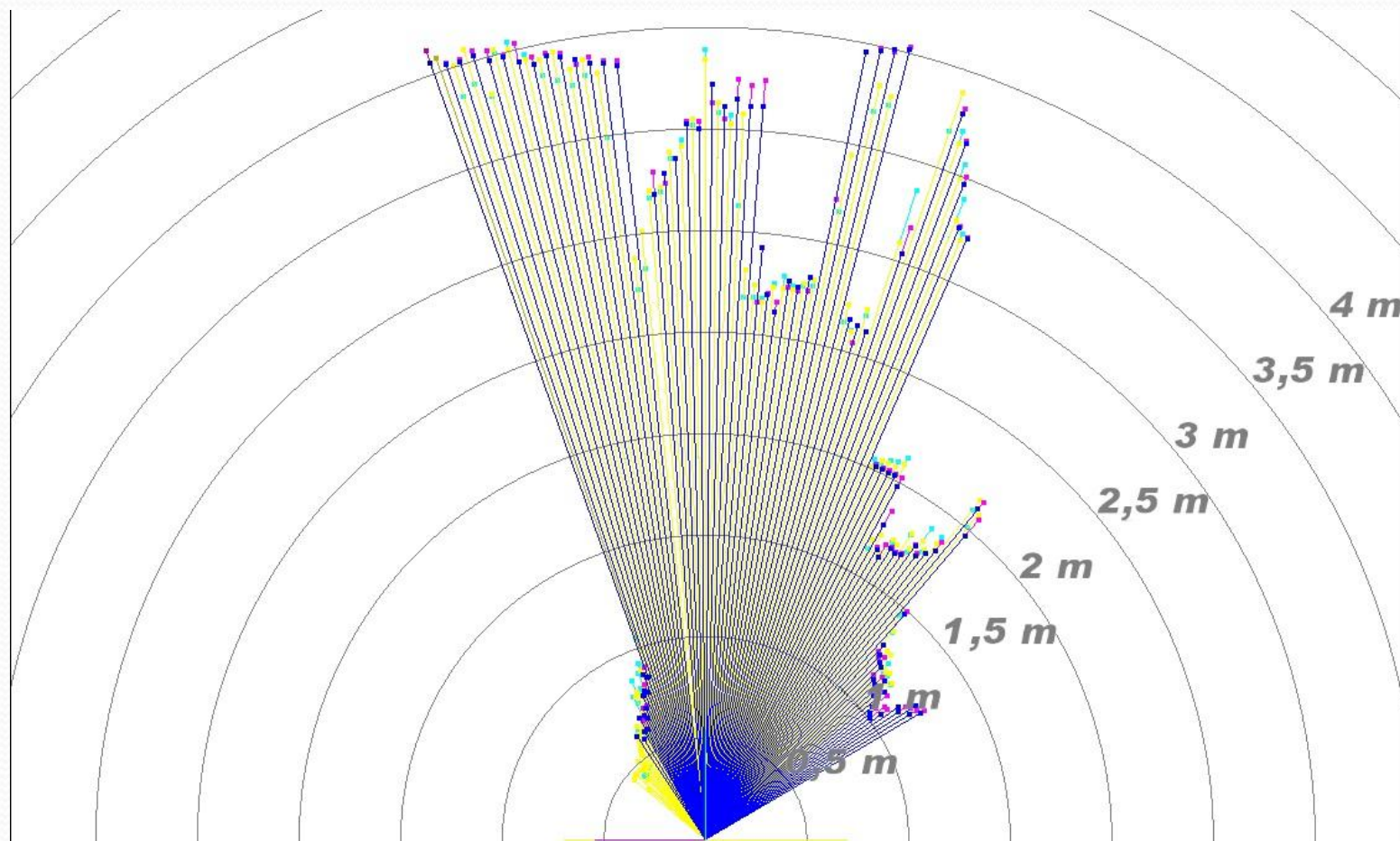


x, y – координаты положения

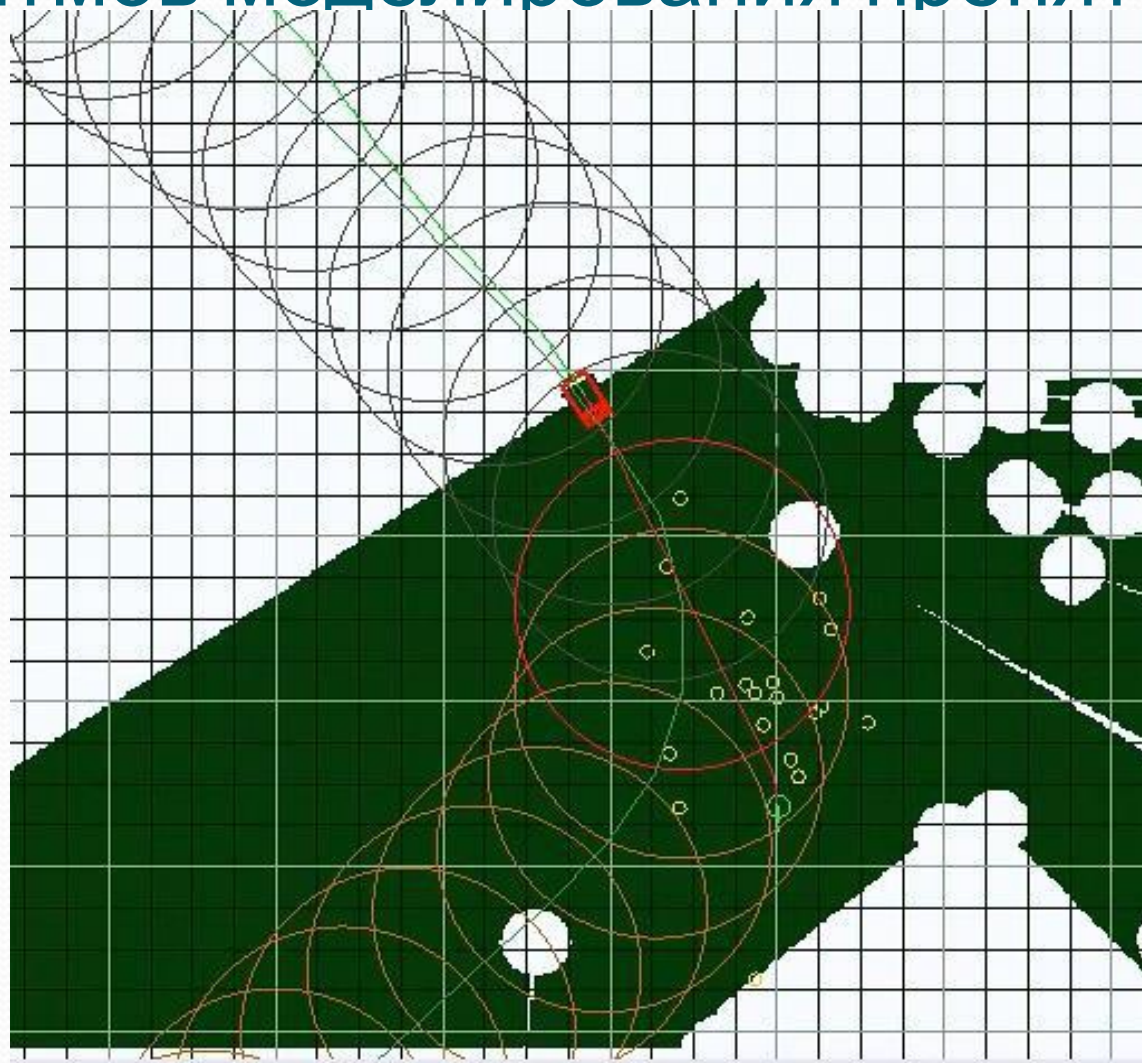
θ – ориентация в пространстве

R_{turn_min} – минимальный радиуса поворота наземного робота

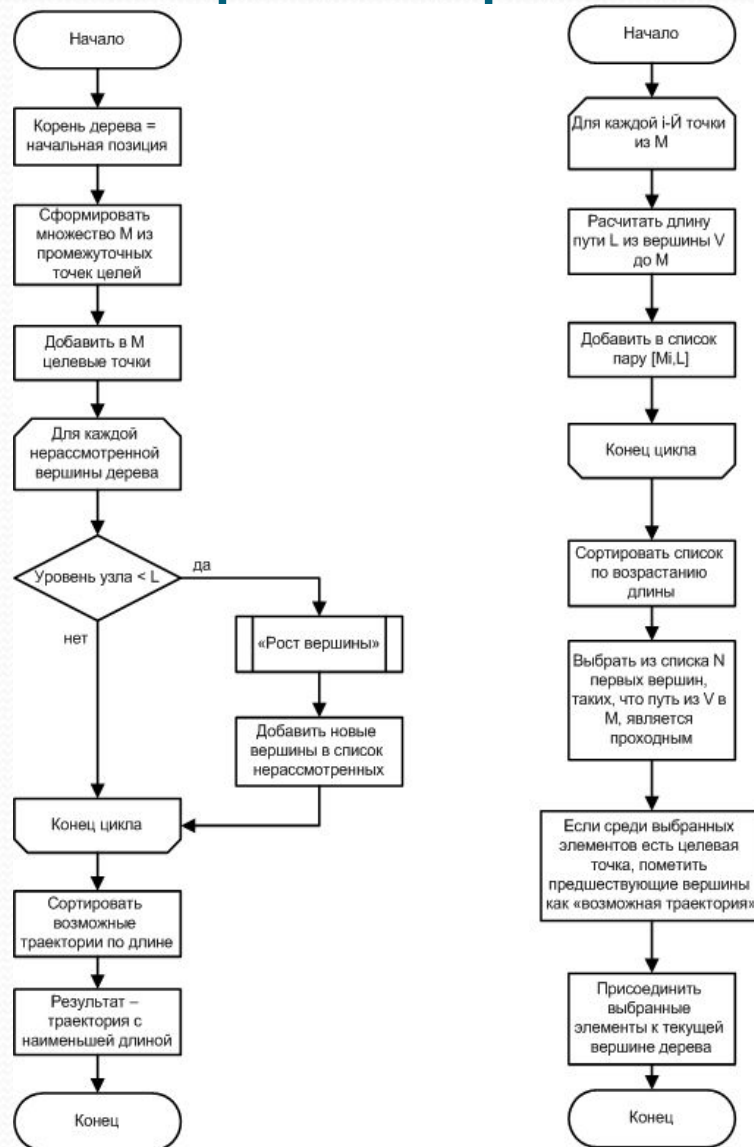
Информация, получаемая с лазерного сканера SICK LD-MRS, переведенная в графическое представление



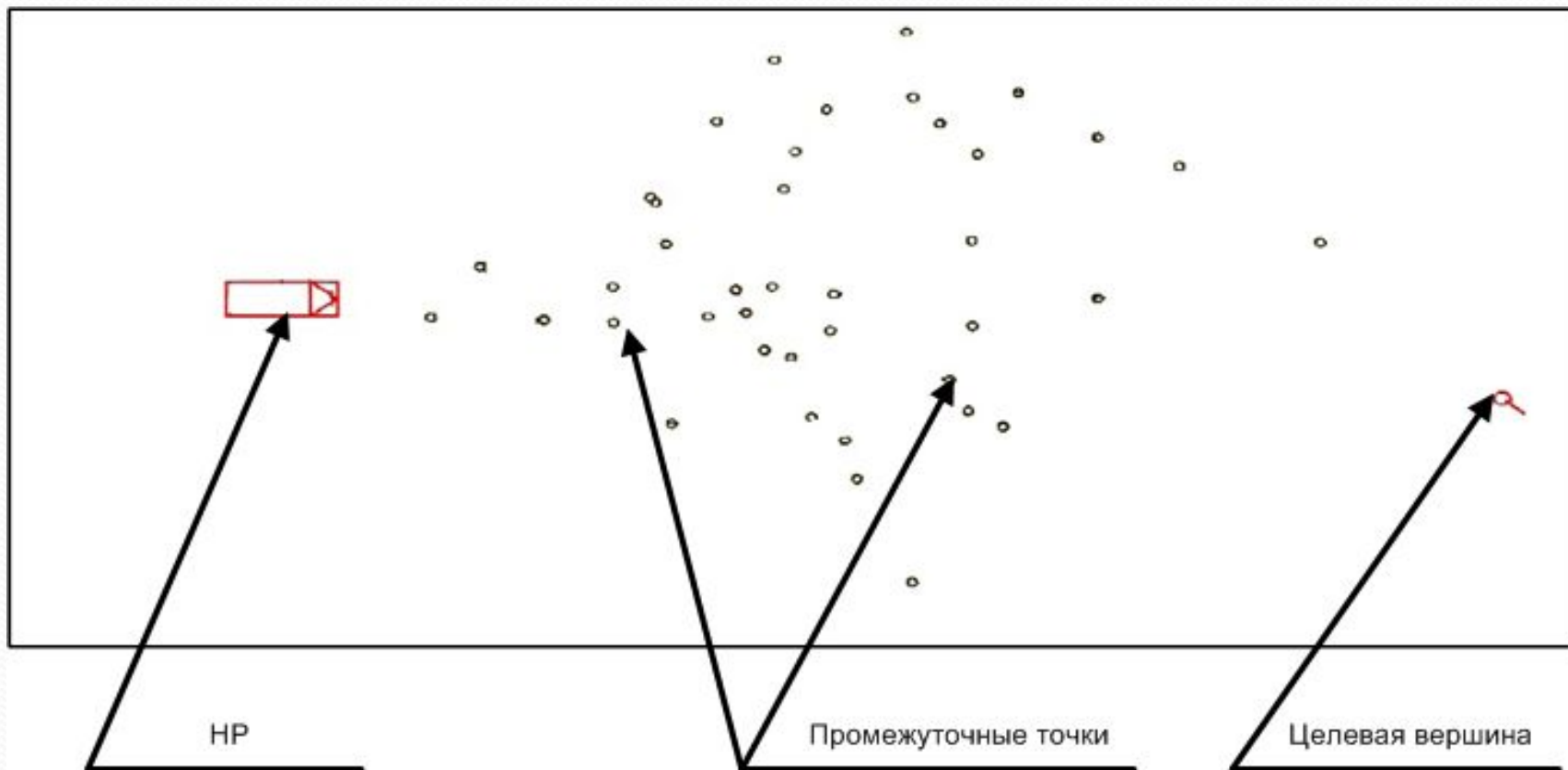
Карта проходимости, полученная с помощью лазерного сканера SICK и алгоритмов моделирования препятствий



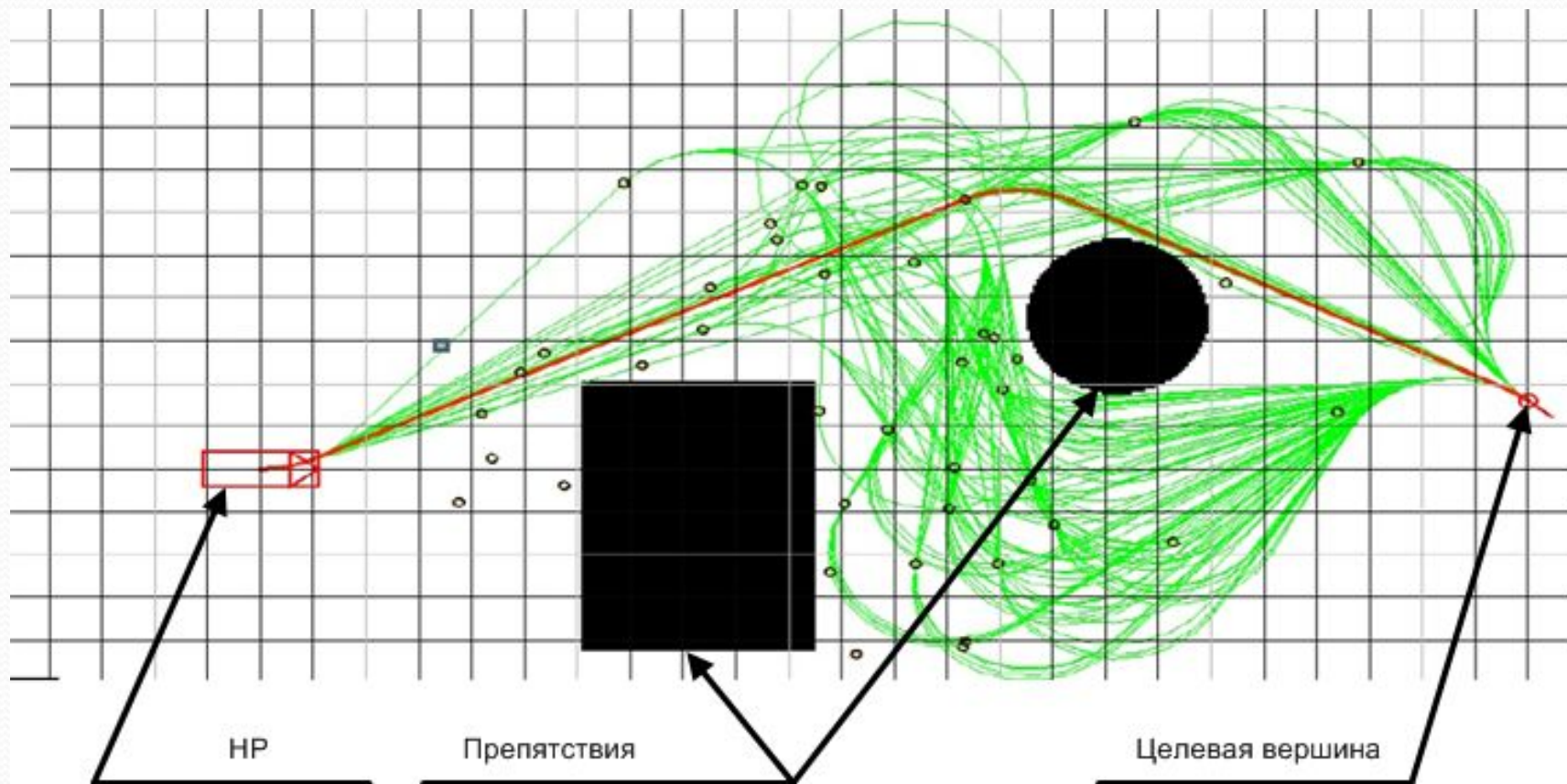
Алгоритм планирования локальной траектории



Примеры промежуточных точек, лежащих в области впереди наземного робота



Пример полученных траекторий (зеленая линия) и лучшая траектория (красная линия)



Взаимосвязь блоков программного обеспечения для моделирования движения мобильного робота

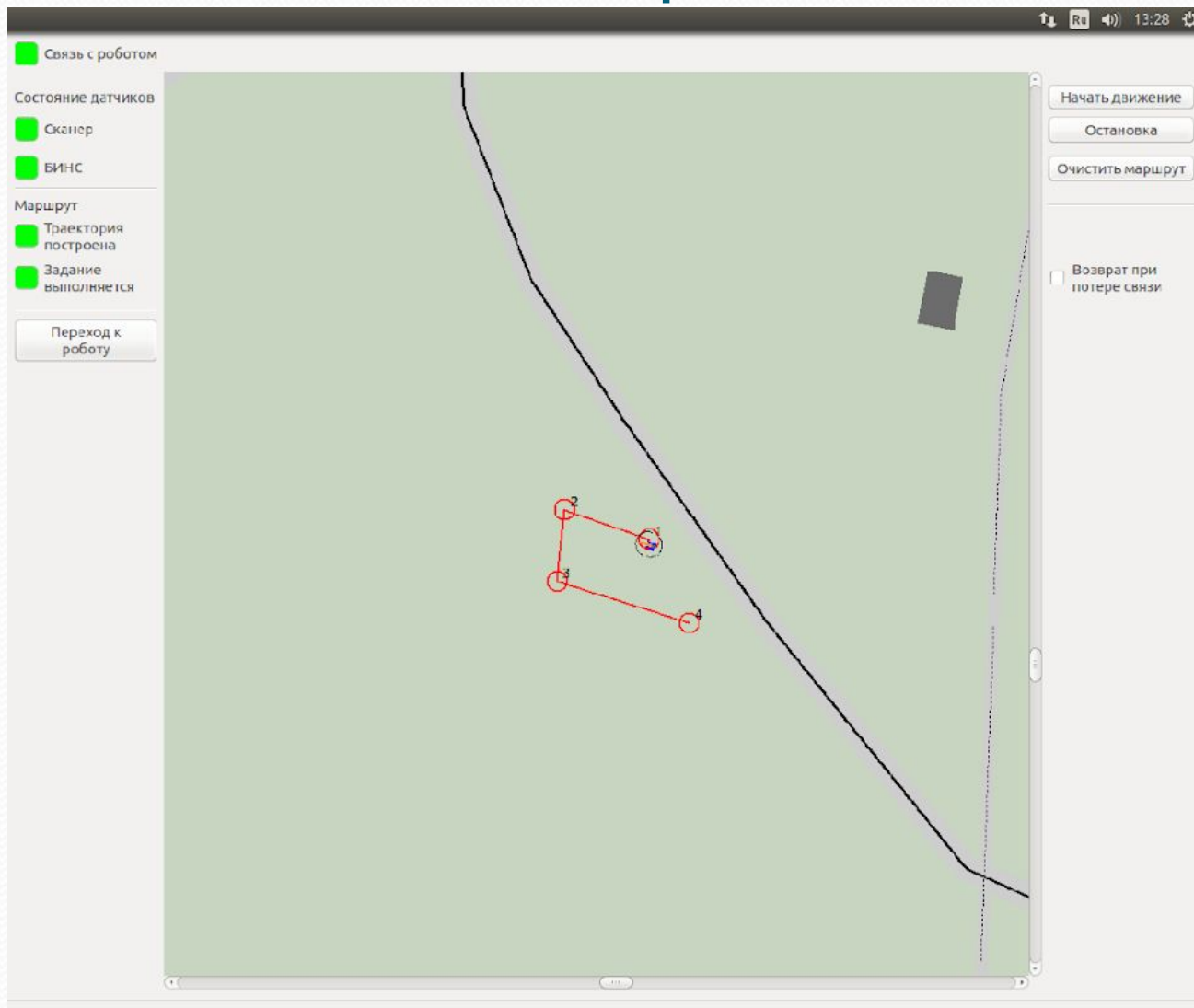


Компьютер 1 - Программное обеспечение моделирования работы датчиков (лазерного сканера, БИНС (возможно применение различных модификаций, в том числе и используемых в разработках ОАО «ВНИИ «Сигнал»)), модуль геолокации GPS/ГЛОНАСС основанный на протоколе обмена IEC 61162-1 (NMEA-0183))

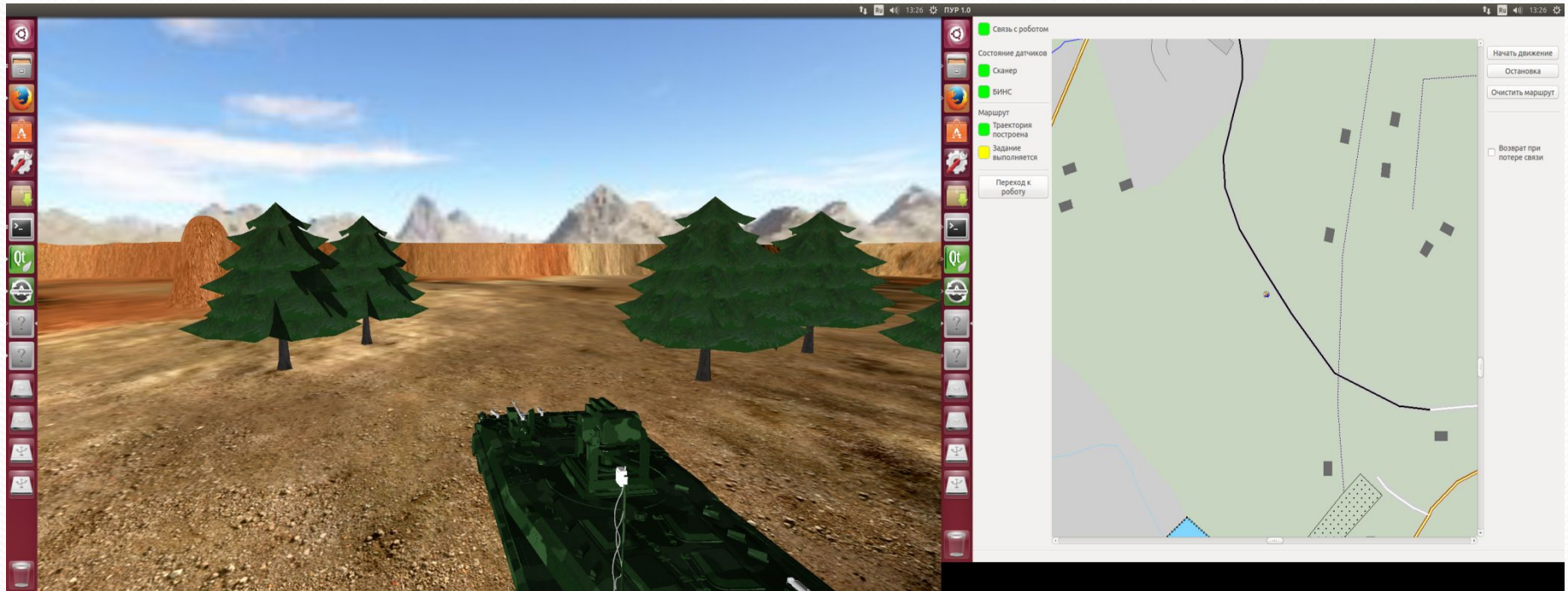
Компьютер 2 - Программное обеспечение отрисовки карты местности и реализация алгоритма объезда препятствий

Свитч – осуществление связи между ПК по сети Ethernet

Установка целевых вершин движения мобильного робота



Структурированная местность с отображением различных препятствий и движение мобильного робота по заданным целевым вершинам





**Спасибо за
внимание**