



Структура роботизированной системы разметки дороги

Н. С. Реута

Пензенский государственный университет, Россия, 440026 г. Пенза, ул. Красная, 40

Р. Г. Нанеташвили

Пензенский государственный университет, Россия, 440026 г. Пенза, ул. Красная, 40

И. И. Кочегаров

Пензенский государственный университет, Россия, 440026 г. Пенза, ул. Красная, 40

Аннотация. Рассматривается история появления роботов, достаточно подробно исследуется проблематика дорожной разметки с точки зрения автоматизации этого процесса. Оценивается актуальность разработки системы роботизированной системы разметки дороги. Проводится анализ существующих отечественных и зарубежных систем разметки. Определяются требования к системам ориентации в пространстве, системам передвижения, поддерживаемому рабочему оборудованию.

Ключевые слова: робот, дорожная разметка, системы ориентирования, мобильная платформа.

Structure of a robotic road marking system

N. S. Reuta

Penza State University, 40 Krasnaya Street, 440026, Penza, Russia

R. G. Nanetashvili

Penza State University, 40 Krasnaya Street, 440026, Penza, Russia

I. I. Kochegarov

Penza State University, 40 Krasnaya Street, 440026, Penza, Russia

Abstract. The history of robot appearance is considered, and the issues of road marking in terms of its automation are studied in detail. The relevance of a robotic road marking system development is assessed. An analysis of existing domestic and foreign marking systems is carried out. The requirements for orientation systems in space, mobility systems, supported working equipment are determined.

Key words: robot, road marking, orientation systems, mobile platform.

Термин «робототехника» подразумевает прикладную науку, которая занимается разработкой технических автоматизированных систем и является важной составляющей интенсификации производства. В своем развитии робототехника опирается на такие дисциплины, как механика, электроника, информатика. Впервые данный термин появился в печати в 1941 г., а вот в истории эта наука заявила о себе достаточно давно. Например, в 400 г. н.э. появился механический голубь греческого математика Архита. Позже, в 1206 г., инженер-механик Аль-Джазари задумался о создании человекоподобной механики.

Уже в 1495 г. всемирно известный Леонардо да Винчи представил свои намерения создать механического рыцаря, а в далеком 1737 г. Жак де Вакансон создает первый действующий человекоподобный робот.

Именно разработки и чертежи предыдущих изобретателей и легли в основу развития современной робототехники.

Период успеха механических помощников людей пришелся на прошлое столетие: сначала в фантастической литературе, где впервые и было использовано слово «робот», а позже, в середине двадцатого века, создается роботическая рука, управление которой осуществлялось с помощью электронного контролера. Это был первый функциональный робот.

Современный мир вполне осознает значение робототехники. Наука не стоит на месте. Растет количество как механических, так и (особенно бурно) электронных помощников. Создается много программ для управления роботами, ширится круг задач, которые они выполняют, причем не только в тех сферах деятельности человека, где существует опасность для жизни и здоровья людей, но и тех, где очень высоки требования к точности, скорости и качеству и т.п.

Сейчас робототехника постепенно становится тем общим двигателем, который объединяет электротехнику, электронику, оптику, механику. Проблема интеграции роботов на данном этапе жизни полностью так и не решена. Мы имеем огромное количество ресурсов и возможностей для создания всевозможных объектов, сооружений и техники, однако не всегда можем применить эти ресурсы во благо человечества, а именно: обычных граждан и многих, на первый взгляд, ничем не выдающим себя профессий, которые также требуют новшеств в своих сферах, дабы разгрузить людей от монотонных и порой опасных для их жизни действий. Сейчас, например, многие из нас не мыслят своего существования без автомобиля. За последние десятилетия в нашей стране он окончательно превратился в средство передвижения.

Количество автомобилей неуклонно растет, строится и ремонтируется дорожное полотно, но порой долго приходится ездить по новенькой дороге без разметки.

Дорожная разметка – это маркировка на покрытии автомобильных дорог, служащая для сообщения определенной информации участникам дорожного движения. Нанесение дорожной разметки устанавливает определенные режимы и порядок движения транспортных средств и пешеходов. Дорожная разметка является средством визуального ориентирования водителей и применяется как самостоятельно, так и в сочетании с другими средствами в целях повышения безопасности организации дорожного движения.

Дорожная разметка вне зависимости от времени суток и природных явлений должна:

- быть хорошо видна на дороге;
- должна выдерживать любые химические и погодные воздействия, различную механическую и абразивную нагрузку, обладать устойчивостью к колебаниям температур;
- после нанесения краски срок высыхания должен быть минимальным;
- должна обладать нужным сцеплением колес с дорогой;
- должна обладать долгими сроками эксплуатации, которая зависит от нагрузки.

На сегодняшний момент сам процесс нанесения дорожной разметки на проезжую часть – не самая легкая задача. Ее необходимо выполнять точно и как можно с меньшей погрешностью. Процесс разделен на два этапа: в начале наносится ориентировочная разметка и только после – основная, что занимает довольно много времени. Кроме того, работа в темное время суток практически невозможна, к тому же человеческий фактор всегда влияет на качество исполнения.

Потому актуальным является разработка автоматизированной системы нанесения дорожной разметки, что позволит, во-первых, сократить штат рабочих на объекте (городская дорога, сообщение между городами и т.д.); во-вторых, ускорить время выполнения работы путем исключения из рабочего плана ориентировочной разметки и нанесения сразу основной; также использовать возможность организовать работу в темное время суток за счет точности в ориентировании робота и его независимости от освещенности рабочей поверхности (дороги); в-третьих, повысить качество выполнения работы, исключив влияние человеческого фактора.

В процессе разработки необходимо выполнить следующие задачи:

- 1) изучить существующие решения в данной области;
- 2) выявить основные структурные элементы современных систем разметки;
- 3) определить элементы, не позволяющие использовать полностью автоматический режим работы, с целью их улучшения;
- 4) подготовить структуру разрабатываемой роботизированной системы разметки дороги;
- 5) обосновать выбор функциональных элементов для решения поставленных задач;
- 6) выработать рекомендации для создания прототипа роботизированной системы разметки дороги.

Надо понимать, что задача не нова. В наше время нанесение разметки на дорогах не производится вручную, потому что такой метод малоэффективен и требует больших затрат времени и сил. Все виды работ выполняются специальными машинами и механизмами. Таким образом, разметка наносится механизированным способом, как для дорог, так и для паркингов.

Рассмотрим немного подробнее современные методы и оборудование для дорожных разметок.

Нанесение дорожной разметки краской считается самым недорогим методом разметки дорог. Другой метод – нанесение дорожной разметки пластиком подразделяется на два вида, в зависимости от используемого материала, – горячий или холодный пластик. Холодный пластик – это современный ремонтный материал для восстановления разметки после ремонта дорожного покрытия. Однако он стоит довольно дорого. Термопластик (горячий пластик) отличается долговечностью, а его низкая стоимость делает нанесение им разметки конкурентным к использованию краски.

Оборудование для разметки дорог – это распыляющие краску агрегаты, функционирующие по принципу безвоздушного и воздушного нанесения, либо устройства, предназначенные для разогрева термопластика до рабочей температуры и заправки им маркировочных машин.

Структура современных систем разметки достаточна проста.

По методу управления они делятся:

1) на **ручные** – это различные тележки;
2) **комбинированные** – это машины большого размера на автомобильных шасси, средние прицепные или малые машины. Комбинированный способ является самым практичным, он позволяет пользоваться необходимым режимом без смены машины в разных ситуациях. Например, при рисовании линий лучше всего пригоден автоматический режим, его параметры уже введены в компьютер. При рисовании на дороге стрел или зебры машина можно перевести на ручное управление;

3) **автоматические** – управление в ней осуществляется посредством использования *GPS* систем. Управляется такая техника не человеком, а портативным компьютером, находящимся непосредственно в салоне машины. Установить такое управление можно в любое транспортное средство.

По методу передвижения современных систем разметки выделяют колесную платформу с использованием двигателя внутреннего сгорания или без него.

На сегодняшний день автоматизированные системы нанесения дорожной разметки могут выполнять работы только на трассе (что с успехом доказали аппараты, например, белорусских разработчиков) в виду того, что городская дорога пока что является для него затруднительной из-за большого количества препятствий, которые не видны в системах навигации. Однако начинают появляться образцы, которые успешно работают и в населенных пунктах. Такие разработки имеются у китайских и японских инженеров.

В России на данный момент для нанесения дорожной разметки используются полуавтоматизированные «тележки» на которых установлено необходимое оборудование (рис. 1), а также автомобили, отличающиеся только габаритами и объемами содержимого материала для работы. Оба агрегата управляются с непосредственным участием человека (рис. 2). Их примеры можно увидеть ниже.



Рис. 1. LineLazer 3400



Рис. 2. Автомобиль для нанесения разметки

Таким образом, разработка роботизированных систем разметки дороги, учитывающей потребности современного общества и учитывающей особенности нашей страны видится нам актуальной.

Особенно важно отметить некоторые важные требования к роботизированным механизмам:

- высокая надежность (долговечность и ремонтпригодность, взаимозаменяемость отдельных элементов конструкции является огромным плюсом для робота);
- простота управления (минимальные сроки пуска-наладки, возможность привлечения к управлению людей без особой подготовки);
- хорошая производительность вычислительного комплекса (возможность проведения сложных расчетов в минимально возможное время, определяет оперативность реагирования на изменяющуюся обстановку и возможность принятия правильных решений в ходе выполнения установленной задачи или списка задач);
- неприхотливость как перспектива эксплуатации в сложных условиях с минимальными рисками повреждения и выхода из строя;
- универсальность и специализация;
- невысокая стоимость;
- возможность работать на разных платформах.

Помимо указанных требований, которые предъявляются ко всему механизму в целом, существуют также и требования к каждому техническому элементу, детали или узлу.

Очень важно понимать, что в разрабатываемой системе имеются определенные элементы, которые на данном этапе разработки не могут быть полностью автоматизированными. Это такие элементы, как пополнение резервуара с краской или термопластиком; обеспечение топливом; устранение неполадок двигателя, ходовой и красящей частей и т.п.; смена изношенных деталей.

Перейдем непосредственно к структуре разрабатываемой системы (далее по тексту – робот). Представим нашего робота в виде отдельных блоков и дадим их краткое, но понятное описание.

1. За положение робота на местности отвечает блок ориентации.

Он включает в себя все оборудование, направленное на точное ориентирование робота в пространстве с учетом окружающих его объектов. Сюда входят:

- *GPS* навигатор;
- лидар;
- лазерные датчики.

В совокупности все эти элементы позволят роботу ориентироваться на проезжей части, причем как в городской черте, так и за ее пределами, и выполнять поставленные задачи максимально точно и безопасно.

2. Центральная система нашего робота – блок управления.

Планируется, что управление будет полностью автоматизировано. Для этой цели будут использоваться:

- платы *Arduino*;
- ПО, разработанное для платформы *Linux*, для управления рабочими процессами;
- видеокамера.

Эти элементы позволят при необходимости как управлять роботом, так и следить за выполнением поставленных задач, вовремя вносить изменения.

3. Передвижение робота будет осуществляться на классической колесной платформе с использованием двигателя внутреннего сгорания.

4. Рабочий блок составляют те части робота, которые необходимы непосредственно для нанесения дорожной разметки на проезжую часть.

Сюда входят такие элементы, как:

- резервуар для краски;
- покрасочный пистолет;
- щетка для очистки дорожного полотна;
- датчик стеклошариков;
- шланг высокого давления.

В дальнейшем планируется подготовить робота к использованию рабочего блока с элементами для нанесения разметки с использованием термопластика.

Выбор элементной базы для блоков робота – один из важнейших вопросов. Ведь от этого выбора зависит не только функциональная часть, но и стоимость системы.

Итак, использование системы *GPS* позволит не только роботу, но и оператору следить за положением первого на карте, позволяя также наметить или проложить предварительный рабочий маршрут. Учитывая, что *GPS* навигация проста в использовании, это делает выбор *GPS* максимально экономичным вариантом. Выбор оборудования здесь достаточно широк и необходимо изучить несколько моделей для выбора оптимального варианта.

Следующий из выбранных компонентов блока ориентации – лазерный датчик, совместимый с платами Arduino. Это связано не только с большой популярностью Arduino, но и с привлекательной ценой (от 1600 руб.), для такого вида датчиков. Альтернативой лазерным датчикам может быть лидар. Лидар довольно дорогое оборудование, по сравнению с датчиком, но и крайне полезное. Важно принять во внимание то, что лидар позволяет ориентироваться роботу непосредственно на месте его расположения, передавая информацию об окружающих его объектах. Хватит одного-двух лидаров для создания комфортных условий для ориентации робота.

Компания *Quanergy Systems* предлагает лидар стоимостью 250\$ размером с кредитную карту и обещает к 2018 г. понизить не только габаритные размеры, но и цену до 100\$ [1].

Блок управления также важен для робота, как и блок ориентации. Использование в этом блоке плат Arduino обосновано надежностью их работы, приемлемой стоимостью, поддержкой Linux, под которую будет разрабатываться (либо приобретаться) программное обеспечение для управления работой.

В выборе камеры для возможности наблюдения и мониторинга происходящей вокруг робота ситуации мы встретились с некоторыми затруднениями. Для корректной работы очень важно было выбрать камеру с достойным изображением и сильным Wi-Fi сигналом. После долгого поиска мы остановились на модели JMK UP-035W. Это беспроводная Wi-Fi камера благодаря встроенному поворотному механизму позволит посредством одной камеры контролировать все необходимые зоны. Переходим к третьему блоку, а именно, блоку движения.

В первых экспериментальных моделях планируется использовать шасси автомобиля «ОКА» с бензиновым двигателем. Существует много примеров использования платформы этого российского автомобиля для различных нужд (один из примеров – квадроцикл [2]). Безусловно, использование данной платформы потребует конструктивных доработок, однако в случае массового выпуска робота есть возможность установить кооперационные связи с российским заводом-изготовителем автомобильных шасси, разработать совместно с инженерами производителя конструкторскую документацию для налаживания производства. Выбор основан на неприхотливости и экономичности ДВГ данного шасси, а также компактных размерах платформы, простоте размещения на ней всех блоков робота.

Постепенно мы добрались до рабочего блока. Безусловно, выбор резервуара под краску роли на качество разметки не сыграет, однако выбор качественного покрасочного пистолета, щетки для очистки дорожного полотна и датчиков могут серьезно повлиять на исполнение работы. В своем выборе мы основывались именно на этих критериях и остановились на модели АВД 7000 российского производителя АНТИКОР [3] с резервуаром на 50 л.

Как уже отмечалось выше, используемое шасси позволит быстро перенастроить робота для использования оборудования для нанесения разметки термопластиком [4].

Самой сложной задачей, стоящей перед нами, станет изготовление прототипа роботизированной системы нанесения дорожной разметки. Безусловно, важнейший вопрос – финансирование. Как добиться решения? Во-первых, тщательно подойти к выбору функциональных элементов, от которых напрямую зависит себестоимость изделия. Во-вторых, привлечь к разработке программного обеспечения талантливых студентов, для которых работа над новым проектом будет интересна в плане развития своих способностей. В-третьих, убедить, заинтересовать своим предложением производителей. Кроме того, можно рассчитывать на помощь от государства на развитие инновационных проектов.

Заключение

С развитием технологий проблема внедрения роботов в наш быт становится все более актуальнее. Для обычного человека это потеря потенциального рабочего места, а для работодателя – прекрасное вложение в развитие бизнеса. Именно эта проблема в скором времени может встать перед нами. Благо, конкретно в этот период времени роботы не имеют возможности абстрагироваться от человека и заниматься своими «делами», а значит, для каждого робота нужен оператор, что весьма приятнее и позитивнее воспринимается. Роботы нуждаются в операторе, который должен и будет наблюдать за исполнением работы, контролировать его, управлять им и т.п.

Что делает самый распространенный вид роботов? Выполняет определенную задачу, поставленную непосредственно человеком.

А что ожидает владелец робота от него? Многие полагают, что он будет не просто выполнять поставленную задачу, но сможет и что-то еще, к примеру, приносить нам газету или тапки, станет нам собеседником.

На сегодня единственное бытовое применение – это роботы-пылесосы, роботы-терминалы для телеприсутствия или охраны. Затем идут военные «игрушки» – роботы-разведчики или саперы (но если присмотреться, то это всего лишь радиоуправляемые машины, никак не роботы).

Таким образом, впереди нас ждет весьма серьезная и трудоемкая работа, которая потребует множество сил и времени.

Библиографический список

1. URL: <http://robotosha.ru/robotics/lidar-for-100-dollars.html>
2. URL: <http://buggy-plans.ru/index.php/gotovye-proekty/kvadr-4kh4-na-baze-oki-sergey645>
3. URL: http://www.antikor-s.ru/Okrasochnoe_oborudovanie_Rossiya/
4. URL: <http://tau-s.ru/catalog/doc/60>

Реута, Н. С.

Структура роботизированной системы разметки дороги / Н. С. Реута, Р. Г. Нанеташвили, И. И. Кочегаров // Инжиниринг и технологии. – 2017. – Vol. 2(2). – DOI 10.21685/2587-7704-2017-2-2-2