

ПОДХОД К МОДЕЛИРОВАНИЮ КОРПУСА МОБИЛЬНОГО РОБОТА ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ В ЛАБОРАТОРИИ ЦИФРОВОГО ПРОИЗВОДСТВА

Петров М.В.

Научный руководитель: Юдин А.В.

ГБПОУ «Воробьевы горы», Центр Технического Образования, Москва, Россия.

МГТУ им. Н.Э.Баумана, кафедра ИУ4, Москва, Россия.

APPROACH TO MODELING OF A MOBILE ROBOT'S BODY FOR MANUFACTURING IN A DIGITAL FABRICATION LABORATORY

Petrov M.V.

Supervisor: Yudin A.V.

State budget vocational and educational institution "Vorobyovi Gori", Centre of Technical Education, Moscow, Russia.

Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russia.

Аннотация

В статье рассматривается проблема однотипных решений, встречающихся на соревнованиях мобильных роботов и предлагается подход к увеличению разнообразия внешнего вида роботов. Также представлена возможность упрощения геометрических расчетов при разработке конструкции робота с помощью САПР с возможностью параметрического моделирования.

Abstract

The article presents the problem of similar looking design solutions found in the competition of mobile robots and proposes an approach to increase the diversity of the robots' appearances. It also discusses an opportunity to simplify geometric calculations while designing a robot's structure using CAD software with parametric modeling.

Введение

Очень часто решения одной и той же технической задачи в разных командах разработчиков приводят к однотипному внешнему виду механизмов итогового устройства. Если разработка ведется независимо – этот факт может говорить в том числе и об оптимальном решении, найденном в процессе поиска. Если же разработка ведется в одной лаборатории или в дружественных командах – этот факт может говорить о взаимовлиянии уже найденных решений кем-то из разработчиков. В этом случае оптимальность решения проверить будет возможно только в практике его применения и сравнения с аналогами.

Соревнования мобильных роботов Евробот [1] – это командные соревнования. Подготовка к ежегодному слету инженеров-энтузиастов длится от 6 до 8 месяцев. За это время участники должны разработать очередного мобильного робота, который будет способен решить несколько задач по манипуляции игровыми элементами за короткий промежуток времени. Выигрывает в итоге решение, которое наиболее эффективно решает комплекс практических задач.

Автор уже несколько лет разрабатывает роботов-участников соревнований Евробот в лаборатории робототехники Центра Технического Образования Дворца пионеров на Воробьевых горах [2]. В составе Объединенного Студенческого Конструкторского Бюро (оСКБ) [3], автор также проводит научно-исследовательскую работу, в том числе по возможным подходам к разработке мобильных роботов. Имея возможность сравнивать результаты разработки роботов как на итоговых соревнованиях, так и в процессе подготовки многочисленных команд лаборатории автор пришел к выводу, что очень часто потенциал технологических возможностей лаборатории не используется полностью, а решения получаются однотипные. На соревнованиях такие конструкции для зрителей выглядят скучно и однообразно, что очень часто приводит к неверным выводам о сложности разработки подобных устройств.

Соревнования и робот 2017

Правила соревнований Евробот 2017 [4] содержат ряд практических заданий, которые предстоит решить роботам на соревнованиях. Таких заданий на этот раз всего 3:

- сбор, сортировка и размещение в правильных местах мячей разной формы и цвета.
- сбор цилиндров и размещение их в нужном месте с соблюдением верной ориентации в пространстве.
- уже размещенные цилиндры можно вращать по ходу матча так, чтобы цвет команды оказывался выше цвета соперника.
- запуск «Спутника», небольшого объекта на нужную высоту.

Каждое задание решает один или несколько механизмов. Оригинальность таких решений зависит как от опыта разработчика, так и от финансовых возможностей команды. На протяжении многих лет новички имеют свойство копировать решения друг у друга или следовать базовым рекомендациям наставников, не привнося в собственную конструкцию отличительных черт. Иногда это связано с тем, что в процессе создания робота необходимо многое освоить, например, технологии изготовления деталей. Но часто и на втором и последующих годах не происходит качественного рывка и роботы продолжают походить друг на друга.

Автор задался целью дать направление тем командам и разработчикам, которые хотели бы творчески подойти к разработке конструкции и внешнего вида своего робота. На собственном примере, автор стремится разработать простой в освоении способ помогающий адаптировать дизайнерские задумки к функциональным элементам мобильного робота.

Самым простым элементом, с которого легко начать видоизменять внешний вид робота – это шасси, часть конструкции, которая служит носителем исполнительных механизмов робота. Самый распространенный вариант схемы расположения колес показан на Рис.1.



Рис.1 – популярная схема расположения колес и внешнего вида шасси мобильного робота

Подавляющее большинство команд, участвующих в Евробот Юниор, ограничиваются изменением геометрии платформы шасси, хотя существует несколько прочих схем расположения колес, которые вполне можно было бы использовать в комбинации механизмов для создания уникального внешнего вида.

Возможно, что такое положение дел связано со сложностями, которые возникают при переходе на другие схемы движения: отсутствием подобных схем в поле зрения разработчиков и с необходимостью проведения «нестандартных», непривычных и просто новых расчетов.

В данной работе автор, на примере разработки нестандартной, редко встречающейся схемы шасси, проводит подбор параметров для геометрического моделирования конструкции шасси при заданных изначальных ограничениях на диаметр колес (фиксированный диаметр около 100 мм), максимальный периметр описанного вокруг вертикальной проекции робота многоугольника (120 см) и требования обеспечения минимального радиуса поворота получившейся конструкции.

Задача автора состоит в том, чтобы спроектировать и изготовить корпус для робота из двух частей, своеобразный «робо-поезд», состоящий из двух «вагонов». Первый вагон имеет два приводных колеса, второй – пассивные колеса независимого вращения.

САПР с возможностью параметрического моделирования

Для упрощения задачи предлагается воспользоваться возможностями современных Систем Автоматизированного Проектирования (САПР), а в частности таким инструментом, как параметрическое моделирование. Существует несколько разновидностей реализации подхода параметрического моделирования, мы же воспользуемся вероятно самым простым из подобных инструментов – геометрической параметризацией.

Знакомая автору САПР Solvespace [5], позволяет накладывать геометрические зависимости на элементы двумерного чертежа устройства. Процесс разработки модели в этом случае очень похож на программирование. Задача разработчика – однозначно определить систему геометрических зависимостей и ограничений. В случае успеха деталь изготавливается на станке лазерной резки. Похожими возможностями обладают и многие другие, в том числе более популярные САПР трехмерного моделирования (Рис.2).

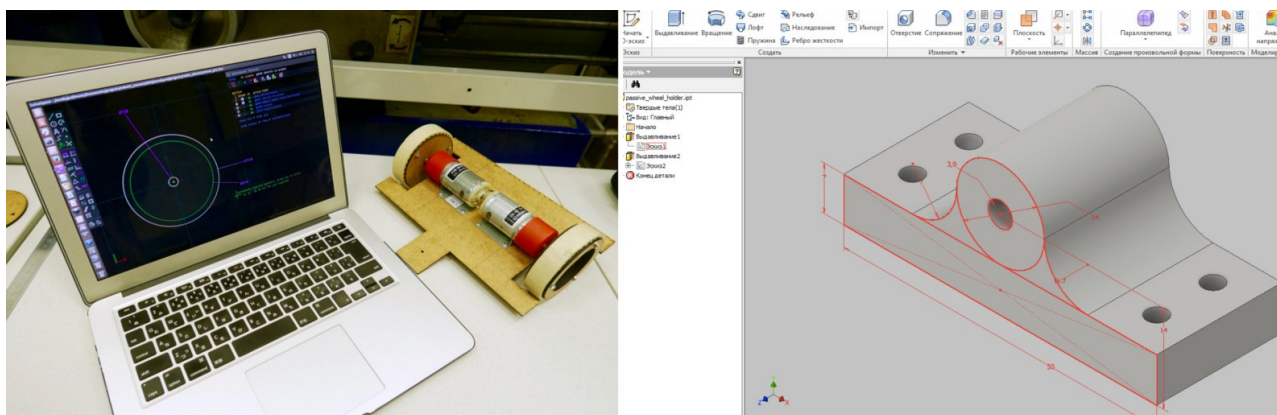


Рис.2 – геометрическая параметризация в современных САПР

Вернемся к САПР Solvespace. В полностью определенной модели возникает возможность автоматического перерасчета элементов чертежа при изменении одного из ограничений. Наиболее простым примером такого ограничения является размер в мм.

В нашем случае мы строим модель с типовыми колесами, размер которых задан и не меняется. Размер и форму платформы «вагонов» стараемся сделать одинаковыми и базируем расчеты на линейных размерах двигателей приводных колес, которые должны быть установлены максимально компактно. В итоге получаем прямоугольного вида платформы, с геометрическими зависимостями и радиусом поворота, который нам предстоит минимизировать.

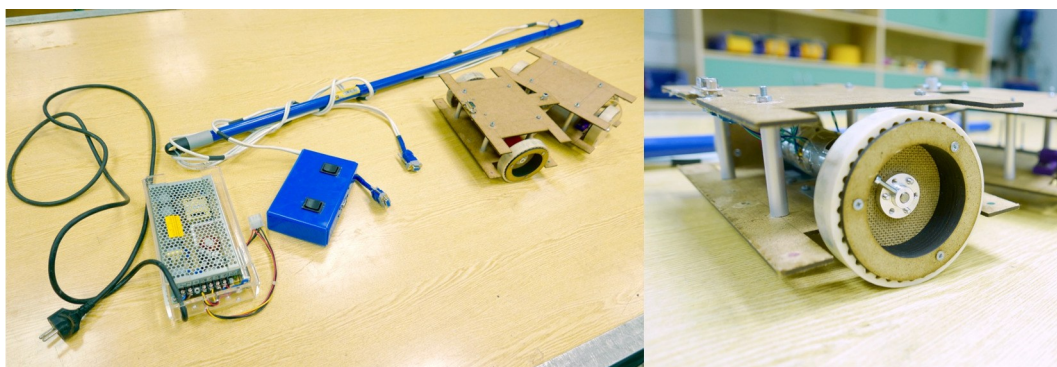


Рис. 3 – мобильный робот и его исходные ограничения и состав

В результате несложного процесса подбора значения радиуса получаем результат (Рис.4). Отметим, что при уменьшении радиуса поворота колеса на чертеже в какой-то момент начинают пересекаться, что соответствует невозможному варианту для обеспечения движения в реальной жизни. Наша задача сводится к выяснению такого радиуса, которому соответствовала ситуация касания внешних контуров колес лишь в одной точке.

После нахождения граничного радиуса поворота, увеличиваем его на 5%, чтобы исключить зацепление колес и вносим изменения в чертеж конструкции платформы, чтобы обеспечить возможность поворота (при повороте элементы одного «вагона» могут пересекаться с элементами конструкции второго, как на Рис.4).

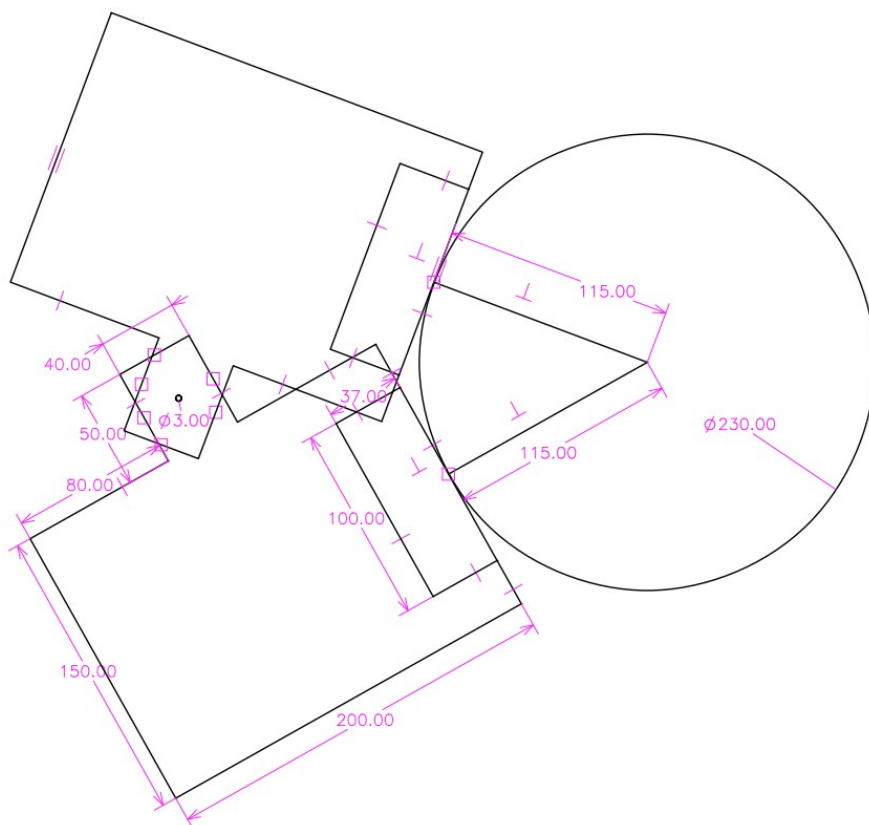


Рис.4 – параметрическая модель с подобранным значением радиуса поворота

Расчеты модели были проверены на практике: по чертежам была изготовлена конструкция робота, состоящая из двух «вагонов», которые позже были обрезаны для обеспечения нужного угла поворота и минимального радиуса поворота (Рис.5).

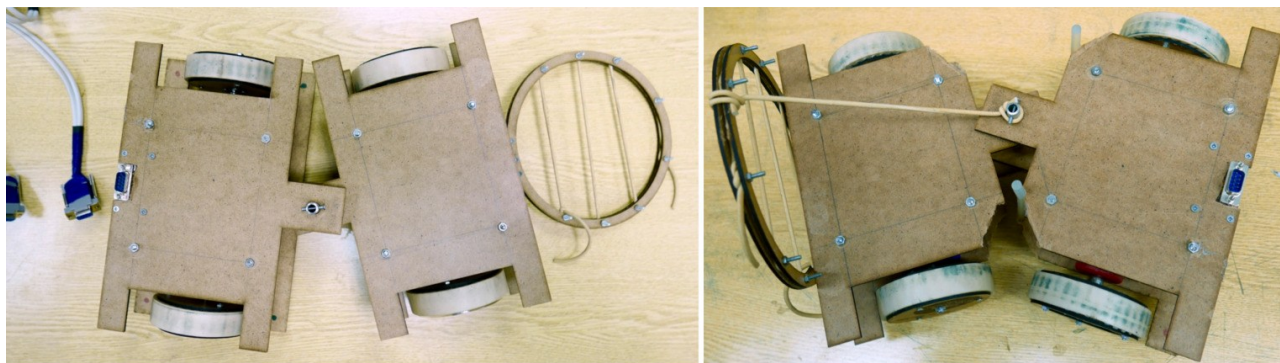


Рис.5 – конструкция и форма шасси робота в результате моделирования и апробации

Заключение

Использование возможностей параметрического моделирования, которые предоставляют многие современные САПР, в том числе и САПР Solvespace, позволяет упростить задачу расчета геометрии элементов конструкции мобильного робота. Выбор правильных, однозначных геометрических зависимостей и ограничений позволяет изменением одного из размеров модели полностью определить соответствующую геометрию остальных составляющих элементов для дальнейшего изготовления.

В результате проведенной работы автору удалось создать необычную для соревнований Евробот Юниор форму шасси робота и сохранить ее функциональность для использования в очередных соревнованиях.

Для продолжения работы в направлении увеличения разнообразия конструкций мобильных роботов лаборатории робототехники и оСКБ на соревнованиях автор планирует разработать, опробовать и описать существующие, известные схемы расположения колес в мобильных роботах.

Список информационных источников

1. Сайт Национального Организационного Комитета Евробот в России. Режим доступа: <http://www.eurobot-russia.org> – Проверено 10.02.2017г.
2. Сайт ГБПОУ «Воробьевы горы». Режим доступа: <http://vg.mskobr.ru> – Проверено 10.02.2017г.
3. Сайт Объединенного Студенческого Конструкторского Бюро (оСКБ). Режим доступа: <http://class.skycluster.net> – Проверено 10.02.2017г.
4. Правила молодежных соревнований роботов Евробот 2017: «Город на Луне», основной текст правил: Пер. с англ. с дополнениями НОК Евробот России. / Общ. ред. А.Ю.Вождаева. – М.: Национальный организационный комитет Евробот России, 2016. – 33с., ил. Режим доступа: <http://eurobot-russia.org/main/eurobot-2017> – Проверено 10.02.2017г.
5. Параметрическая САПР 2Д/3Д моделирования. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://solvespace.com> – Проверено 10.02.2017.
6. Алексеев Д.А. Телеуправляемый мобильный робот для ряда практических задач // Сборник научных трудов. 17-ая молодежная научно-техническая конференция "Наукоемкие технологии и интеллектуальные системы 2015". – М.: изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 22-23 апреля 2015 г. – с.221-229.