

**КОМПЛЕКТ МОБИЛЬНЫХ МЕХАТРОННЫХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ
ТУРНИРОВ "МИНИ-СУМО": КОНСТРУКТИВНЫЕ,
СХЕМОТЕХНИЧЕСКИЕ, АЛГОРИТМИЧЕСКИЕ И ПРОГРАММНЫЕ
РЕШЕНИЯ**

Студент группы 10309120 Колесников П. С.

Студент группы 10309120 Морозов Д. И.

Научный руководитель – старший преподаватель Козлов Ю. В.

Белорусский Национальный Технический Университет

Минск, Беларусь

Введение

Мы давно все знаем о том, что роботы это наше будущее. Существует очень много направлений робототехники. Военные разработки, социальные, развлекательные и просто рабочие роботы. Но в этот раз мы хотим поведать от лица команды машиностроительного факультета о соревновательной составляющей, а именно про роботов сумоистов.

На данный момент робот-сумоист – автономное устройство, состоящее из двигателей, датчиков и управляющего МК, предназначенное для участия в соревнованиях по робосумо, а именно для выталкивания противника за пределы ринга.

Роботы-сумоисты различаются в соответствии с видами соревнований. Всего существует 4 вида робосумо:

Мега — самые большие роботы. Максимальный вес до 3 кг. На данных соревнованиях допускается использование таких гаджетов, как присоски, магниты и других устройств, увеличивающих прижимную силу, чего не разрешается делать в других видах соревнований.

Мини — небольшие роботы до 500 грамм и не более 10 на 10 см. Не сложны в пайке, удобны в настройке и сборке. У них не ограничена высота,

что позволяет создавать необычные конструкции роботов, например, с вертикальным стартом. Являются самой популярной номинацией в сумо.

Микро и нано — уменьшенные копии мини. Микро 5 на 5 на 5, нано 2,5 на 2,5 на 2,5. Трудно паять и подбирать детали. Основной сложностью разработки данных роботов является грамотное расположение всех компонентов.

Робо-сумо — один из видов соревнований по робототехнике, давно завоевавших популярность. Правила сумо среди роботов просты. Два робота помещаются в круг, задача каждого из них – вытолкнуть соперника за черную линию своеобразного ринга.

Как и в любом другом виде спорта, в робо – сумо есть свод правил, именуемый регламентом. Для каждой компетенции создается индивидуальный регламент. Но во всех регламентах можно выделить некоторый базис, который именуется общие положения:

Матч проводится между двумя командами. Каждая команда выставляет одного робота.

Роботу необходимо вытолкнуть противника с ринга. Матч продолжается, пока команда не набирает установленное количество баллов.

Робот не должен быть под контролем человека, а значит быть автономным.

Сами бои происходят на специально созданном поле, который называется ринг.

Ринг представляет собой диск черного цвета с границей в виде белой линии по периметру. Граница является частью ринга. Боковая поверхность ринга не является частью ринга.

Вокруг ринга обеспечено свободное внешнее пространство, ограниченное выступом. Выступ должен предотвращать вылет роботов за пределы полигона, обеспечивая безопасность участников и сохранность роботов. Для каждой компетенции размеры рингов различаются.

Актуальность

В целом, робот-сумоист это довольно простой в своей концепции робот, однако для создания его на конкурентоспособном уровне нужно сильно постараться, то есть начать создавать робота довольно просто и есть куда его в дальнейшем развивать. Студенты могут разрабатывать его с первого курса, так как робот-сумоист не требует больших материальных затрат, а также это поможет им лучше понять свою специальность и даст возможность поучаствовать в международных соревнованиях, что может помочь в дальнейшем распределении. Особенно это актуально для студентов технических вузов, так как они изучают необходимые дисциплины, например, схемотехнику, системотехнику и программирование. Также создание робота допускает различные подходы к проектированию и программированию, что позволяет реализовать различные идеи и тактики, позволяя раскрыть потенциал разработчика. Сами роботы могут быть различных размеров и сложности создания, что поможет каждому найти себе дисциплину по уровню умений. Также они разделены на категории по размерам и массе, что обеспечивает равные условия соревнований.

Создание робота

Во время проведения научной работы мы разработали модель двухколесного робота – сумоиста, предназначенного для участия в соревнованиях по мини-сумо 10*10. Для этого были подобраны компоненты, отвечающие соревновательным стандартам выбранной компетенции, разработана 3д модель робота, проведен расчет на прочность самого нагруженного элемента, разработан комплексный алгоритм управления роботом.

Робот-сумоист состоит из:

Микроконтроллер — микросхема, предназначенная для управления электронными устройствами. В настоящее время микроконтроллеры настолько дешевы и легко доступны, что их обычно используют вместо

простых логических схем, таких как счетчики, с единственной целью получить некоторую гибкость конструкции и урезать пространство. В основном новые микроконтроллеры являются «программируемыми в системе», это означает, что вы можете настраивать выполняемую программу, не снимая микроконтроллер с его позиции.

Датчики будут использоваться двух видов: датчики линии и датчики препятствия.

Датчик линии – это оптический модуль, предназначенный для обнаружения препятствий в виде белых или чёрных линий. Данный датчик используется для определения края ринга.

Датчики препятствия - устройства, предназначенные для бесконтактного определения присутствия различных объектов в контролируемом пространстве. Данные датчики используются с целью обнаружения противника.

Электродвигатель - электрическая машина, в которой электрическая энергия преобразуется в механическую. В основу работы подавляющего числа электрических машин положен принцип электромагнитной индукции.

Управлять шаговым двигателем сложнее, чем обычным коллекторным двигателем, нужно в определенной последовательности переключать напряжения в обмотках с одновременным контролем тока. Поэтому для управления шаговыми двигателями были разработаны специальные устройства, называемые драйверами. Они позволяют управлять вращением ротора в соответствии с сигналами управления и определенным образом делить физический шаг на более мелкие дискреты.

Источник питания отвечает за питание всех элементов робота. В роботах-сумоистах используются аккумуляторы, которые должны быть достаточно малыми, чтобы их можно было разместить внутри корпуса и при этом иметь довольно высокие параметры емкости.

Робот, кроме электронных компонентов, состоит из корпуса, состоящего из нескольких пластин, утяжелителей и основы, к которой они крепятся. Также необходимы два колеса.

Пластины изготавливаются из нержавеющей стали толщиной 1 мм путем лазерной резки. Передняя пластина загнута ближе к основанию и у самого основания заточена для лучшего подцепа.

Основа распечатывается на 3D-принтере.

Утяжелители добавляются в последнюю очередь для того, чтобы приблизить вес робота к максимально допустимому весу. 3D-модель робота представлена на рисунках 1 и 2.

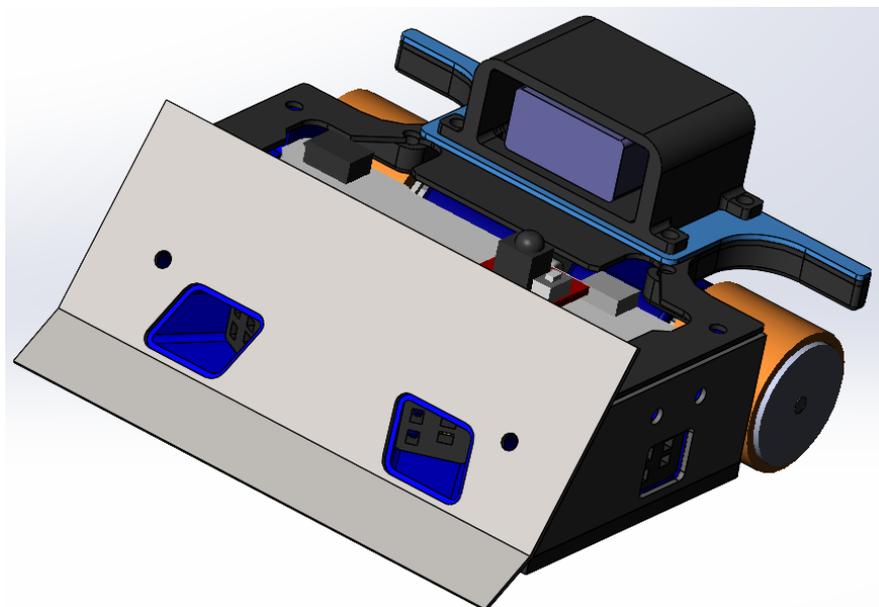


Рисунок 1 – 3D-модель робота-сумоиста

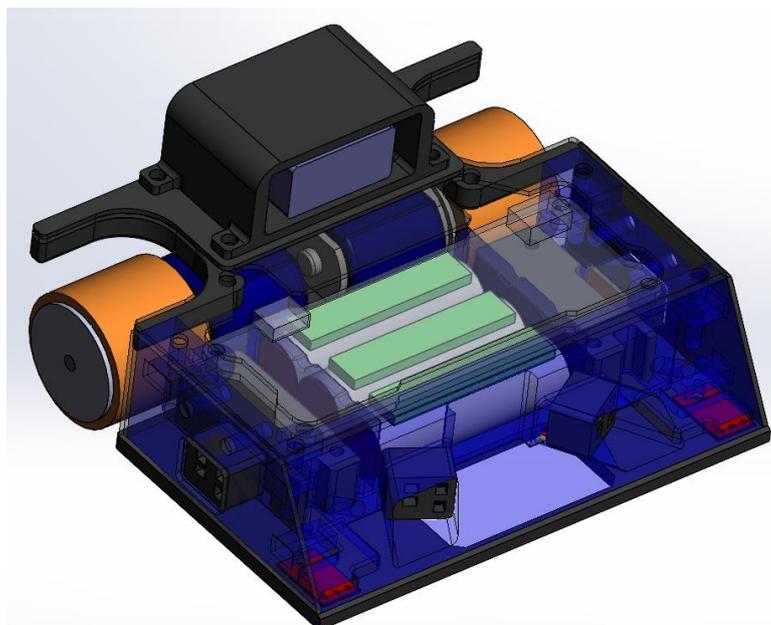


Рисунок 2 – Расположение компонентов внутри робота-сумоиста

Напряженно-деформированное состояние - совокупность внутренних напряжений и деформаций, возникающих при действии на неё внешних нагрузок, температурных полей и других факторов. Совокупность компонентов деформации характеризует деформированное состояние частицы тела.

Проверка будет производиться по самому нагруженному элементу в самых неблагоприятных условиях: по передней пластине в момент лобового столкновения двух роботов, которое ведет к «клинчу» - ситуации, когда роботы столкнулись, но ни один из них не может подцепить другого и они пытаются вытолкнуть друг друга за счет силы приводов. Распределение деформаций представлено на рисунке 3.



Рисунок 3 – Напряженно-деформированное состояние передней пластины

Из анализа видно, что максимальная деформация пластины меньше 1 мм. Это может незначительно повлиять на конкурентоспособность робота, однако исправляется при заточке пластины между матчами.

Для создания программы, удовлетворяющей всем соревновательным критериям, создается блок-схема алгоритма работы. Она представляет собой перечень действий, которые должен выполнить робот, а также является основой для создания кода. Сам программный код состоит из двух основных циклов: отслеживания положения на ринге и поиска противника. Также для соблюдения правил соревнований требуется реализация включения и выключения робота с помощью пульта. Все команды должны выполняться без задержек, а сам код должен быть понятен и прост для дальнейшего редактирования.

Достижения

Роботы, созданные студентами в свободное время, уже учувствуют в различных соревнованиях как в Беларуси, так и за рубежом, например, в России, и показывают достойный результат. Так, в сезонах КОР 2022г и 2023г команда занимала призовые места, заканчивая первыми местами на минском роботурнире 22 и 23 годов. Так же на соревнованиях Робофинист 2022, которые проходили в Санкт-Петербурге, один из белорусских мини-сумоистов смог занять первое место, а другой – третье. В этом году также был показан высокой результат – второе место.