

**Проектирование мобильных платформ роботов для участия
в соревнованиях Robocup Onstage**

Абдуллин Р. Р. (Президентского физико-математический лицей №239)
Научный руководитель – Тен Н. Г. (Университет ИТМО)

Введение. Цель соревнований RoboCup Onstage — постановка роботизированных представлений. Представления бывают разных форматов: танец, история, театральная или художественная инсталляция. Поощряется не только высокотехнологичность представленных роботов, но и творческий подход к разработке сценария представлений.

В течение трёх лет на базе Центра Робототехники Президентского ФМЛ 239 мы ведем разработки возможных конструкций роботов для театрализованных представлений. В результате были созданы адаптации сказок “Репка” и “Колобок”, а также робот Пинотино по мотивам сказок “Буратино” и “Пиноккио”. Ниже рассмотрены основные принципы построения роботов для театрализованных представлений. Проведен сравнительный анализ используемых конструкций роботов, рассмотрены проблемы, возникшие в процессе проектирования и технические подходы для их решения. На основе анализа мобильных баз роботов был создан Пинотино. Робот условно разделен на голову и тело для упрощения организации работы над каждым из элементов.

Описание тела. Все структурные элементы робота смоделированы в САПР Autodesk Fusion 360 и вырезаны из фанеры 3 и 8 мм на лазерном станке или напечатаны на 3D принтере. Данная технология позволяет сделать размер каждой детали оптимальным, наилучшим образом использовать место в корпусе робота, сделать конструкцию неприхотливой в обслуживании и легко разборной для повышения ее мобильности. Чем больше робот, тем эффективней он выглядит, но и перемещать его сложно, поэтому вопрос транспортировки важен для проектов такого типа. Решение этой проблемы - создание складных роботов, каким является Пинотино.

Помимо удобства транспортировки система раскладывания позволяет сценарно обыграть рождение Пинотино. Этот механизм состоит из двух лебедок и двух пар мебельных направляющих по 250 и 500 мм. К каждой направляющей прикреплены два блока, и через всю систему пропущен общий трос от катушки к катушке. Два мотора накручивают трос на катушки, сокращая расстояние между блоками, за счет чего направляющая раскладывается. Такой вариант крепления троса делает систему стабильной: в случае отказа одного из двигателей, второй самостоятельно сможет привести систему в действие. В проекте используются мебельные направляющие, поскольку они легкие и компактные в отличие, например, от конструкционного алюминия.

Важная составляющая системы - трос. Металлический трос вредит роботу: детали изнашиваются от трения и перегрузок, поэтому выбор пал на тканевый трос с пластиковым сердечником. Подшипники выступают в качестве блоков, чтобы сделать трение минимальным и ускорить подъем. Для зрелищности в начале представления робот спрятан за декорацией, которая опускается по мере роста Пинотино.

Также к телу прикреплены руки для имитации движений. Робот передвигается по сцене в любом направлении без разворота благодаря омнибазе, состоящей из четырех омни колес. Омни колесо - колесо с небольшими роликами по окружности, расположенными перпендикулярно направлению вращения. Колесо может вращаться в одном направлении, но также будет легко скользить в стороны.

Связующее звено между телом и головой - шея. Голова очень тяжелая, поэтому в шею вмонтирован подшипник и установлена понижающая передача, чтобы снизить нагрузку на моторы. Работу каждого механизма фиксируют концевые переключатели, установленные во всех частях тела.

Описание головы. Голова Пинотино разработана в САПР Autodesk Fusion 360. Она состоит из трех частей, поэтому отдельные элементы можно легко заменить. В верхнем сегменте головы установлен аккумулятор, нижний имитирует движение челюсти. Средний сегмент содержит основные электронные компоненты: контроллер, светодиодные матрицы для имитации движения глаз и механизм носа, который является сложной конструктивной частью головы. Чтобы зрители увидели, как нос растет, его размер должен быть не меньше полуметра. Для выдвижения носа решили использовать автомобильную антенну от KIA Sportage. Также на токарном станке был изготовлен декоративный телескопический механизм из четырех алюминиевых трубок.

Заключение. Использование омнибазы, как основы робота, оптимально для проектов такого типа, однако необходимо грамотно настроить навигацию робота, чтобы избежать непредвиденных ситуаций. Все механизмы должны быть максимально продуманы с точки зрения изнашиваемости отдельных частей конструкции. Использование концевых переключателей уменьшает количество излишних движений и позволяет продлить жизнь компонентам.

Пинотино участвовал в нескольких крупных международных робототехнических состязаниях: RoboCup 2019 Australia, RoboCup Asia Pacific 2019 Moscow. На последних соревнованиях проект занял первое место. Такой результат как нельзя лучше доказывает целесообразность использования роботов в театральных выступлениях. Полученные в ходе работы результаты могут быть использованы при проектировании роботов для других театральных или кинематографических представлений.