

ЧОУ школа Лексис.

141140 Московская обл., Лосино – Петровский р-н.,

**«Пятое колесо» - новый тип компоновки ходовой части
мобильных роботов**

Костенко Федор

Куликовский Константин

Научный руководитель

К.ф.-м.н. Богданов Сергей Витальевич

Преподаватель физики ЧОУ школа Лексис.

Содержание.

«Пятое колесо» - новый тип компоновки ходовой части мобильных роботов.....	1
Содержание.	2
Аннотация.....	3
Введение.	4
Актуальность проекта.....	4
Цели и задачи проекта.....	5
Существующие в настоящее время методики ориентации мобильных роботов и их плюсы и минусы.....	6
Конструирование робота.....	9
Выбор параметров и типа шасси	9
Конструирование робота из деталей Lego	11
Сравнительные испытания робота с «Пятым колесом».	15
Робот для сравнения - MiniMax.....	15
Движение по прямой	16
Танковый поворот	17
Результаты испытаний	17
Результаты нашего проекта.	20
Приложения.....	23

Аннотация

Конструирование ходовой части робота и выбор компоновки- вопрос правильного выбора компромисса. В компактных роботах ходовую, как правило, выполняют с двумя независимыми ведущими колесами и двумя пассивными колесами или шариками, при этом поворот осуществляется по типу танкового (известного также как «бортовой поворот», далее будем называть более популярным термином «танковый») – вращении ведущих колес в разные стороны, что позволяет делать поворот по минимально возможной площади, как правило ограниченной (снизу) длиной робота. «Танковый» разворот применяют сейчас и в серийных автомобилях 4x4, где на каждое колесо приходится свой электродвигатель. Но в роботах, например, число двигателей ходовой часто ограничено, в том числе и правилами соревнований, и тем что число двигателей в простых роботах (например, на основе Lego) ограничено. Так что мы должны прийти к компромиссу – для танкового разворота нужно чтобы ведомые (пассивные) колеса (возможно это будут колесные шарик) оказывали минимальное сопротивление боковому сносу при развороте, но при движении прямо эти колеса должны максимально поддерживать прямолинейное движение. Получается противоречие- колесные шарик оказывают минимальное сопротивление при боковом движении, но робот с пассивными шариками имеет заметное даже на глаз рыскание, а максимально держащие прямую колеса оказывают большое сопротивление сносу, что приводит к сносу всего робота при повороте. Кстати и рыскание не безобидно- если мы движемся по гироскопу, то частые рыскания интегрируются в гироскопе и приводят к повышенному уровню шума и, таким образом, неправильному определению угла рыскания. Мы предложили и реализовали схему с «Пятым колесом»-

выдвигающимся только на время поворота перпендикулярным продольной оси робота колесом, поднимающим пассивные колеса для разворота. Мы сконструировали, протестировали и построили робота по 5-колесной схеме и победили с большим отрывом в соревнованиях по робототехнике FIRST ROBOTICS CHAMPIONSHIP (бывший FLL чемпионат Lego (1)) в регионе «Московская область». Заметим, что подобной схемы в литературе и в технике мы не встречали подобную схему, ее нет в описании схем роботов и планетоходов (2).

Введение.

Актуальность проекта

Задачи точного движения робота с автономной навигацией на рельефе, или (как в нашем модельном примере) на поле для «Игры роботов», где робот должен двигаться без внешнего управления и систем навигации, использующих внешние источники ориентирования можно решать несколькими методами (а также их комбинацией): привязка к местности (движение по линии, анализ цвета поверхности), ориентация физическими контактами (через направляющие, концевые датчики и др.) и точное движение по полю. Последнее, в общем, является обязательной частью любой навигации. У движения по привязке есть существенный недостаток: даже в простейшем случае, движении по линии, мы вынуждены двигаться со скоростью ниже максимальной (чтобы был запас для регулировки, например, методом пропорционально – интегрально – дифференциального управления) и применять сложные алгоритмы распознавания ветвления линии. При физических контактах мы сильно ограничены небольшим числом возможно подключаемых датчиков, так что точность движения выходит на первый план. При этом движение складывается из поворотов и движения по прямой,

по крайней мере можно любой маршрут разбить на эти составляющие. Так что точность будет определяться двумя элементами- движением по прямой и поворотом. Оба этих элемента мы можем контролировать по автономному гироскопу, но – точность гироскопа не абсолютна. Например, в Lego Inventor или Education при движении по замкнутой (по углу рыскания) траектории уход гироскопа может достигать до 7° , что связано с большим количеством мелких рысканий при движении даже по прямой. Ну и конечно задача сделать движение как можно более точным актуально не только в играх роботов, но и при движении настоящих роботов, где, как и в Lego, не всегда хватает вычислительной мощности процессора, точности гироскопа и детальных карт местности.

Цели и задачи проекта

1. Провести поиск в литературе решения задачи точного поддержания курса мобильными роботами.
2. Проанализировать существующие решения и по возможности предложить и рассмотреть наши оригинальные решения (или решение), исходя из полученных нами данных по управляемости, точности, поворачиваемости различных типов.
3. Показать, что наше решение – «Пятое колесо» реализуемо в «железе»
4. Собрать модельного робота, реализующего наше решение «5 колесо» на поле игры роботов
5. При конструировании учесть и другие требования к мобильным роботам – устойчивость, низкий центр тяжести, тип привода, развесовка по осям.

Существующие в настоящее время методики ориентации мобильных роботов и их плюсы и минусы

Движение по линии

Для движения по линии используются, как правило, датчики отражения, регистрирующие отраженный от поля свет. И сразу же мы сталкиваемся с проблемами- в Lego, например, частота опроса датчиков низкая, так что мы не можем реализовать прямой цифровой алгоритм следования линии, а вынуждены прибегать к методам инерционного регулирования, в частности (и практически всегда) к методу пропорционально- интегрально- дифференциального регулирования, что вынуждает сильно (на 30-50%) снижать скорость движения робота. Также заметим, что точность следования по линии очень зависит от расстояния между ведущей колесной парой и датчиками, так что в компактном роботе точность невысока. А это приводит к тому что робот движется зигзагами и к тому что на выходе с линии угол отклонения также может быть большим. Кроме того, движение по зигзагу приводит к накоплению погрешности гироскопом.

Движение по механическим опорным точкам

Концевые датчики и датчики силы позволяют ориентацию только в некоторых точках, где есть реально рельефные опорные точки. Также инерционность мобильного робота приводит к тому что робот не успевает затормозить без проскальзывания, а это приводит к ударам (что сбивает работу гироскопа и даже может выводить его за пределы измерения) и потере углового положения робота. Впрочем, механические направляющие не мешают.

Движение по гироскопу и энкодерам ведущих колес

Такая ориентация работает удовлетворительно с парой замечаний- люфт мотор-редукторов Lego доходит до 5-10°, а данные о угле поворота мотора передаются в контроллер (к которому в общем претензий нет) недостаточно часто. Но остаются недостатки ходовой с ведомыми колесами с проскальзыванием (что необходимо для танкового поворота)- робот очень сильно уходит с траектории – прямой линии, вихляет, что очень зашумливает гироскоп (3).

Решения в автопроме

Интересное решение, которое натолкнуло нас на мысли о «Пятом колесе», есть в автопроме- это поворачивающие на 180° ведущие мотор-колеса электромобилей (3). У нас нет возможности поворачивать каждое колесо независимо, и после долгих раздумий и мозговых штурмов мы и пришли к идее «Пятого колеса». Уже позже мы обнаружили патент Брукса Уолкера аж 1931 года (4). Брукс Уолкер пришел к идее пятого колеса независимо от нас, сам. Заметим, что наше решение принципиально отличается от решения Уолкера тем что мы используем вместе с пятым колесом независимые мотор- колеса, вращающиеся в разные стороны, а не просто пассивное колесо для парковки.



Рис. 1. Автомобиль с поворачиваемыми на 180° мотор- колесами (5).



Рис. 2. Система парковки с пятым колесом на автомобиле Cadillac, 1953 год.
На основе патента (4).

Наше решение и классификация типов шасси мобильных роботов

Наше решение -шасси «Пятое колесо» относится к адаптивным колесным шасси по классификации (2). Кстати его можно добавить в классификацию – видите, там нет (пока!) ничего подобного!

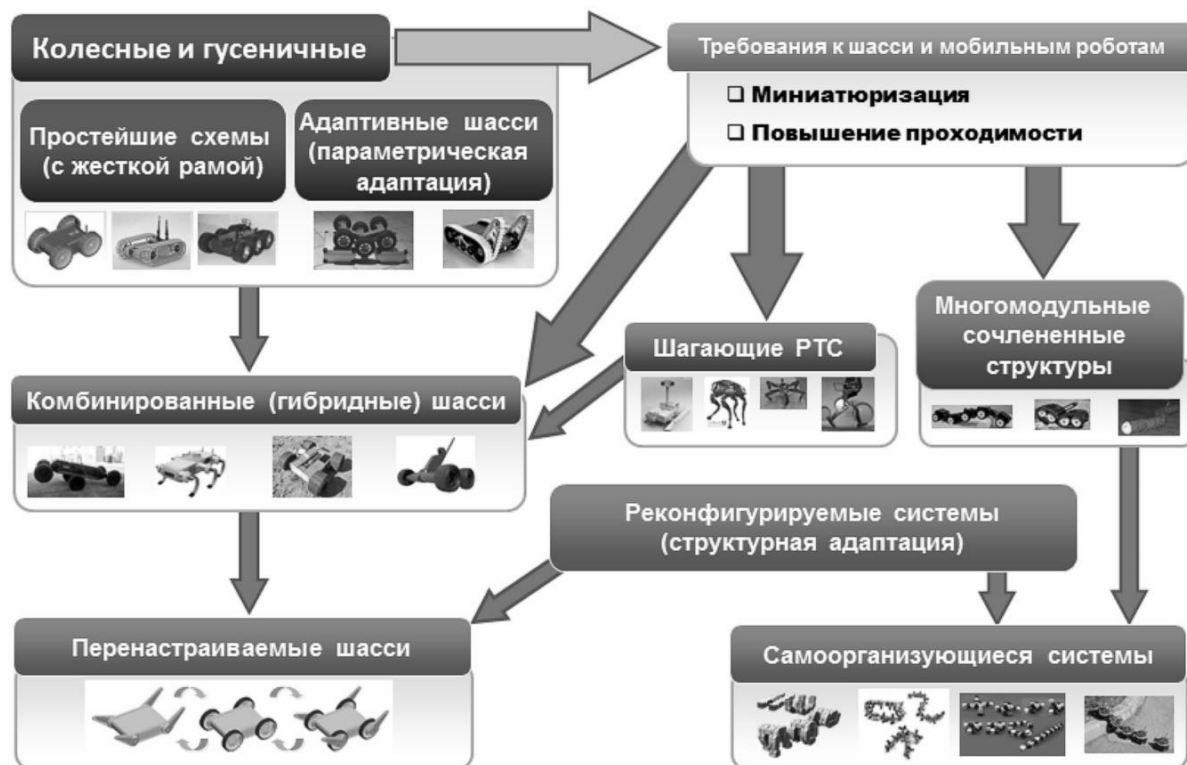


Рис. 3. Классификация шасси мобильных роботов (2).

Конструирование робота

Выбор параметров и типа шасси

Центр тяжести

Для максимально устойчивого движения центр тяжести робота должен быть расположен как можно ниже. Поэтому мы самое тяжелое – хаб Lego и аккумулятор расположили в самом низу, а потом уже по ним ставили наиболее тяжелые детали- моторы – тоже как можно более низко. Мы в

дальнейшем сравнили устойчивость движения роботов с разной высотой центра тяжести – например, модельный робот чемпионата FLL 2023 MiniMax уже при 30% скорости начинает опрокидываться и при старте, и при торможении, а наш робот не показывает тенденцию к опрокидыванию вплоть до самых высоких скоростей. Начинается проскальзывание- но то что проскальзывание начинается раньше опрокидывания это и есть плюс. У робота с высоким центром тяжести до проскальзывания и не дойдет – он просто опрокинется.

Тип привода – передний или задний?

После испытаний модельного робота мы пришли к выводу что предпочтительнее именно передний привод – с ним движение наиболее устойчиво. Кроме того, при механическом воздействии робота для выполнения работы сила неравномерно распределяется между передней и задней осью, больше приходится на переднюю ось, шасси с задним приводом начинает буксовать. Так что наш выбор – передний привод.

Развесовка по осям

Роботу предстоит двигаться как вперед, так и назад (реже, но придется), так что предпочтительнее равномерная нагрузка осей, что наряду с минимальной высотой центра тяжести даст максимум устойчивости. Мы сравнили развесовки по осям для различных автомобилей, и то что у переднеприводных автомобилей, как правило, развесовка по осям одинакова, подтвердило правильность нашего выбора. Это –компромисс, поскольку если весь вес на ведущую ось –то движение в старт- стопных режимах неустойчиво, а если вес на ведомую – то сила трения, пропорциональная реакции опоры (она равна весу, приходящемуся на ведущую ось) будет мала и робот будет проскальзывать.

	Передняя ось	Задняя ось
Toyota Camry	63,00%	37,00%
Mercedes Benz 260E W124	56,00%	44,00%
Toyota Supra	52,00%	48,00%
BMW 750	52,00%	48,00%
Toyota AWD Land Cruiser	48,00%	52,00%
BMW AWD X5	50,00%	50,00%
Mercedes Benz GL W204	53,00%	47,00%

Таблица 1. Развесовка по осям у популярных автомобилей

Выбор типа «пятого колеса»

В идеале «пятое колесо» должно быть ведущим, но мы в условиях чемпионата по роботам (1) ограничены числом моторов, и вынуждены выбрать только пассивное колесо. Колесо в виде шарика отпадает – у него трение скольжения, мы выбрали колесо с резиновым сплошным ободом – оно вращается плавно, без связанной с протектором неравномерности.

Конструирование робота из деталей Lego

Для конструкции мы выбрали Lego – в наборах Education Spike и Inventor есть контроллеры на 4 периферийных устройства, также нас привлекла легкость сборки готовых устройств. И не в последнюю очередь интересно также сравнение нашей конструкции с другими типами мобильных роботов на соревнованиях по Lego – роботам. В основе рамы робота – хаб Lego Spike, он (вместе с аккумулятором) – самая тяжелая часть робота, поэтому мы разместили его в самом низу.

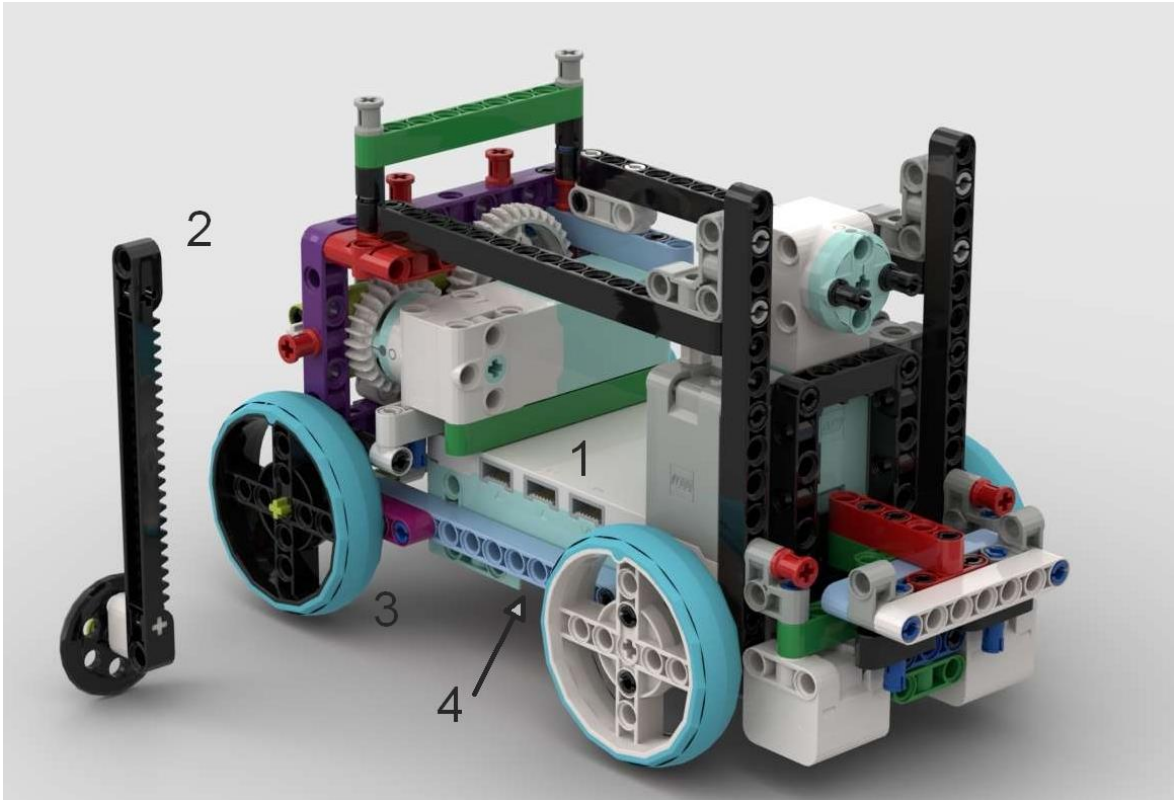


Рис. 4. Сконструированный нами робот с «пятым колесом» (рендеринг в программе Lego Studio (6)).

Сконструированный нами робот имеет следующие особенности:

1. Максимально низко расположенный хаб дает низкий центр масс
2. «Пятое колесо», выдвигаемое мотором, обеспечивает точные повороты
3. Ведомые колеса с резиновым ободом дают точность прямого движения
4. Возможность почти «горячей» замены аккумулятора без разбора робота

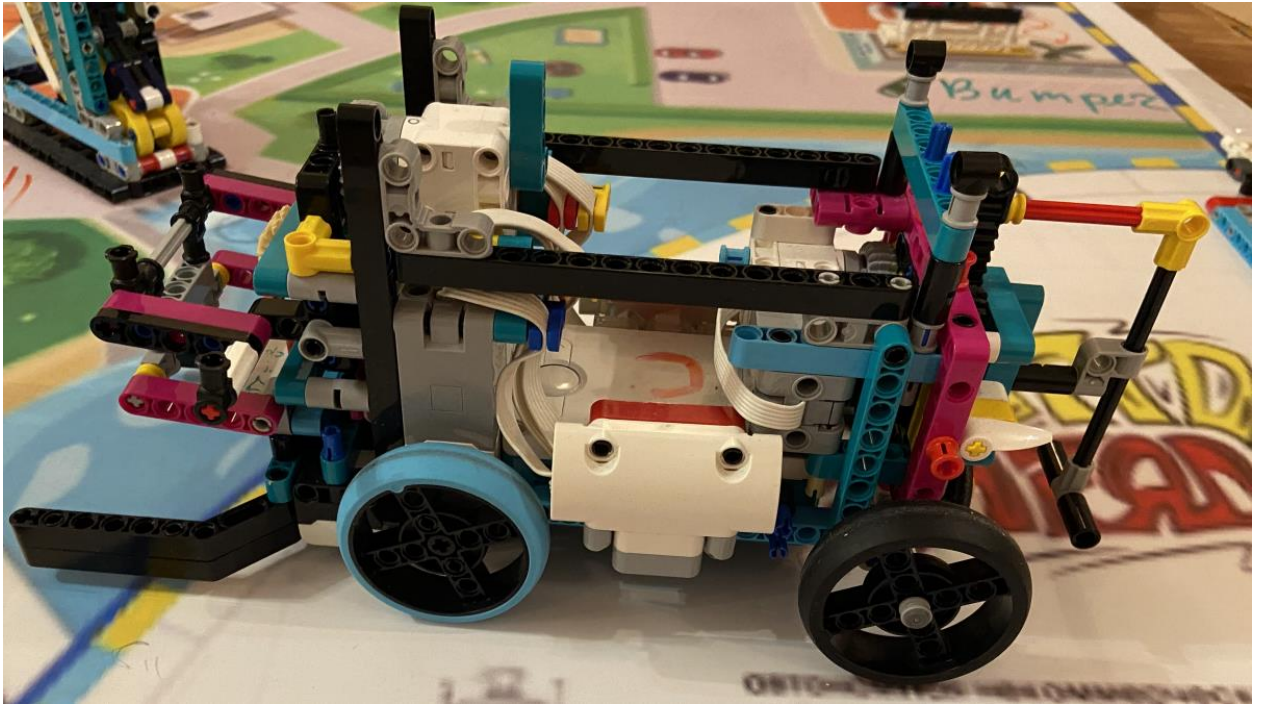


Рис. 5. Робот на поле для «Игры роботов» национального чемпионата, региональный этап (Московская область) (1).

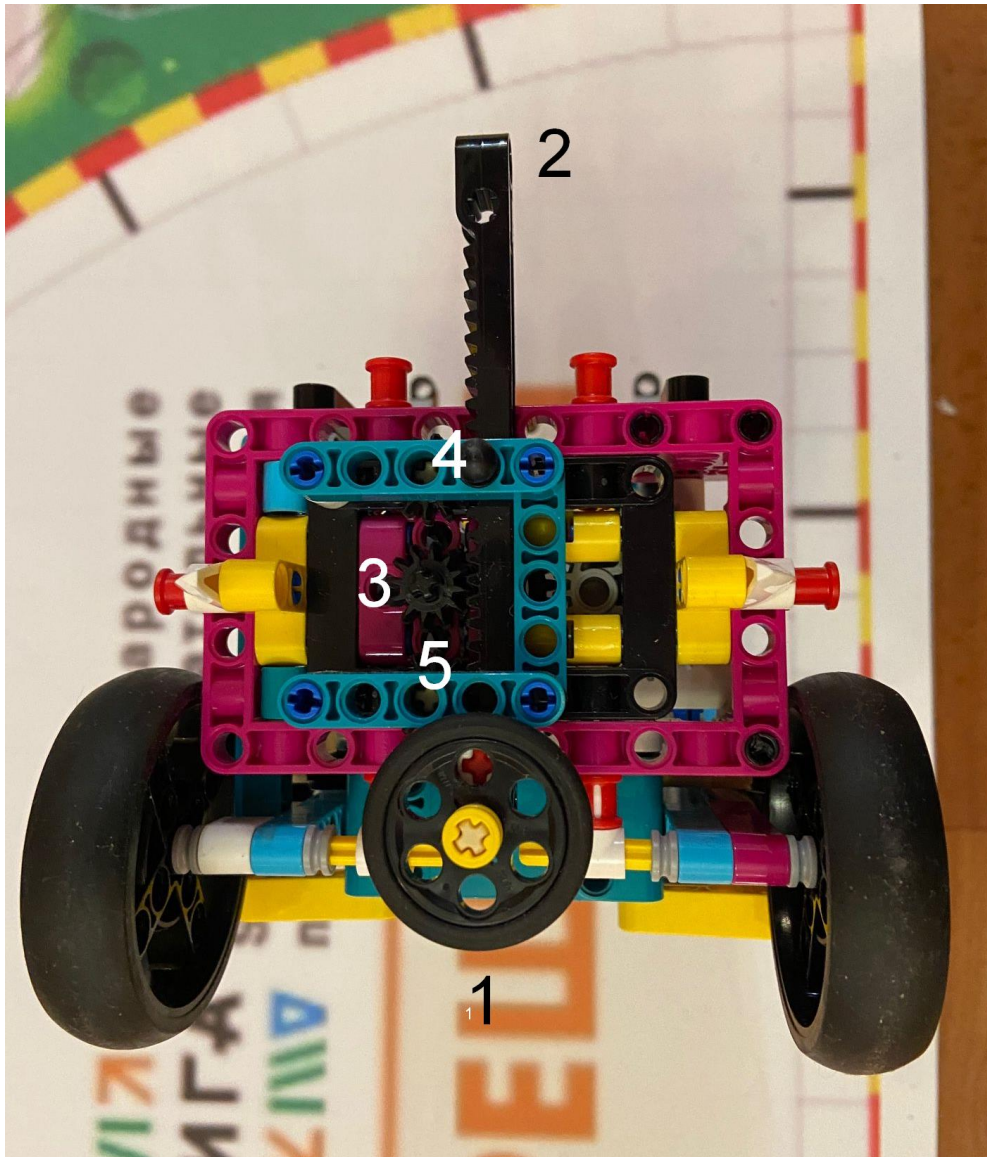


Рис. 6. Механизм «Пятого колеса»: 1 – колесо с резиновым ободом, оно опускается при «танковом» повороте с помощью ведущей шестерни 3 и зубчатой рейки 2, при этом сателлитные шестерни 4 и 5 служат для поддержания рейки в вертикальном положении. Колеса кажутся наклонными из-за короткофокусной камеры.

Перейдем к сравнению ходовых и эксплуатационных качеств нашего робота по сравнению с роботами обычной конфигурации (2 ведущих колеса плюс пассивные колеса разного вида).

Сравнительные испытания робота с «Пятым колесом».

Робот для сравнения - MiniMax

В качестве образца робота для сравнения мы выбрали предложенный для чемпионата FFL - Super Powered робот конструкции Zachary Trautwein. У него 4 мотора – два ходовых, два для исполнительных механизмов, и два датчика отражения (7), рис. 7. При этом мы исследовали 6 типов ведомой оси:

1. Колеса Lego 4185 пластик
2. Колеса Lego 4185 с резиновым ободом
3. Колеса Lego 56902 с резиновым протектором
4. Два шарика в шарнире по бокам робота
5. Шарик в шарнире посередине сзади робота
6. Наше шасси с «пятым колесом».

Далее на чертежах и в таблицах мы будем указывать эти обозначения.

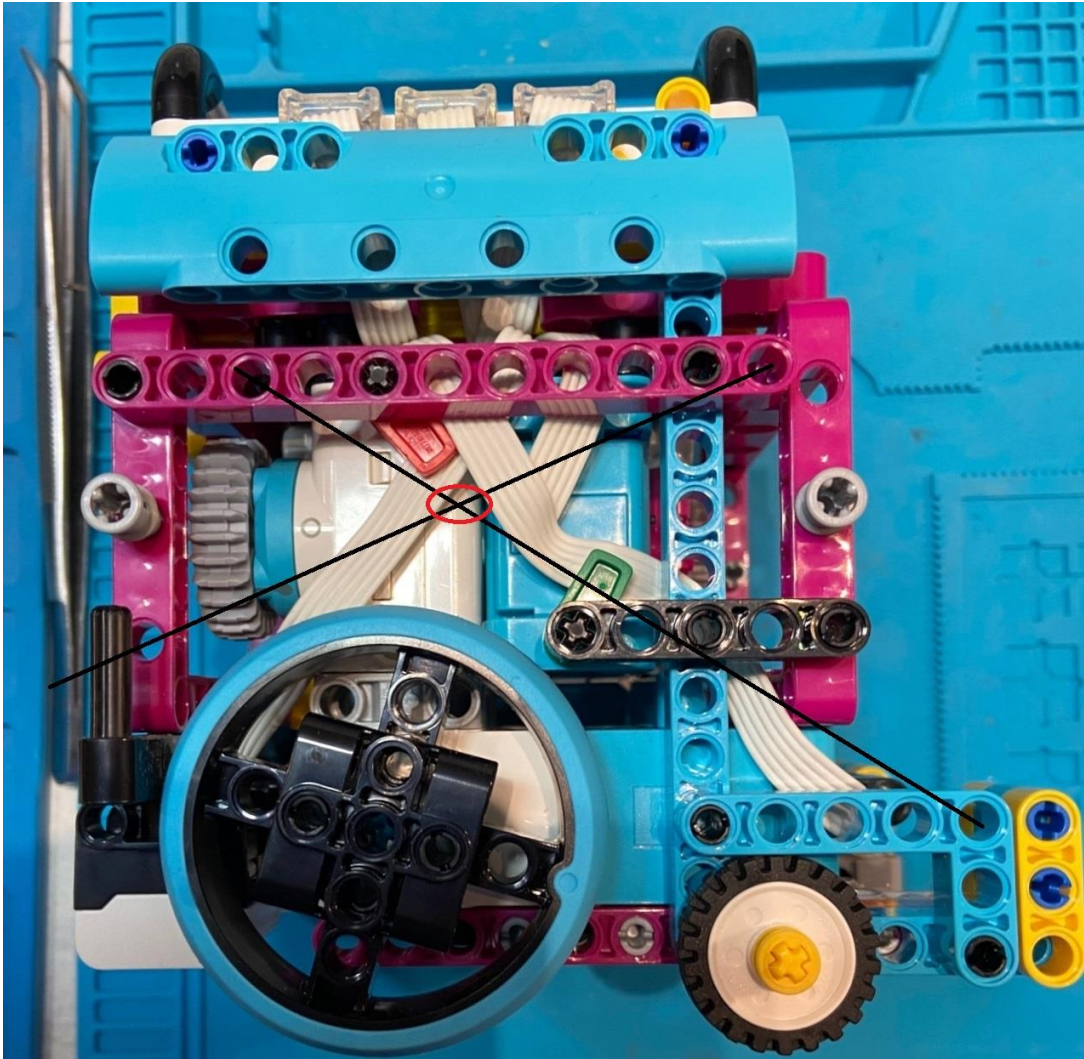


Рис. 7. Типичный представитель - MiniMax by Zahary Trautwein. Перекрещение линий (отмечено красным эллипсом) – положение центра тяжести робота.

Движение по прямой

В движении по прямой роботы с пассивной ходовой на шариках (в меньшей, но все равно в существенной степени и на одном шарике) очень сильно вихляют, причем и в режиме постоянной мощности и даже в режиме постоянной скорости. ПИД контроллера все-таки инерционный и не успевает отследить силу трения шариков, поэтому и получается такая непрямая траектория. Кроме отклонения

(а в режиме постоянной мощности отклонение может достигать до 10 см на м траектории) как такового эти вихляния приводят еще к одной проблеме- зашумливается гироскоп. Вихляние робота на пластиковых колесиках меньше и еще меньше вихляние на колесах с протектором.

Танковый поворот

Очевидным образом лучше всего (наименьший дрейф центра ведущей оси) показания у робота с шариками – сила трения в направлении, перпендикулярной продольной оси робота такова же, как и в параллельном оси направлении. Но – не нулевая и все-таки это трение скольжения, а не трение качения. С резиновыми и даже пластиковыми ободами ситуация хуже – дрейф при танковом повороте на 180° может достигать до 10 см.

Результаты испытаний

Мы сделали качественный анализ по точности по 4 параметрам: движению по прямой, точность танкового разворота, радиуса (по сути дрейфа центра ведущей оси) разворота и точности оси после разворота. Точность оси не одинакова потому что при развороте, например, пассивных колес с резиновым ободом у нас возникают дерганья, что сказывается на точности гироскопа, уход оси рыскания может достигать 7° .

№ (из списка выше)	Движение по прямой	Точность разворота	Радиус разворота	Точность оси после разворота
--------------------	--------------------	--------------------	------------------	------------------------------

1	+	+	+	-
2	++	--	--	--
3	++	--	--	--
4	--	+	+	+
5	-	+	+	+
6	++	--	--	--

Таблица 2. Данные по точности роботов с различными ведомыми ходовыми.

Получается очень сложная ситуация- нужно выбрать или точность езды по прямой, или точность и компактность поворота. Мы решили данную проблему, введя в наш робот знаменитое по пословицам «пятое колесо», которое перпендикулярно ходовым колесам и которое выдвигается только во время разворота. Поэтому мы и придумали наш вариант с 5 колесом – при движении по прямой мы используем плюсы жесткой пассивной пары с резиновым ободом, а при повороте- очень низкое трение (по сути трение качения) позволяет выполнять поворот точно и без дрейфа центра ведущей оси. Остается проверить, оправдано ли такое усложнение механизма шасси. Измерения ходовых качеств (точности) приведено на графике при различных скоростях движения ведущих моторов, с колесами Ø56 мм. Отклонения (по модулю) получены при следующем маневре робота «движение на метр-разворот на 180°- движение на метр назад», Рис. 8.

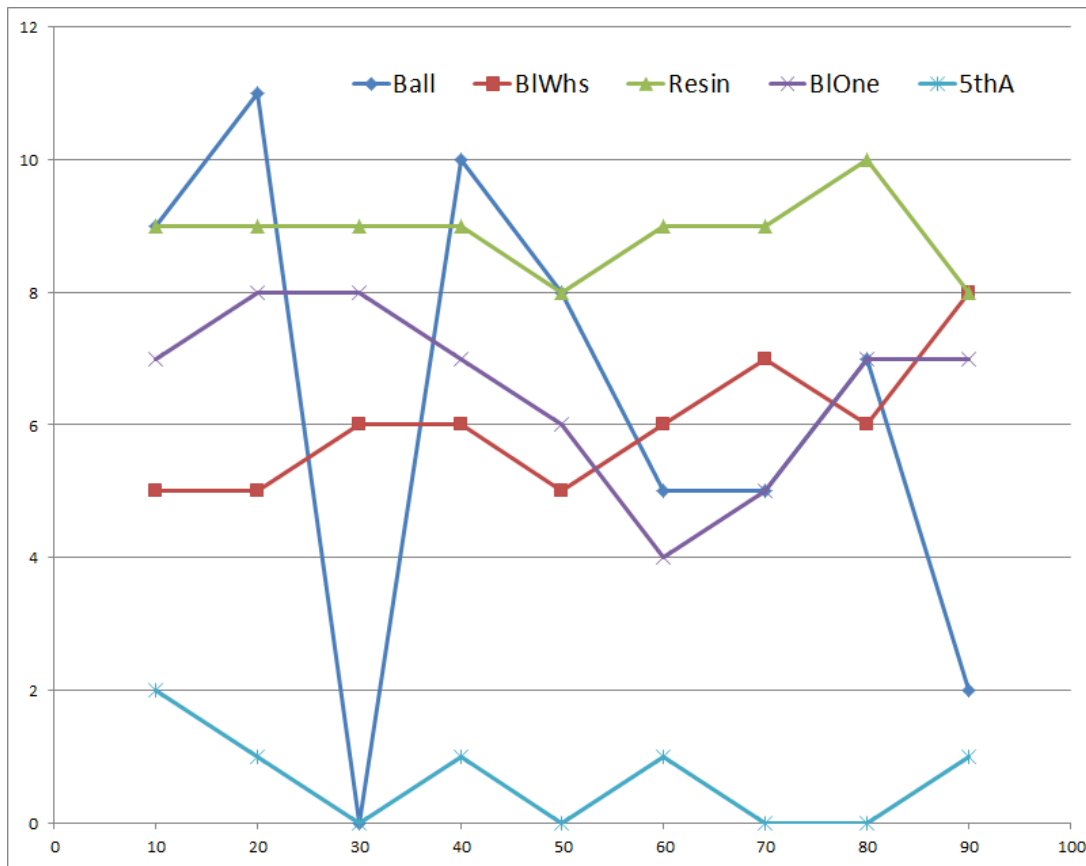


Рис. 8. Отклонение робота (по модулю) после двух разворотов на 180° и движения на 100 см вперед и назад. Обозначения- Val – шариковый подвес, BIWhs- два пластиковых колеса, Resin – колесо с резиновым ободом, BIOne – одно пластиковое колесо посередине, 5thA – колеса с резиновым ободом плюс пятое колесо, выдвигаемое только при развороте.

Таким образом, точность выполнения движений, включающих повороты и прямолинейные участки у нашего робота (при всех прочих равных условиях – моторы те же, контроллер тот же, все из Lego) наилучшая. Но это в лабораторных условиях. Но скоро нам представилась возможность проверить нашего робота в игре роботов на чемпионате по робототехнике – и мы доказали, что наши идеи работают- мы заняли первое место, причем со значительным отрывом - 30 баллов из 285 от второго и 40 баллов от 3 места. Так что результат испытаний надо признать очень и очень успешными!

Результаты нашего проекта.

1. Мы провели анализ имеющихся решений шасси мобильных роботов и отобрали некоторые для реализации на моделях
2. Мы сделали модели с различными механизмами шасси и провели их испытания работы
3. Мы предложили, сконструировали и сделали робота на принципиально новой схеме шасси – два ведущих колеса, два ведомых плюс «пятое колеса», используемое исключительно для танкового разворота
4. При конструировании робота мы также применили результаты наших испытаний, так что наш робот отличается от существующих решений на платформе Lego тем что он имеет самый низкий центр тяжести, возможность почти «горячей» замены аккумуляторов
5. Мы провели тестовые испытания роботов с различными шасси и нашего робота и показали, что параметры движения робота – точность поворота, удержание курса, стабильность выполнения маневров – у нашего робота наилучшая.
6. Мы также победили в Московском региональном чемпионате по робототехнике Lego, значительно опередив занявшие 2 и 3 место команды. Это – сильный аргумент в пользу эффективности нашего решения.
7. Мы выложили код и дизайн нашего решения на популярный депозитарий github.
8. Мы ознакомили с нашим решением других юных техников, а также специалистов по робототехнике и транспортным системам МВТУ им. Баумана и МИСиС и получили положительные отзывы.

Литература.

1. *Национальный чемпионат по робототехнике*. [В Интернете] <http://ncrobo.ru/#rec543137678>.
2. **Васильев, А.В.** ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ И КЛАССИФИКАЦИЯ ШАССИ МОБИЛЬНЫХ РОБОТОВ НАЗЕМНОГО ПРИМЕНЕНИЯ И ПЛАНЕТОХОДОВ. *Научно-технические ведомости СПбГПУ Информатика. Телекоммуникации. Управление*. 2013 г., стр. 124 - 130.
3. Exploring SPIKE™ Prime Sensors. [В Интернете] <https://community.legoeducation.com/blogs/31/220>.
4. **Brooks, Walker.** Motor vehicle lifting and traversing device. [В Интернете] <https://patents.google.com/patent/US2002724A/en>.
5. e-Corner System. [В Интернете] https://www.youtube.com/watch?v=Bbw_smfOgVA.
6. Lego Studio. [В Интернете] <https://www.bricklink.com/v3/studio/gallery.page>.
7. **Trautwein, Zachary.** MiniMAX_-
_Building_a_SPIKE_Prime_Robot_CORE_BASE_SET_
_EXPANSION_SET_for_FLL__Classroom..mp4. [В Интернете] <https://youtu.be/d3txcEZVfQA>.
8. The Ziegler–Nichols tuning heuristic method of tuning a PID controller. [В Интернете] https://en.wikipedia.org/wiki/Ziegler%E2%80%93Nichols_method..

Приложения

Приложение 1. Диплом победителя в игре роботов Московской области



РЕЦЕНЗИЯ

на доклад команды робототехники школы Лексис "Robo Band" научных руководителей к.ф.-м.н Богданова С.В. и к.п.н. Соловьевой Е.А.

Подготовка в кружке робототехники должна быть направлена на формирование представлений о механике транспортных средств и средств автоматизации, инженерном дизайне, прототипировании, системах управления и электронике. Такая программа обучения способствует получению знаний, а также развитию навыков и умений, которые составляют основу для профессионального самоопределения, саморазвития и непрерывного образования, выработки коммуникативных качеств, целостности общекультурного, личностного и познавательного развития учащихся.

Представленный школьниками команды «Robo Band» школы доклад о создании, конструировании, дизайне робота для игры FLL Lego свидетельствует, что знания и умения, полученные школьниками являются актуальным и соответствует представленным выше содержательным требованиям к пропедевтической подготовке будущего инженера. Видно, что у школьников сформировались устойчивые знания и навыки в области конструирования, дизайна, разработки моделей с применением программного обеспечения Blocks и uPython.

Тематика учебных занятий, формы организации учебных занятий и средства обучения: оборудование, программное обеспечение и расходные материалы для реализации программы соответствуют требованиям безопасности и отвечают возрастным особенностям учеников. В тоже время, используемые средства обучения обладают достаточным уровнем технологичности для формирования базовых практических навыков для создания роботов для FLL.

Считано, что созданный командой под руководством к.ф.-м.н. Богданова и к.п.н. Соловьевой Е.А. робот представляет собой очень интересную как с инженерной, так и с дизайнерской стороны разработку. А найденные школьниками новые решения – снижение центра тяжести за счет перемещения аккумулятора вниз, «пятое колесо» для танковых разворотов, возможность «горячей» замены аккумулятора, система прицелов представляют большой интерес и имеют актуальность как новые технические разработки.

Кандидат технических наук,

Доцент кафедры горного оборудования, транспорта и машиностроения

НИТУ «МИСиС»

С.Г. Губанов



Подпись: Губанова С.Г.
Серия: К
И. начальника: Кузнецова А.Б.
И. лица кадров: 16.01.2023 г.

МИСиС, кафедра горного оборудования, транспорта и машиностроения,
к.т.н. доцент С.Г. Губанов



Отзыв

на разработку робота на основе Lego Hub

авторов Альтергота А., Спатару Б., Куликовского К. и Костенко Ф.
под научным руководством к.ф.-м.н. Богданова С.В.

Создание современного робота подразумевает обладание рядом необходимых компетенций в фундаментальных и прикладных технических дисциплинах. Развить эти компетенции учащимся школ помогает образовательная платформа Lego Education и образовательно-игровая платформа Lego Inventor, на базе которых создан прототип, предложенный командой учащихся «Robo Band».

Разработка содержит следующие особенности, которые необходимо отметить:

1. «Пятое колесо» для реализации подвида т. н. «танкового разворота»;
2. Возможность быстрой замены аккумулятора;
3. Продуманная развесовка и снижение высоты центра тяжести, благодаря которым повышается курсовая устойчивость;
4. Развитая технология процесса сборки с минимизацией смены операций и инструментов.

Считаю, что работа команды «Robo Band» позволяет судить о высоком уровне инженерной подготовки учащихся и свидетельствует о внушительном потенциале развития данного проекта. Задача подготовки робота к испытаниям успешно решена с использованием актуальных методов и оригинальных идей. Такой подход способен помочь многим заинтересованным юным техникам в самоопределении и развитии профессиональных навыков, необходимых для работы над техническими проектами.

Начальник отдела
Молодежный инженерный центр
ЦДП МГТУ им. Н. Э. Баумана

А. А. Дидковский



МГТУ им. Баумана, Молодежный инженерный центр, начальник отдела А.А.
Дидковский

Юным техникам Альтерготу Александру, Спатару Богдану, Куликовскому Константину, Костенко Фёдору и научному руководителю к.ф.-м.н. Богданову С.В.

Отзыв

На оригинальную разработку «Робот Lego»

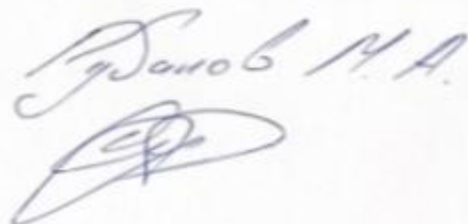
Наша кафедра занимается разработкой, конструированием и внедрением специальных машин, специфика действий которых – в том числе и замкнутые пространства, так что представленный на рецензию робот представляет несомненный интерес. Еще более интересен факт что разработчики робота – достаточно юные еще ученые-робототехники.

Предложенный авторами метод «Пятого колеса» позволяет осуществлять поворот в диаметре, примерно равном диаметру (максимальному расстоянию между крайними точками) робота. Идея и ее реализации достаточно интересна, и, мы думаем, достойна чтобы информировать коллег юных техников, а также и ученых – роботостроителей и инженеров.

Другие предложенные авторами идеи тоже интересны- как почти «горячая» замена блока аккумуляторов (что очень актуально в настоящей работе, чтобы не простаивала дорогостоящая техника), так и оптимизация центра тяжести робота

Мы же в свою очередь пожелаем юным авторам успешно закончить школу и поступать к нам в МИСиС на нашу кафедру горного оборудования, транспорта и машиностроения, тут знания, способности и умения юных техников найдут достойное применение.

Дипломированный специалист
Горный инженер



Горный инженер, дипломированный специалист кафедры горного оборудования, транспорта и машиностроения МИСиС Рубанов М.А.

Отзыв

На презентацию модельного робота на основе Lego

Авторов Альтергота А., Спатару Б., Куликовского К. и Костенко
Ф. под научным руководством к.ф.-м.н. Богданова С.В.

Меня зовут Иван Балусов, я сам в недавнем прошлом- юный техник и роботостроитель. Мы с моим коллегой и товарищем Семеном Мельниковым сконструировали робота с навигацией без компаса, робота с ПИД-стабилизацией движения для гонок, наши разработки стали победителем конкурса «Высшая проба» ВШЭ, а в области мы 3 года подряд занимали 1 место, в конкурсе ROST ISEF, ведущем научно-техническом конкурсе, проводимом университетом Innopolice и ИПФ РАН, наш проект занял 2 место. Так что робототехника для меня не пустой звук.

Мне очень понравился робот, сконструированный Вами. А процесс конструирования как будто создан для конструирования настоящего «взрослого» робота – впрочем, Ваш робот тоже достаточно «взрослый», судя по его параметрам. Понравился также подход, основанный на научном фундаменте- физике, механике, и очень правильный подход к структурированию программирования робота. Надеюсь, Ваш проект получит заслуженные награды конкурсов, а ваши инновационные подходы будут востребованы и реализованы в конструкциях промышленных и транспортных роботов. Идеи сменной батареи и пятого колеса понравились не только мне, но и моим однокашникам и были с интересом восприняты и нашими научными руководителями.

С уважением Иван Станиславович Балусов



Победитель конкурсов «Высшая проба» НИУ ВШЭ и «Юный Исследователь», студент 2 курса ФГБОУ ВО "МГТУ "СТАНКИН", институт механотроники и робототехники.

Студент 2 курса Института Механотроники и Робототехники ФГБОУ ВО «МГУТ СТАНКИН», победитель конкурсов «Высшая проба» НИУ ВШЭ и «Юный исследователь» И.С. Балусов

Юным техникам Альтерготу Александру, Спатару Богдану, Куликовскому Константину, Костенко Фёдору и научному руководителю к.ф.-м.н. Богданову С.В.

Отзыв

На разработку «Робот Lego для игры роботов»

Я, сам в недавнем прошлом юный техник, разработал автономного робота для передвижения без компаса, робота для передвижения в замкнутых пространствах, с интересом ознакомился с весьма оригинальной конструкцией робота на основе Lego. Компоновка с нижним расположением хаба – очень оригинальный подход, и, поскольку хаб в Lego в одном корпусе с аккумулятором, самым тяжелым элементом, эта компоновка позволяет снизить положение центра тяжести, что положительно сказывается и на устойчивости, и на управляемости, и на максимальном значении ускорений без проскальзывания, и уменьшает вероятность опрокидывания при ускорениях и торможениях. А поскольку эта компоновка позволяет еще и оперативную замену аккумулятора – это эта инновация ценна вдвойне.

Особенно хотелось бы отметить инновацию «пятое колесо» - очень оригинальный подход, позволяющий роботу сочетать и устойчивость при прямолинейном движении, и управляемость без проскальзывания ведущих колес при поворотах. Мы при разработке робота с автономной навигацией очень много сил приложили чтобы при «танковых» разворотах наш робот поворачивался строго относительно геометрического центра оси ведущих колес, без смещения. Эх нам бы тогда эту идею!

Мы бы еще добавили в робота, поскольку он используется в игре, устройства для визуализации осей чтобы полностью реализовать функционал движения с минимальным смещением и с высокой точностью.

С уважением

Мельников Семен Борисович,

Двухкратный победитель конкурса НИУ ВШЭ «Высшая лига» по технике, лауреат конкурса «Балтийский» по робототехнике, студент МГТУ им. Баумана, кафедра механотроники и робототехники, факультет специального машиностроения

Студент 1 курса факультета МГТУ им. Баумана, кафедра механотроники и

робототехники, 2 –кратный победитель конкурса «Высшая проба» НИУ
ВШЭ, Юный Исследователь, лауреат конкурсов ROST ISEF и «Балтийский»
С.Б. Мельников