

УДК 004.946

Маркіна Л.М., Мельник Я.Ю.

Луцький НТУ

МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

Маркіна Л.М., Мельник Я.Ю. Моделювання робототехнічних систем. У цій статті проведено аналіз, розкрито суть та переваги комп'ютерних технологій та змодельовано робота-маніпулятора з використанням середовища ROS.

Ключові слова: моделювання, робототехнічні системи, робот-маніпулятор, комп'ютерні технології, автоматизація, ROS.

Маркина Л.Н, Мельник Я.Ю. Моделирование робототехнических систем. В этой статье проведен анализ, раскрыта суть и преимущества компьютерных технологий и смоделирован робота-манипулятора с использованием среды ROS.

Ключевые слова: моделирование, робототехнические системы, робот-манипулятор, компьютерные технологии, автоматизация, ROS.

Markina L.M., Melnyk Y.Yu. Modeling of robotic systems. In this article an analysis has been made, the essence and advantages of computer technologies are disclosed and a robot-manipulator is modeled using the ROS environment.

Keywords: modeling, robotics systems, robot manipulator, computer technologies, automation, ROS.

Постановка проблеми. Комп'ютерне моделювання є одним з ефективних методів вивчення складних систем та процесів, а особливо коли мова йде про процеси, які не можна дослідити та спрогнозувати в режимі реального часу. В зв'язку з потужним розвитком автоматизації та робототехнічних систем, які є однією з головних складових даного напрямку. У досить розвиненому вигляді роботи аналогічно людині здійснюють активну силову і інформаційну взаємодію з навколишнім середовищем і завдяки цьому можуть володіти штучним інтелектом і вдосконалювати його. Постає проблема в складності проведення аналізу та керуванні даними системами без відриву від виробництва. Та за допомогою комп'ютерного моделювання це можливо.

Аналіз останніх досліджень. Комп'ютерні технології проникли і продовжують проникати в усі сфери, а особливо у науку та виробництво. Це відбувається завдяки спроможності комп'ютера посилювати інтелектуальні можливості людини. При застосуванні комп'ютерних технологій у навчанні з'являється можливість полегшити та якісно підвищити рівень засвоєння навчальної дисципліни на підприємствах та заводах покращити, як умови праці так і якість продукції. Необхідною умовою застосування комп'ютерних технологій у навчанні та не тільки є наявність відповідного програмного забезпечення. Розвиток комп'ютерних та інформаційних технологій дозволяє створювати достатньо трудомісткі програми (програмні комплекси) та розрахункові модулі, маючи при цьому високий ступінь точності одержуваних результатів і малу ймовірність помилки. В даний час за допомогою програмних засобів дослідник може реалізувати весь процес комп'ютерного моделювання і багатовимірного аналізу даних.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Недоступність середовищ для моделювання з подальшим застосуванням на сучасному виробництві та можливість проведення аналізу та досліджень без відриву від виробництва.

Мета дослідження. Моделювання робототехнічних систем та розробка системи керування.

Виклад основного матеріалу. Натурний експеримент (Natural experiment), тобто дослідження властивостей та поведінки об'єкта управління в певних умовах з використанням самого об'єкта, є важливою складовою у сферах проектування та управління – це об'єкт-замінник, створений з метою відтворення за певних умов суттєвих властивостей об'єкта-оригіналу. Модель може бути подана фізичним об'єктом, подібним до оригіналу, або описом об'єкта у вигляді математичних формул, тексту, комп'ютерної програми. Основним призначенням моделі в задачах управління є прогноз реакції об'єкта на керувальні впливи. Задача моделювання полягає в тому, що для заданого об'єкта потрібно підібрати такий опис, який у повній мірі відображав би оригінал з точки зору заданої мети моделювання.

Необхідною умовою для переходу від дослідження об'єкта до дослідження моделі і подальшого перенесення результатів на об'єкт дослідження є вимога адекватності моделі і об'єкта. Адекватність – це відтворення моделлю з необхідною повнотою всіх властивостей об'єкта, важливих для цілей даного дослідження. Це, мабуть, найголовніша властивість моделі, яка визначає можливість її використання. Оскільки будь-яка модель простіша за оригінал, ніколи не можна говорити про

абсолютну адекватність, при якій модель за всіма характеристиками відповідає оригіналу. Методи моделювання широко використовуються в різних сферах людської діяльності, особливо в сферах проектування та управління, де основними є процеси ухвалення ефективних рішень на основі отриманої інформації. Метою моделювання є здобуття, обробка, подання і використання інформації про об'єкти, які взаємодіють між собою і зовнішнім середовищем; а модель тут виступає як засіб пізнання властивостей і закономірностей поведінки об'єкта.

Комп'ютерне моделювання є одним з ефективних методів вивчення складних систем та процесів. Комп'ютерне моделювання полягає в проведенні серії обчислювальних експериментів на ЕОМ, метою яких є аналіз, інтерпретація та співставлення результатів моделювання з реальною поведінкою об'єкта та, при необхідності, наступне удосконалення моделі.

У зв'язку з повсюдною автоматизацією виробництва широкого поширення набули промислові роботи-маніпулятори, які в сукупності з програмованим логічним контролером утворюють робототехнічний комплекс. Такі системи дають можливість автоматизувати принципово будь-які операції, що виконуються людиною, а швидкість перебудови на виконання нових операцій при освоєнні нової продукції чи інших змінах у виробництві дозволяє зберегти за автоматизованим за допомогою роботів виробництвом, принаймні ту ж гнучкість, яку на сьогодні мають лише виробництва, які обслуговуються людиною.

Застосування такого робототехнічного комплексу в виробничому процесі дозволяє раціонально підійти до використання трудових ресурсів, підвищити якість виконання виробничої технологічної операції, знизити часові витрати на її виконання, знизити собівартість продукції за рахунок зменшення відсотка браку і зниження невиробничих витрат (оплати понаднормових робіт і простоїв робочих), збільшити випуск продукції, підвищити ефективність виробництва в цілому. Проведені нами дослідження показали, що найбільш ефективним методом дослідження будь-якої системи без відриву від виробництва є розроблення імітаційної моделі.

Імітаційна модель реалізується деякою комп'ютерною програмою чи пакетом програм, що імітує поведінку складної технічної, економічної, біологічної, соціальної чи іншої системи з потрібною точністю. Такі моделі використовують для дослідження змін об'єктів обраної системи дослідження, для створення комп'ютерних ігор, «віртуальних світів», навчальних програм та анімацій.

В даній статті ми спробуємо вам продемонструвати можливості одного із програмних середовищ, яке саме спрямоване на моделювання та керування робототехнічними системами, а саме роботом –маніпулятором, який дуже розповсюджений в умовах сьогодення та потребує постійного вдосконалення як конструктивного так і програмного. До таких програмних продуктів ставиться ряд вимог: здійснювати керування роботом-маніпулятором, надання можливості вибору режиму роботи, надавати можливість формувати програми автоматичного керування і їх завантаження з бази даних, формувати трьохвимірну візуалізацію з можливістю попереднього перегляду функціонування розробленої програми на етапі налаштування.

Сьогодні основним типом маніпуляційних систем роботів є маніпулятори з різними варіантами напівавтоматичного і автоматизованого управління, а також однопрограми автоматичні маніпулятори (автооператори і механічні руки). З'явилися вони головним чином для маніпулювання об'єктами, безпосередній контакт з якими для людини шкідливий або небезпечний.. Вони являють собою просторові механізми у вигляді розімкнутих, рідше замкнутих кінематичних ланцюгів з ланок, утворюють кінематичні пари з однією, рідше двома ступенями рухливості з кутовим або поступальним відносним рухом і системою приводів зазвичай роздільних для кожного ступеня рухливості. На кінці маніпулятора знаходиться робочий орган.

Ступені рухливості маніпулятора діляться на переносні і орієнтовані. Переносні ступеня рухливості служать для переміщення робочого органу в межах робочої зони маніпулятора, а орієнтують - для його орієнтації. Мінімально необхідне число переносних ступенів рухливості для переміщення робочого органу в будь-яку точку вільної робочої зони дорівнює трьом. Робочі органи маніпуляторів служать для безпосередньої взаємодії з об'єктами зовнішнього середовища і діляться на захватні пристрої і спеціальний інструмент. Вони призначені для того, щоб брати об'єкт, утримувати його в процесі маніпулювання і звільнити після закінчення цього процесу. У зв'язку з великою різноманітністю об'єктів маніпулювання розроблено велику кількість різних комбінацій цих типів захватних пристроїв і безліч спеціальних захватних пристроїв, заснованих на різних оригінальних принципах дії.

Після проведеного аналізу та особливостей робототехнічних систем ми прийшли до висновку, що сучасний стан і темпи розвитку даного напрямку потребує використання такої комп'ютерної системи, яка дозволить поєднати аналіз, керування, а саме головне це безкоштовне середовище, яке є універсальним, як для особистих потреб так і для виробничих. Для рішення наших проблем, було вибрано середовище Robot Operating System

Robot Operating System (ROS) - це гнучке середовище для написання програмного забезпечення для роботів. Це набір інструментів, бібліотек і угод, покликаних спростити завдання створення складної і надійної поведінки робота на різноманітних роботизованих платформах. Дана платформа є універсальною тому, що вона дозволяє створювати один проект багатьма експертами, які займаються розробкою окремої взятій частини системи, а потім відбувається об'єднання всіх складових системи. Середовище ROS співпрацює з усіма проведеними дослідженнями та розробленими моделями, які спираються на роботу один одного. Це дозволяє залучати фахівців не лише з одного відділу або виробництва, але і усіх хто займається даною проблемою.

Дане програмне середовище забезпечує таку реалістичну тривимірну візуалізацію, що цілком годяться і для якісної презентації, що ілюструє ті чи інші концепції або функції, для представлення потенційним замовникам, інвесторам або партнерам, а також у навчальному процесі при вивченні робототехніки. Ядро системи виглядає наступним чином

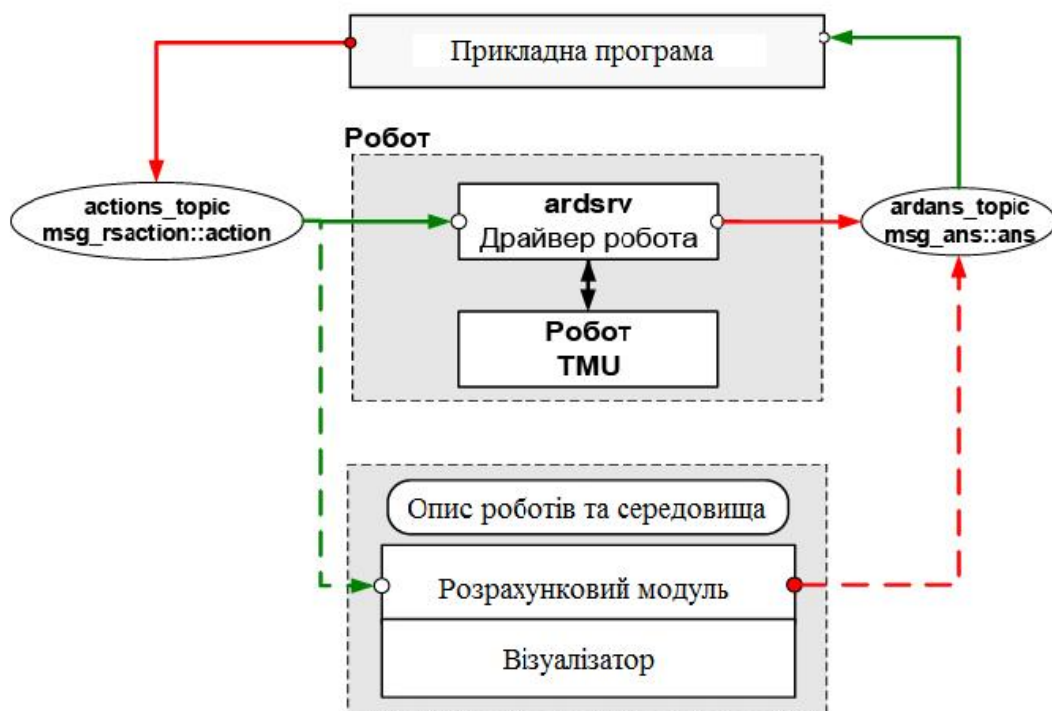


Рис. 1. Вигляд ядра системи

Для створення емуляції ROS використовує gazebo. Gazebo_ros_pkgs - це набір пакетів ROS, які надають необхідні інтерфейси для моделювання робота в тривимірному симуляторі твердого тіла Gazebo для роботів. Він інтегрується з ROS, використовуючи повідомлення ROS, сервіси та динамічне перенастроювання. Програмування робота проводиться за допомогою Move It. Даний пакет призначений для планування складних рухів для роботів будь-якої конструкції. Робот представляється у вигляді моделі з урахуванням всіх рухомих частин і обмежень на їх пересування. Далі можна розрахувати траєкторію всіх кінцівок робота при його переході з одного стану в інший. Для того щоб змодельовати робота-маніпулятора спочатку було розроблено модель в симуляторі Gazebo, яка виглядає наступним чином.

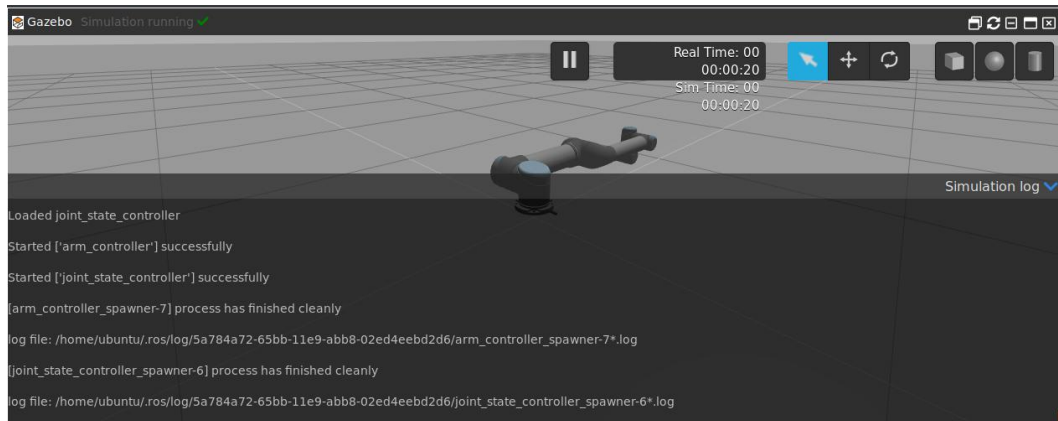


Рис. 2. Симуляція в Gazebo

Далі було розроблено систему керування, яка реалізується за допомогою підключення пакета Moveit.

Після завершення процесу моделювання було створено проект. Після чого, ми розробили такий алгоритм роботи для робота-маніпулятора, який необхідний саме для нашого виробництва на якому ця система в подальшому буде впроваджена. Одним із найбільш точних ланок промисловості є вирізання різноманітних фігур з металу за допомогою лазера. Даний технологічний процес потребує високої точності, тому дана ланка особливо потребує впровадження робототехнічних систем (роботів-маніпуляторів) або заміну вже існуючих, які не забезпечують необхідних показників якості.

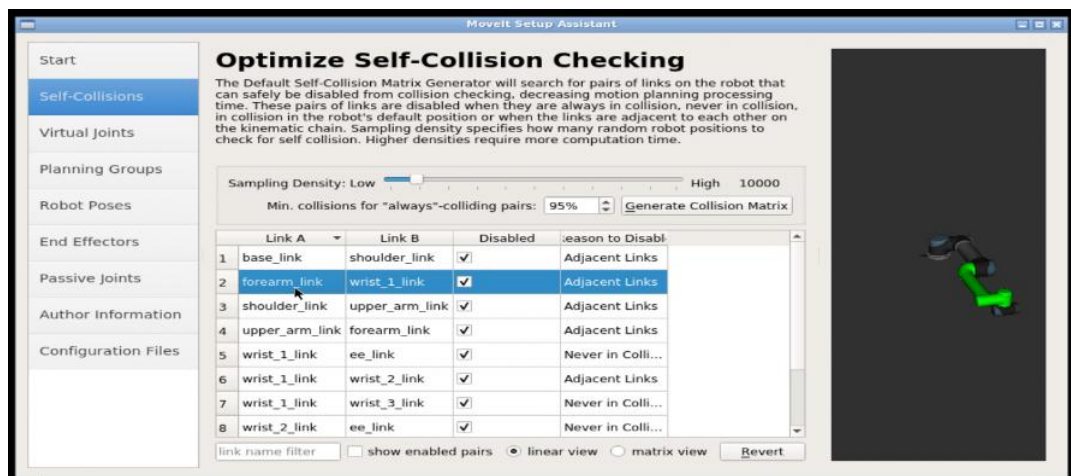


Рис. 3. Вибір основних ступеней вільності

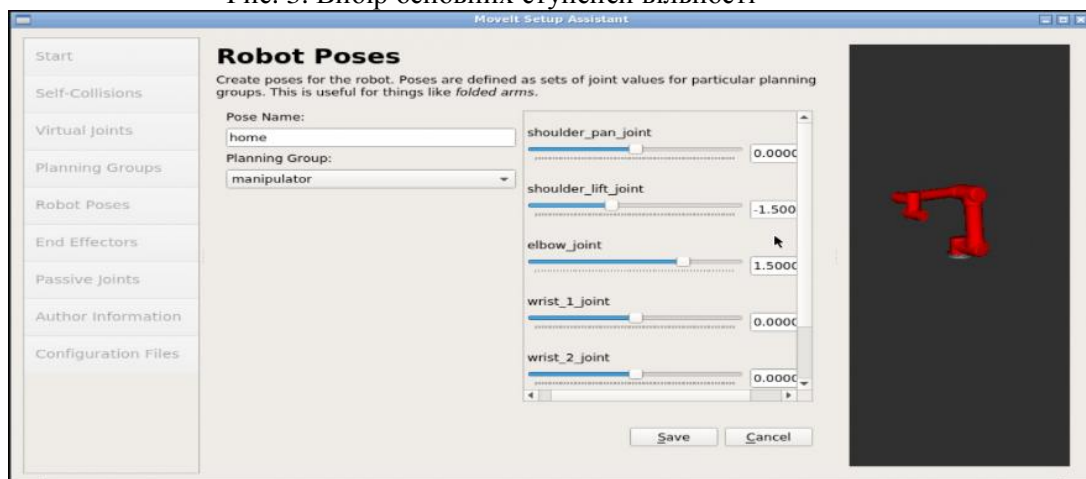
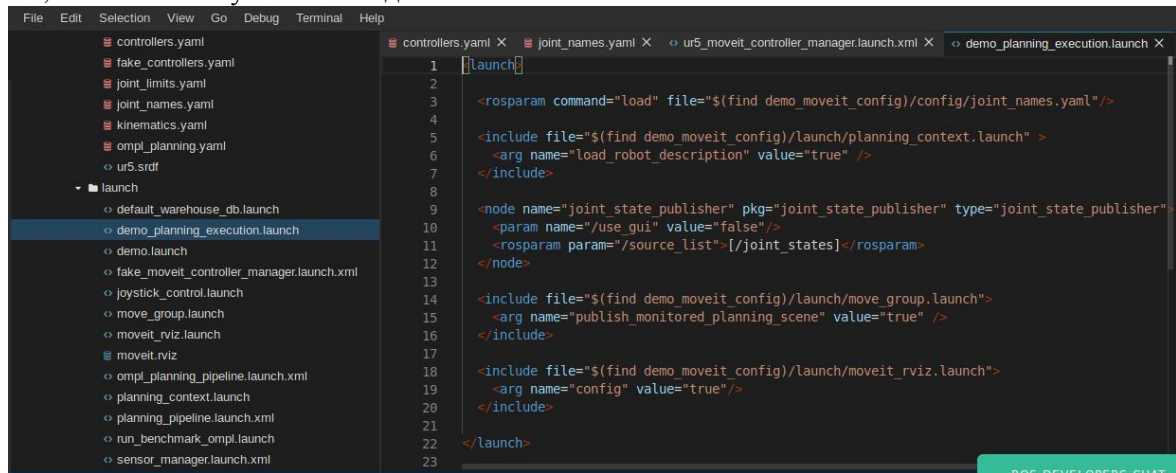


Рис. 3. Налаштування робота-маніпулятора.

В ході основних налаштувань середовище Robot Operating System формує код програми керування, який має наступний вигляд



```
File Edit Selection View Go Debug Terminal Help
controllers.yaml x joint_names.yaml x ur5_moveit_controller_manager.launch.xml x demo_planning_execution.launch x
1 [launch]
2
3 <rosparam command="load" file="$(find demo_moveit_config)/config/joint_names.yaml"/>
4
5 <include file="$(find demo_moveit_config)/launch/planning_context.launch" >
6   <arg name="load_robot_description" value="true" />
7 </include>
8
9 <node name="joint_state_publisher" pkg="joint_state_publisher" type="joint_state_publisher">
10   <param name="use_gui" value="false"/>
11   <rosparam param="/source_list">[/joint_states]</rosparam>
12 </node>
13
14 <include file="$(find demo_moveit_config)/launch/move_group.launch">
15   <arg name="publish_monitored_planning_scene" value="true" />
16 </include>
17
18 <include file="$(find demo_moveit_config)/launch/moveit_rviz.launch">
19   <arg name="config" value="true"/>
20 </include>
21
22 </launch>
23
```

Дане середовище підтримує Сі подібні мови програмування, що робить його більш доступним і універсальним.

Висновки. В статті проведено дослідження середовища Robot Operating System та представлення результати роботи. Після проведеної роботи можна зробити наступні висновки про моделювання робототехнічних систем в даному середовищі:

1. можливість моделювання роботів для будь яких виробництв;
2. використання сучасних мов програмування для розробки системи керування;
3. середовище ROS дозволяє детально дослідити та спрогнозувати поведінку роботи, як системи та і окремо взятого робота;
4. дане моделювання дозволяє вирішити цілий спектр простих та складних задач;
5. однією із особливостей є орієнтація на керування реальними робототехнічними системами.

Перспективи подальших досліджень. Моделювання та розробка більш складних робототехнічних систем з подальшим впровадженням.

1. Комп'ютерне моделювання в освіті. Матеріали III Всеукраїнського науково-методичного семінару 24 квітня 2008 року. Комп'ютерне моделювання в освіті / Матеріали III Всеукраїнського науково-методичного семінару: Кривий Ріг, 24 квітня 2008 р. – Кривий Ріг: КДПУ, 2008. – 60 с
2. Комп'ютерне моделювання систем та процесів. Методи обчислень. Частина 1 : навчальний посібник / Кветний Р. Н., Богач І. В., Бойко О. Р., Софіна О. Ю., Шушура О.М.; за заг. ред. Р.Н. Кветного. – Вінниця: ВНТУ, 2012. – 193 с.
3. Силаев А. А., Куликов А. С. Автоматизированная система управления роботом-манипулятором РМ-01 на базе программируемого логического контроллера СХ9001 фирмы ВЕСКНОFF // Молодой ученый. — 2010. — №4. — С. 86-89. — URL
4. Денисенко В.В. Компьютерное управление технологическим процессом, экспериментом, оборудованием. / В.В. Денисенко; ред. Ю.Н. Чернышев. - М. : Горячая линия-Телеком, 2009. - 608 с.;
5. Юревич Е.И. Основы робототехники. Санкт-Петербург, 1985. – 252с.
6. http://wiki.ros.org/gazebo_ros_pkgs
7. <https://moveit.ros.org/>