

Список использованных источников и литературы

1. Иранский ударный беспилотник Каггар превратили в перехватчик. Архивная копия от 23 октября 2023 на Wayback Machine.
2. Российские саперы научились применять FPV-дроны для дистанционного разминирования. Архивная копия от 4 декабря 2023 на Wayback Machine // РГ, 3.12.20232.
3. ВСУ используют дроны-приманки для обнаружения систем ПВО. Архивная копия от 21 марта 2024 на Wayback Machine // 21 марта 2024.
4. Agence France-Presse (2017-03-14). "Американские военные размещают ударные беспилотники в Южной Корее". Defence Talk (англ.). Архивировано 10 августа 2017. Дата обращения: 2 октября 2017.
5. Обзор технологии LORA // Технологии связи [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://itechinfo.ru/content/обзор-технологии-lora> – Дата доступа: 20.02.2025.

УДК 623.094

к. т. н., доцент Миронов Д. Н.

военно-технический факультет в БНТУ, г. Минск

к. т. н., доцент Гончаренко В. П.

УО «ВАРБ», г. Минск

mironov.d@bntu.by

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ДАЛЬНЕЙШЕГО РАЗВИТИЯ СРЕДСТВ ВООРУЖЕНИЯ

Аннотация. В работе спрогнозировано дальнейшее развитие средств вооружения. Разработана мехатронная особь стаи для ведения разведки, ювелирного уничтожения живой силы и вывода из строя образцов вооружения и техники.

Ключевые слова: развитие средств вооружения, мехатронная особь стаи, ювелирное уничтожение.

Любая механическая система состоит из конечного количества простых элементов (деталей), от исправности и надежности работы которых зависит работоспособность всей системы. Чем сложнее механическая система, тем больше количество простых элементов из которых она состоит. С ростом количества конструктивных элементов растет вероятность выхода из строя всей механической системы. И как следствие, уменьшается вероятность выполнения системой задачи по ее функциональному предназначению.

Поэтому создание механической (мехатронной) системы состоящей из простых элементов, которые в случае повреждения (уничтожения) будут, без прекращения функционирования всей системы, с помощью искусственного интеллекта автоматически заменены исправными, является актуальной задачей, стоящей практически перед всеми областями науки и отраслями производства.

Особенно эта задача актуальна для Вооруженных сил. Создание универсальной боевой системы способной самостоятельно, благодаря искусственному интеллекту, самовостанавливаться и которую из-за большого количества образующих ее мехатронных устройств малого размера невозможно уничтожить.

Создание сложной мехатронной системы, состоящей из множества простых, автономных мехатронных устройств и механизмов всегда являлось актуальной задачей. Много внимания данной проблеме уделяли философы, писатели-фантасты, режиссеры и ученые всех рангов и областей. Яркими примерами могут послужить фильмы, которые с восхищением смотрели не одно поколение: «Терминатор», «Терминатор 2», «Человек муравей», «Матрица» и т.д.

В фильме «Терминатор» перед нами предстает универсальная, боевая мехатронная машина, способная к анализу и в зависимости от сложившейся обстановки принимать решение. Зрителям кажется, что данная машина непобедима. Но во второй части появляется, как его окрестили зрители, робот из жидкого металла. Который условно состоял из капель, каждая из которых, в случае отделения друг от друга, стремится воссоединиться с другой ближайшей каплей тем самым восстанавливая поврежденные элементы и возрождая робота в целом.

В фильме «Человек муравей» зритель может видеть на что способна универсальная биологическая система, состоящая из различных видов муравьев, которыми управляет человек. Эта биологическая система способна самоорганизованно и самоуправляемо перемещаться и выполнять практически любые задачи. В случае гибели одного из существ на его место становится другое и выполнение задачи не прекращается. Дополнительным преимуществом данной системы является ее миниатюрность и возможность мгновенной перегруппировки и перестроения.

Поэтому идея создание сложной механической системы состоящей из автономных простых взаимозаменяемых устройств (особей) остается актуальным.

Современные вооруженные конфликты не возможно представить без применения беспилотных летательных аппаратов. Об их использовании для выполнения различных задач была написана не одна статья профессорско-преподавательским составом военно-технического факультета в БНТУ более чем 10 лет назад [1]. Однако, широкого применения беспилотные летательные аппараты в Вооруженных Силах так и не получили.

История учит – «порох надо держать сухим», «... тяжело в учении легко в бою». К сожалению Республика Беларусь являясь IT – страной не стала лидером в разработке современных мехатронных систем способных выполнять различные задачи лучше и быстрее чем это делает человек.

Опыт соседних стран показывает, что не надо оглядываться назад, надо смотреть вперед, прогнозировать и предугадывать будущее. Перспективные вооруженные конфликты не будут вестись толщиной брони и размером калибра, они будут вестись искусственным интеллектом, находящим «ахиллесову пяту» в любом средстве вооружения [2].

Как пример, в БНТУ ведется работа по созданию особи стаи, алгоритма их совместного функционирования для поиска уязвимого места и уничтожения образцов боевой техники.

Каждая особь способна переносить до нескольких десятков грамм тротила для уничтожения функционально важных агрегатов и блоков, а также из-за массовости стаи способна собой забивать функционально важные технологические отверстия, стволы орудий приводя к разрушению или нарушению их функционирования.

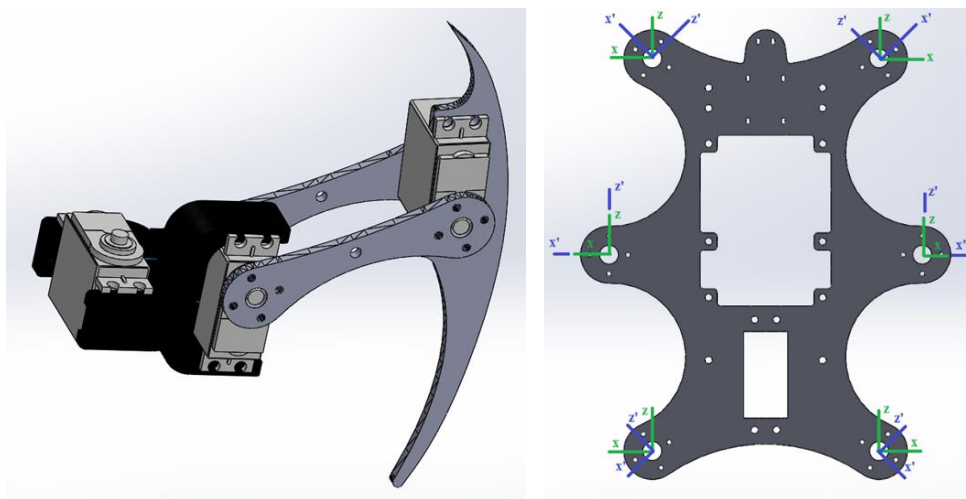


Рис. 1 – Конструктивные элементы

В качестве единицы стаи (колонии) было выбрано шагающее шестиногое мехатронное устройство (паук, муравей), которое способно скрытно и бесшумно перемещаться практически по любым вязким поверхностям и неровностям.

Первоначально в SolidWorks были разработаны и вырезаны конструктивные элементы (рис. 1).



Рис. 2 – Компоненты

В результате сравнения тактико-технических характеристик и стоимости подобраны микроконтроллер, сервоприводы, аккумуляторы (рис. 2).

Итоговый проект единицы особи стаи примет вид представленный на рис. 3 и 4.

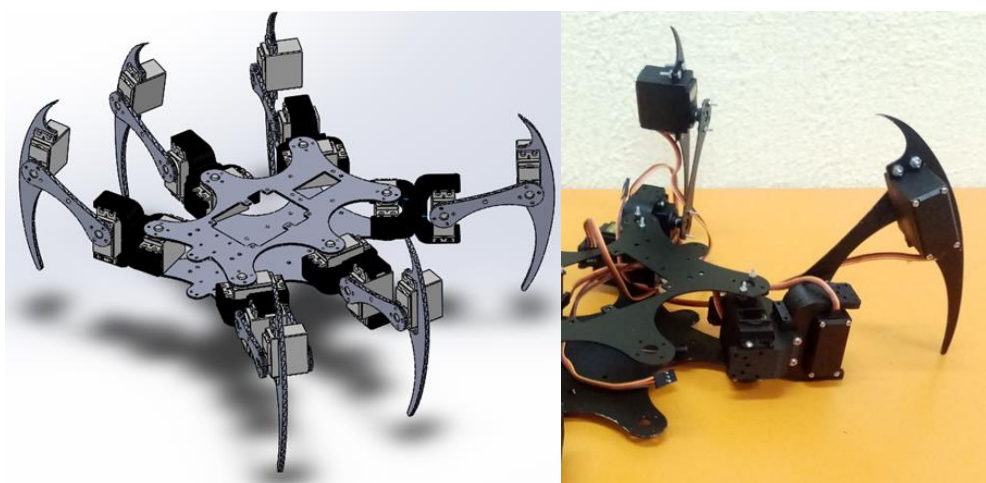


Рис. 3 – Проект особи стаи

Функциональная система управления роботом представлена на рис. 5 [3, 4, 5, 6].

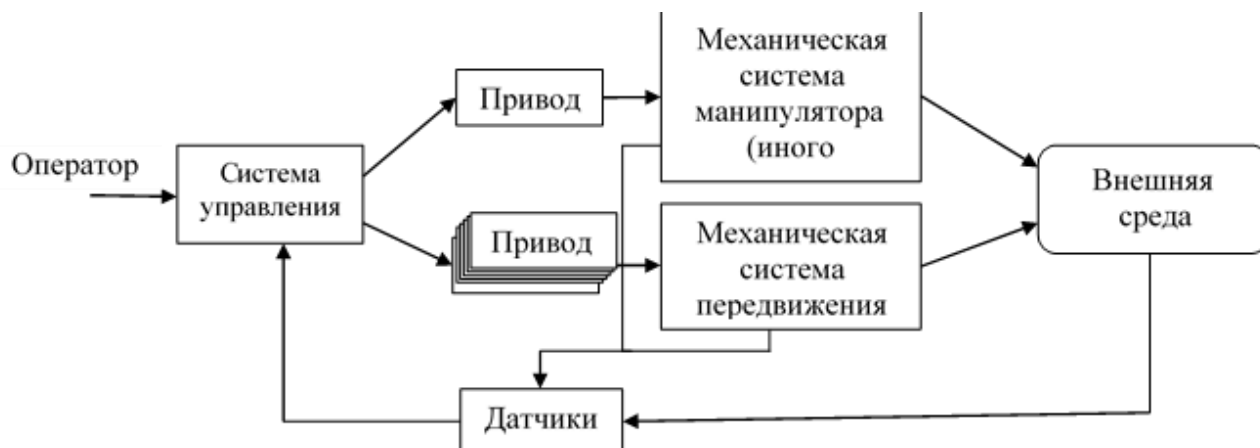


Рис. 5 – Система управления роботом

Динамика манипулятора описана посредством метода связанных графов [7, 8].

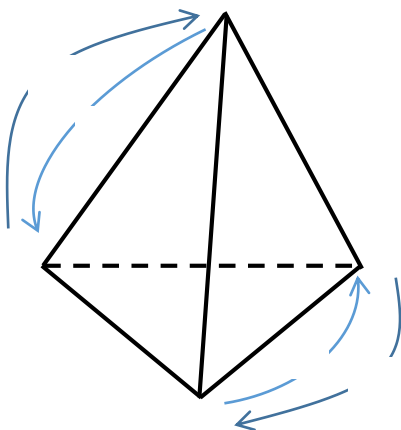


Рис. 6 – Система управления роботом

Представление связными графами предполагает присутствие потока энергии и информации от одного звена системы к другому. Для этого введено четыре обобщенных переменных системы - усилие e , поток f , положение q и импульс p . Эти переменные связаны посредством так называемого тэтраэдра состояний, показанного на рисунке 6. Ребро $p - q$ называется мемристором, но его трудно определить через практические понятия. Ребро $e - q$ - элемент мощности, $e - f$ - элемент сопротивления, а $p - f$ - инерционный элемент.

Связные графы применяются для того, чтобы связать вышеописанные элементы с другими элементами и далее описать механическую систему. Связанные графы – это рисунок. Стрелки используются для обозначения потоков энергии и информации, а также для активных связей (управления). Каждая связь имеет соответствующее ей усилие и поток [7, 8].

Динамику системы описывается с помощью уравнения Лагранжа - Эйлера. Поскольку неконсервативных сил мы не рассматриваем, а гравитационные силы выводятся из условия потенциальности полей, то из уравнения Лагранжа – Эйлера получаем:

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{q}_i} \right) - \left(\frac{\partial T}{\partial q_i} \right) + \left(\frac{\partial V}{\partial q_i} \right) = 0,$$

где $i = 1, 2, \dots, n$,

$T = T(q_i; \dot{q}_i, t)$ - полная кинетическая энергия системы,

$V = V(q_i, t)$ - полная потенциальная энергия системы,

q_i - обобщенные координаты.

Пусть $q_i = \theta_i$ - обобщенные координаты. Тогда положение i – го звена описывается с помощью формул

$$x_i = \sum_{\alpha=1}^l l_{\alpha} \sin \theta_{\alpha}, \quad y_i = \sum_{\alpha=1}^l l_{\alpha} \cos \theta_{\alpha}.$$

Следовательно

$$T = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n m_i (\dot{x}_i^2 + \dot{y}_i^2),$$

после подстановки $\dot{x}_i^2$ и $\dot{y}_i^2$ имеет вид:

$$T = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n m_i \left(\sum_{\alpha=1}^i l_{\alpha}^2 \dot{\theta}_{\alpha}^2 + \sum_{\alpha=1}^i \sum_{\beta=1}^i l_{\alpha} l_{\beta} \dot{\theta}_{\alpha} \dot{\theta}_{\beta} \cos(\theta_{\alpha} - \theta_{\beta}) \right),$$

где l_{α} и l_{β} - длины звеньев манипулятора,

θ_{α} и θ_{β} - углы между звеньями манипулятора и вертикальной осью,

m_i - масса i звена манипулятора.

Потенциальная энергия системы равна

$$V = \sum_{\alpha=1}^n \sum_{i=\alpha}^n m_i g l_{\alpha} (1 - \cos \theta_{\alpha}).$$

После подстановки значений потенциальной и кинетической энергии в уравнение Лагранжа – Эйлера получаем уравнение для двухзвенной ноги робота:

$$m_2 l_2^2 \ddot{\theta}_2 + m_2 l_1 l_2 \cos(\theta_1 - \theta_2) \ddot{\theta}_1 + m_2 l_1 l_2 \dot{\theta}_1^2 \sin(\theta_1 - \theta_2) + m_2 g l_2 \sin \theta_2 = 0.$$

В настоящей работе разработана единица универсальной мехатронной стаи, которая объединенная в единый универсальный механизм, функционирующий как рой. Созданная универсальная боевая система, способна самостоятельно,

благодаря искусственному интеллекту, самовосстанавливаться и выполнять боевые задачи со 100% вероятностью, без человеческих жертв и с минимальными материальными затратами.

Список использованных источников и литературы

1. Карпович, И. М. Применение беспилотных летательных аппаратов для решения задач инженерной разведки / И. М. Карпович, Н. М. Селивончик, И. Г. Крицков // Наука - образованию, производству, экономике : материалы Десятой международной научно-технической конференции : в 4 т. / Белорусский национальный технический университет; редкол.: Б. М. Хрусталев, Ф. А. Романюк, А. С. Калиниченко. 2012/
2. Paul Scharre, Unleash the Swarm: The Future of Warfare // War on the Rocks, March 4, 2015/ <http://warontherocks.com/2015/03/unleash-the-swarm-the-future-of-warfare/?singlepage=1>.
3. Fearing R., Sahai R., Hoover A. Rapidly prototyping millirobots using toolkits and microassembly // Proc. Intern. IARP Workshop on micro- and nanorobotics. P., 2006.
4. Hoover A., Fearing R. A rapidly prototyped 2-axis positioning stage for microassembly using large displacement compliant mechanisms // IEEE Intern. Conf. Robotics and Automation. Orlando (Fla.). 2006.
5. Sitti M., Hashimoto H. Teleoperated touch feedback of surfaces at the nanoscale: Modeling and experiments // IEEE/ASIE Trans. Mechatronics. 2003. Vol. 8, N 2. P. 287-298.
6. Fatikow S., Eichhorn V., Wich T. et al. Developmem of an automatic nanorobot cell for handling of carbon nanotubes // Proc. Intern. IARP Workshop on micro- and nanorobotics. P.. 2006.
7. Hogan H. Invasion of the micromachines // New Sci. 1996. June 29. P. 28-33.
8. Kaigham G. Microelectromechanical systems program // Summ. Res. Activities Adv. Res. Projects Agency. 1994. July.