

Резюме проекта, выполняемого

в рамках ФЦП

«Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 – 2020 годы»

по этапу № 4

Номер Соглашения о предоставлении субсидии: 14.577.21.0136

Тема: «Разработка универсального захватывающего устройства антропоморфного типа для выполнения контактных операций с повышенной точностью и надежностью»

Приоритетное направление: Информационно-телекоммуникационные системы (ИТ)

Критическая технология: Технологии информационных, управляющих, навигационных систем

Период выполнения: 24.11.2014 - 31.12.2016

Плановое финансирование проекта: 78.80 млн. руб.

Бюджетные средства 46.70 млн. руб.,

Внебюджетные средства 32.10 млн. руб.

Получатель: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ)"

Участник Консорциума: Общество с ограниченной ответственностью "Научно-производственная компания "Автоматизированные Решения"

Участник Консорциума: Общество с ограниченной ответственностью "ИНФО-ТЕХ"

Участник Консорциума: Общество с ограниченной ответственностью "Научно-производственная группа "ТРАДИЦИЯ"

Участник Консорциума: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем машиноведения Российской академии наук

Индустриальный партнер: Общество с ограниченной ответственностью "РУ.Роботикс"

Ключевые слова:

1. Цель проекта

1) Формулировка задачи/проблемы, на решение которой направлен реализованный (реализуемый) проект.

а) Разработка программно-аппаратных технических решений в области создания универсального захватывающего устройства с элементами антропоморфной структуры.

2) Формулировка цели реализованного (реализуемого) проекта; конечного продукта, созданного (создаваемого) с использованием результатов, полученных при выполнении проекта; места и роли проекта и его результатов в решении задачи/проблемы.

Целью данной работы является разработка программно-аппаратных технических решений в области создания универсального захватывающего устройства с элементами антропоморфной структуры. Такие технические решения предназначены для обеспечения возможности адаптации и широкого применения перспективных робототехнических комплексов в условиях естественной окружающей среды, сформированной человеком, путем обеспечения их универсальными антропоморфными захватами, способными захватывать, удерживать и манипулировать предметами произвольной геометрической формы.

2. Основные результаты проекта

1) Краткое описание основных полученных результатов (основные теоретические и экспериментальные результаты, фактические данные, обнаруженные взаимосвязи и закономерности).

Как было выявлено на Этапе 1 ПНИ, для полнофункциональных захватов целесообразно размещать приводы вне конструкции кисти, за счёт чего обеспечивается большое количество степеней свободы. На этапе 2 проекта была разработана конструкция антропоморфного манипулятора захвата в соответствии с предложенной кинематической схемой с 22 степенями свободы, адекватность которой была подтверждена проведённым моделированием алгоритмов захвата предметов. Показана эффективность удержания предметов на уровне выше ведущих мировых аналогов, что обеспечивается за счёт оптимизации

кинематических связей дистальных фаланг. Кроме того, разработан алгоритм формирования сложносочетанных движений отдельных суставов с контролем развиваемых усилий на объекте захвата на основе использования синхронизации движений нескольких пальцев за счёт обработки и анализа данных системы тактильных сенсоров, за счёт чего обеспечивается синхронный обхват предмета.

На этапе 3 проекта были разработаны электронные и микропроцессорные модули управления захватом, эскизная конструкторская документация на конструкцию антропоморфного захвата с 22-мя степенями свободы и изготовлен экспериментальный образец антропоморфного захвата.

На Этапе 4 в соответствии с разработанной ПМЭИ были проведены экспериментальные исследования ЭО АМЗ. В ходе экспериментальных исследований были подтверждены следующие гипотезы об облике ЭО АМЗ и принципах управления, принятые на Этапах 1 и 2 теоретических исследований:

- а) синхронизация движений (контроль распределенного давления) пальцев за счёт тактильных сенсоров приводит к адаптации по форме предмета
- б) применение эластичных тяг в дистальной фаланге приводит к улучшению надежности удержания предмета в захватной головке
- в) достаточности выбранного набора паттернов для удержания, заданного в ТЗ набора предметов
- г) для надёжного захвата предметов необходимо исполнительные звенья, участвующие в паттерне, разместить вокруг его геометрического центра предмета

1) Основные характеристики полученных результатов (в целом и/или отдельных элементов), созданной научной (научно-технической, инновационной) продукции.

Наиболее значимые (ключевые) характеристики ЭО АМЗ:

- а) количество степеней свободы – 18, количество пальцев – 5;
- б) максимальный удерживаемый вес – 6кг;
- в) точность установки углового положения суставов захватного устройства – 0,088 градуса определяется использованием 12 битного аналого-цифрового преобразования сенсоров углового положения;
- г) использование эластичных элементов в конструкции системы передачи движения;
- д) возможность реверсивного движения за счёт использования выбранной на Этапе 1 антагонистической схемы передачи движения;
- е) развитие усилия одного пальца не менее 30Н.
- ж) точность определения углового положения исполнительных групп звеньев до 0.022 градуса
- з) обеспечение коммутации электрического тока до 6.5А на каждый привод;
- и) точность определения потребляемого тока - 0,039А
- к) диапазон измерения тока 0,0...40,0А
- л) максимальная скорость при перемещении груза массой 2 кг – 1 м/с (4кг при 0,5 м/с)

2) Оценка элементов новизны научных (технологических) решений, применявших методик и решений.

В результате исследования эффективности захвата предметов с учётом ограничений на массу ЭО АМЗ была разработана кинематическая схема с 22 степенями подвижности (при 18 степенях свободы), что, в целом соответствует мировому уровню: DLR Hand II (22/18), SHUNK (18/9), Shadow C6M (22/22).

У представленных захватов система управления представляет собой лишь позиционное управление положение суставов, а для совершения сложных координационных действий требуется задействование вспомогательных вычислительных средств, в то время как у ЭО АМЗ так же присутствует интегрированная система управления захватом предметов.

Таким образом, результаты работ находятся на уровне не хуже мировых аналогов, при этом по отдельным параметрам присутствует превосходство аналогичных решений.

3) Подтверждение соответствия полученных результатов требованиям к выполняемому проекту.

Все полученные результаты работ этапов 4 ПНИ полностью соответствуют требованиям Технического задания и Календарного плана (ТЗ и КП) по Соглашению №14.577.21.0136 от 24 ноября 2014 года, в частности проведённые на 4 этапе экспериментальные исследования ЭО АМЗ в соответствии с разработанной Программой и методиками экспериментальных испытаний (ПМЭИ) – полностью соответствуют пп. 3.35 и п.4.1 КП.

4) Сопоставление с результатами аналогичных работ, определяющими мировой уровень.

В ЭО АМЗ в качестве приводов используются бесколлекторные электродвигатели, обеспечивающие большую энергоэффективность при той же массе, что и у коллекторных приводов, используемых в указанных аналогичных решениях DLR Hand II, Shadow C6M, SHUNK.

В конструкции фаланг пальцев ЭО АМЗ используются тактильные матричные сенсоры на основе композита квантового туннелирования и позволяют не только определять величину внешнего усилия, но и направление. Среди представленных аналогичных решений схожим функционалом обладает только Shadow C6M, при этом в качестве тактильного сенсора используется вспомогательное устройство, заменяющее дистальную фалангу.

В результате исследования эффективности захвата предметов с учётом ограничений на массу ЭО АМЗ была разработана кинематическая схема с 22 степенями подвижности (при 18 степенях свободы), что, в целом соответствует мировому уровню: DLR Hand II (22/18), SHUNK (18/9), Shadow C6M (22/22).

У представленных захватов система управления представляет собой лишь позиционное управление положение суставов, а для совершения сложных координационных действий требуется задействование вспомогательных вычислительных средств, в то время как у ЭО АМЗ так же присутствует интегрированная система управления захватом предметов.

Таким образом, результаты работ находятся на уровне не хуже мировых аналогов, при этом по отдельным параметрам присутствует превосходство аналогичных решений.

3. Охраноспособные результаты интеллектуальной деятельности (РИД), полученные в рамках прикладного научного исследования и экспериментальной разработки

1) Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2016610852 от 20.01.2016, «Программа управления приводами исполнительных групп звеньев, на базе адаптивности усилий развиваемых на захватываемом объекте (ПО «ПРИГЗ-АУ»)), РФ

4. Назначение и область применения результатов проекта

1) Описание областей применения полученных результатов (области науки и техники; отрасли промышленности и социальной сферы, в которых могут использоваться или уже используются полученные результаты или созданная на их основе инновационная продукция).

Области применения полученных результатов:

- а) в бытовой робототехнике - установка на мобильные робототехнические комплексы для удаленного выполнения сложных контактных операций;
- б) в промышленности, в области разработки промышленных роботов – для автоматизации сборочных и контактных операций;
- в) в сфере реабилитационной медицины, в качестве основы для создания биопротезов верхних конечностей человека;
- г) в сфере образовательной робототехники – для изучения принципов построения и управления многозвенными манипуляторами различной конфигурации.

2) Описание практического внедрения полученных результатов или перспектив их использования.

На данный момент за ВБС на основе решений ЭО АМЗ разрабатывается экспериментальный образец бионического протеза кисти человека. Практическое внедрение намечено на 2017-2018гг.

3) Оценка или прогноз влияния полученных результатов на развитие научно-технических и технологических направлений.

Внедрение антропоморфных захватов на производстве в обозримом будущем позволит создать новые технологические линии, социальных роботов, снабженных захватами и снизить издержки, так как один человек будет способен управлять десятками подобных захватов. В быту станет возможным появление роботов-помощников с руками, снабженными манипуляторами с захватами, способных выполнять повседневную работу. Это позволит в условиях введения санкций и потребности в импортозамещении а также на фоне снижающегося количества трудоспособного населения, высвободить работников, занятых в сферах с высокой долей рутинного труда, не требующего высокого профессионализма. По прогнозам, доля третичного и четвертичного секторов экономики будет возрастать за счет автоматизации и роботизации подобных сфер.

5. Эффекты от внедрения результатов проекта

1) Описание ожидаемых социально-экономических и др. эффектов от использования товаров и услуг, созданных на основе полученных результатов

Результатом будет положительный экономический эффект, начало массового внедрения умной робототехники во все сферы жизни человека, снижение рисков для человека (например, выполнение химических взаимодействий, использование на ядерных объектах в режиме удаленного присутствия или использование как захвата для роботов-саперов).

6. Формы и объемы коммерциализации результатов проекта

1) Существующие или возможные формы коммерциализации полученных результатов.

На основе разработанных программно-аппаратных технических решений может быть разработана продукция для коммерческого применения в следующих сферах:

- а) учебный стенд для обучения основам робототехники;
- б) бионический протез верхних конечностей;
- в) захваты для роботов удалённого присутствия, для выполнения манипуляций с предметами;
- г) захваты для использования в промышленности.

2) Описание видов новой и усовершенствованной продукции (услуги), которые могут быть созданы или уже созданы на основе полученных результатов интеллектуальной деятельности (РИД).

РИД (программа ЭВМ) разработанная на этапе 3 проекта использована в качестве основы для разработки ЭО АМЗ и, в дальнейшем, будет использована для разработки коммерческих решений, используемых для управления захватом предметов сложной формы в промышленности, в быту, в сфере реабилитационной медицины.

Самая большая востребованность с коммерческой точки зрения сейчас и в скором будущем – с сфере реабилитационной медицины (биопротезы) и как оконечное устройство (захват) мобильных и коллаборативных роботов.

7. Наличие соисполнителей

- 1) Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем машиноведения Российской академии наук, статус - Участник Консорциума, привлекались в 2014 г., 1 этапе выполнения проекта.
- 2) Общество с ограниченной ответственностью «Научно-производственная группа «Традиция», статус – Участник Консорциума, привлекались в 2015 г., на 2, 3 и 4 этапе выполнения проекта.
- 3) Общество с ограниченной ответственностью «Научно-производственная компания «Автоматизированные Решения», статус - соисполнитель, привлекались в 2015 г., на 3 и 4 этапе выполнения проекта.
- 4) Обществом с ограниченной ответственностью «ИНФО-ТЕХ», статус - соисполнитель, привлекались в 2015 г., на 2 этапе выполнения проекта.

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ)"

И.о. ректора

(должность)

Анисимов Н.Ю.

(подпись)

(фамилия, имя, отчество)

Руководитель работ по проекту

Начальник УНИР

(должность)

Скворцов А.А.

(подпись)

(фамилия, имя, отчество)

М.П.