

По результатам исследований оптимальным числом модулей синтезируемой апертуры является $N = 6$ (рисунок 2), гексагональное расположение дает удовлетворительный коэффициент заполнения апертуры, позволяет добиться малого допуска на разбежку фокусных расстояний.

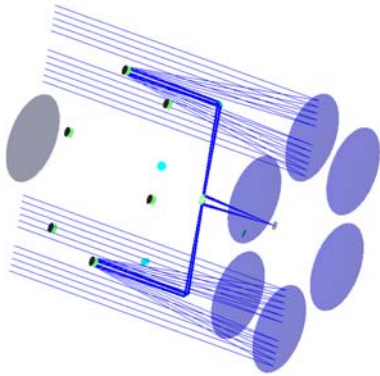


Рисунок 2 – Ход лучей в ТСА

Таким образом, были определены ключевые параметры ТСА, а также разработана оптическая схема ТСА состоящего из шести модулей, каждый из которых построен по схеме Кассегрена. Определены конструктивные параметры базового объектива ($f = 13000$ мм, $D = 800$ мм, $\omega = 0,25^\circ$) и всего телескопа, отдаление оси модуля от оси ТСА составляет $Y_{pos} = 1,2$ м.

Литература

1. Ермолаева Е.В., Зверев В.А., Филатов А.А. Адаптивная оптика. – СПб: НИУ ИТМО, 2012. – 297 с.
2. Демин А.В. Математическая модель процесса анализирования композитных зеркал // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. – СПб: НИУ ИТМО, 2015. – Т. 58, № 11. – С. 901–906.
3. Родионов С.А., Корепанов В.С., Еськов Д.Н. Бонштетт Б.Э. Проблемы апертурного синтеза. // Оптический журнал, № 10, 1995. – С. 17–25.

УДК 617.57-77

СЕРВОПРИВОД ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ ПАЛЬЦЕВ БИОНИЧЕСКОЙ РУКИ

Соснина Л.А., Вяжевич Г.И., Кузнецов А.В. Фёдорцев Р.В.

Белорусский национальный технический университет, Минск, Республика Беларусь

Целью работы является проектирование электронной и механической части сервопривода непрерывного вращения для управления сжатием пяти механических пальцев «бионического протеза» руки.

В настоящее время широко используются «бионические» протезы, которые способны на большую часть повседневных действий. Все механизмы данного типа конструируются по одинаковому принципу управления электроникой и биотоками, то есть использования миографии или энцефалограммы. Самым весомым недостатком конструкций данного типа является цена. Кроме этого, обратная связь, позволяющая владельцу протеза получать информацию о качествах объекта, к которому он прикасается устройством в большинстве продуктов представленных на рынке слабо разработана, либо полностью отсутствует, т. е. требуется хирургическое вмешательство (вживление датчиков) в организм.

В результате изучения имеющихся недостатков, а также при условии отсутствия отечественных аналогов в Республике Беларусь было принято решение о создании белорусского конкурента на рынке искусственных рук, отвечающего основным критериям спроса белорусских потребителей.

Для белорусского потребителя доступны механические и косметические протезы. На рынке СНГ нашим основным конкурентом является компания «Моторика». Такие крупные компании как i-Limb, Touch Bionics (Шотландия), Titan Deutschland GmbH, HOSSUR (Исландия), BeBionic

не представлены, приобрести их продукцию можно только за рубежом.

В результате изучения имеющихся недостатков, а также при условии отсутствия современных отечественных аналогов в Республике Беларусь было принято решение о создании белорусского конкурента на рынке искусственных рук, отвечающего основным критериям спроса белорусских потребителей.

Актуальность разработки обусловлена отсутствием сервоприводов, которые обладают малыми размерами, высокой надёжностью и долговечностью. Также имеется ряд технических ограничений, которым не удовлетворяют имеющиеся в свободном доступе устройства, а именно:

- возможность получения управления, отличающегося высокой точностью и стабильным функционированием;
- широкий диапазон контроля скорости и ускорения;
- высокий уровень устойчивости к помехам;

Кроме того, устройство обладает двумя особенностями:

- способностью увеличивать вращающий момент;
- обеспечивать бесконтактную обратную связь.

Исходя из вышесказанного, был разработана собственная конструкция сервопривода, которая соответствует приведённым требованиям.

Сам сервопривод является связующим звеном между электронной схемой протеза (модулем регистрации мышечной активности и модулем управления) и его механической частью (паль-

цами). Он выполняет преобразование электрической энергии в механическую путём поворота выходного вала на определённый угол, определяемый модулем управления. Это делает его наиболее важным и ответственным элементом механической части протеза.

Так как в рассматриваемом проекте предполагается независимое управление пятью пальцами, это накладывает определённые ограничения на размер и конфигурацию устройства, так как оно должно уместиться в ладонь и в купе с механической оболочкой протеза иметь вес, не намного превышающий вес реальной кисти человека.

Кратко рассмотрим систему управления классического электронно-механического сервопривода, блок-схема которого изображена на рисунке 1 [1].



Рисунок 1 – Блок-схема сервопривода

Это устройство осуществляет поворот вала на определённый угол, который фиксируется при помощи системы обратной связи. Система контроля получает управляющие импульсы, частота которых стандартизирована и равна 50 Гц. Длина импульсов может меняться от 0,8 до 2,0 мс. Управление происходит следующим образом: переменный резистор, установленный в модуле преобразователя механически связан с валом двигателя через механический редуктор. Вращаясь, вал передаёт своё движение резистору, меняя его сопротивление. Полученное сопротивление изменяет уровень напряжения, которое передаётся модулю отслеживания поворота. Его главная задача – формирование опорного сигнала с фиксированной частотой 50 Гц и изменяемой шириной импульса. Поступающее с преобразователя напряжение изменяет длину импульса, а система контроля фиксирует это, сравнивая его с поступающим управляющим сигналом через компаратор. И в случае, когда длина опорных импульсов отличается от управляющих, система контроля подаёт сигнал драйверу двигателя, который подаёт напряжение на контакты двигателя и тем самым приводит вал в движение. А так как система замкнута, через механическую связь вал-резистор, то вращение происходит, пока опорный и управляющий сигналы не сравняются.

Данная система имеет ряд недостатков, которые делают её абсолютно непригодной для поставленной задачи: особенности механической части конструкции не позволяют осуществлять непрерывное вращение вала двигателя; переменный резистор,

который является основой стабильной работы привода, является электронно-механическим прибором и его проводящий слой подвержен износу; значительные габаритные размеры и усложнённая система управления; невозможность управления скоростью вращения вала.

Для достижения поставленной цели была проведена модернизация системы обратной связи и изменён общий подход к контролю вращения:

- переменный резистор был заменён на фотодатчик;
- в редуктор был добавлен оптический энкодер;
- полностью изменён концептуальный принцип управления и контроля.

Блок-схема модернизированного сервопривода показан на рисунке 2.



Рисунок 2 – Блок-схема сервопривода с оптической обратной связью

Особенностью данной системы является возможность бесконтактного контроля вращения, основанного на фиксировании прерывания светового потока. С этой задачей успешно справляется энкодер, который представляет собой шестерню с круглым отверстием. Таким образом, при повороте на угол 360° происходит засветка фотодиода, который входит в состав драйвера фотодатчика. Появившаяся фотоЭДС корректируется и подаётся на систему контроля, где контроллер анализирует положение выходного вала и отдаёт команду драйверу двигателя. Таким образом, осуществляется оптическая обратная связь.

В качестве оптического датчика применяется фотопрерыватель модели RPI-352. Это обусловлено следующим:

- малые габаритные размеры;
- размер фотоприёмной зоны 0,4 мм;
- номинальное напряжение питания 3,3 В;
- время срабатывания 10 мкс.

В соответствии с поставленной задачей была спроектирована 3D модель привода. Общий вид конструкции изображён на рисунке 3.



Рисунок 3 – Общий вид сервопривода с оптической обратной связью

Отличительной особенностью этой конструкции является наличие червячной передачи (рис. 4)

и горизонтальное расположение двигателя. Это позволяет уменьшить общие габариты устройства, добавляя при этом механическое стопорение винта без лишнего энергопотребления.



Рисунок 4 – Червячная передача

Фотопрерыватель установлен у первой шестерни (рис. 5) так, что его оптическая ось совпадает с осью вращения сигнализирующего отверстия.



Рисунок 5 – Фотопрерыватель и фрагмент редуктора

Сам редуктор (рис. 6) является трёхступенчатым и имеет общее передаточное отношение 1:12.

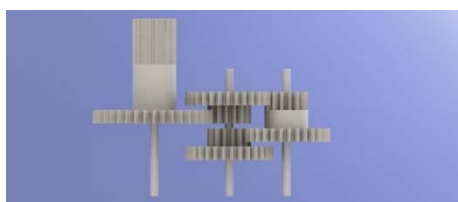


Рисунок 6 – Многоступенчатый редуктор

Спроектированное устройство имеет малые габаритные размеры, высокую точность и скорость срабатывания, пониженное энергопотребление и гораздо больший ресурс, в сравнении с классической конструкцией сервопривода.

УДК 621.384.326.23

МЕТОДИКА ПРОВЕРКИ РАЗРЕШАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ТЕПЛОВИЗИОННОГО ПРИЦЕЛА ТП-1 «ARGUS IR»

Ракевич П.С.¹, Фёдорцев Р.В.², Змитрович И.И.¹, Фуфаев А.В.³

¹ОАО «БелОМО – Минский механический завод имени С.И. Вавилова», Минск, Республика Беларусь

²Белорусский национальный технический университет, Минск, Республика Беларусь

³УП «Научно-технический центр ЛЭМТ», БелОМО, Минск, Республика Беларусь

Тепловизионный прибор «Argus IR» на базе неохлаждаемого микроболометрического приёмника является пассивным наблюдательным прибором, который обеспечивает получение тепловых изображений объектов с высокой чёткостью в условиях дневной и ночной освещённости, а так же в условиях плохой видимости – сильного задымления, запыления, тумана и т. д. Прибор может исполнять свои функции в двух рабочих положениях.

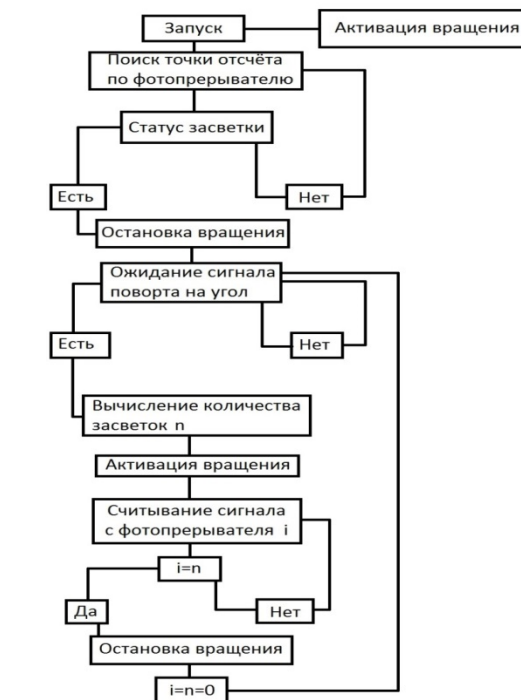


Рисунок 7 – Алгоритм вычисления угла поворота

На рисунке 7 представлен алгоритм, по которому контроллер отслеживает угол поворота выходного вала. Отличительной особенностью такого подхода к вычислению связан с тем, что в конечном устройстве, данных оптических сервоприводов будет использоваться не менее пяти. Алгоритм поддерживает подключение до 8 устройств одновременно, используя при этом минимальное количество вычислительных ресурсов контроллера.

Литература

Пуятин Н.Н. Радиоуправление моделями. М.: Энергия, 1976. – 64 с.