

КОНСТРУИРОВАНИЕ ОРИЕНТИРУЮЩЕЙ И ПОЗИЦИОНИРУЮЩЕЙ ЧАСТЕЙ МАНИПУЛЯТОРА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО ПРОКОЛА ВЕНЫ

Трапп С.А.

Научный руководитель: Пякилля Б.И.
Томский политехнический университет
s.a.trapp@mail.ru

Введение

В настоящее время происходит активное развитие нового направления в медицине – «Роботизированная хирургия», то есть хирургия с использованием робота или робототехнической системы во время хирургической операции [1].

Однако, процесс оперирования с помощью робототехнических систем пока не возможен без участия человека. Помимо хирурга, управляющего медицинским роботом, требуется дополнительный медицинский персонал. Дополнительный медицинский персонал необходим в тех ситуациях, когда состояние пациента в процессе проведения операции дестабилизируется и ему необходимо вводить препараты внутривенно для стабилизации самочувствия.

Таким образом, чтобы исключить дополнительный медицинский персонал из процесса хирургической операции, необходимо создать систему, способную самостоятельно вводить в вену медикаменты. В данной работе приведено конструирование части этой системы: ориентирующей и позиционирующей частей манипулятора системы автоматического прокола вены (САПВ).

В настоящее время уже существуют системы, позволяющие автоматически проколоть вену, но они не способны автоматически менять медицинский инструмент (шприц, иглу, иглу-бабочку и т.д.) и вводить препараты в вену [2].

Кинематическая схема манипулятора САПВ

Структура кинематической цепи манипулятора САПВ должна обеспечивать произвольное позиционирование исполнительного инструмента, ось фиктивного сочленения которого не совпадает с осью симметрии инструмента, в рабочем пространстве. Таким образом, кинематической цепи манипулятора САПВ должна иметь шесть степеней подвижности.

Кроме того, разрабатывая кинематическую цепь манипулятора, следует учесть, что не каждый манипулятор с шестью степенями подвижности является разрешимым, что необходимо предусматривать, на этапе конструирования.

Манипулятор имеет аналитическое решение и способен достигнуть произвольной ориентации, если три соседние оси сочленений ортогональны и пересекаются в одной точке [3].

Опираясь на данное условие, была разработана схема, представленная на рисунке 1.

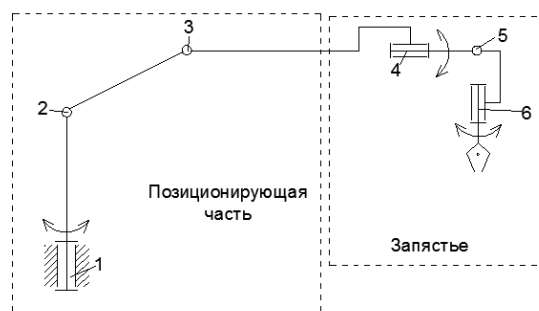


Рисунок 1 - Кинематическая схема позиционирующей и ориентирующей частей манипулятора

Как видно из рисунка 1, конструируемый манипулятор состоит из кинематически простой позиционирующей и ориентирующей частей. Поэтому в данном случае манипулятор традиционно классифицируется в соответствии с конструкцией первых трех сочленений. Поскольку первые три сочленения манипулятора шарнирные, то и манипулятор классифицируется как шарнирный манипулятор.

Оценка рабочего пространства

Интерес представляет произвольно достижимое рабочее пространство манипулятора. Для определения данного пространства были заданы геометрические параметры объектов входящих в это пространство: часть предплечья, которая будет использоваться для прокола САПВ, и трубки капельницы.

Каждый человек имеет разный размер предплечья, поэтому для расчета данной области использовался обхват самого большого предплечья в мире, обладателем которого является норвежский бодибилдер Гуннар Росбо [4]. Обхват предплечья Гуннара Росбо составляет 52 см. Предплечье аппроксимировано до полуцилиндра радиусом 113 мм и длиной 200 мм.

Область, в которой должны располагаться трубки капельницы аппроксимирована параллелепипедом 100x50x20 мм.

Таким образом, заданы были геометрические параметры объектов входящих в рабочее пространство.

Расчет длин звеньев позиционирующей части

Манипулятор САПВ имеет шарнирную конфигурацию, следовательно, рабочее пространство манипулятора будет представлять собой сферу радиусом R , центр которой лежит в точке пересечения осей сочленения первого и второго звеньев. Радиус сферы будет равен сумме длин второго и третьего звеньев.

Кинематическая схема позиционирующей части представлена на рисунке 2.

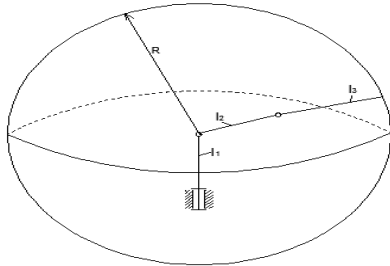


Рисунок 2 - Позиционирующая часть манипулятора САПВ

Учитывая геометрические параметры объектов, входящих в состав рабочего пространства и их взаимное расположение, была найдена общая длина второго и третьего звена манипулятора САПВ, которая составляет 390 мм. Длина первого звена интереса для расчета не представляет.

Оценка необходимых крутящих моментов

На рисунке 3 представлен манипулятор САПВ с упрощенными геометрическими параметрами схвата и звеньев. Цифрами обозначены номера приводов.

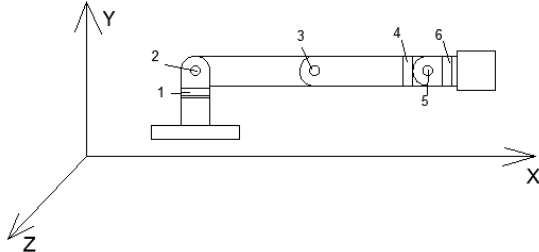


Рисунок 3 - Эскиз манипулятора САПВ для расчета вращающих моментов

Расчеты крутящих моментов привода представлены в таблице 1.

Таблица 3. Показатели работы алгоритма при различном n чередовании кадр

Номер привода	Момент инерции J , кг·м ²
1	0,325
2	0,325
3	0,223
4	$3,998 \cdot 10^{-3}$
5	$3,59 \cdot 10^{-3}$
6	$2,03 \cdot 10^{-4}$

Следует отметить, что данные, приведенные в таблице 1, достаточно приближенные. Для приблизительного расчета в качестве металла манипулятора был принят дюралюминий Д16. Каждое звено было аппроксимировано трубой круглой. Каждый привод был аппроксимирован цилиндром.

Заключение

В результате работы получены структурная схема САПВ, кинематическая схема, имеющая аналитическое решение. Также определены геометрические параметры объектов, входящих в произвольно достижимое рабочее пространство манипулятора и их взаимное расположение и установлена общая длина второго и третьего звеньев позиционирующей части манипулятора САПВ. Более того, установлено, что длина первого звена манипулятора САПВ не представляет интересов для расчетов.

Для расчетов параметров электроприводов составлен эскиз манипулятора САПВ и для составленного эскиза рассчитаны минимальные крутящие моменты электроприводов.

Список использованных источников

1. Информационный портал ru.wikipedia.org. Роботизированная хирургия. [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Роботизированная_хирургия, свободный. – Загл. с экрана. – Язык русс. Дата обращения: 10.03.2015 г;
2. Информационный портал www.nanonewsnet.ru. Робот будет брать анализ крови. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.nanonewsnet.ru/news/2013/robot-budet-brat-analiz-krovi>, свободный. – Загл. с экрана. – Язык русс. Дата обращения: 5.04.2015 г;
3. Крейг Д. Введение в робототехнику: механика и управление.: М. – Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2013. – 564 с.;
4. Информационный портал extrastrong.ru. Силовой тренинг, фитнес и бодибилдинг, увеличение мышечной массы. Самые большие мышцы предплечья в мире, Гуннар Росбо. [Электронный ресурс]. URL: <http://extrastrong.ru/2012/10/25/world-biggest-forearms-muscle-gunnar-rosb/>, свободный. – Загл. с экрана. – Язык русс. Дата обращения: 9.04.2015 г.;