

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПАТТЕРНА ХОДЬБЫ ЧЕЛОВЕКА ДЛЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОГО РОБОТА-МАНИПУЛЯТОРА

Ерофеев М.А.

Научный руководитель - д.т.н., профессор Мусалимов В.М.  
Университет ИТМО

Уже долгое время медицинские организации используют для лечения и реабилитации инвалидов с патологиями ходьбы используются различные мехатронные системы. Наиболее часто такие устройства используются в качестве тренажеров для восстановления двигательной активности нижней конечности.

При этом такие устройства и системы их управления проектируются с учетом биомеханических и кинематических параметров движения восстанавливаемого органа.

**Целью** работы является рассмотрение возможности использования кинетических и кинематических параметров совершаемого человеком шага, в частности – значений углов сгибания и разгибания в коленном, тазобедренном суставе и голеностопном, для системы управления (СУ) механизма робота-манипулятора и их применимости для создания системы управления активного ортеза.

В результате исследования при помощи опто-электронной системы для анализа движений Elite (BTS Engineering S.p.A., Италия) были получены массивы данных об изменении угловых показателей сгибания и разгибания основных суставов за период совершения цикла шага. Полученные данные были аппроксимированы и адаптированы для тестирования на манипуляторе. Моделирование движения на роботе-манипуляторе было проведено в лаборатории студенческого конструкторского бюро Университета ИТМО. Для тестов исполнения траектории ходьбы по полученным данным использовался робот-манипулятор платформы KUKA YouBot.

Управление двигателями осуществляется контроллерами ТМСМ-1632 и ТМСМ-KR-841. Данные на них передаются по технологии EtherCAT. На главном РС, в библиотеке `youbot_driver`, реализован EtherCAT master, через которого можно передавать желаемые параметры системы (ток, скорость и угол). На стороне контроллера реализован EtherCAT slave, где заданные величины уже обрабатываются системой управления.

В системе `youbot_driver ros interface` был разработан траекторный регулятор скорости (рис.1). Траектория поступает в систему «`youbot_driver ros interface`». В цикле со статическим временем итерации (5 мс) пересчитывается значение желаемой управляющей скорости ( $q^*_{ctl}$ ) для каждого двигателя в зависимости от времени, эти данные передаются и исполняются на контроллерах.

Для простоты отладки высокоуровневой части использовался `youbot_driver ros interface`, основанный на библиотеке `youbot_driver` и ROS (Robot Operating System). На данном уровне появляется возможность отслеживать состояние системы наглядно и строить графики исполнения регулятором траектории в реальном времени.

Результаты моделирования показали, что ошибка в точности движения и повторения траектории манипулятором не достигает и  $0.05$  м/с в скорости и  $0.5$  м/с<sup>2</sup> по ускорению.

### Вывод.

Полученные данные позволяют сделать вывод о возможности использования и адаптации данных, полученных в результате исследования антропометрических и биомеханических показателей совершаемого человеком шага, для системы управления манипулятором.

Т.е. в конструкции рассматривается возможность использования энергоэффективной системы управления, при этом основная задача – объединение в системе управления различных показателей совершаемого шага, в т.ч. пространственных показателей движения

от акселерометров, данных изменения мышечной активности бедра или данных изменения рельефа поверхности бедра.

Однако, при создании конструкции в реальной схеме системе управления необходимо учитывать динамически изменяемые параметры совершаемого человеком шага. Поэтому следующим этапом исследования будет реализация возможности динамического очувствления или системы силомоментного очувствления (ССО), т.е. измерения компонент главного вектора сил и моментов, действующих на шарниры разрабатываемого ортеза и формирования логического или непрерывного управляющего воздействия на исполнительный механизм, для создания более антропоморфного движения ортеза.

Ерофеев М.А. \_\_\_\_\_

Научный руководитель: Мусалимов В.М. \_\_\_\_\_

Руководитель образовательной программы: Бобцов А.А. \_\_\_\_\_