**Слайд 1:**

Уважаемые ….

Вашему вниманию предоставляется работа на тему «Исследование и разработка математической модели и алгоритма движения человека»

**Слайд 2:**

Проблемная ситуация заключается в неустойчивости моделей при сингулярностях в процессе движения. Модели теряют точность и стабильность и это вызывает ошибки в расчётах.

**Слайд 3:**

В соответствии с целью исследования - увеличение точности кинематических траекторий при моделировании движений человека - поставлены задаче представленные на слайде.

**Слайд 4:**

На защиту выносятся:

- Формализация задачи математического моделирования движений.

- Модель движения человека.

- Алгоритм движения человека.

- Оценка точности полученных результатов.

**Слайд 5:**

При анализе существующих методов и средств выявлены такие недостатки, как неспособность учитывать физические ограничения суставов и динамические параметры системы, высокая чувствительность к входным данным, неустойчивость при работе вблизи сингулярных точек, а также проблемы с поиском оптимальных решений в условиях избыточных степеней свободы и медленная сходимость вычислительных алгоритмов.

**Слайд 6:**

Кватернионы применяются для плавного поворота суставов. Для их использования нужно определить угол вращения и ось, вокруг которой выполняется поворот.

**Слайд 7:**

Для определения данных углов поворота суставов решается задача инверсной кинематики.

**Слайд 8:**

Так как в точках сингулярности происходит потеря ранга якобиана системы, используется псевдообратная матрица Якоби. Но при ее использовании возникает шум, который уменьшается с помощью метода экспоненциального сглаживания. Таким образом происходит поиск изменения углов суставов и их дальнейшее вращение.

**Слайд 9:**

На слайде продемонстрирован алгоритм моделирования движений человека. Для упрощения вычислений и удобства управления движениями тела суставы организованы во взаимосвязанные группы. Поэтому при смещении манипулятора, происходит рекурсивный перерасчет их углов и координат.

**Слайд 10:**

На слайде представлена программная реализация разработанной методики и алгоритма. Здесь вы можете видеть моделирование движения шага вперед, когда одна нога выносится вперед, за ней идет рука, а другая рука назад.

**Слайд 11:**

А здесь представлено вращательное движение руки.

**Слайд 12:**

В качестве метрики качества выбрана точность расчетной траектории относительно идеальной. Идеальная траектория определяется длиной рычага. В процессе исследования было выяснено, что среднее отклонение расчетной траектории от идеальной составило 0, 39 см. Максимальное отклонение не превысило см. Общая точность модели составила 98,84%.

**Слайд 13:**

Основные результаты работы представлены на слайде.

**Слайд 14:**

Основные положения и результаты диссертационной работы апробированы на конференции.

**При вопросах:**

Под сингулярностью понимается особое состояние кинематической цепи, при котором происходит потеря ранга якобиана системы, что приводит к неустойчивости решения обратной задачи кинематики.

-> Потеря ранга якобиана указывает на то, что матрица Якоби, связывающая скорости входных и выходных звеньев механизма, становится вырожденной (необратимой), то есть теряет полный ранг.

- > Матрица Якоби становится вырожденной (необратимой) в тех случаях, когда её определитель равен нулю, и соответственно, она не имеет обратной матрицы.

-> Используем Псевдообратную матрицу Якоби

- > При использовании псевдообратной матрицы Якоби шум возникает из-за численной нестабильности, вызванной близкими к нулю сингулярными значениями и высокой чувствительностью к малым изменениям входных данных, что приводит к резким и нестабильным движениям, недопустимым в задачах плавной анимации и точного управления.

-> Используем экспоненциальное сглаживание для уменьшения шумов