**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:**

Для плавного и стабильного вращения суставов используются кватернионы, позволяющие избежать проблемы гимбальной блокировки. Для их применения необходимо определить угол вращения и ось, вокруг которой выполняется поворот.

**Слайд 7:**

Для этого решается задача инверсной кинематики, которая заключается в нахождении углов поворота суставов для перемещения манипулятора в целевую точку.

**Слайд 8:**

Математическая модель движения человека включает в себя разбиение суставов на взаимосвязанные группы для рекурсивного расчета координат суставов всего тела, определение ограничений поворота суставов, решение задачи инверсной кинематики с использованием псевдообратной матрицы Якоби и метода экспоненциального сглаживания для поиска углов поворота суставов группы и поворота суставов на найденный угол с использованием кватернионов.

**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. Вы можете видеть моделирование движения шага, когда одна рука и нога выносится вперед, а другая рука назад.

**Слайд 11:**

На данном слайде представлено вращательное движение руки. Вы можете заметить, что вращение левой руки также влияет на правую руку.

**Слайд 12:**

Для оценки точности траектории выбраны безреференсные метрики, которые основаны на анализе изменений координат между последовательными точками траектории. Анализ метрик подтвердил их соответствие допустимым пределам: отклонения не превышают критических значений. Также сравнивались траектории быстрого и медленного движения. В процессе исследования было выяснено, что среднее отклонение составило 0,15 см. Максимальное отклонение не превысило 0,65 см. Общая точность модели составила 99,68%.

**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