

Московский Энергетический Институт
(Технический Университет)



Кафедра Теоретической Механики и Мехатроники.

Обзор библиографического текста по теме:
«Взаимодействие робота с подвижными объектами»

Студенты: Лебедев Д.Ю.

Миканёв С.В.

Научный руководитель: Кобрин А. И.

Москва 2013 г.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ РОБОТА-МАНИПУЛЯТОРА СО СФЕРИЧЕСКИМИ МАЯТНИКАМИ

И.Р.Белоусов, А.А.Богуславский, С.Н.Емельянов, Д.Е.Охоцимский,
А.К.Платонов, В.В.Сазонов, С.М.Соколов

Механика твёрдого тела № 3 2001 год. стр.86 -103

В данной работе описаны алгоритмы управления роботом-манипулятором при взаимодействии его с подвижными объектами - одним или двумя теннисными мячами, подвешенными на нитях и совершающими заранее неизвестные колебания. Контур управления роботом содержит систему технического зрения, которая выполняет функции измерительного прибора. Данные измерений, поставляемые этой системой, обрабатываются с использованием математической модели колебаний мячей, что позволяет определить их фактическое движение, сделать прогноз этого движения, спланировать и выполнить одну из следующих заранее предписанных операций: 1) ударить ракеткой в схвате робота по качающемуся мячу так, чтобы он сбил неподвижную мишень, 2) ударить ракеткой по качающемуся мячу так, чтобы он попал в другой качающийся мяч, 3) ударить ракеткой по качающемуся мячу так, чтобы он попал в другой качающийся мяч и этот второй мяч сбил неподвижную мишень. Операции перечислены в порядке возрастания сложности и выполняются с разной надежностью. Экспериментальные оценки надежности выполнения этих операций позволили судить о предельных возможностях используемой системы управления. Приведены характеристики экспериментальной установки и результаты экспериментов.

Если какая-либо точка имеет в системе $O_1x_1x_2x_3$ координаты (x_1, x_2, x_3) , а в системе $O_2y_1y_2y_3$ — координаты (x_1, x_2, x_3) , то имеют место соотношения

$$y_i = b_i + \sum_{k=1}^3 x_k r_{ki} \quad (i = 1, 2, 3)$$

Здесь (b_1, b_2, b_3) — координаты точки O_1 в системе координат $O_2y_1y_2y_3$.

В плоскости ПЗС-матрицы камеры введем систему координат $O_3\xi\eta$. Начало этой системы лежит на оптической оси камеры (оси O_2y_3), оси $O_3\xi$ и $O_3\eta$ параллельны осям O_2y_1 и O_2y_2 соответственно. Будем считать, что если какая-либо точка имеет в системе $O_2y_1y_2y_3$ координаты (y_1, y_2, y_3) , и попадает в поле зрения камеры, то координаты изображения этой точки в плоскости $O_3\xi\eta$ определяются соотношениями

$$\xi = f \frac{y_1}{y_3}$$

$$\eta = f \frac{y_2}{y_3}$$

Здесь f — фокусное расстояние объектива камеры. Координаты ξ и η будем измерять в пикселах (полагаем, что пикселы — квадратные). В этом случае f является безразмерной величиной и представляет собой отношение фокусного расстояния к стороне пиксела.

$$F(t, a) = [\xi_1(t, a), \eta_1(t, a), \xi_2(t, a), \eta_2(t, a),]^T,$$

где a — вектор, компонентами которого являются начальные условия решения уравнений (4), (5), некоторые параметры этих уравнений и параметры видеосистемы. Более точно, компонентами a являются: обобщенные координаты $u_1(t_1)$, $v_1(t_1)$ и $v_2(t_1)$, обобщенные скорости $\dot{u}_1(t_1)$, $\dot{v}_1(t_1)$ и $\dot{v}_2(t_1)$, коэффициенты вязкого трения μ_1, μ_2 и μ_3 , координаты b_1, b_2 и b_3 , углы φ_1, φ_2 и φ_3 , фокусное расстояние f , всего 16 величин.

ЗАХВАТ ПОДВИЖНОГО ОБЪЕКТА РОБОТОМ - МАНИПУЛЯТОРОМ

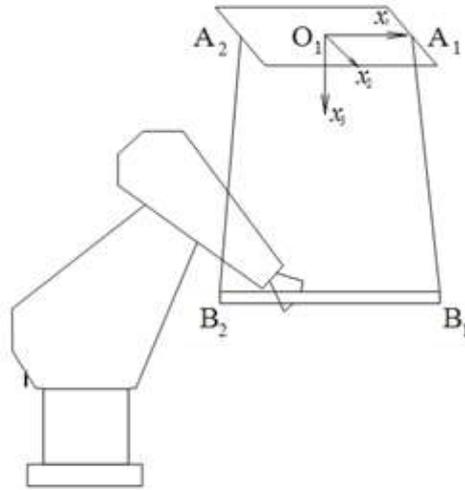
И.Р.Белоусов, А.А.Богуславский, С.Н.Емельянов, Д.Е.Охоцимский,

А.К.Платонов, В.В.Сазонов, С.М.Соколов

Механика твёрдого тела № 4 1998 год. стр.102 -116

В статье рассматриваются алгоритмы управления роботом-манипулятором при захвате им стержня на бифилярном подвесе, совершающего заранее неизвестные колебания. Измерения проводятся с помощью системы технического зрения. Полученные данные обрабатываются с помощью мат. модели колебаний стержня, которые в последствии позволяет определить фактическое движение.

Рис.1 Стендовая установка



Уравнения описывающее движение стержня:

$$\ddot{\lambda} + 2\alpha_1 \dot{\lambda} + \Omega_1^2 \lambda = 0,$$

$$\ddot{\mu} + 2\alpha_2 \dot{\mu} + \Omega_2^2 \mu = 0,$$

$$\ddot{\psi} + 2\alpha_3 \dot{\psi} + \frac{\Omega_3^2 \sin \psi}{\sqrt{1 - (4ab/h^2) \sin^2 (\psi/2)}}$$

Здесь – $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ коэффициенты затухания

$$\Omega_1^2 = \frac{6g[\alpha(b-\alpha)^2 + bh^2]}{bh[(b-\alpha)^2 + 6h^2]} \quad \Omega_2^2 = \frac{g}{h} \quad \Omega_3^2 = \frac{3ag}{bh}$$

квадраты частот, g – ускорение свободного падения, точка означает дифференцирование по времени t .

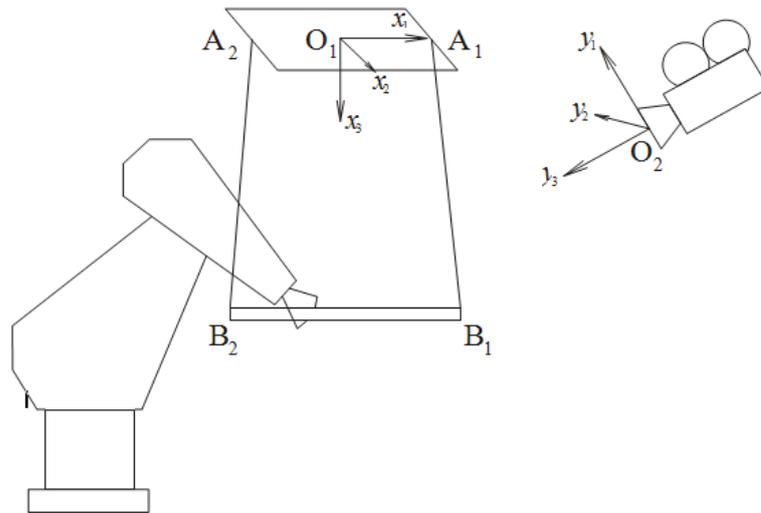
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ ПО ДАННЫМ ВИДЕОИЗМЕРЕНИЙ В ЗАДАЧАХ РОБОТОТЕХНИКИ

Ю.Н.Глотов, С.Н.Емельянов, В.В.Сазонов

В этой статье описана методика определения движения стержня, качающегося на бифилярном подвесе, по данным видеоизмерений. Исходной информацией служат координаты концевых точек изображения стержня на ПЗС-матрице ТВ-камеры. Получаемая последовательность измерений

накапливается на некотором отрезке времени и затем обрабатывается методом наименьших квадратов с помощью интегрирования нелинейных уравнений движения стержня. Рассмотрен также вариант обработки данных последовательно поступающими порциями (т.н. метод динамической фильтрации). Приводятся примеры обработки реальных данных измерений и статистические оценки точности определения движения стержня. Разработанная методика предназначена для использования в контуре управления робота-манипулятора, взаимодействующего с подвижными объектами.

Рис.2 Стендовая установка



По определению этой системы $A_1 = (a, 0, 0)$, $A_2 = (-a, 0, 0)$, и в положении покоя стержня координаты его концов — точек B_1 и B_2 — имеют вид $B_1 = (b, 0, h)$, $B_2 = (-b, 0, h)$, где a , b и h — положительные постоянные. Числовые значения этих постоянных находились при юстировке стенда.

Координаты точек B_1 и B_2 в произвольном положении стержня представим в виде $B_1 = (b + u_1, v_1, h + w_1)$, $B_2 = (-b + u_2, v_2, h + w_2)$. Величины $u_i, v_i, w_i (i = 1, 2)$ подчинены трем связям, выражающим неизменность длин отрезков A_1B_1, A_2B_2 и B_1B_2 :

$$f_1 = (u_1 + b - a)^2 + v_1^2 + (w_1 + h)^2 - h^2 - (b - a)^2 = 0$$

$$f_2 = (u_2 - b + a)^2 + v_2^2 + (w_2 + h)^2 - h^2 - (b - a)^2 = 0$$

$$f_3 = (u_1 - u_2 + 2b)^2 + (v_1 - v_2)^2 + (w_1 - w_2)^2 - 4b^2 = 0$$

$$\xi = f \frac{y_1}{y_3}$$

$$\eta = f \frac{y_2}{y_3}$$

Здесь f — фокусное расстояние объектива камеры. Координаты ξ и η будем измерять в пикселах (полагаем, что пикселы — квадратные). В этом случае f является безразмерной величиной и представляет собой отношение фокусного расстояния к стороне пиксела.

Координаты точек B_1 и B_2 в системе $O_1x_1x_2x_3$ обозначим (x'_1, x'_2, x'_3) и (x''_1, x''_2, x''_3) , координаты тех же точек в системе $O_2y_1y_2y_3$ обозначим соответственно (y'_1, y'_2, y'_3) и (y''_1, y''_2, y''_3) . Имеют место соотношения:

$$\begin{aligned} x'_1 &= b + u_1, & x'_2 &= v_1, & x'_3 &= h + w_1, \\ x''_1 &= b + u_2, & x''_2 &= v_2, & x''_3 &= h + w_2, \end{aligned}$$

$$\xi_1 = f \frac{y'_1}{y'_3}, \quad \eta_1 = f \frac{y'_2}{y'_3}, \quad \xi_2 = f \frac{y''_1}{y''_3}, \quad \eta_2 = f \frac{y''_2}{y''_3}$$

КОМПЬЮТЕРНОЕ ЗРЕНИЕ В ИПМ ИМ. В.М. КЕЛДЫША РАН – ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ

Е.Ю.Зуева

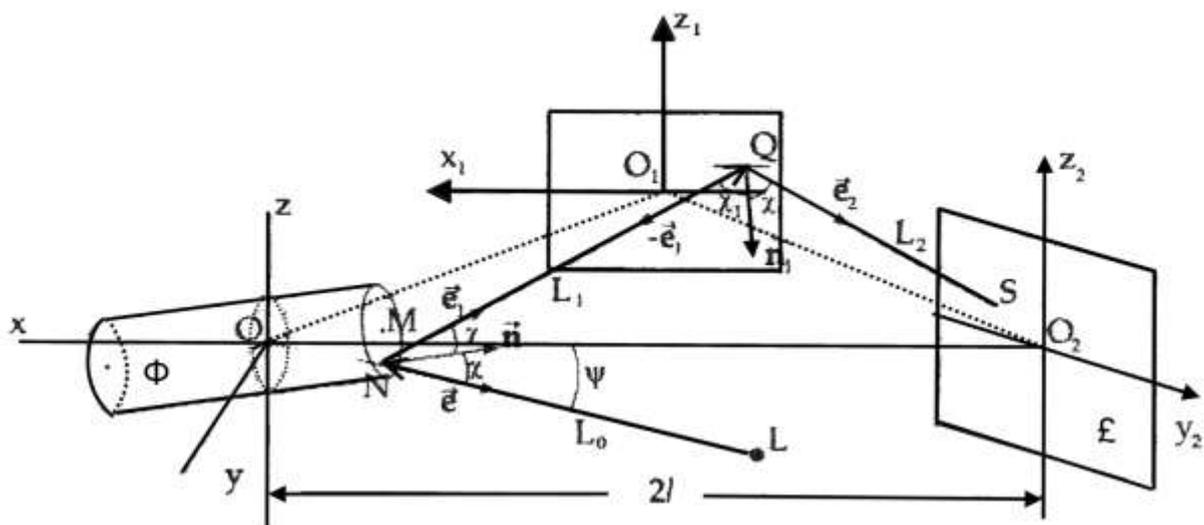
В данной статье описываются проблемы компьютерного зрения, которые возникли в Институте прикладной математики им. М.В. Келдыша. Рассматривается история развития и будущие перспективы.

Патент №2147727. СПОСОБ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ДВИЖЕНИЯ ОБЪЕКТА И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

Ерошин В.А.; Зырянов Д.В.; Макашкин В.М.;
Плюснин А.В.; Самсонов В.А.; Якимов Ю.Л.

Данное изобретение относится к измерительной технике и может быть использовано для определения углов ориентации и угловой скорости тел. Сущность изобретения состоит в том, что при пролете телом зоны измерения лучи лазеров, лежащих в двух взаимно перпендикулярных плоскостях, попадают на зеркальную поверхность тела и, отражаясь от нее, описывают на двух полупрозрачных экранах осциллограммы, регистрирующиеся с помощью фото- или киноаппаратов. Изобретение позволяет расширить число измеряемых параметров и уточнить направление вектора скорости объекта.

Рис.3 Схема установки слежения с помощью одного лазера



Разрешая соотношения убеждаемся, что определить можно две величины, первая из которых задает ориентацию тела, а вторая - положение плоскости зеркала (торца тела):

$$p = \frac{n_z}{n_x} = \frac{z_s \operatorname{tg} \psi}{4l \operatorname{tg} \psi + y_s}$$

$$x_M + pz_M = \frac{y_s(1 - p^2)}{2 \operatorname{tg} \psi} - 2lp^2$$

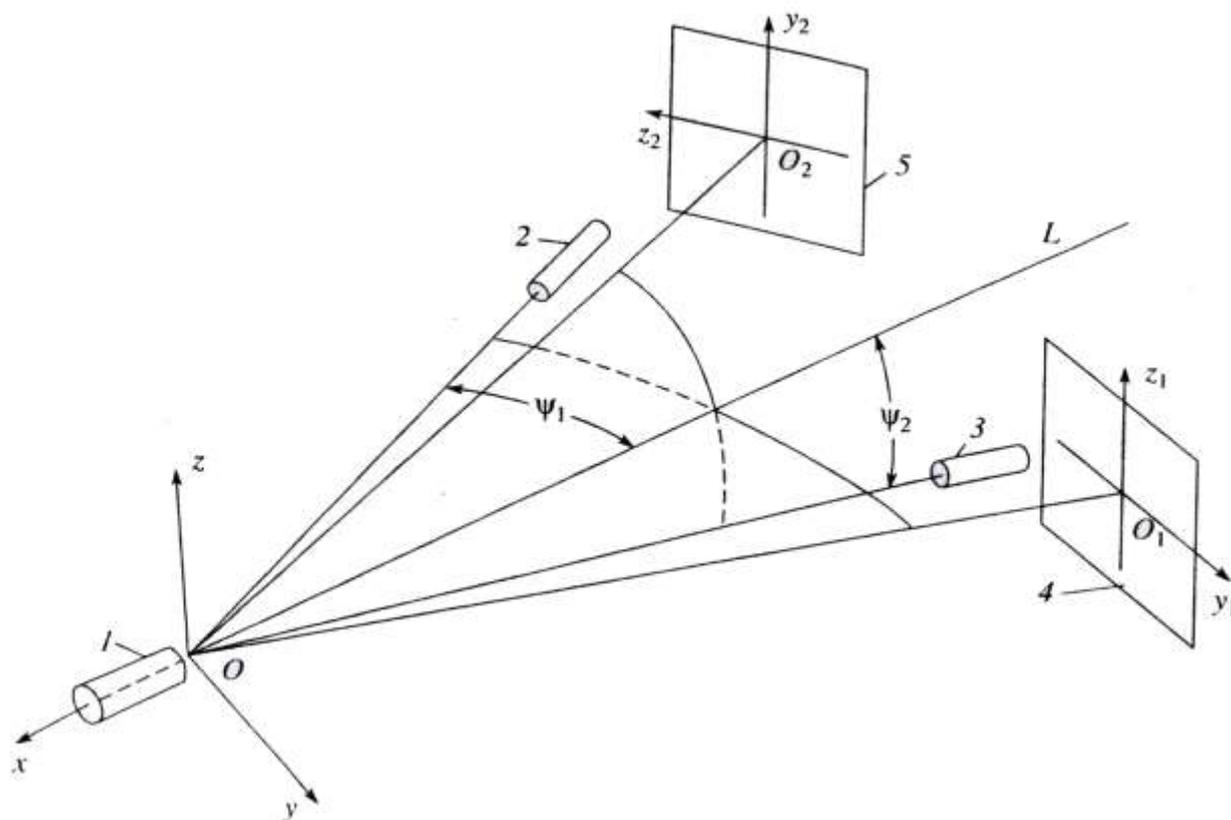
где y_s, z_s – координаты точки S , z_M – координата точки M , l – расстояние между зеркалами, ψ – угол слежения между L_0 и Ox

МОДЕЛЬНАЯ ЗАДАЧА О ТОРМОЖЕНИИ ТЕЛА В СОПРОТИВЛЯЮЩЕЙСЯ СРЕДЕ ПРИ СТРУЙНОМ ОБТЕКАНИИ

Ерошин В.А.; Зырянов Д.В.; Макашкин В.М.;

В этой задаче описана методика определения ориентации оси летящего тела с помощью двух лазерных лучей, отражающихся от плоской задней зеркальной поверхности тела. При этом также определяются две проекции угловой скорости тела. Приводятся опытные данные по входу в воду цилиндрических моделей под углом 15° к свободной поверхности» дана оценка погрешности.

Рис.4 Схема установки слежения с помощью двух лазеров



Компоненты вектора нормали \vec{n} к зеркалу модели:

$$n_x = -1 + \bar{O}\left(\frac{z_1^2}{l^2}, \frac{z_2^2}{l^2}\right)$$

$$n_y = -\frac{z_2}{2l \cos \psi} + \bar{O}\left(\frac{z_1^2}{l^2}, \frac{z_2^2}{l^2}\right)$$

$$n_z = \frac{z_1}{2l \cos \psi} + \bar{O}\left(\frac{z_1^2}{l^2}, \frac{z_2^2}{l^2}\right)$$

Выражения для компонент вектора угловой скорости:

$$\omega_x = -\frac{b_1(a_{22}n_z - a_{23}n_y) + b_2(a_{13}n_y - a_{12}n_z)}{(a_{13}n_x - a_{11}n_z)(a_{22} - a_{21}d_1) - (a_{23}n_x - a_{21}n_z)(a_{12} - a_{11}d_2)}$$

$$\omega_y = \frac{b_2(a_{13} - a_{11}d_1) - b_1(a_{23} - a_{21}d_1)}{(a_{13} - a_{11}d_1)(a_{22} - a_{21}d_2) - (a_{23} - a_{21}d_1)(a_{12} - a_{11}d_2)} \quad (0.1)$$

$$\omega_z = \frac{b_1(a_{22} - a_{21}d_2) - b_2(a_{12} - a_{11}d_2)}{(a_{13} - a_{11}d_1)(a_{22} - a_{21}d_2) - (a_{23} - a_{21}d_1)(a_{12} - a_{11}d_2)}$$

где

$$a_{11} = n_z z_1 \cos \psi_1 + l_1 n_y \sin 2\psi_1 + y_1 n_y \cos 2\psi_1$$

$$a_{12} = -l_1 n_x \sin 2\psi_1 - n_x y_1 \cos \psi_1 + n_z z_1 \sin \psi_1$$

$$a_{13} = n_x z_1 \cos \psi_1 + n_y z_1 \sin \psi_1$$

$$a_{21} = l_2 n_z \sin 2\psi_2 + y_2 n_z \cos 2\psi_2 - n_y z_2 \cos \psi_2$$

$$a_{22} = n_x z_2 \cos \psi_2 + n_z z_2 \sin \psi_2$$

$$a_{23} = l_2 n_x \sin 2\psi_2 + n_x y_2 \cos \psi_2 + n_y z_2 \sin \psi_2$$

$$b_1 = (-n_x \dot{z}_1 \sin \psi_1 + n_y \dot{z}_1 \cos \psi_1 - n_z \cos 2\psi_1) \dot{y}_1$$

$$b_2 = (-n_x \dot{z}_2 \sin \psi_2 + n_z \dot{z}_2 \cos \psi_2 + n_y \cos 2\psi_2) \dot{y}_2$$

$$b_2 = 0$$

$$d_1 = \frac{n_z}{n_x}$$

$$d_2 = \frac{n_y}{n_x}$$

$$\dot{z}_1 = \frac{dz_1}{dy_1} = \frac{\dot{z}_1}{\dot{y}_1} = \operatorname{tg} \theta_1$$

$$\dot{z}_2 = \frac{dz_2}{dy_2} = \frac{\dot{z}_2}{\dot{y}_2} = \operatorname{tg} \theta_2$$

Где n_z, n_x, n_y - компоненты вектора нормали \bar{n} к зеркалу модели, \dot{y}_1, \dot{y}_2 - скорости разверток на первом и втором экранах, θ_1, θ_2 — углы наклона осциллограмм ($\dot{y}_1 = 2V_0 \sin \psi_1 - \omega_z l_1, \dot{y}_2 = 2V_0 \sin \psi_2 + \omega_y l_2$).

Если при движении тела в зоне измерения углы поворота малы ($\frac{y_i}{l_i} \ll 1, \frac{z_i}{l_i} \ll 1, i=1, 2$, причем $l_1=l_2=l, \psi_1=\psi_2=\psi$ уравнения (1.30) значительно упрощаются

$$\omega_x \approx 0 \quad (0.2)$$

$$\omega_y \approx \frac{\dot{z}_1(l \sin 2\psi + y_2 \cos 2\psi) \sin \psi - z_1 \dot{z}_2 \sin \psi \cos \psi}{z_1 z_2 \cos^2 \psi + f}$$

$$\omega_z \approx \frac{\dot{z}_2(l \sin 2\psi + y_1 \cos 2\psi) \sin \psi + z_2 \dot{z}_1 \sin \psi \cos \psi}{-z_1 z_2 \cos^2 \psi - f}$$

$$f = [l \sin 2\psi + y_1 \cos 2\psi][l \sin 2\psi + y_2 \cos 2\psi]$$

$$\dot{z}_1 = (2V_0 \sin \psi - \omega_z l) \operatorname{tg} \theta_1$$

$$\dot{z}_2 = (2V_0 \sin \psi + \omega_y l) \operatorname{tg} \theta_2$$

ОСНОВЫ УПРАВЛЕНИЯ МАНИПУЛЯЦИОННЫМИ РОБОТАМИ

С. Л. Зенкевич, А. С. Ющенко

В данной книге рассмотрены вопросы создания роботов-манипуляторов и способы управления ими. В первой части пособия рассматриваются основные кинематические соотношения, позволяющие определять положение робота. Также подробно описаны способы и алгоритмы кинематического управления манипуляторами. Далее приведены основные сведения о динамике манипуляционных механизмов, математические модели движения и методика их анализа. Рассмотрены методы динамического управления, позволяющие организовывать движение манипулятора с учетом сил и моментов, реально действующих на него в процессе работы.

СИСТЕМА «ГЛАЗ-РУКА» В ЗАДАЧАХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ РОБОТА С ПОДВИЖНЫМИ ОБЪЕКТАМИ

И.Р.Белоусов, А.А.Богуславский, С.Н.Емельянов, Д.Е.Охоцимский,
А.К.Платонов, В.В.Сазонов, С.М.Соколов

В статье описаны алгоритмы автоматического взаимодействия робота-манипулятора с подвижными объектами, совершающими заранее неизвестное быстрое движение под действием естественных сил. Описываются эксперименты с двумя типами объектов - стержнем на бифилярном подвесе, и подвешенными на нитях теннисными мячами. Основная цель экспериментов со стержнем - обеспечить его захват манипулятором. Эксперименты с мячами заключались в выполнении роботом одной из следующих операций:

- ударить схватом по качающемуся мячу так, чтобы он сбил неподвижную мишень,
- ударить схватом по качающемуся мячу так, чтобы он попал в другой качающийся мяч,
- ударить схватом по качающемуся мячу так, чтобы он попал в другой качающийся мяч и этот второй мяч сбил неподвижную мишень.

Основой алгоритмов управления является совместное использование систем технического зрения и моделей динамики подвижных объектов, что позволило планировать движение робота на базе прогноза положения объектов. Приведены характеристики экспериментального стенда и результаты экспериментов.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ МАНИПУЛЯТОРОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТОВ И РОБОТИЗИРОВАННЫХ

С. Ф. Бурдаков, В. А. Дьяченко, А.Н. Тимофеев

В учебном пособии описаны этапы проектирования манипуляторов промышленных роботов. Рассмотрены методы выбора вариантов схемных решений и расчета конструктивных параметров манипуляторов и приводов, обеспечивающих заданные характеристики робота, а также основные направления модернизации и унификации манипуляторов, их модулей и агрегатов.

ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ И ПНЕВМАТИЧЕСКИЕ ПРИВОДЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТОВ И АВТОМАТИЧЕСКИХ МАНИПУЛЯТОРОВ

Г. В. Крейнин, И. Л. Кривц, Е.Я. Винницкий, В.И. Ивлев

Эта часть книги посвящена последним достижениям в области гидро- и пневмприводов промышленных роботов и автоматических манипуляторов полученным в результате применения новых технологий, материалов и среде управления. Рассмотрены перспективные схемы и технические решения приводов, методы выбора рациональных структур и оптимальных параметров.

Рис.5 Робот - манипулятор с гидроприводом

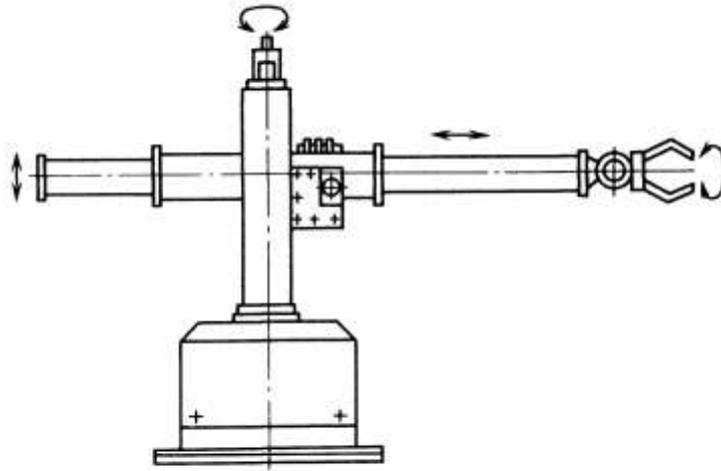


Рис. 1.4. ПР МАН-63С с гидроприводом

BOND GRAPH MODELING OF INTER -ACTUATOR INTERACTIONS IN A MULTI-CYLINDER HEDRULIC SYSTEM

Mutuku Muvengi, Jonh Kihju

В статье рассмотрено устройство и работа гидромеханического силового привода. Получены уравнения движения выходного звена.

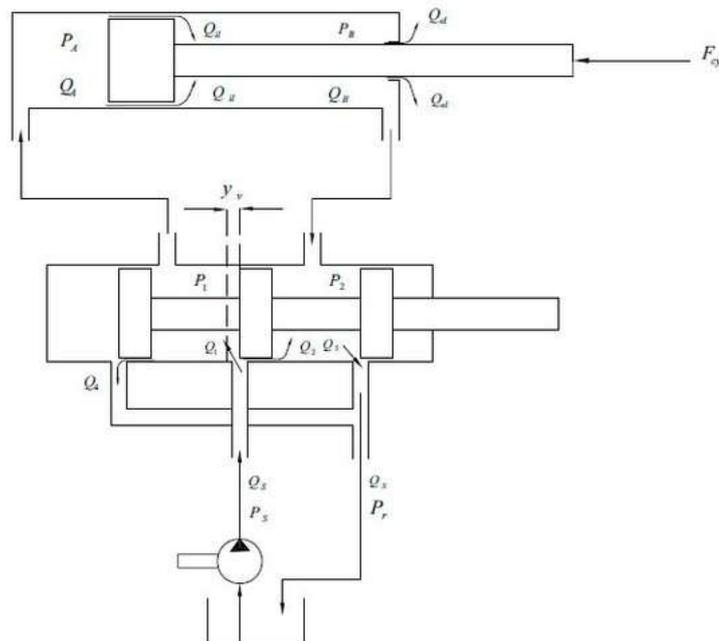


Fig. 1. Schematic diagram of a valve controlled hydraulic cylinder.

MODELING AND CONTROLLING FOR HYDRAULIC EXCAVATOR'S ARM

Daging Zhang, Oinghua He, Peng Hao, HaiTao Zhang

В статье описывается работа экскаватора с гидравлическим приводом. Получены уравнения движения выходных звеньев и подобрано оптимальное управление.

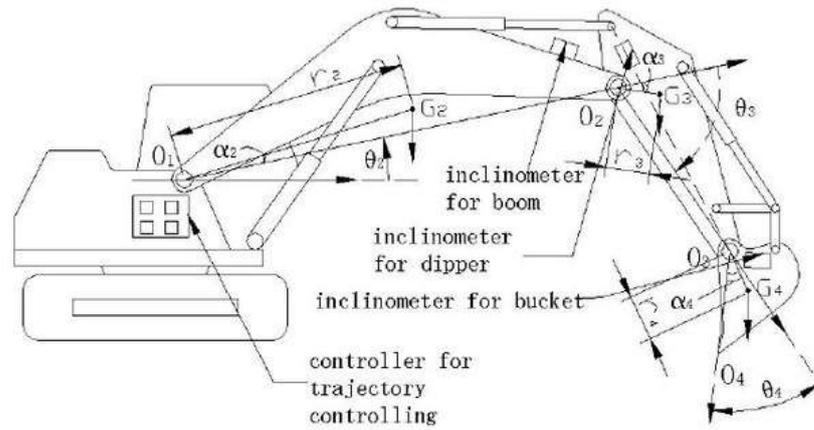


Fig.4 The diagram of manipulator and the position of controller and transducers on the excavator