

УДК 004.942

Ю.В. Дрозд, Е.В. Курило

Донецкий национальный технический университет, г. Донецк
кафедра программного обеспечения интеллектуальных систем

РАСПОЗНАВАНИЕ ДВИЖЕНИЙ ПРОСТРАНСТВЕННОГО МАНИПУЛЯТОРА

Аннотация

Дрозд Ю.В., Курило Е.В. Распознавание движений пространственного манипулятора. Выполнен анализ рабочего пространства и пространства конфигураций многокоординатного манипулятора на основе дуговых и линейных электромехатронных модулей движения. Разработан алгоритм построения рабочего пространства и пространства конфигураций. Исследована работоспособность устройства преобразования кодов траекторий движения рабочего органа и звеньев многокоординатного манипулятора и точности обработки траекторий движения.

Ключевые слова: многокоординатный манипулятор, алгоритм построения рабочего пространства, модули движения.

Постановка проблемы. Обеспечение комфортности работы пользователя в области передачи и обработки информации является одной из приоритетных задач в области современных компьютерных технологий. Таким образом возникает вопрос о создании пространственных манипуляторов, которые позволят пользователю управлять электронными устройствами без опорных поверхностей. Для реализации этого нужно выполнить следующие этапы:

- определить координаты положения манипулятора в пространстве;
- передать координаты на устройство, к которому подключен манипулятор;
- отобразить движение манипулятора на экране устройства.

Анализ литературы. Проведен анализ способов определения координат манипулятором типа "пространственная мышь" и устройство для его осуществления [1], способа управления пространственным движением манипулятора как системой с распределенными параметрами на заключительном этапе движения при выходе в заданное положение[2].

Цель статьи – провести анализ способов определения координат манипулятором типа "пространственная мышь" и устройство для его осуществления, способа управления пространственным движением манипулятора как системой с распределенными параметрами на заключительном этапе движения при выходе в заданное положение.

Постановка задачи исследования. Способ определения координат манипулятором типа «пространственная мышь» для введения данных в компьютер, предусматривающий создание излучения поля передатчиком, измерение поля приемником в нескольких, разнесенных в пространстве точках, в случае перемещения манипулятора в пространстве с последующим вычислением координат в пространстве, отличающийся тем, что в качестве передатчика берут постоянный некалиброванный магнит, создают им магнитное поле, измеряют магнитное поле в нескольких точках, сосредоточенных в компактной области пространства, по данным измерения поля решают обратную задачу для магнитного диполя и в результате определяют три пространственные координаты и две угловые координаты источника поля (магнитного диполя), для решения обратной задачи измеряют среднее значение вектора индукции поля источника, его первую производную, а также измеряют фоновое поле (поле в отсутствие источника) либо отдельным вынесенным за пределы области действия передатчика датчиком, либо измеряют фоновое поле в процессе калибровки, когда оператор убирает передатчик из области действия приемника манипулятора.

Решение задач и результаты исследований. Для решения поставленной задачи предлагается исследовать применение следующей последовательности методов предобработки: алгоритм одного точечного магнитного диполя методом, не имеющим особенности в "нулевой" плоскости. Случай линейного приближения.

Точечный магнитный диполь расположен в точке X лабораторной системы координат (системой координат манипулятора) и создает вокруг себя статическое магнитное поле. Необходимо определить пространственное положение X , величину и ориентацию вектора магнитного момента m диполя по данным измерения индукции создаваемого им магнитного поля $B(r_a)$ в нескольких известных точках пространства r_a ($a=1, 2, \dots, M$).

Важно, что характерный размер области измерения S много меньше расстояния $|R_0|$ от диполя до центра области измерения: $S \ll |R_0|$.

Решение ОЗД методом, не имеющим особенности в "нулевой" плоскости. Случай квадратичного приближения

Предположим теперь, что для представления поля может быть использована квадратичная аппроксимация:

$$B_{ak} \cong B_{0k} r'_{ai} + Q_{kij} r'_{ai} r'_{aj} \quad (1)$$

Так же, как и в случае линейного приближения, разложим $B(R_a) = (R_0 + r'_a)$ в ряд Тейлора возле центра области измерения R_0 при условии, что характерный размер области измерения $S \ll R_0$, и оставив только три первых слагаемых, получим:

$$B_{ak} \equiv B_k(R_0 + r'_a) \\ = B_k(R_0) + \frac{\partial B_k(R_a)}{\partial R_{ai}} \Big|_{R_a=R_0} * r'_a + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 B_k(R_a)}{\partial R_{ai} \partial R_{aj}} \Big|_{R_a=R_0} * r'_{ai} r'_{aj}. \quad (2)$$

Дифференцируя (2) по R_a и сопоставляя их, легко получить следующие соотношения между B_{0k} , T_{ki} и Q_{kij} :

$$T_{ki} R_{0i} = -3B_{0k}, \quad (3)$$

$$Q_{kij} R_j = -2T_{ki}. \quad (4)$$

Умножив (4) на R_{0k} , получим:

$$B_{ak} R_{0k} \cong B_{0k} r_{0k} + T_{ki} R_{0k} r'_{ai} + Q_{kij} R_{0k} r'_{ai} r'_{aj} \quad (5)$$

и подставляя (5) в полученное выражение, получим

$$(B_{ak} - B_{0k}) R_{0k} \cong -3B_{0i} r'_{ai} - 2T_{ij} r'_{ai} r'_{aj}. \quad (6)$$

Из полученной системы уравнений можно найти R_{0k} , а значит и положение диполя X_k - в соответствии с (1) и магнитный момент диполя - в соответствии с (2). Отметим, что значения B_{ak} ,

$$r'_{ak} = r_{ak} - \langle r \rangle_k \quad (7)$$

известны (это результаты измерений), B_{0k} , T_{ki} - вычисляются из (6) методом наименьших квадратов.

Увеличение точности решения ОЗД.

Учитывая тот факт, что тензоры T_{ki} , Q_{kij} и т.д. являются симметричными, можно уменьшить число неизвестных в уравнениях метода наименьших квадратов, что приведет к увеличению точности решения.

Оценка точности решения ОЗД и определение факта обнаружения объекта

Для того чтобы оценить точность решения ОЗД, можно использовать следующий критерий:

$$g = \frac{\sum_{a=1}^N |B_a^{(comp)} - B_a|}{\sum_{a=1}^N |B_a|}. \quad (8)$$

Здесь $B_a^{(comp)}$ - величина индукции магнитного поля, создаваемая диполем (найденным в результате решения ОЗД), вычисленная в точках измерения γ_a . B_a - измеренные значения индукции поля в тех же точках измерения. Чем меньше значение критерия g , тем выше точность решения.

Для того чтобы определить факт попадания объекта в область действия установки, можно использовать следующий критерий:

$$w = \frac{(\sum_{a=1}^N |B_a^{s+0} - B_a^s|)}{\sum_{a=1}^N |B_a^s|}. \quad (9)$$

Здесь B_a - измеренные значения индукции индуцирующего поля (поля в отсутствие объекта) в точках измерения γ_a , а B_a^{s+0} - измеренные значения индукции суммарного поля (поля в присутствии объекта) в тех же точках измерения. Если значение критерия w превышает некоторый заданный порог w_{det} , значит, объект обнаружен и можно для него попытаться решить обратную задачу, для того, чтобы определить его координаты и магнитный момент.

Посредством описанного алгоритма были достигнуты следующие основные результаты:

При использовании в качестве источника постоянного магнита с модулем магнитного момента 0.05 A/m^2 , конфигурации области измерения куб $3 \times 3 \times 3$ точки измерения с шагом 0.95 мм по каждой из осей, погрешность определения местоположения магнита составила от 1 до 3 мм (растет при удалении от магнита) на расстояниях до 40 мм .

Выводы. Проведен анализ способов определения координат манипулятором типа "пространственная мышь" и устройство для его осуществления, способа управления пространственным движением манипулятора как системой с распределенными параметрами на заключительном этапе движения при выходе в заданное положение. Произведена оценка качества работы алгоритма построения рабочего пространства. Результаты показали, что предложенный путь преодоления особенности в "нулевой" плоскости, использующий критерий (1), работоспособен.

Список литературы

1. Способ определения координат манипулятором типа "пространственная мышь" и устройство для его осуществления/ Интернет-ресурс. - Режим доступа: [www/ URL: http://www.findpatent.ru/patent/248/2480813.html](http://www.findpatent.ru/patent/248/2480813.html) - Загл. с экрана.
2. Способ управления пространственным движением манипулятора как системой с распределенными параметрами на заключительном этапе движения при выходе в заданное положение / Интернет-ресурс .- Режим доступа: [www/ URL: http://www.findpatent.ru/patent/231/2319604.html](http://www.findpatent.ru/patent/231/2319604.html) - Загл. с экрана.
3. Организация взаимодействия с изображением положение / Интернет-ресурс.- Режим доступа: [www/ URL: http://sernam.ru/book_mm3d.php?id=11](http://sernam.ru/book_mm3d.php?id=11) - Загл. с экрана.
4. Точка зрения оптических мышей / Интернет-ресурс .- Режим доступа: [www/ URL: http://www.ixbt.com/peripheral/mice-sensor.shtml](http://www.ixbt.com/peripheral/mice-sensor.shtml) - Загл. с экрана.
5. Курс лекций по персональному компьютеру / Интернет-ресурс .- Режим доступа: [www/ URL: http://istdiz.ru/ugmost/pkgraf51.html](http://istdiz.ru/ugmost/pkgraf51.html) - Загл. с экрана.
6. Аппаратные средства получения растровых изображений / Интернет-ресурс .- Режим доступа: [www/ URL: http://bestdocs.ru/docs/index-1804438.html#876750](http://bestdocs.ru/docs/index-1804438.html#876750) - Загл. с экрана.