

## МАТРИЧНОЕ ОПИСАНИЕ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ ПОДВИЖНЫХ ОБЪЕКТОВ

А.В. Мещанов, О.С.Костюнина

Самарский государственный технический университет, г. Самара

В настоящее время существует много способов описания перемещений подвижных объектов, но зачастую их решения является неудобными, содержат в себе большое количество сложных математических операций или не являются рациональными при решении поставленной задачи.

Цель данной работы – промоделировать сложные многокомпонентные перемещения подвижных объектов, составить их матричное описание и проанализировать полученные результаты.

Для описания перемещений и поворотов используем однородные матрицы размерностью  $4 \times 4$ , которая преобразует вектор, выраженный в однородных координатах, из одной системы отсчета в другую.

$$T = \begin{bmatrix} R_{3 \times 3} & p_{3 \times 1} \\ f_{1 \times 3} & 1 \times 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \text{Поворот} & \text{Сдвиг} \\ \text{Преобразование} & \text{Масштабирование} \\ \text{Перспективы} & \end{bmatrix}. \quad (1)$$

Верхняя левая подматрица размерностью  $3 \times 3$  представляет собой матрицу поворота; верхняя правая подматрица размерностью  $3 \times 1$  представляет собой вектор положения начала координат повернутой системы отсчета относительно абсолютной; нижняя левая подматрица размерностью  $1 \times 3$  задает преобразование перспективы; четвертый диагональный элемент является глобальным масштабирующим множителем [1]:

$$T_{x,y,z} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & x1 \\ 0 & 1 & 0 & y1 \\ 0 & 0 & 1 & z1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (2), \quad R_{y,\beta} = \begin{bmatrix} \cos(\beta) & 0 & \sin(\beta) & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ -\sin(\beta) & 0 & \cos(\beta) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}. \quad (3)$$

В качестве примера рассмотрим последовательные линейные и угловые относительно трех координатных осей X, Y, Z и проанализируем полученные результаты.

В данном случае рассматривается частный случай сложных перемещения подвижного объекта: используются одинаковые линейные и угловые перемещения.

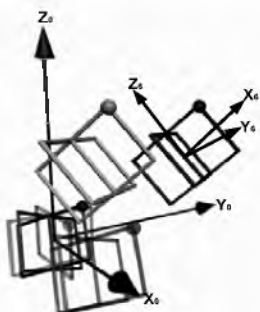


Рис.1. Декомпозиция пространственно-го перемещения фигуры для задачи №1

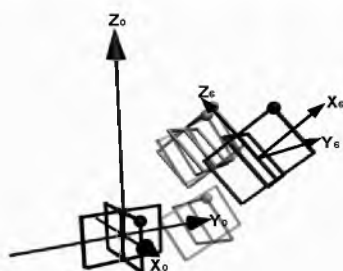


Рис.2. Декомпозиция пространственно-го перемещения фигуры для задачи №2

Согласно правилам перемножения выражение последовательности перемещений для первой и второй задач будет иметь вид:

$$\begin{aligned}
 M_2 = & \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & x1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & z1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & y1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \times \\
 & \times \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos(\alpha) & -\sin(\alpha) & 0 \\ 0 & \sin(\alpha) & \cos(\alpha) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \times \\
 & \times \begin{bmatrix} \cos(\gamma) & -\sin(\gamma) & 0 & 0 \\ \sin(\gamma) & \cos(\gamma) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \cos(\beta) & 0 & \sin(\beta) & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ -\sin(\beta) & 0 & \cos(\beta) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \\
 = & \begin{bmatrix} \cos \alpha \cos \beta & -\sin \gamma & \cos \gamma \sin \beta & x1 \\ \cos \alpha \cos \beta \sin \gamma + \sin \alpha \sin \beta & \cos \alpha \cos \gamma & \cos \alpha \sin \gamma \sin \beta - \sin \alpha \cos \beta & y1 \\ \sin \alpha \sin \gamma \cos \beta - \cos \alpha \sin \beta & \sin \alpha \cos \gamma & \sin \alpha \sin \gamma \sin \beta + \cos \alpha \cos \beta & z1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix},
 \end{aligned} \tag{6}$$

$$M_1 = \begin{bmatrix} \cos \alpha \cos \beta & -\sin \gamma & \cos \gamma \sin \beta & x1 \\ \cos \alpha \cos \beta \sin \gamma + \sin \alpha \sin \beta & \cos \alpha \cos \gamma & \cos \alpha \sin \gamma \sin \beta - \sin \alpha \cos \beta & y1 \\ \sin \alpha \sin \gamma \cos \beta - \cos \alpha \sin \beta & \sin \alpha \cos \gamma & \sin \alpha \sin \gamma \sin \beta + \cos \alpha \cos \beta & z1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}. \quad (7)$$

Моделирование этих перемещений иллюстрирует многовариантность решения прямой и обратной кинематической задачи манипулятора, а также позволяет выявить и сократить количество возможных альтернативных вариантов выхода в конечное положение.

Таким образом, анализ декомпозиций перемещений фигуры показал, что конечные положения являются одинаковыми, причем последовательности изменений положений различны относительно как базовой, так и подвижной систем координат. При исследовании данного факта была определена следующая закономерность, при которой различные последовательности перемещений фигуры приводит к одному и тому же положению:

а) при чередовании пары двух одинаковых подвижных осей (X и Z) конечные положения движущегося объекта будут одинаковыми;

б) прерывание чередующихся пар третьей координатой (подвижная ось Y) при линейном перемещении не является определяющей для объекта в конечном положении.

#### Список использованных источников

1. Фу К., Гонсалес Р., Ли К. Робототехника: Пер. с англ. – М.: Мир, 1989. – 624с.

### РАЗРАБОТКА КОРПУСА ДЛЯ УЧЕБНОГО СТЕНДА ПО ИЗУЧЕНИЮ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ

А.С. Нечаев, И.В. Макаров, Д.Б. Жмуров

Самарский государственный технический университет, г. Самара

В настоящее время области применения микроконтроллеров (МК) многогранны. МК можно запрограммировать на выполнения определенного ряда задач, тем самым, определив его область деятельности. Однако, изучение современных МК и аналогово-цифровых сигнальных процессов, представляет для студентов и начинающих разработчиков значительные трудности, потому что начинающему пользователю разобраться в том, как работают АЦП, индикатор, матричная клавиатура другие компоненты, соединенные с контроллером и между собой, представляется весьма затруднительно. Для обеспечения учебного процесса большинством специализиро-