

УДК 004.942:531.16

СПОСОБ ПРЕОДОЛЕНИЯ ИЗБЫТОЧНОСТИ ПРИ РЕШЕНИИ
ОБРАТНОЙ ЗАДАЧИ КИНЕМАТИКИ

А. А. КОБЗЕВ, А. В. ЛЕКАРЕВА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ВЛАДИМИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. А. Г. и Н. Г. Столетовых»
Владимир, Россия

Основным вопросом при рассмотрении манипулирования с использованием роботов является способность поместить исполнительное устройство (схват) в определенную точку с требуемой ориентацией в заданное время, что составляет предмет прямой и обратной задач кинематики.

Решение обратной задачи в явном виде существует лишь для некоторых кинематических структур, состоящих из шести звеньев, соединенных вращательными парами пятого класса, и обладающих определенными особенностями [1]. При этом для кинематических структур, обладающих избыточностью, получить аналитическое решение обратной задачи кинематики, не применяя каких-либо допущений (например, выбор произвольном конфигурации, сохраняющей заданные позицию и ориентацию захвата с использованием различных критериев; выбор конфигурации, исходя из особенностей выполняемых операций и т.п.), практически невозможно. При этом использование широко известных методов Якоби, методов Ньютона, методов нелинейного программирования довольно затруднительно, т.к. данные методы требуют значительных затрат вычислительного времени при большом числе степеней подвижности.

Рассмотренный, в данной работе, эвристический метод «Метод прямого и обратного следования» (*Forward and Backward Reaching Inverse Kinematics*, далее просто *FABRIK*) исключает громоздкость и сложность, связанную с использованием матриц вращения, путем непосредственного определения положения (точки) на прямой [2, 3]. Определяющими достоинствами этого метода также являются: малое число итерации, незначительные вычислительные затраты, возможность наложения ограничений и возможность использования при наличии нескольких цепей и (или) конечных точек, визуальная естественная поза, получаемая в результате решения, а также допустимость применения при незакрепленном корневом узле кинематической цепи.

Для проверки работоспособности и эффективности данного метода было произведено исследование его точности на примере манипуляционного механизма, кинематическая структура которого подобна руке челове-

ка. В качестве базовых было выбрано несколько позиций, расположенных в рабочем пространстве манипулятора рис. 1.

В ходе исследования выявлено:

- максимальная ошибка положения руки составляет 1,55 мм;
- максимальная величина несоответствия заданной ориентации – 0,17.

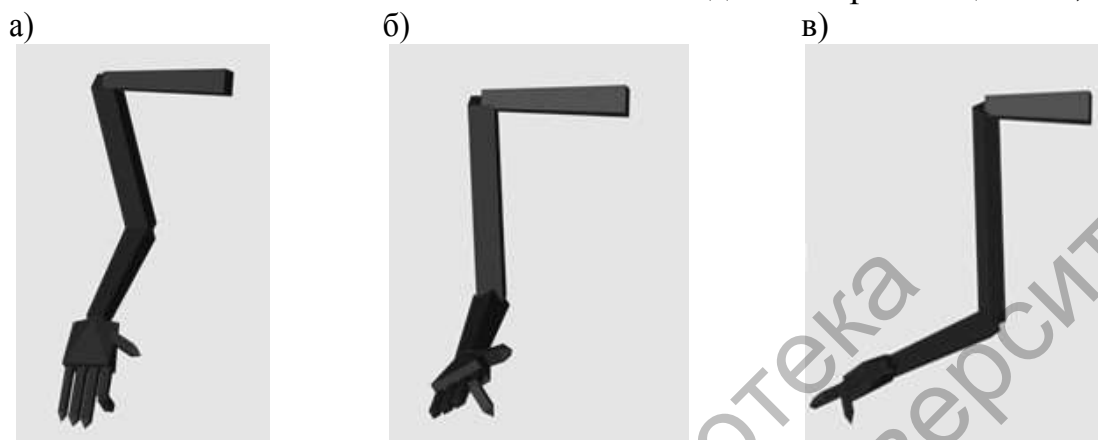


Рис. 1. Моделирование движения манипулятора в MatLab

Высока точность полученных результатов, а также несомненные преимущества рассматриваемого метода (малые вычислительные и временные затраты; простота реализации; визуально естественная поза, получаемая в результате решения, а также возможность работы с несколькими конечными узлами) делают его наиболее целесообразным для применения при решении обратной задачи кинематики для механизмов с кинематической избыточностью.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пол, Р. Управление траекторией руки с помощью вычислительной машины. Интегральные роботы / Р. Пол. – М. : Мир, 1973. – С. 326–338.
2. Brown Joel, Latombe Jean-Claude, Montgomery Kevin. Real-time knot-tying simulation // The Visual Computer: International J. of Computer Graphics. 2004. vol. 20(2). pp. 165–179.
3. Aristidou Andreas, Lasenby Joan. FABRIK: a fast, iterative solver for the inverse kinematics problem // Graphical Models. 2011. vol. 73. pp. 243–260.