

ВИРТУАЛЬНЫЙ КОНСТРУКТОР ПРОСТРАНСТВЕННО-КИНЕМАТИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Новичихин Р.В., Журавлева Е.Р.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Объект исследования – промышленные робототехнические системы (РТС), т.е. собственно промышленные роботы (ПР) и окружающее технологическое оборудование: основное (станки, прессы и пр.) и вспомогательное (транспортёры, позиционеры, накопители, тара и пр.).

Область исследования – концептуальное проектирование РТС.

Суть проблемы заключается в следующем. На начальных стадиях проектирования РТС имеется множество возможных вариантов. Они могут отличаться базовой технологией, схемой материальных потоков, составом и пространственной компоновкой оборудования, кинематикой и размерами компонентов. Проектные варианты следует проверить на достижимость требуемых взаимных положений, траекторий и ориентаций элементов, отсутствие столкновений, исключение пересечения с рабочими зонами персонала. Причем анализ необходимо проводить для трехмерной сцены, для всех этапов процесса и в динамике. Покадровая прорисовка в проекциях чрезвычайно трудоемкая, неточная и сопряжена с ошибками. Специализированные под РТС пакеты графического 3D-моделирования и программирования эти недостатки устраняют, но только для уже существующего и имеющегося в их библиотеке оборудования. Самостоятельный пользовательский ввод собственных или новых 3D-моделей не предусматривается или их разработка трудоемка.

Цель проекта – снижение трудоемкости формирования и анализа проектных вариантов пространственно-кинематической структуры РТС.

Суть предлагаемого решения заключается в следующем. Средствами какой-либо САД-системы универсального назначения создается минимально достаточный набор унифицированных 3D примитивов, из которых можно прямо на экране скомпоновать пространственно-кинематическую структуру любого ПР (рис. 1а) и другого оборудования РТС (рис.2).

Примитивы параметризованные, т.е. их изображение автоматически настраиваются на нужный размер после ввода численного значения. Пользовательское черчение не требуется.

Примитивы твердотельные, т.е. при захвате и протягивании курсором какого-либо звена собранной конструкции остальные звенья автоматически перемещаются или стопорятся в соответствии с заданными кинематическими связями и ограничителями. Отслеживание столкновений

(звуковой сигнал и подсветка места удара) осуществляются штатными средствами используемой САД-системы.

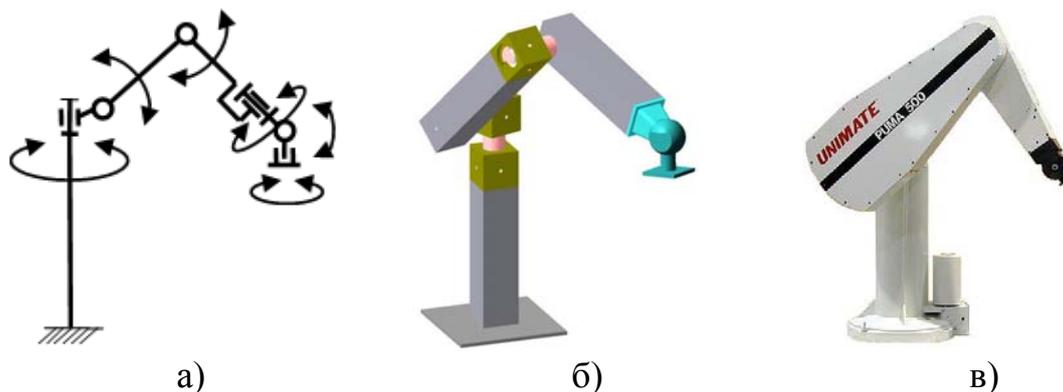


Рис. 1. Пример представления ПР:

а – структурная схема, б – 3D-модель из конструктора, в – оригинал

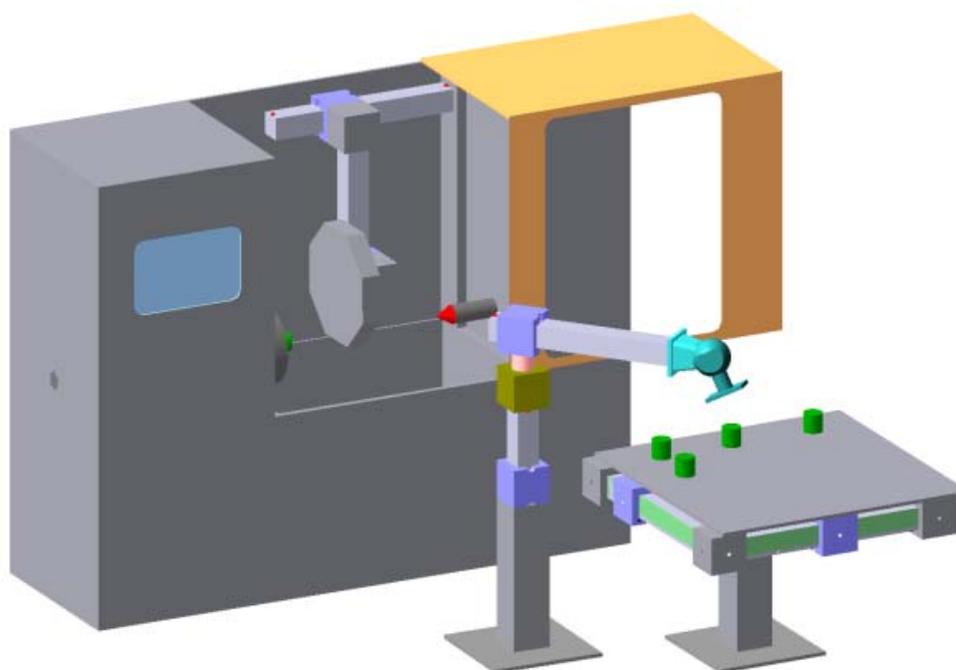


Рис. 2. Пример представления РТС из модулей конструктора.

Примитивы оцифрованы, т.е. снабжены измерительными шкалами, что позволяет точно измерять или задавать их положение относительно друг друга (встроенные виртуальные датчики положения и ориентации). Замеры и совмещения осуществляются штатными средствами используемой САД-системы.

Всего достаточно иметь 7 настраиваемых конструктивных примитивов: стержень, плита, угловое колено, каретка, шток, втулка, палец. На рис.3 представлена реализация из примитивов поступательной и вращательной кинематических пар ПР.

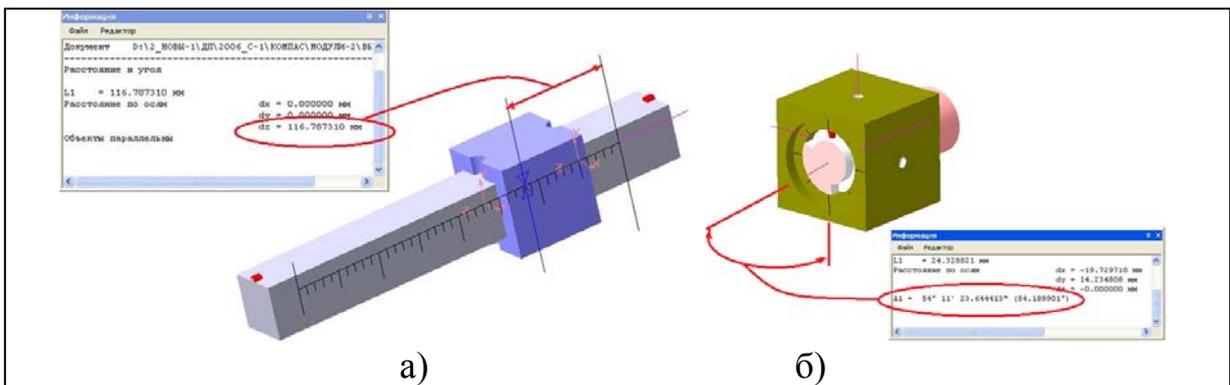


Рис. 3. Кинематические пары из конструктивных примитивов:
 а – поступательная (каретка, шток), б – вращательная (втулка, палец)

Помимо конструктивных примитивов для моделирования собственно РТС в конструктор входят настраиваемые элементы стенда для виртуальных испытаний. Он включает: трехмерную координатно-измерительную среду; измерительные контактные щупы; плиты поверки по эталонным траекториям; копиры для принудительного задания нужных траекторий и пр. Примеры применения стенда: определение абсолютных координат; решение прямой и обратной задачи кинематики без вычислений (прямое снятие показаний с датчиков положения в каждом звене и/или координат конечного звена в оцифрованном пространстве); определение параметров маневренности (угла и коэффициента сервиса); проверка возможности отработки заданной траектории с требуемой ориентацией; определение погрешности позиционирования, связанной с погрешностью изготовления и монтажа, наличием люфтов и упругих деформаций.

Отличительной особенностью предлагаемых решений является максимальное использование средств и возможностей современных САД-систем общего назначения: трехмерность, твердотельность, параметризация, масштабируемость, произвольное сопряжение, встроенная измерительная система, анимация, фотореалистичность и пр. Это позволило значительно сократить трудоемкость разработки конструктора и обеспечить его совместимость с готовыми 3D-моделями сторонних разработчиков. Например, после того, как проектный вариант концептуально определен, можно быстро перейти к окончательному точному анализу. Для этого достаточно просто заменить в компоновке РТС структурные модели (рис. 1б) на более детальные конструкторские модели (рис. 1в). Пользователь может самостоятельно дорабатывать конструктор и пополнять его библиотеку собственными элементами.

Конструктор используется в учебном процессе на кафедре «Робототехнические системы» БНТУ.