



# Проектирование и моделирование промышленных роботов в системе CATIA

Павел Голдовский

Система CAD/CAM CATIA, являющаяся одним из стандартов в авиации и автостроении, широко известна в судостроении и проектировании железнодорожного подвижного состава. Однако система CATIA широко применяется не только в упомянутых отраслях для проектирования конкретных изделий, но и при создании оснастки, станков и промышленных роботов.

На данный момент многие передовые фирмы — производители промышленных роботов, такие как FANUC и Motoman (рис. 1), используют систему автоматизированного проектирования CATIA для создания роботов в виртуальной среде. Помимо проектирования CATIA также используется потребителями промышленных роботов (например, BMW) для решения различных задач, таких как выбор положения. В современном мире любой выпускаемый промышленный робот обладает цифровой моделью, которая может использоваться для виртуального проектирования и моделирования роботизированной ячейки, эргономического анализа, а также для решения других задач, характерных для современных систем цифрового производства. Соответственно актуальность приобретает создание робота в виртуальной среде как механизма, обладающего геометрией и, как минимум, кинематическими параметрами. Существуют специализированные приложения для моде-

лирования промышленных роботов и связанных с ними процессов. Система автоматизированного проектирования высокого уровня CATIA позволяет решить целый ряд задач. С помощью ее стандартных модулей можно спроектировать робот, создать кинематическую модель, задать ограничения и т.д. и т.п. Посредством продукта SimDesigner, который встраивается в интерфейс CATIA и используется как одно целое с системой, можно произвести динамический и прочностной анализ. Также имеется возможность создать определенные правила и параметры, которые обеспечат управление положением робота в виртуальной среде.

Создание виртуальной модели промышленного робота в среде CATIA происходит следующим образом. С помощью инструментов модулей твердотельного моделирования (Mechanical Design) CATIA создаются отдельные звенья робота. Данный процесс может проходить как в контексте сборки, так и обособленно. При этом проектируется основная геометрия, задаются межосевые расстояния, а затем с помощью инструментов модуля сборки (Assembly Design) налагаются ограничения и связи (рис. 2).

В результате создается модель робота, которой можно задавать значения обобщенных координат для позиционирования в пространстве, используя возможности Зна-

ний (Knowledge). На этом этапе можно остановиться, поскольку с помощью созданной модели можно легко задавать статическое положение робота в пространстве, что позволит решить такие задачи, как проектирование роботизированной ячейки, эргономический анализ и др. К примеру, компания BMW Group применяет CATIA для позиционирования стандартных модульных роботов (рис. 3). Эта модель — одна из первых стандартных параметризованных моделей данной компании, построенная с использованием адаптивных техник.

Таким образом, создана модель, состоящая из отдельных деталей — звеньев робота. Затем наложены ограничения и связи. Далее с помо-

щью Knowledge (знания) создан набор параметров, которые отвечают за положение робота в пространстве. Все это выполнено в виде шаблона, который интегрируется в различные модели BMW Group, вследствие чего робот в виртуальном пространстве может легко адаптироваться к различным обстоятельствам посредством изменения параметров. В результате, благодаря использованию CATIA V5, компания BMW Group значительно сокращает время, затрачиваемое на позиционирование робота в новой среде.

Если одной лишь статической модели недостаточно и требуется создание кинематической модели, то в модуле Kinematics (кинематика) создаются кинематические

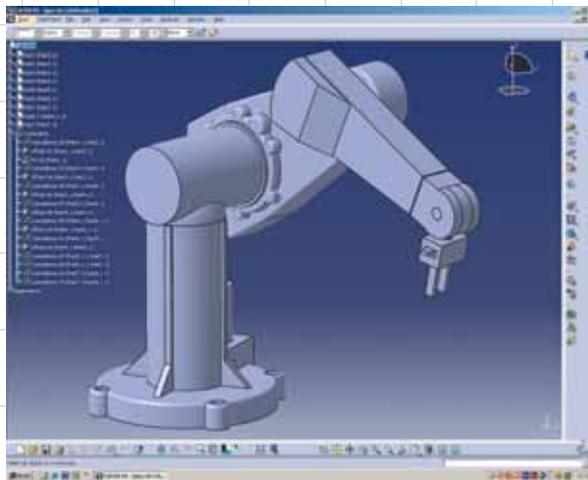


Рис. 2. Модель робота в среде CATIA



Рис. 1. Фотореалистика промышленного робота FANUC в системе CATIA

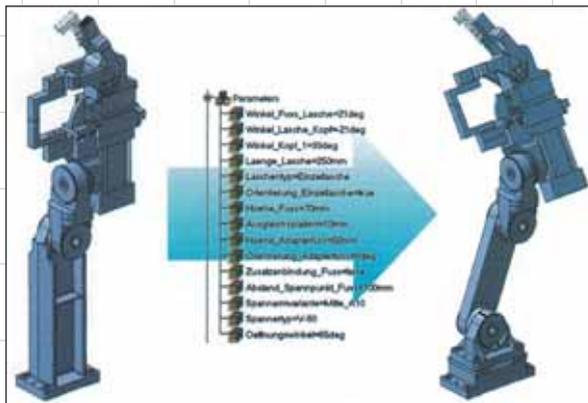


Рис. 3. Позиционирование стандартных модульных роботов



пары. Широкий спектр стандартных кинематических пар в этом модуле позволяет задать любое требуемое движение. При создании кинематической пары есть возможность указать, будет ли эта кинематическая пара определять степень подвижности робота или же это будет просто конструктивная кинематическая пара. Далее указывается диапазон численных значений для каждой кинематической пары, в котором будет располагаться реальное значение координаты, то есть задается реальное ограничение на каждую кинематическую пару. Это ограничение может быть как линейным, так и угловым в зависимости от типа конкретной пары. Затем создается механизм, который в среде CATIA представляет собой структуру, содержащую такие параметры, как входящие в его состав кинематические пары, команды движения (то есть степени подвижности), неподвижная деталь (стойка), законы, скорости и ускорения.

Следующий шаг — создание закона движения механизма. Применительно к роботам прямая задача кинематики решается простым изменением обобщенных координат в контекстном меню (рис. 4).

Что касается обратной задачи, то можно реализовать непрерывное движение по траектории в пространстве, причем с соблюдением нормалей к поверхностям. Обучение производится путем геометрического построения траекторий, границ и точек и привязывания к ним робота. Также есть возможность получить движение от точки к точке, в каждой из которых задано шесть координат

(три координаты в пространстве и три координаты положения.). После создания требуемого движения робота в пространстве выводятся графики изменения всех обобщенных координат за период движения (рис. 5). При желании можно создать файл формата Excel, в который в виде таблицы будут записаны значения обобщенных координат в течение всего движения с заданным шагом по времени. Эти данные можно использовать при написании программы для реального робота. Благодаря возможности внутреннего программирования, существующей в среде CATIA, доступно написание постпроцессоров в виде встроенных модулей. Анализ коллизий и зазоров позволяет непосредственно во время движения робота определять возможные столкновения между частями робота и окружающей средой, а также оценивать зазоры. С помощью функции построения ометаемого объема можно получить рабочее пространство робота в CGR-формате.

Использование продукта SimDesigner компании MSC, интегрированного в интерфейс CATIA, предоставляет возможность производить прочностные расчеты, задавать динамические параметры, осуществлять более полный анализ системы.

По принципам построения виртуальное программирование и моделирование промышленных роботов в среде CATIA аналогичны специализированным приложениям. Французская фирма Dassault Systemes, помимо системы автоматизированного проектирования CATIA, разрабатывает систему

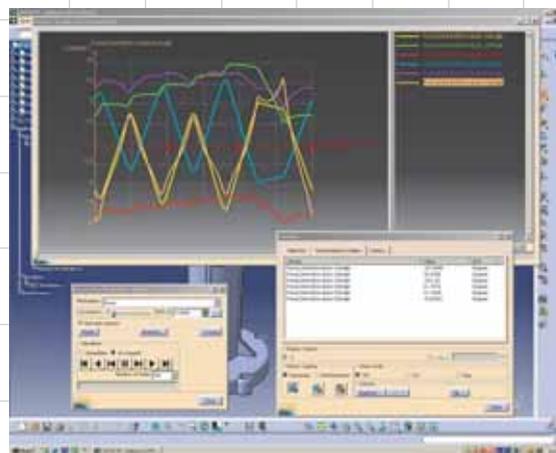


Рис. 5. Решение обратной задачи кинематики



Рис. 6. Система цифрового производства DELMIA

цифрового производства DELMIA (рис. 6), которая включает создание и моделирование ячеек промышленных роботов, их программиро-

вание в виртуальной среде, возможности всестороннего анализа, а также библиотеки роботов известных фирм-производителей. ▶

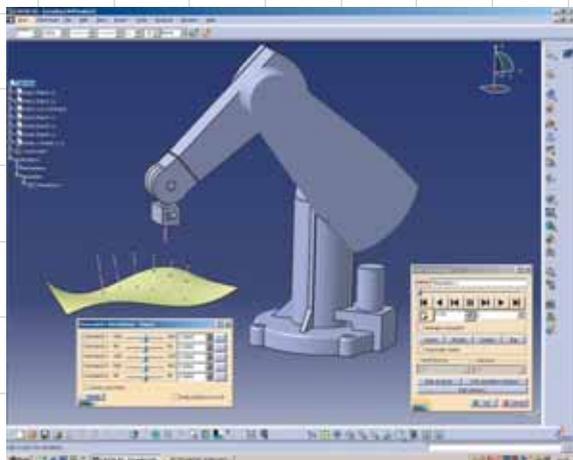


Рис. 4. Решение прямой задачи кинематики

**Компания HetNet - ведущий бизнес-партнёр IBM, предлагает PLM решения от компаний IBM/Dassault Systemes:**

**внедрение CATIA-SmarTeam-ENOVIA-DELMIA и обучение современной методологии проектирования и управления жизненным циклом продукции:**

- система CATIA для автоматизации проектирования изделий любой сложности;
- система SmarTeam управления процессами создания новой техники в концепции управления жизненным циклом изделий;
- система ENOVIA для интеграции данных различных существующих промышленных CAD/CAM-систем и моделирования жизнедеятельности человека в условиях взаимодействия со сложными современными системами и комплексами;
- система DELMIA для моделирования и анализа технологических процессов;
- продукты фирмы MSC Software для инженерного анализа, интегрированные с программными продуктами компании Dassault Systemes;
- продукты фирмы OPTIS для моделирования объектов в условиях реальной освещенности.

111024 Москва, а/я 32, HetNet  
 тел./ факс: (095) 995-2500/995-2501  
[www.hetnet.ru](http://www.hetnet.ru)  
[www.catia.ru](http://www.catia.ru)  
[www.smarteam.ru](http://www.smarteam.ru)

**IBM Advanced Business Partner**