Министерство образования и науки
Московский Государственный технологический университет СТАНКИН

Сосонкин В.Л., Мартинов Г.М.

Системы числового программного управления

Учебное пособие для вузов:

по специальности 210200 «Автоматизация технологических процессов и производств»; по направлению 550200 «Автоматизация и управление»; по магистерской программе 550207 «Распределенные компьютерные информационно-управляющие системы».

Москва 2004 г.

Предисловие авторов

Опыт преподавания ряда профилирующих дисциплин на кафедре компьютерных систем управления показал, что полностью отсутствует современная литература, поддерживающая проблематику числового программного управления. К этим дисциплинам относятся: «Программное обеспечение систем управления», «Автоматическое управление процессами и системами», «Структура и математическое обеспечение систем управления», «Распределенные системы управления». Дисциплины принадлежат типовым учебным планам по специальности 210200 «Автоматизация технологических процессов и производств»; по направлению 550200 «Автоматизация и управление»; по магистерской программе 550207 «Распределенные компьютерные информационно-управляющие системы».

Рис. 1. Связи между главами книги и учебными дисциплинами

У этих дисциплин общим является предметная область и понятийный аппарат; т.е. некоторое единое ядро, которое рассматривается в разных дисциплинах с различных позиций и сторон. Так родилась идея этой книги, которая состоит в том, чтобы содержательно и методически поддержать все четыре дисциплины, используя новейшие подходы и знания, приобретенные авторами, главным образом, в процессе их собственной научной работы. На Рис1. показана связь структуры книги с упомянутыми учебными дисциплинами.

Этой книге предшествовало написание более двух десятков статей в наиболее популярных технических журналах, пока, наконец, все необходимые темы оказались охваченными. Затем был создан двуязычный сайт www.ncsystems.ru, на котором (в том числе) были представлены эти статьи, но не в систематизированной форме. Тем не менее, статьи вызвали большой интерес, о чем свидетельствует непрерывный рост рейтинга сайта. Однако создание задуманного учебного пособия оставалось по-прежнему актуальным, учитывая большой контингент студентов по специальности 210200, направлению 550200 и магистерской программе 55027. Авторы надеются, что книга будет полезной студентам и других специальностей машиностроительных вузов; а также инженерам, работающим в области числового программного управления.

Сосонкин В.Л.,
зав. кафедрой компьютерных систем управления, проф., д.т.н., заслуженный деятель науки РФ

Мартинов Г.М.,
профессор, д.т.н.

Введение

В течение последних десяти лет у нас в стране не было сколько-нибудь серьезных и полных публикаций, посвященных проблематике ЧПУ. Между тем, за это время в области ЧПУ произошли кардинальные изменения, затрагивающие спектр функциональных возможностей, аппаратную платформу и системные средства, архитектуру и состав прикладного математического обеспечения. Доминирующие позиции заняла концепция открытых систем ЧПУ, построенных на базе персонального компьютера (PCNC, - Personal Computer Numerical Control). Другими словами, современные системы ЧПУ – это совсем не то представление, которое может возникнуть в воображении читателей монографий и учебников, написанных в 80-х и начале 90-х годов прошлого века. Более того, мы уверены, что подобное представление будет превратным.

В этой связи был предпринят проект, нашедший свое отражение на нашем сайте www.ncsystems.ru и в предлагаемой вниманию читателя книге. Проект затрагивает все основные проблемы современного ЧПУ. Реализация проекта была бы невозможной без теоретических исследований и практического опыта авторов, который родился на основе их собственных разработок и сотрудничества с ведущими фирмами Запада за последние 12 лет.

Книга имеет следующую структуру.

Первая глава посвящена обзору архитектурных решений локальных систем ЧПУ; а также анализу вариантов их интеграции на системном уровне (OPC: OLE for Process Control) и прикладном уровне (STEP: Standard for Exchange of Product model data). Читателю предлагается ознакомиться с «архитектурным спектром» систем ЧПУ и функциональными возможностями, вытекающими из выбора конкретного варианта архитектуры. Наше предпочтение отдается компьютерному варианту. Новейшие тенденции состоят в использовании концепций «открытого управления» (OPC) и во включении систем ЧПУ в структуру «жизненного цикла» производства изделий (STEP).

Вторая глава посвящена изложению ключевых особенностей новейшего поколения систем ЧПУ. К их числу отнесены: модульная организация систем ЧПУ типа PCNC (Personal Computer Numerical Control); проблемы реального времени и внутренней коммуникации; архитектура управления электроавтоматикой; проблема создания удаленных терминалов систем ЧПУ; проблема перехода к новому поколению систем ЧПУ, соответствующих стандарту STEP. Основное внимание уделено модульному построению одно-компьютерной системы ЧПУ и принципам взаимодействия модулей в рамках открытой архитектуры. Особо выделены те модули, которые работают в реальном времени и требуют соответствующей системной поддержки. В их числе рассмотрен и новый программный модуль управления электроавтоматикой без привлечения аппаратуры программируемых контроллеров. Коммуникационная среда, являясь глобальным сервером системы ЧПУ, принимает на себя проблему интеграции всех модулей и проблему межмодульного взаимодействия, в том числе и в рамках распределенного управления. К другим актуальным проблемам отнесены разработка модели удаленных терминалов на основе Java-апплетов и построение такой архитектуры ЧПУ, которая поддерживает стандарт STEP-NC (ISO 14649). Этот стандарт приведет в ближайшее время к появлению систем ЧПУ очередного поколения.

В третьей главе представлены все разделы прикладного программного обеспечения систем ЧПУ; т.е. так называемые «задачи управления»: геометрическая, логическая, терминальная, диагностическая. Каждая отдельная задача рассмотрена на том уровне, который отвечает концепции построения «продвинутой» системы ЧПУ. Геометрическая задача является центральной и «отвечает» за формообразование. Логическая задача занимается управлением электроавтоматикой; здесь показано наиболее современное решение этой задачи по типу виртуального контроллера, т.е. без привлечения специальных аппаратных средств. Терминальная задача организует диалоговый интерфейс с

оператором. В рамках построения диагностической задачи, в качестве составной части прикладного программного обеспечения, - рассмотрены логический анализатор и осциллограф.

В четвертой главе показано, что произошло радикальное изменение взглядов на процедуру разработки прикладного математического обеспечения ЧПУ. Это связано с использованием объектно-ориентированного программирования, компонентного подхода и средств инструментальной поддержки проектных работ. Объектные и компонентные модели математического обеспечения систем управления имеют свою специфику. В этой связи показано, каким образом понятия предметной области (интерпретатор, интерполятор, языковый процессор, групповой интерпретатор, канал) соотносятся с понятиями программирования (объектный тип, атрибут, операция, наследование, полиморфизм, интерфейс и компонент). Рассмотрены объектно-ориентированные модели систем ЧПУ типа PCNC с открытой архитектурой. Для поддержания разработки систем с открытой архитектурой предложены стандартные и оригинальные инструментальные средства. Компонентный подход проиллюстрирован на примере контроллера привода. Очерчена рекомендуемая область компонентного проектирования и рекомендованы полезные инструментальные средства.

Пятая глава посвящена обзору функциональных возможностей современных систем ЧПУ, которые прямым или косвенным образом отображены в различных документах пользователя. Так, приведена структура руководства по программированию с описанием фазового пространства технологической машины и с общим представлением относительно версий кода ISO-7bit. Раскрыто понятие «конфигурации системы ЧПУ», суть которого состоит в настройке системы ЧПУ на конкретный объект управления с помощью глобальных переменных, называемых «машинными параметрами». Изложена современная методика программирования систем ЧПУ с наиболее

полным набором G-функций. Наконец, описана методика разработки управляющей программы ЧПУ соответственно стандарту ISO 14649 STEP-NC.