

УДК 007.52

Г.С.СВИДЕРСКИЙ, Г.И.ХУТСКИЙ, д-р
техн. наук, Р.В.НОВИЧИХИН (БПИ)

ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ МНОГОЦЕЛЕВЫХ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Автоматизация производственных процессов с широкой номенклатурой выпускаемых изделий, быстрой их сменяемостью невозможна без использования переналаживаемых автоматов, промышленных роботов (ПР). Последние позволяют автоматизировать вспомогательные и основные технологические операции, обеспечить работу оборудования в автоматическом режиме без участия человека. Они выполняют такие вспомогательные операции, как загрузка заготовок и снятие готовых изделий на станке, укладка, упаковка, пакетирование, сортировка и пр. При установке инструмента на рабочем органе ПР может выполнять также и основные технологические операции (сверление отверстий, сварка, нанесение лакокрасочных покрытий, снятие заусениц, сборка изделий и т. д.).

Широкое внедрение ПР в промышленность сдерживается тем, что большинство из них работает, в основном, по жесткому алгоритму и не учитывает изменений окружающей среды. Для работы таких ПР необходимо, чтобы объект манипулирования находился в определенном месте рабочей зоны в ориентированном состоянии. С этой целью используются различные накопительные, подающие и ориентирующие устройства, которые необходимо заменять при переходе на выпуск другого изделия, что также снижает эффективность применения ПР в производственных системах. Значительная часть ПР имеет жесткую кинематическую схему, которая не позволяет при необходимости увеличивать число степеней свободы и рабочую зону. В лучшем случае они снабжены набором схватов для манипулирования различными предметами.

Системы управления (СУ) реализуют, как правило, один тип управления (позиционное или контурное), что ограничивает функциональные возможности ПР. СУ обладают запоминающими устройствами с ограниченным объемом памяти, не имеют возможности наращивания аппаратных средств. Недостаточно развитый интерфейс не позволяет создавать иерархические системы управления производственными системами с использованием ЭВМ большой мощности. Кроме того, отсутствие сенсорных устройств или наличие простейших датчиков не обеспечивает реализацию принципа адаптивного управления ПР.

Основное же условие широкого внедрения ПР в производство – выполнение различных видов работ с высокой эффективностью.

Эта задача может быть решена путем создания многоцелевых робототехнических систем (РТС), свободных от указанных недостатков. В состав сис-

темы должен входить один или несколько ПР, построенных по модульному принципу, обладающих 6–12 степенями свободы с набором сменных захватывающих устройств. Привод робота (например, электрический) с обратными связями по положению, скорости и моменту должен обеспечить движение рабочего органа робота с необходимой скоростью и ускорением, гарантировать точность позиционирования 0,1 мм. Сенсорные устройства, набор датчиков РТС должны обеспечивать регистрацию различных ее внутренних параметров, например, положение ПР в пространстве, место приложения нагрузки и ее значение, температуру рабочего органа ПР и внешних параметров среды — наличие или отсутствие объекта манипулирования, его положение и ориентацию.

Управляющее устройство РТС должно сопрягаться с технологическим оборудованием, тип которого заранее неизвестен, обладать способностью к модификации и наращиванию аппаратных средств в зависимости от способа его применения и не ориентироваться на конкретный тип ПР.

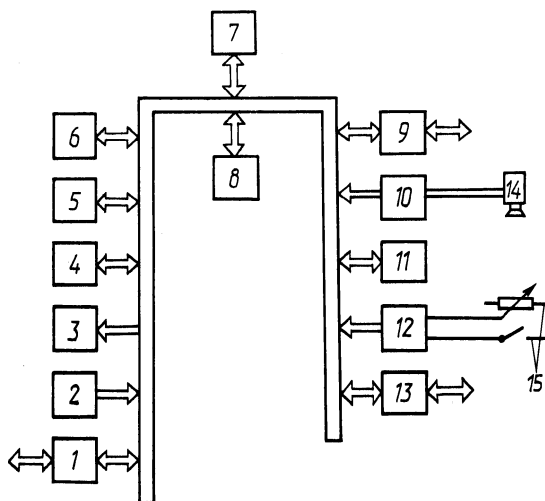


Рис. 1. Блок-схема многоцелевой РТС:

1 — блок связи с центральной ЭВМ; 2 — устройство ввода с перфоленты; 3 — перфоратор; 4 — дисплей; 5 — пульт оператора; 6 — накопитель на гибких дисках; 7 — процессор; 8 — оперативное запоминающее устройство; 9 — блок синхронизации с внешними элементами; 10 — система технического зрения; 11 — приводы ПР; 12 — система технического осязания; 13 — блок связи с технологическим оборудованием; 14 — ТД; 15 — тактильные датчики

На рис. 1 приведена блок-схема многоцелевой РТС. Устройство управления РТС построено на базе мини-ЭВМ со стандартным набором периферийного оборудования. Программа, выполняемая в данный момент, размещается в оперативном запоминающем устройстве (ОЗУ), в которое (в случае необходимости) вызываются подпрограммы из библиотеки, хранящейся в накопителе на гибких дисках. Накопитель также хранит и наборы основных программ для случаев различного применения РТС.

Составление и редактирование управляющих программ можно осуществлять с помощью дисплея. Кроме того, программы могут быть введены также с внешнего носителя (например, с перфоленты) или переданы в систему от центральной ЭВМ. Процессор реализует основные алгоритмы управления перемещениями рабочих органов ПР по соответствующей траектории с необходимой скоростью и движениями схвата. Кроме того, он осуществляет взаимодействие работы робота с другими элементами РТС, работой технологиче-

ского оборудования, системами технического зрения и осязания, выполняет ответственные переключения и блокировки сигналов, поступающих от оборудования, с целью предотвращения столкновений и возникновения аварийных ситуаций. Для ручного управления РТС и программирования ПР методом обучения используется пульт оператора. РТС оснащается блоком связи с центральной ЭВМ для возможности работы в составе автоматизированных производственных комплексов. Блок приводов обеспечивает сопряжение РТС с конкретным типом ПР. Он выполняется на базе специализированного контролера или микропроцессоров, каждый из которых управляет перемещением по соответствующим координатам. Система технического зрения, входящая в состав РТС, осуществляет распознавание объекта манипулирования, определяет его положение, следит за его движением. С этой целью она решает, по крайней мере, две задачи: обеспечивает восприятие визуальной информации и ее переработку. Для регистрации объекта используются методы ультразвуковой локации, лазерные дальномеры, различные фотоэлементы и их наборы. Наибольшее распространение получили оптические преобразователи, построенные на базе телевизионных датчиков (ТД). Объект манипулирования, как правило, освещается источником света, его отражение непосредственно или через систему зеркал поступает в ТД. Объем информации ТД достаточно велик (например, при количестве строк раstra и числе элементов разложения в строке, равном 100, необходимо запомнить 10000 единиц информации). При этом переработка информации для принятия решения в реальном масштабе времени должна происходить за время, не превышающее 0,1 с. Поэтому системы технического зрения строятся на базе микроЭВМ, которая и обеспечивает переработку визуальной информации.

Система технического осязания, содержащая датчики касания, наличия и проскальзывания предметов в схвате, сил и моментов реакций, действующих на исполнительный орган ПР со стороны перемещаемого предмета, позволяет расширить функциональные возможности ПР при выполнении им сборочных операций. Информация, полученная от датчиков, используется для коррекций, которые подаются в систему управления движениями ПР в качестве сигналов обратной связи. Измерение и предварительную обработку информации о силах и моментах реакции производит встроенный микропроцессор.

Программирование работы ПР в системе может быть осуществлено методом обучения или с помощью языков программирования. При обучении рабочий орган ПР перемещается по желаемой траектории, координаты которой записываются в ЗУ. Однако такой метод программирования требует остановки системы и не всегда удобен. В системе могут быть использованы как явные языки программирования, которые требуют программирования каждого отдельного движения, так и языки, ориентированные на моделирование окружающей среды. Проблемно-ориентированные языки (например, FORTRAN) не обеспечивают требуемого быстрого действия при решении задач восприятия визуальной информации или движения по сложной траектории с высокой скоростью. Для таких задач используется мнемокод ASSEMBLER.

Программное обеспечение РТС построено по модульному принципу, где задачи преобразования координат, управления движением, измерения сил, сбора оперативных данных оформлены в виде подпрограмм, библиотека которых может расширяться путем включения в нее новых модулей.

Таким образом, состав устройств РТС и программное обеспечение позволяют ей в комплексе с оборудованием выполнять различные технологические операции. Многоцелевая РТС может легко модифицироваться новыми элементами или упрощаться путем исключения ненужных блоков и устройств в каждом конкретном случае ее использования.

Широкое применение такие РТС могут найти при создании гибких производственных систем (ГПС), применение которых наиболее эффективно при серийном характере производства. В ГПС, состоящих из обрабатывающего оборудования с ЧПУ типа CNC, связанного транспортными системами, интегральных систем контроля и управляющей ЭВМ, многоцелевые РТС могут выполнять как основные, так и вспомогательные операции. На рис. 2 приведена

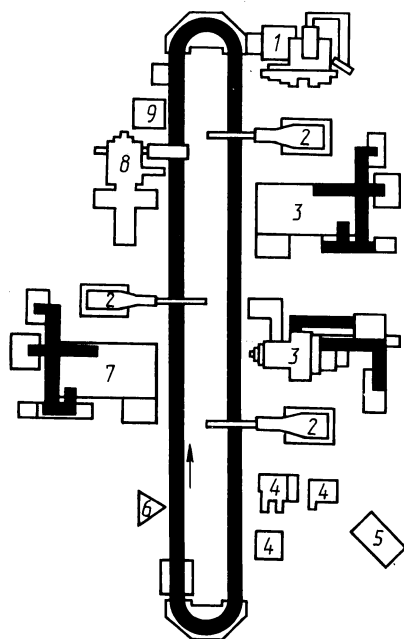


Рис. 2. Гибкая технологическая система: 1 — шлифовальный станок; 2 — робот; 3 — токарный станок с ЧПУ; 4 — устройство для измерения обработанной детали; 5 — центральная ЭВМ; 6 — зона загрузки-выгрузки; 7 — расточный станок с ЧПУ; 8 — сварочная машина; 9 — контроль качества сварки

гибкая технологическая система фирмы XEROX для обработки цилиндров фотокопиров, где РТС выполняют операции транспортирования детали с конвейера к обрабатывающему оборудованию. Применение РТС в ГПС позволяет обеспечить независимость ее функционирования от сменности и продолжительности рабочего дня, простоту перенастройки на выпуск новой продукции.

Особенно эффективно применение многоцелевых РТС при выполнении сборочных работ. В этом случае максимально используются ее возможности адаптации к условиям окружающей среды при помощи систем технического зрения и осязания.

Использование РТС с высоким уровнем интеллекта позволяет осуществлять концентрацию операции на одной сборочной позиции, что упрощает систему транспортировки сборочных единиц, экономит производственную площадь, увеличивает производительность роботизированной сборки.