

О ВОЗМОЖНОСТИ СВЯЗИ РАЗНОРОДНЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ ПРОГРАММ

*В. А. Резвов^а, А. Н. Артемьев^а, А. Г. Маевский^а, Н. А. Артемьев^б,
А. А. Демкив^а, Б. Ф. Кириллов^а, А. Д. Беляев^а*

^а Российский научный центр «Курчатовский институт», Москва

^б Лаборатория прикладной оптики, ENSTA, Палезо, Франция

Описывается способ автоматического управления коммерческими компьютерными программами. В качестве примера приведена разработанная авторами связь системы автоматизации EXAFS-спектрометра, управляемой ЭВМ под DOS, с коммерческой программой управления полупроводниковым детектором, управляемой ЭВМ под Windows. Описываемая комплексная система применяется для автоматизации промежуточной обработки амплитудных спектров в процессе измерения EXAFS-спектров на источнике синхротронного излучения «Курчатовского института».

The way of automatic control of commercial computer programs is presented. The developed connection of the EXAFS spectrometer automatic system (which is managed by PC for DOS) is taken with the commercial program for the CCD detector control (which is managed by PC for Windows). The described complex system is used for the automation of intermediate amplitude spectra processing in EXAFS spectrum measurements at Kurchatov SR source.

PACS: 29.50.+v; 29.85.+c

ВВЕДЕНИЕ

К настоящему времени в мире разработано большое количество коммерческих программ, предназначенных для обработки числовых массивов (например, ORIGIN, Mathcad, Image J). Такие программы имеют вариант ручного управления. Оператор, действуя «мышкой» и клавиатурой, вводит (или импортирует) исходный массив, задает условия обработки, запускает программу и после завершения обработки сохраняет результаты на жестком диске. Некоторые коммерческие программы предусматривают так называемый пакетный режим работы, в котором в последовательной серии автоматически обрабатывается ряд исходных массивов.

Однако коммерческие программы исключают вмешательство в их внутренний алгоритм работы, не допуская тем самым возможность объединения их в систему автоматического управления экспериментальной установкой. В ряде случаев включение коммерческой программы обработки промежуточных числовых массивов в систему управления экспериментальной установкой заметно повышает качество управления. Такое включение позволяет оператору следить за ходом измерения промежуточных точек спектра и принимать решения, например, о целесообразности дальнейшего измерения.

В рассмотренном выше случае обработку массивов можно, разумеется, отложить до окончания процесса измерения всего исследуемого спектра, потеряв при этом возможность наблюдения за ходом измерения. Однако принципиально важным является другой случай — случай объединения коммерческих управляющих программ в единую управляющую систему. Здесь ничего отложить «на потом» уже нельзя.

Можно задать вопрос: зачем объединять разнородные коммерческие управляющие программы? В связи с этим следует упомянуть пакет LabVIEW. Компьютер, оснащенный соответствующей измерительно-управляющей аппаратной частью и этим пакетом, позволяет полностью автоматизировать процесс физических измерений. Ключевыми в приведенном выше утверждении являются слова «соответствующей... аппаратной частью». Это, во-первых, обуславливает необходимость работать именно в том стандарте аппаратуры, который заложен разработчиками в пакет LabVIEW. Во-вторых, не позволяет выходить за рамки набора устройств и блоков пакета. Оба эти условия весьма существенно ограничивают возможности создания новых комплексных приборов.

Хорошо известно, что разработчики научной аппаратуры в разных странах не придерживаются единого стандарта. Для объединения приборов, управляемых пакетами программ, созданных по разнородным стандартам, разрабатываются соответствующие программные «надстройки». Разумеется, это возможно, но очень хлопотно и занимает большое время. Для примера приведем систему TANGO, которая в качестве объектов управления может рассматривать отдельные приборы, компьютеры и распределенную сеть компьютеров [1].

В настоящей работе предложен простой способ управления разнородными программами в рамках по крайней мере одной локализованной системы управления отдельным спектрометром.

СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ ПОД DOS И КОММЕРЧЕСКАЯ ПРОГРАММА ПОД WINDOWS

Общее решение задачи автоматического управления коммерческой программой было найдено в процессе решения частной задачи. Эта частная задача представляла собой включение спектрометрического полупроводникового детектора фотонов в систему автоматизированного измерения EXAFS-спектра на источнике синхротронного излучения в «Курчатовском институте».

Процедура измерения EXAFS-спектра состоит в следующем. Гониометрическое устройство последовательно устанавливает кристалл-монокроматор в разные угловые положения, и в каждом таком положении измеряется интенсивность прошедшего (или рассеянного) излучения через исследуемый образец за фиксированный промежуток времени.

В рассматриваемом случае задача заключалась в организации совместной работы системы автоматического управления гониометром и полупроводникового детектора.

Полупроводниковый детектор (ППД) и его программное обеспечение разработано фирмой «Аспект» (Дубна). Программное обеспечение разработано под систему Windows, которая была загружена в ЭВМ Pentium-4. Имеется также «пакетный» режим, при котором автоматически последовательно измеряются амплитудные спектры, которые «висят» в оперативной памяти компьютера до того момента, пока оператор вручную не сохранит их на жестком диске. Можно предположить, что совместная работа системы детектора

и системы автоматизации может быть легко организована без явной синхронизации по собственным кварцевым часам систем.

Однако, к сожалению, точные промежутки, определяемые кварцевыми часами, относятся только ко времени измерения. Полный цикл измерения одного спектра ППД дополнительно должен включать в себя время на собственные системные нужды управляющей ЭВМ под Windows. Время, занимаемое этими внутрисистемными нуждами, оказывается неконтролируемым.

Так, оказалось, что при автоматическом запуске измерения очередного амплитудного спектра полупроводниковым детектором промежутков времени на внутрисистемные нужды компьютера под Windows постоянно возрастает с ростом номера очередного запускаемого спектра. При пятидесяти накопленных в памяти спектров время решения внутренних задач компьютера достигает десятка секунд и далее становится неприемлемо большим. Отметим, что характерный EXAFS-спектр содержит не пятьдесят, а пятьсот точек, и задача становится не решаемой предложенным разработчиками ППД пакетным методом.

В нашем конкретном случае система автоматизации состояла из крейта САМАС, контроллера ККП-3 (разработка РНЦ КИ) и ЭВМ IBM-386, работающей в системе DOS. За довольно продолжительный срок работы (более пяти лет) эта система доказала свою надежность и «обросла» несколькими десятками прикладных программ управления различными элементами синхротронной станции REFRA на курчатовском источнике СИ [2].

Существенно отметить, что применение кажущейся сегодня архаичной системы DOS вместо Windows обусловлено следующим. Система DOS является системой, «монополизирующей» ресурсы ЭВМ и обеспечивающей жесткую временную привязку команд, что принципиально важно в системе автоматизации, работающей в реальном времени. Наоборот, многозадачная система Windows «живет своей внутренней жизнью» и такой жесткой временной привязки не обеспечивает. Конечно же, существуют надстройки для систем жесткого реального времени, но это фактически означает замещение ядра Windows.

В этой ситуации необходимо было выполнить следующее. Первое: организовать синхронизирующую связь между системами DOS и Windows. Второе: добиться неувеличения времени на системные нужды Windows.

С этой целью на Delphi нами была разработана программа (назовем ее «Click»), имитирующая работу оператора с помощью «мыши». По командам программы курсор пе-

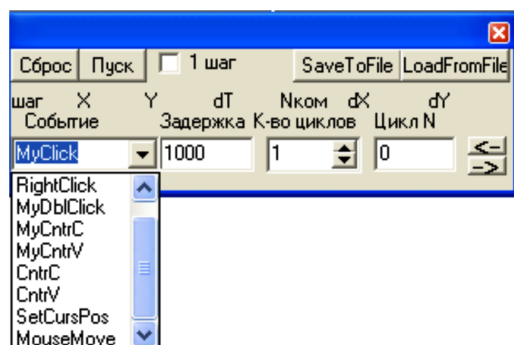


Рис. 1. Интерфейс программы управления в «обучающем» режиме

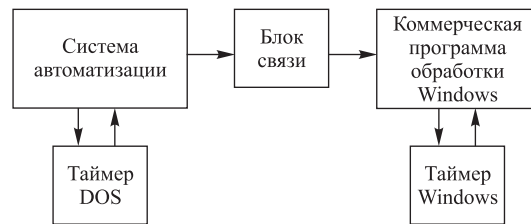


Рис. 2. Схема связи системы автоматизации, управляемой ЭВМ в системе DOS, с коммерческой программой, стоящей на ЭВМ в системе Windows

перемещается по экрану и «кликает», нажимая соответствующую «кнопку» коммерческой программы. Программа «Click» имеет два режима. Первый — «обучающий». В этом режиме оператор вручную с помощью «мыши» перемещает курсор по экрану, реально управляя запущенной коммерческой программой. В каждом положении курсора оператор задает событие из перечня, показанного на рис. 1. В необходимых местах оператор использует клавиатуру, например, для набора имени очередного файла. Между выбранными шагами оператор вставляет команды задержки, необходимые ЭВМ на выполнение соответствующих команд. Время таких задержек оператор определяет эмпирически. После завершения «обучающего» режима может быть включен автоматический режим, в котором «Click» будет повторять запомненные управляющие действия с коммерческой программой циклически заданное оператором число раз.

Следует заметить, что подобная программа входила в стандартный дистрибутив Windows 3.11, но по неизвестным причинам не вошла в следующие версии Windows и была незаслуженно забыта.

При наличии такой программы достаточно иметь лишь один сигнал от системы автоматизации, работающей под DOS. Этот сигнал и запустит вышеупомянутую программу, написанную на Delphi. На рис. 2 показана блок-схема связи системы автоматизации с ЭВМ, загруженной коммерческой программой.

СВЯЗЬ СИСТЕМ DOS И WINDOWS

При создании системы связи двух машин ставилась задача максимально упростить программирование DOS-машины, т. е. минимизировать изменения, вносимые в существующее программное обеспечение, и ограничиться стандартными интерфейсами.

Ethernet, хоть и является самым распространенным средством, в данном случае наименее пригоден. Мы рассматриваем задачу синхронизации, т. е. односторонней связи. Достаточно отправить пакет фиксированного, заранее заданного содержания и принять его на машине с Windows. Но для отправки хотя бы одного пакета «с нуля» на языке высокого уровня, например, C, требуется около 100 строк кода. Организация полноценной связи по TCP/IP тем более не оправданна.

Другим распространенным средством является RS-232 со связью по нуль-модемному кабелю. Здесь изменения, вносимые в программы под DOS, уже не столь велики, и, вероятно, именно этот путь будет выбран при организации полноценной двусторонней связи. Решения на основе RS-485 дорогостоящие и для данной задачи сильно избыточны. Еще один распространенный интерфейс, IEEE1284, хоть и легко программируется под DOS, не подходит из-за неоправданного усложнения программной части под Windows и невысокой надежности, которая, впрочем, обычно компенсируется программными методами.

Нами была разработана упрощенная система с односторонней связью. На основе стандартного манипулятора типа «мышь» был изготовлен адаптер с оптронной развязкой, позволяющий программам DOS отправлять сигнал синхронизации. К машине DOS этот адаптер подключается через RS-232, в котором задействованы лишь два провода, по которым выдается импульс фиксированной длительности. Синхронизация выполняется по заднему фронту. Модификация DOS-программы на языке C сводится к добавлению трех строк кода.

Под Windows на языке Delphi была написана программа, принимающая этот сигнал и преобразующая его в последовательность движений «мыши» и нажатий ее клавиш. Эта последовательность, записанная заранее в режиме обучения, инжектируется в очередь событий операционной системы, и поэтому любая прикладная программа воспринимает их как движение настоящей «мыши».

Работу объединенной системы поясним на примере измерения EXAFS-спектра.

Оператор запускает на Windows-машине вышеописанную программу «Click» (предполагается, что цикл «обучения» предварительно выполнен) и устанавливает курсор на начальную точку экрана. Далее оператор запускает автоматизированную систему управления спектрометра, работающую на базе ЭВМ 386 под DOS. Система управления поворачивает монохроматор на заданный в программе управления угол, посылает сигнал в ЭВМ Pentium-4, работающую под Windows, и запускает свой собственный таймер на некое фиксированное время. В нашем случае это время составляло две минуты.

Пользуясь программой «Click», удалось решить задачу синхронной работы двух машин, разбив ее на две части. Первая — это собственно синхронизация, решенная вышеописанными программно-аппаратными средствами. Вторая часть — это сведение к минимуму загрузки оперативной памяти путем сохранения каждого спектра по отдельности. По всей видимости, программа управления ППД страдает утечкой памяти, что проявляется в замедлении работы системы и ее нестабильности. Решить проблему полностью поможет лишь написание аналогичной программы «с нуля». Тем не менее применяемое сейчас ПО позволяет эффективно проводить измерения в автоматическом режиме.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Вышеописанная комплексная система автоматизации, объединенная с ЭВМ загруженной коммерческой программой, успешно эксплуатируется на станции REFRA источника синхротронного излучения «Курчатовского института» в крейсерском круглосуточном режиме в течение нескольких месяцев.

Строго говоря, использование пакета Delphi для рассматриваемой в настоящей работе цели обеспечивает управление только коммерческими программами, разработанными под систему Windows. Однако сам принцип управления, основанный на перемещении курсора по экрану и внешнем «кликании» «мышкой», может быть применен и к другим системам.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Artemiev A. N. Station for Investigation with High Spatial Resolution on Kurchatov SR Source // Nucl. Instr. Meth. A. 2007. V. 575. P. 228–230.
2. <http://tango-controls.org/>