

Владимир Зюбин, Александр Калугин
Институт автоматики и электрометрии СО РАН,
Новосибирский государственный университет
zyubin@iae.nsk.su

Использование виртуальных лабораторных стендов для обучения программированию задач промышленной автоматизации

В докладе представлен метод создания виртуальных лабораторных стендов для обучения программированию управляющих алгоритмов в области промышленной автоматизации. Предлагаемый подход направлен на повышение эффективности процесса обучения программированию ПЛК, позволяет исключить из рассмотрения рутинные вопросы физического моделирования и сконцентрироваться на концептуальном уровне создания управляющих алгоритмов. Виртуальный лабораторный стенд, реализуемый программно на базе среды разработки LabVIEW, представляет собой законченное приложение, включающее визуальную и поведенческую имитацию технологического объекта, а также средства создания управляющего алгоритма с возможностью запуска его на исполнение. В качестве языка программирования использован язык Рефлекс (также известный как «Си с процессами»). Исполнение управляющих алгоритмов реализовано на основе интерпретатора языка Python.

Введение. Качество образования, получаемого студентом, определяется не только уровнем теоретической подготовки, но и умением использовать полученные знания на практике. Практическими навыками студент приобретает через специально предусматриваемые в учебном плане лабораторные работы и семинарские занятия. Достижимые при этом эффекты – снижение «порога вхождения» в изучаемую область, сокращение времени на освоение материала, повышение уровня понимания теоретических положений. Для повышения уровня практической подготовки научных и технических специалистов в последние годы все более широкое применение находят информационные технологии, в частности, при организации лабораторных практикумов [1].

При изучении языков программирования, ориентированных на создание управляющих алгоритмов, также требуется, чтобы теоретические положения были подкреплены лабораторно-практическими занятиями по решению типовых задач из области промышленной автоматизации. Однако лабораторные стенды, предполагающие физическое моделирование технологического процесса даже в упрощенном виде, означают серьезные финансовые затраты на их создание и поддержку в работоспособном состоянии. При таком подходе необходимо разработать и реализовать не только модель технологического процесса, но также оснастить ее датчиками, исполнительными органами и обеспечить сопряжение с компьютером через модули ввода-вывода. Стоимость создания такого стенда может достигать 1 млн. долларов [2]. Стенды громоздки, занимают много места, а ошибки, допускаемые студентами при работе с ними, зачастую приводят к выходу стенда из строя.

В этих условиях наиболее перспективный способ организации практических занятий для студентов по курсам промышленной автоматизации должен быть основан на использовании программных имитаторов – виртуальных лабораторных стендов (ВЛС). По сравнению с физическими моделями, ВЛС имеют ряд очевидных преимуществ, дающих существенное сокращение материальных и временных затрат на создание, тиражирование и сопровождение лабораторных стендов.

Базовые требования. К ВЛС были выдвинуты следующие требования, обеспечивающие разумный баланс между наглядностью создаваемых имитаторов и трудоемкостью реализации.

костью реализации.

Требования, возникающие на этапе создания нового стенда:

- возможность создания анимированных 2D объектов;
- допустимость использования при моделировании объекта автоматизации нескольких слоев с изображениями;
- наличие поведения у имитируемого объекта, т.е. динамическая реакция имитируемого объекта на внешние воздействия;
- возможность подключения стороннего алгоритмического блока, создаваемого студентом;
- стандартный интерфейс подключения стороннего алгоритмического блока, включающий коррекцию имитируемого объекта, а равно связей между имитируемым объектом и сторонним алгоритмическим блоком в случае изменений алгоритма, создаваемого студентом.

Требования к этапу практической работы студента со стендом:

- наличие ручного и автоматического режима управления;
- использование языка программирования, ориентированного на управляющие алгоритмы, для создания алгоритма управления;
- наличие диагностической и отладочной информации.

Использованные программные и технологические средства. В результате анализа возможных претендентов на роль базовой среды программирования выбор был сделан в пользу пакета LabVIEW [3]. Хотя LabVIEW позиционируется как средство разработки программно-аппаратных комплексов для тестирования, измерения, ввода данных, анализа и управления внешним оборудованием, с точки зрения решаемой задачи пакет имеет целый ряд привлекательных свойств: широкие возможности для графического представления результатов и богатый набор встроенных функций обработки данных.

В качестве языка программирования алгоритмов управления был использован язык Рефлекс [4], ориентированный на программирование управляющих алгоритмов в промышленной автоматизации и робототехнике: для систем, предполагающих активное взаимодействие с внешней средой, технологическим оборудованием, физическими процессами через датчики и органы управления. Язык имеет русскоязычный Си-подобный синтаксис, что обеспечивает простоту его изучения большинством практикующих программистов.

Для интеграции алгоритмов, создаваемых на языке Рефлекс, в среду LabVIEW был использован интерпретатор языка Python. Это позволяет создать законченное приложение, независимое от пакета разработки LabVIEW. При предлагаемом подходе алгоритм на языке Рефлекс, создаваемый студентом, преобразуется в текст на языке Python, который затем запускается на исполнение интерпретатором языка Python и взаимодействует с имитатором объекта (Рис. 1). Эквивалентная запись алгоритма на языке Python получается транслятором, созданным на базе существующего транслятора языка Рефлекс в язык Си. Интерпретатор языка Python интегрирован в среду LabVIEW через механизм ActiveX. При реализации взаимодействия управляющего алгоритма и имитатора объекта была использована модель гиперпроцесса [5]. Тактирование гиперпроцесса произведено штатными средствами LabVIEW: основной цикл гиперпроцесса «обернут» тактируемым циклом.

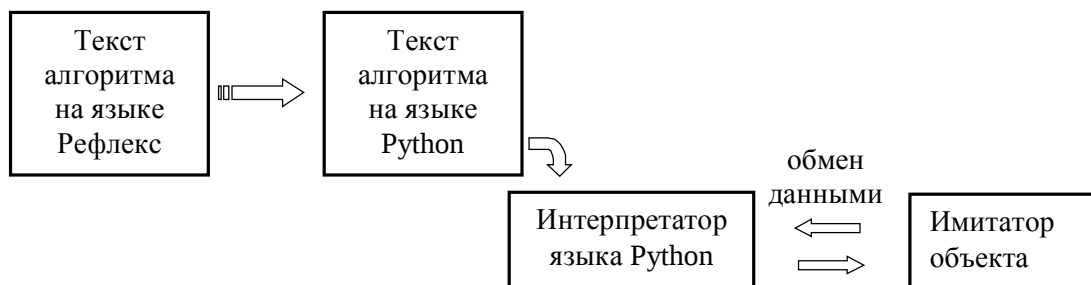


Рис.1. Схема получения управляющего алгоритма для взаимодействия с имитатором объекта

Тестовая реализация ВЛС. Практическая применимость предлагаемой методики для создания ВЛС исследовалась на задаче управления автоматизированной линией розлива бутылок.

Имитационная модель линии розлива создавалась штатными средствами LabVIEW для работы с изображениями путем наложения графических примитивов конвейера и бутылки. Модель предусматривает имитацию пролива жидкости на конвейер в случае переполнения бутылки и открытия сопла при отсутствии бутылки. Пользовательский интерфейс приложения приведен на Рис. 3. Приложение обеспечивает возможность ввода алгоритма (закладка Алгоритм), просмотра результатов трансляции (закладки Ошибки и Py-Code). Краткое описание условия задачи доступно через закладку Помощь.

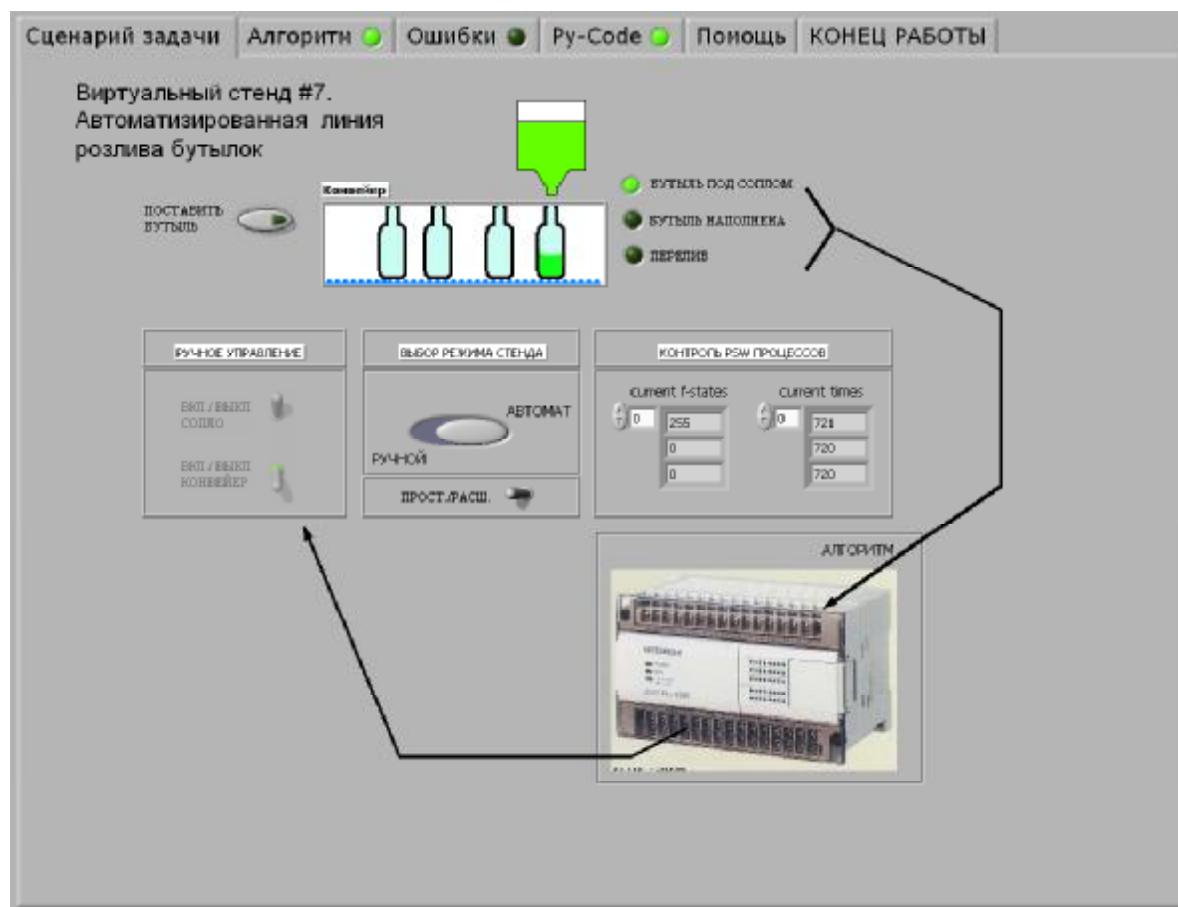


Рис.3. Реализация виртуального лабораторного стенда «Автоматизированный розлив бутылок»: внешний интерфейс.

Стенд предусматривает два режима управления конвейером и соплом: ручной и автоматический. В ручном режиме имеется возможность непосредственного управления линией (конвейером и соплом). В автоматическом режиме возможность ручного управления блокируется, а команды управления соплом и конвейером формируются алгоритмом, созданным студентом по описанной выше схеме. В обоих режимах имеется возможность установки бутылки на конвейер. В специальном окне отображаются числовые идентификаторы текущих функций-состояний процессов.

Заключение. В работе предложена методика создания виртуальных лабораторных стендов по изучению основ программирования задач промышленной автоматизации. Методика основана на использовании пакета LabVIEW и языка описания управляющих алгоритмов Рефлекс.

Использование виртуальных лабораторных стендов позволяет студенту сконцентрироваться исключительно на вопросе создания алгоритма управления и упрощает изучение основ программирования задач промышленной автоматизации. Разработанная технология может быть также использована при создании моделей объекта автоматизации для отладки реальных алгоритмов управления, а, равно, и для функционального расширения среды LabVIEW управляющими алгоритмами, заданными на языке Рефлекс.

Библиография

1. Зимин А.М., Букетин Б.В., Почуев А.П., Шумов А.В., Щепетинщиков О.А. Учебная Интернет-лаборатория «Испытания материалов» // Информационные технологии. 2006. № 10. С. 58–65.
2. Гершберг А. Ф., Подъяпольский С. В., Соркин Л. Р. Компьютерный тренажер для обучения операторов установки каталитического риформинга в ООО «ПО «Киришинефтеоргсинтез» // Промышленные АСУ и контроллеры. 2003. № 7. С. 52–53.
3. Бутырин П. А., Васьковская Т. А., Каратаева В. В., Материкин С. В. Автоматизация физических исследований и эксперимента: компьютерные измерения и виртуальные приборы на основе LabVIEW 7. – М.: ДМК Пресс, 2005, – 264 с.
4. Зюбин В. Е. «Си с процессами»: язык программирования логических контроллеров // Мехатроника. 2006. № 12. С. 31–35.
5. Зюбин В. Е. Программирование информационно-управляющих систем на основе конечных автоматов: Учеб.-метод. пособие. Новосиб. гос. ун-т, Новосибирск, 2006, – 96 с. [<http://reflex-language.narod.ru/index.html>]