

УДК 62-503.5:62-522.7:62-529

НЕЧЕТКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПНЕВМОПРИВОДОМ ПОДАЧИ ФРЕЗЕРНО-РАСТОЧНОГО СТАНКА С ПРИМЕНЕНИЕМ СПЕЦИФИКАЦИИ XML

Хазиев Э.Л., Хазиев М.Л.

*ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»,
Набережночелнинский институт (филиал), Набережные Челны, e-mail: emilius@yandex.ru*

С целью повышения возможностей фрезерно-расточного станка и для исключения затрат при покупке и установке дорогостоящих роботов предлагается интегрировать в существующую пневмосистему станка пневмопривод для осуществления погрузочно-разгрузочных операций с включением в систему числового программного управления станка программ работы погрузочного пневмопривода на основе нечеткой логики. Это возможно осуществить с применением САМ системы, в ядро которой инсталлирован так называемый нечеткий регулятор, и изменен XML процессор (парсер). Выходные данные нечеткого регулятора записываются в файл формата XML структурированным образом. Затем на основе этих же данных формируются команды управления для шаговых двигателей крановых пневмораспределителей пневматического привода подачи заготовок фрезерно-расточного станка. Эти команды также записываются в файл формата XML. В дальнейшем парсер считывает построчно данные файлы, и с помощью транслятора САМ системы происходит перевод формальных команд XML файла в реальные команды G кода или, если это необходимо, в программу нижнего уровня на языке электроавтоматики.

Ключевые слова: пневмопривод погрузки/разгрузки, управление, нечеткая логика, САМ, XML

FUZZY CONTROL FOR PNEUMATIC ACTUATOR FEED MILLING-BORING MACHINE WITH THE USE OF THE XML SPECIFICATION

Khaziev E.L., Khaziev M.L.

*Federal State Autonomous Educational Institution IN Kazan (Volga region) Federal University,
Naberezhnye Chelny Institute (branch), Naberezhnye Chelny, e-mail: emilius@yandex.ru*

With the aim of enhancing the capacity milling-boring machine, and, to avoid costs when you buy and install expensive robots, it is proposed to integrate into the existing pneumatic system machine pneumatic actuator for loading-unloading operations with the inclusion in the system of numerical control machine programmes of work of the loading actuator based on fuzzy logic. It is possible to implement with the use of CAM system – which has installed so-called fuzzy controller, and changed the XML processor (parser). The output of fuzzy controller are written to the XML file in a structured way. Then based on the same data generates control commands for stepper motors crane will pnevmotransportnoe-lay pneumatic actuator supply of workpieces a milling-boring machine. These commands are also written to the XML file. In the future, the parser reads line by line the data files, and with the help of the translator CAM system is a formal translation of XML commands file real command G code, or, if necessary, in the program of the lower level in the language of the electrics.

Keywords: the pneumatic actuator loading/unloading, control, fuzzy logic, CAM, XML

Построение системы адаптивного управления на основе аппарата нечеткой логики позволяет упростить элементы структуры системы, а также наделяет дискретный по своей сути метод управления некоторыми непрерывными свойствами, что должно повысить качество управления и сократить объем базы знаний.

Для управления пневматическим приводом в процессе погрузочно-разгрузочных операций для обеспечения основного технологического процесса можно применить методы нечеткого вывода, которые широко используются в разработке нечетких регуляторов. Основное назначение регулятора – это управление внешним объектом, при котором поведение управляемого объекта описывается нечеткими правилами. Регуляторы нечеткой логики – наиболее важное приложение теории нечетких множеств. Их

функционирование отличается от работы обычных контроллеров тем, что для описания системы используются знания экспертов вместо дифференциальных уравнений.

Нечеткая логика позволяет ввести в систему адаптивного управления определенную общеизвестную (априорную) информацию об объекте в виде нечетких фреймов управления. Априорная информация обеспечивает одно из основных начальных условий системы, построенной по методу адаптивного управления, – условие максимальной начальной приспособленности.

Практическая реализация управляющих программ на основе нечеткой логики для числового программного типа управления производственных систем и систем реального времени не нашла широкого распространения. В силу того, что каждый новый техпроцесс требует участия технолога

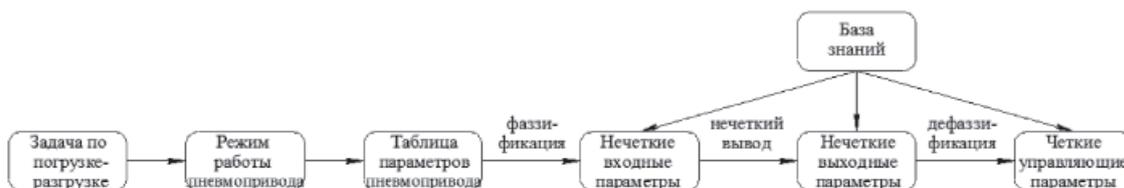


Рис. 1. Этапы создания управляющих программ пневмопривода на основе нечеткой логики

на начальном этапе, а также необходимы дополнительные программные модули анализа, формирования управляющих кодов и трансляции. Внедрение в САМ системы таких модулей наиболее предпочтительно и с практической точки зрения выполнимо.

Основная часть

Процесс создания управляющих программ пневмопривода подачи заготовок фрезерно-расточного станка на основе нечеткой логики представляет собой следующую последовательность этапов, представленных на рис. 1.

Верхний уровень представляет собой руководство инженера-технолога по задаче осуществления погрузочно-разгрузочных операций для поддержки определенного технологического процесса.

Следующий этап – выбор необходимого режима работы пневмопривода, основные показатели для осуществления выбора – нагрузка, точность позиционирования, быстродействие и, возможно, функция слежения.

Третий шаг – преобразование показателей режимов в конкретные числовые значения параметров элементов системы управ-

ления пневмопривода, с приращением, в зависимости от данных с датчиков.

Четвертый этап – фаззификация, то есть преобразование четких экспериментальных значений входных переменных в нечеткие с использованием лингвистического описания параметров (L, α_1, α_2). На основе лингвистических переменных формируем нечеткие фреймы управления:

ЕСЛИ L ТО α_1 И α_2 .

А затем на основе полученных фреймов формируется база знаний.

Заключительный этап – дефаззификация, то есть приведение нечетких фреймов управления реальным управляющим командам, которые записываются и хранятся в базе данных программ задания режимов работы пневмоприводов. Для того, чтобы обеспечить приведение формального нечеткого описания, необходим так называемый нечеткий регулятор, который представляет собой программный модуль, преобразующий нечеткие фреймы в управляющие команды, воспринимаемые системой с числовым программным управлением [6].

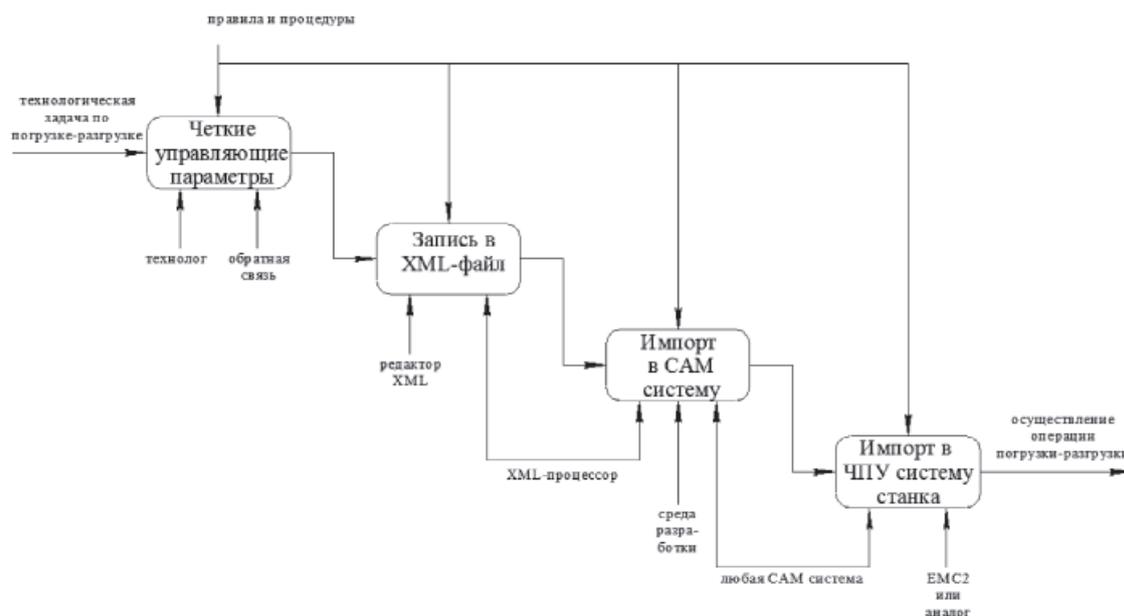


Рис. 2. Функциональная модель управления пневматическим приводом подачи фрезерно-расточного станка

Для эффективной и рациональной работы такого модуля необходимо интегрировать его в САМ систему с последующей его работой с ЧПУ любого фрезерно-расточного станка.

На рис. 2 показана укрупненная функциональная модель программного управления пневматическим приводом подачи заготовок для фрезерно-расточного станка на основе нечеткой логики.

САМ система предназначена для автоматизированной генерации управляющих программ для станков с ЧПУ. Для конечного пользователя очень важно использовать все возможности САМ системы на одном конкретном станке, который имеется у него в наличии, соответственно, без подключения стороннего программного обеспечения или дорогого технологического оборудования поддержания процесса обработки [4].

Современные САМ системы представляют собой сложные программные комплексы с множеством подпрограмм, модулей и классов реализующих различные функциональные задачи. Основанием для работы САМ служат аппаратные языки VHDL и Verilog, а также системный и метапрограммируемый язык C++ и его библиотека SystemC [5].

Программы, написанные на данных языках программирования, как правило, пишутся под конкретные станок и задачу обработки. Поэтому если возникает необходимость изменения каких-либо технологических параметров или добавления новых типов станка в САМ систему, то возникает необходимость долгого и сложного процесса программирования на соответствующих языках. Облегчить эту задачу позволяет спецификация XML. Это расширяемый язык программирования, позволяющий создавать код в соответствии с потребностями к конкретной области, будучи ограниченным лишь синтаксическими правилами языка. Этот код записывается в XML-файл [1, 2, 3].

В нашем случае XML-файл имеет сложную структуру, в нем, помимо результатов процесса дефазсификации нечеткого вывода переведенных в управляющие команды, описываются параметры и кинематические схемы фрезерно-расточного станка и пневмопривода подачи. В свою очередь XML-файл считывается и исполняется событийным XML-процессором (парсер), который должен быть установлен в САМ системе. По сути парсер представляет собой программу, анализирующую написанный или сгенерированный код в файле определенной структуры и передающую код исполняющей программе или приложению.

В состав парсера анализа нечеткой логики пневмоприводов фрезерного станка для САМ входят следующие классы:

- MainClass – основной класс, содержащий объекты расчета, анализа и менеджера файлов. Пользователь через пользовательский интерфейс САМ системы будет взаимодействовать с этим классом;

- FileManager – список файлов. Класс содержит множество объектов класса File. Позволяет удалять файлы, создавать новые и осуществлять выбор;

- File – абстрактный файл;

- Translator – класс транслятора, входит в состав САМ системы. Считывает данные сформированного XML-файла и построчно переводит его содержимое в G-код или, если это необходимо, на язык электроавтоматики;

- TransformManager – класс, предназначенный для загрузки трансформаций из записей XML-файла, их оптимизации и сохранения в XML-файл;

- ClassType – класс, описывающий запись в XML-файле. Имеет ссылки на дочерний и соседний элементы;

- XMLFile – класс наследник от класса File. Содержит список объектов ClassType;

- Logging – это объект, который отвечает за протоколирование. Объект имеет метод добавления события, который записывает передаваемую строку и время события в файл лога.

Иерархия классов представлена на рис. 3.

XML-файл, описывающий рабочие характеристики и режим работы пневмопривода подачи станка состоит из древовидного набора записей (ClassType). Он имеет иерархическую структуру. Был создан класс ClassType – запись XML-файла. При чтении файла система строит дерево объектов этого класса. Таким образом, при загрузке файла строится деревья его записей. Вся дальнейшая работа ведётся с этим деревом. При необходимости по этому дереву может быть сгенерирован XML-файл. Для интеграции, а следовательно, и ускорения работы с САМ станка данный класс описания работы пневматического привода записывается в общий XML-файл станка, а не подгружается отдельно либо же по ссылке.

Каждый ClassType имеет вид, представленный на рис. 4.

На базе представленных базовых типов выстраиваются комплексные основные типы. На рис. 5 приведён пример основного типа.

Данный комплексный основной тип описывает параметры угла поворота шагового двигателя первого (левого) кранового пневматического распределителя до некоторого показателя от обратной связи и последующего включения второго (правого) кранового пневмораспределителя. Таким образом, осуществляется дифференциальный (разностный) принцип управления пневмоприводом.

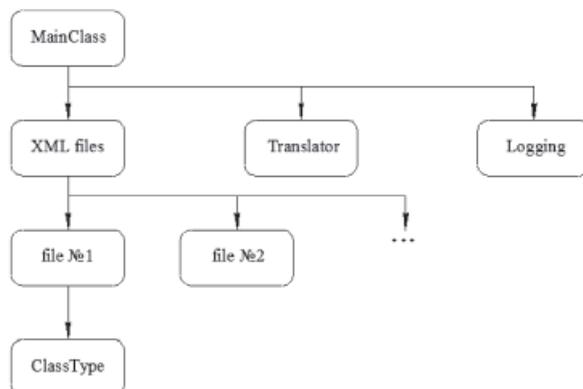


Рис. 3. Архитектура классов

```
<ClassType ID="RightStepMotor"Caption="R"type="Double"DefaultValue="10"Enabled="True" />
```

Рис. 4. Типовая запись XML-файла:

ID – уникальный идентификатор записи; Caption – описание записи (может быть опущено); Type – тип записи. Существуют несколько базовых типов: String – строка; Double – число с плавающей запятой; Array – массив записей; Complex – сложный тип, обозначающий наличие дочерних узлов; Enumerated – перечисление. Имеет дочерние элементы, только один из которых является активным. DefaultValue – начальное значение. Может быть опущено. Для типов Array и Complex не указывается. Для типа Enumerated здесь указывается ID дочернего узла, являющегося на данный момент активным. Enabled – флаг активности записи

```
<ClassType ID="PneumoProperties"type="ComplexType">
  <ClassType ID="LeftStepMotor"Caption="L"type="Double"DefaultValue="30"Enabled="True" />
  <ClassType ID="Feedback"Caption="FB"type="Double"DefaultValue="0.12"Enabled="False" />
  <ClassType ID="RightStepMotor"Caption="R"type="Double"DefaultValue="28"Enabled="True" />
</ClassType>
```

Рис. 5. Пример основного типа

```
<ClassType ID="FuzzyLogicCon"type="ComplexType">
  <FLConclusion>
    <Results>
      <L DefaultValue="0.131">
      <Left DefaultValue="-6.35">
      <Right DefaultValue="9.15">
    </Results>
    <Used DefaultValue="False">
  </FLConclusion>
</ClassType>
```

Рис. 6. Пример основного типа результатов нечеткого вывода

Результат нечеткого вывода записывается в отдельный файл формата XML. Поэтому в XML-файле управления пневмоприводом станка должна быть ссылка на результирующий тип этого файла или ссылка на место хранения файла на постоянном носителе информации. Пример основного типа из файла результатов нечеткого вывода представлен на рис. 6.

В качестве среды разработки была применена Geany с компилятором GCC. Выбор этой среды был обусловлен наличием необходимых библиотек и компонентов.

Для более простой и понятной работы оператора с предлагаемым программным решением, а также повышения степени автоматизации с САМ существует необходимость формирования управляющих программ на основе визуальных 2D или 3D моделей как станка, так и пневмопривода подачи на основе нечеткого вывода.

Результаты экспериментов

Апробация предлагаемого программного решения проводилась на основе открытого кода системы FreeCAM с использованием

внутренних постпроцессоров. Данная система позволяет подготовить управляющую программу для системы числового программного управления EMC2, которая запускается под операционными системами семейства Linux. Поэтому данная разработка легко запускается на недорогом персональном компьютере. Также возможна интеграция с ядрами коммерческих САМ систем.

Аппаратная часть включала пневматические приводы робота МП-9С и фрезерно-расточной станок Naas. Результаты работы полностью удовлетворяют требованиям по точности установки обрабатываемых изделий.

Выводы

Предлагаемое решение системы управления пневмоприводом подачи и слежения позволяет на основе использования программных средств нечеткой логики и XML-процессора встраивать в систему числового программного управления фрезерно-расточного станка программные модули рабо-

ты пневмопривода для обеспечения технологических операций погрузки и выгрузки заготовок и деталей, а также возможность процесса слежения для такого типа металлообрабатывающего станка.

Список литературы

1. Быков А.В., Силин В.В., Семенников В.В., Феоктистов В.Ю. ADEM CAD/CAM/TDM. Черчение, моделирование, механообработка. – СПб.: БХВ-Петербург, 2003. – 320 с.
2. Исаев Г.Н. Проектирование информационных систем: учеб. пособие. – М.: Издательство «Омега-Л», 2013. – 424 с.: ил., табл. – (Высшее техническое образование).
3. Кунву Ли. Основы САПР (CAD/CAM/CAE). – СПб.: Питер, 2004. – 560 с.
4. Ловыгин А., Васильев А., Кривцов С. Современный станок с ЧПУ и САД/САМ система. – СПб.: Эльф ИПР, 2006. – 286 с.
5. Троицкий Я.Н., Шинкоренко Е.В., Каплин В.И., Гуцин А.В. Система автоматизированного проектирования управляющих программ для станков с ЧПУ. Техтран. Версия 4.4: Фрезерная обработка: учеб. пособие. – Новосибирск: НГТУ, 2005. – С. 32.
6. Хазиев Э.Л., Хазиев М.Л. Система управления пневматическим роботом на основе нечеткой логики // Современные наукоемкие технологии. – 2016. – № 3–1. – С. 74–78.