

МАТЕМАТИЧНЕ ТА КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

MATHEMATICAL AND COMPUTER MODELLING

УДК 681.5.015

Агибалов А. П.¹, Поляков М. А.²¹Магистрант Запорожского национального технического университета²Канд. техн. наук, доцент Запорожского национального технического университета

ТРАНСЛЯТОР ПАРАМЕТРОВ МОДЕЛИ КОНЕЧНОГО АВТОМАТА ИЗ СРЕДЫ MATLAB В ПРИЛОЖЕНИЕ ЧЕЛОВЕКО-МАШИННОГО ИНТЕРФЕЙСА

Предложена технология и средства автоматического переноса параметров модели конечного автомата из приложения Matlab в приложение человеко-машинного интерфейса. Рассмотрен пример применения технологии к модели электрического аппарата.

Ключевые слова: stateflow, конечный автомат, DDE-диалог, человеко-машинный интерфейс, тег.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время приложения, созданные с помощью программных средств человеко-машинного интерфейса (HMI, англ. – Human Machine Interface), являются неотъемлемой частью SCADA-систем и контроллерных систем управления техническими объектами и процессами [1, 2]. В среде этих приложений выполняется часть логики пользователя, которая формализуется с помощью конечных автоматов [3, 4].

В ряде случаев, в процессе проектирования этих автоматов, прибегают к их моделированию в среде универсальных пакетов моделирования, например приложения Simulink пакета MATLAB [5]. Библиотека Stateflow этого пакета позволяет графически интерпретировать конечный автомат проектируемой системы управления как событийно-управляемую модель.

В существующей технологии проектирования операция переноса результатов моделирования логики управления пользователя в приложение HMI выполняется вручную, является трудоемкой, требующей высокой квалификации исполнителя.

Целью данной работы является сокращение трудоемкости проектирования приложений HMI путем созда-

ния технологии и средств автоматического переноса параметров модели конечного автомата из приложения Matlab в приложение HMI.

ТЕХНОЛОГИЯ И СРЕДСТВА ПЕРЕНОСА

Предлагаемая технология автоматического переноса параметров модели включает анализ файла модели Simulink и создание матричных эквивалентов элементов модели; инициацию DDE-диалога между приложениями Matlab и HMI; перенос созданных матричных эквивалентов в приложение HMI. Для реализации этой технологии созданы скрипты и функции Matlab, а также VBA-модули, встроенные в проект приложения HMI. Совокупность разработанных средств будем называть транслятором параметров модели конечного автомата из среды MATLAB в приложение человеко-машинного интерфейса, далее – транслятор. Транслятор предназначен для приложений HMI, созданных с помощью программного пакета RSVIEW32 компании Rockwell Automation (США) [2], но предлагаемая технология трансляции может быть использована при разработке трансляторов в другие пакеты HMI.

Программная структура транслятора представлена на рис. 1. Ядро транслятора – скрипт *analysis.m*. В процес-

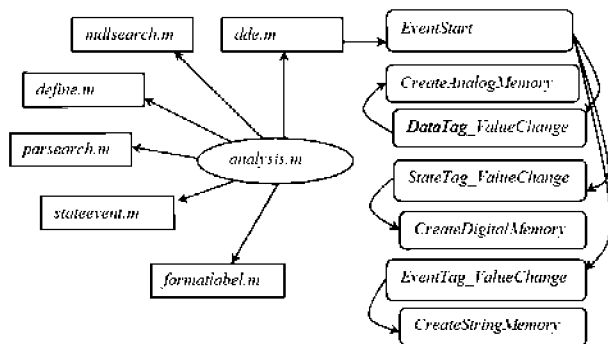


Рис. 1. Программная структура транслятора

се его выполнения вводится имя анализируемой Simulink-модели и имя проекта RSVIEW32, выбранного для генерации параметров модели, вызываются функции и скрипты для осуществления процесса трансляции.

Скрипт *mdlsearch.m* предназначен для поиска координат описания элементов модели. Скрипт *define.m* создан для формирования массивов элементов модели. Скрипт *parsearch.m* служит для поиска вышеуказанных параметров в сформированных массивах. Скрипт *stateevent.m* создан для анализа меток состояний. Скрипт *formatlabel.m* отвечает за форматирование анализируемых данных для использования в SCADA-проекте. Скрипт *dde.m* инициализирует DDE-диалог с программой RSVIEW32 и посылает данные в проект; при этом VBA-модуль *EventStart* осуществляет процесс генерации тегов проекта при помощи пар модулей *DataTag_ValueChange*, *CreateAnalogMemory* и *StateTag_ValueChange*, *CreateDigitalMemory*. Скрипт *ddeexcel.m* служит для переноса результатов анализа в таблицу MS Excel для наглядного отображения структуры всей модели Simulink.

В результате работы программы создается база данных тегов SCADA-проекта, наиболее точно отвечающая параметрам элементов Simulink-модели.

ПРИМЕНЕНИЕ ТРАНСЛЯТОРА ДЛЯ ОБРАБОТКИ МОДЕЛИ

Рассмотрим использование транслятора на примере моделирования повторно-кратковременного режима работы электрического аппарата, при котором температура его частей за время нагрузки не достигает установившегося значения, а за время паузы не достигает температуры холодного состояния [6].

Ставится задача трансляции модели электрического аппарата из приложения моделирования в приложение мониторинга RSVIEW32.

Simulink-модель электрического аппарата изображена на рис. 2. Параметрами модели являются время нагрузки tw и паузы tp , постоянные времени нагрева и охлаждения tay и $tay1$ соответственно, температура окружающей среды T и граничная температура нагрева аппарата T_1 . В примере приняты следующие значения констант: $tw = 1$ с, $tp = 2$ с, $tay = 7$ с, $tay1 = 15$ с, $T = 20$ град., $T_1 = 120$ град. Наблюдаемыми величинами являются мгновенная температура нагрева аппарата Th и режим его работы $mode$.

Блок Stateflow Chart реализует функцию конечного автомата. Диаграмма его состояний и переходов изображена на рис. 3.

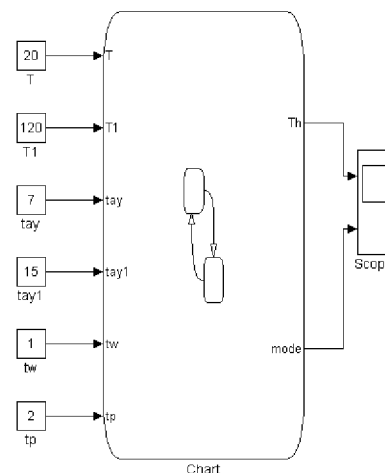


Рис. 2. Simulink-модель электрического аппарата

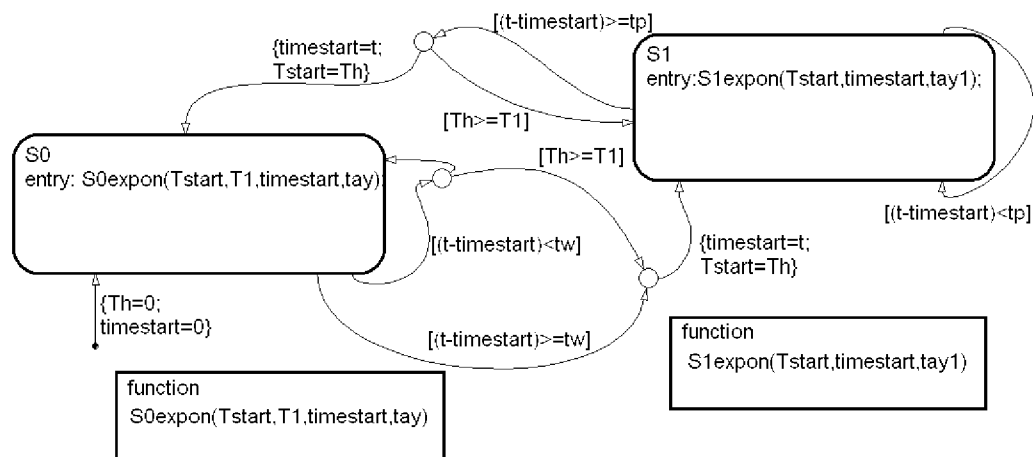


Рис. 3. Диаграмма состояний автомата и переходов блока Stateflow Chart

Автомат находится в одном из двух состояний: *S0* (под нагрузкой) и *S1* (без нагрузки). Каждое состояние характеризуется действием при входе в него (*entry:*), а именно – изменением температуры частей аппарата в зависимости от времени симуляции.

Действие при входе описывается графическими функциями *S0expon* и *S1expon*. Входными переменными функций являются константы модели.

Состояния модели связаны системой переходов, описываемых условиями и действиями, а также соединительных узлов для упрощения диаграммы Stateflow (рис. 3). В процессе симулирования температура аппарата образует экспоненциально нарастающий и спадающий процесс.

Результатами работы транслятора являются:

- 1) матричные эквиваленты элементов модели в рабочей области Matlab (рис. 4);
- 2) база данных тегов в HMI-проекте (рис. 5);
- 3) таблица на листе Excel с параметрами модели автомата (рис. 6).

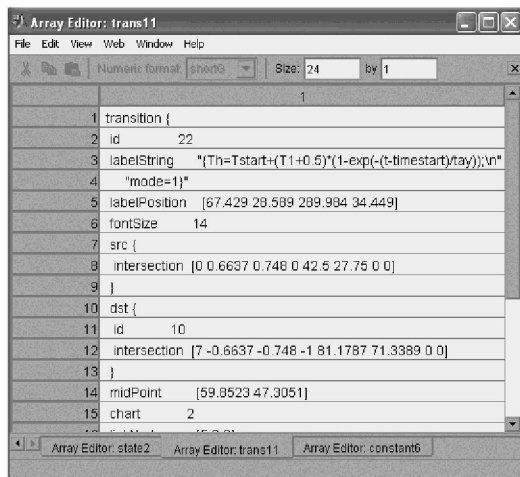


Рис. 4. Массив, отвечающий переходу диаграммы

?	Tag Name	Value	State	Description
1	Y transition1	[t-timestart]<tw	valid	Event description
2	Y transition2	{timestart=tTstart=Th}	valid	Event description
3	Y transition3	{timestart=tTstart=Th}	valid	Event description
4	Y transition4	[t-timestart]<tp	valid	Event description
5	Y transition5	[Th=0:timestart=0]	valid	Event description
6	Y tay	7	valid	Input data
7	Y tay1	15	valid	Input data
8	Y T1	21	valid	Input data
9	Y T	20	valid	Input data
10	Y S0	On	valid	State tag

Рис. 5. Монитор тегов RSView32

	A	B	C	D	E	F	G
1		State					
2	label	S0	S1	S0expon_	S1expon_	Tstart.timestart	tay1_
3	id		3	4	5	6	
4	entry:	S0expon(Tstart	S1expon(Tstart.timestart.tay1).				
5	during:						
6	exit:						
7	on_event:						
8							
9							
10	id		12	13	14	15	16
11	Condition	t-timestart	<tw		t-timestart	<tp	t-timestar
12	Action		timestart=tTstart=tTstart=Th		Tstart=Th	Th=0:timestart=0	
13	Source		3	8	7	4	SIMULINK
14	Destination		9	4	3	4	3

Рис. 6. Отчет по трансляции на листе Excel

ВЫВОДЫ

Для создания HMI-проектов с клиент-серверной или распределенной архитектурой используются SCADA-системы. Логика пользователя приложений HMI формализуется в виде конечного автомата и может быть смоделирована в программе Simulink пакета Matlab. Основными элементами модели являются входные и выходные параметры, состояния автомата и переходы между ними.

Разработанный транслятор параметров модели является комплексом программ, выполняемых в среде Matlab и VBA-надстройке RSView32. Трансляция основана на механизме DDE. Трансляции подвергаются:

- 1) параметры состояний: название, id-номер, действия при входе, выходе, во время активности состояния и при совершении установленного события;
- 2) параметры переходов: id-номер, условие совершения, параллельное действие, начальная и конечная точка;
- 3) входные и выходные данные: id-номер, имя переменной, тип данных, тип переменной, величина.

Автоматическое отображение результатов анализа модели на листе Excel упрощает восприятие сложных систем. Разработанный инструмент удачно прошел тестирование на demo-примерах приложения Simulink, в частности, на модели нагревателя, инфракрасной системы наведения ракеты, системы подачи топлива в автомобиле. В то же время предложенная технология имеет ограниченную функциональность, поскольку не генерирует автоматически события проекта RSView32, не создает дисплеи и сигналы тревоги для мониторинга контролируемых величин, и потому имеет перспективу улучшения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Олсон, Г. Цифровые системы автоматизации и управления / Г. Олсон, Д. Пиани. – С. Пб.: Невский Диалект, 2001. – 557 с.: ил.
2. RSView32: руководство пользователя [Электронный ресурс] / Rockwell Software Inc. – Электрон. дан. – М., [2000]. – Режим доступа: www.eskovostok.ru/_docs/9399-2se32ug-ru.pdf, вільний. – Загл. с экрана.
3. Поляков, М. А. Теоретико-множественная модель интегрированной контроллерной системы управления / М. А. Поляков // Системні технології. – 2009. – № 4. – С. 131–137.
4. Поляков, М. А. Логическое управление объектами электрических систем в среде приложения человеко-машинного интерфейса / М. А. Поляков // Наукові праці Донецького національного технічного університету. – 2009. – № 9(158). – С. 197–201.
5. Дзбни, Д. Simulink 4. Секреты мастерства / Д. Дзбни, Т. Харман. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2003. – 404 с.
6. Электрические и электронные аппараты: учебник для вузов / под ред. Ю. К. Розанова. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Информэлектро, 2001. – 420 с.: ил.

Статья надійшла до редакції 16.12.2010.

Після доробки 01.02.2011.

Агібалов О. П., Поляков М. О.

ТРАНСЛЯТОР ПАРАМЕТРІВ МОДЕЛІ КІНЦЕВОГО
АВТОМАТА ІЗ СЕРЕДОВИЩА MATLAB У ДОДАТОК
ЛЮДИНО-МАШИННОГО ІНТЕРФЕЙСУ

Запропоновано технологію та засоби автоматичного переносу параметрів моделі кінцевого автомату з додатку Matlab до додатку людино-машинного інтерфейсу. Розглянуто приклад застосування технології до моделі електричного апарата.

Ключові слова: stateflow, кінцевий автомат, DDE-діалог, людино-машинний інтерфейс, тег.

Agibalov A. P., Polyakov M. A.

TRANSLATOR OF FINITE STATE MACHINE MODEL
PARAMETERS FROM MATLAB ENVIRONMENT INTO
HUMAN-MACHINE INTERFACE APPLICATION

Technology and means for automatic translation of FSM model parameters from Matlab application to human-machine interface application is proposed. The example of technology application to the electric apparatus model is described.

Key words: stateflow, finite-state machine, DDE-dialog, human-machine interface, tag.