

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ELPSE SOFTWARE ВО ВСТРАИВАЕМЫХ СИСТЕМАХ

А.Л. Пинаев (ЗАО "НПП "Родник")

Представлены возможности и особенности SCADA-систем Elipse SCADA и Elipse E3. Показаны возможности их использования со встраиваемыми ОС. Рассмотрены три основные схемы использования Elipse SCADA CE в составе классической АСУТП.

Ключевые слова: АСУТП, встраиваемые системы, ОС, SCADA, КПК, Web-сервисы, беспроводная связь.

По определению из Internet-энциклопедии Википедии: "Встраиваемая, встроенная система (embedded system) — это специализированная компьютерная система, в которой компьютер обычно встроен в устройство, которым он управляет" (<http://ru.wikipedia.org/wiki/Embedded>). В этой формулировке "за кадром" остается тот факт, что помимо собственно компьютера во встраиваемой системе имеется и "вторая сторона медали" — ПО. Более того, программная компонента встраиваемой системы представляется даже более важной, так как именно от нее зависят выполняемые функции, аппаратная же часть есть не более чем средство для отработки ПО.

Концепция COTS во встраиваемых системах

В настоящее время бурное развитие электронной индустрии привело к тому, что серийно выпускается и доступен для заказа очень широкий спектр самых разнообразных продуктов для построения встраиваемых систем — как полностью законченных устройств, так и компонентов для самостоятельной интеграции (модели для сборки). Заказная разработка "железной" (аппаратной) части, имевшая место на начальной стадии развития встраиваемых систем, практически стала неактуальной. Напротив, насыщение рынка разнообразными предложениями (вкпе с естественными процессами унификации и стандартизации) привели к доминированию концепции COTS (Commercial-Off-The-Shelf, "системы с полки" — кажется, наиболее точный перевод). Смысл этого термина — применение готовых, серийно выпускающихся изделий и узлов универсального назначения для решения конкретных или специализированных задач. Иными словами, для практически любого проектируемого встраиваемого приложения не составит труда подобрать из числа серийно выпускающихся изделий или сразу готовое аппаратное решение, или узлы и компоненты, которые достаточно только соединить между собой кабелями — также стандартными и доступными для заказа.

Однако в области ПО положение обстоит несколько иным образом, не настолько радужно. Если ОС в какой-то мере еще может рассматриваться так же, как "готовый продукт" (хотя, если она не предустановлена, то определение ее как "готовой к использованию" как минимум вызывает вопросы), то ПО, специфичное для решаемой задачи (функционально-зависимое), наверняка придется разрабатывать заново. Причем из всего многообразия наработанных для "обычных" ПК программных средств далеко не все портированы в среду встраиваемых ОС. Поэтому подтвержденная возможность использования

того или иного готового программного средства в среде встраиваемых ОС — это обычно очень хорошая новость.

На практике, лучше предполагать, что разработку прикладного ПО придется выполнять самостоятельно, причем "с чистого листа". Без преувеличения, возможность как-то автоматизировать этот процесс всегда дорогого стоит.

SCADA-системы Elipse для применения в задачах "типа АСУТП"

С учетом сказанного может представлять интерес опыт применения SCADA-систем компании Elipse Software — Elipse SCADA и Elipse E3 — на соответствующих аппаратных платформах встраиваемых приложений и под управлением ОС Windows XP Embedded и Windows Mobile (ранее — Windows CE).

Спектр решаемых SCADA-системой задач определен ее ролью в системах управления и реализован практически во всех SCADA-пакетах:

- сбор информации о контролируемых технологических параметрах;
- хранение собранной информации при необходимости анализа изменения во времени;
- обработка информации с целью формирования комплексных критериев оценки протекания процесса;
- отображение протекания процесса в удобной для оператора форме, в том числе оповещение обслуживающего персонала о возникновении аварийных ситуаций и состоянии программно-аппаратных средств системы;
- передача воздействий оператора на ход ТП;
- регистрация событий, связанных с ходом процесса и воздействиями оператора;
- формирование отчетной документации о ходе ТП;
- непосредственное автоматическое управление процессом на основе известных алгоритмов.

Elipse SCADA, разработанная компанией Elipse Software (Бразилия), в самых первых своих версиях появилась на рынке в далеком 1991 г. (а первая версия для Windows — в 1995 г.). За прошедшее время система собрала богатый опыт внедрений и эксплуатации в различных вертикальных приложениях, при этом устранены ранее имевшие место "шероховатости" — она великолепно отлажена и очень надежна. В контексте рассмотрения немаловажно то, что она (в режиме исполнения) весьма нетребовательна к ресурсам аппаратной платформы. В то же время Elipse SCADA характеризуется следующими основными возможностями:

- может содержать до 32000 тэгов, существуют облегченные версии на 75 и 300 тэгов;

- рассчитана на работу в сети TCP/IP;
 - поддержка DDE и ODBC, что позволяет осуществлять обмен информацией с БД Access, FoxPro, DBASE, Paradox, электронными таблицами Excel и др.;
 - связь с аппаратурой сбора данных обеспечивается с помощью драйверов устройств. Имеется 300 готовых драйверов для широкого спектра устройств, наиболее распространенных на мировом рынке. С помощью комплекта DDK (Driver Development Kit) можно самостоятельно разрабатывать драйверы, если готовых нет. (Отметим, что Elipse SCADA "понимает" только свои собственные драйвера);
 - механизм формирования отчетов позволяет распечатывать текущие данные из журналов регистрации истории процессов, аварийных сигналов, а также исполняемые файлы в трех различных видах отчетного документа по выбору пользователя: текстовом, графическом или форматированном. С помощью технологии DDE можно создавать отчеты в других приложениях, например, Microsoft Excel;
 - механизм обработки тревог для каждого аварийного сигнала позволяет задавать до 999 уровней приоритета и четыре предельных диапазона: HH (очень высокий), H (высокий), L (низкий) и LL (очень низкий);
 - сценарий представляет собой заданный набор величин, хранящийся в файле, который можно загрузить в группу тэгов, чтобы запустить определенный процесс;
 - скрипты (пользовательские модули) представляют собой модули языка Elipse Basic, схожего с обычным Visual Basic, и используются для обработки того или иного события, если стандартных возможностей системы недостаточно. Возможно создание скриптов для приложения в целом или отдельных его элементов;
 - журнал регистрации истории процессов позволяет сохранять данные о процессе для дальнейшего анализа. Можно создавать любое число файлов данных истории с любым числом переменных. Возможен импорт файлов данных истории в такие БД, как Access, FoxPro, Paradox, DBASE и др.;
 - графический интерфейс прост в использовании и интуитивно понятен, что облегчает разработку приложений. Он графически отображает параметры контролируемого процесса в удобном для пользователя виде, что позволяет легко и быстро ориентироваться в происходящем. Используются отображаемые на экране объекты: меню, графики, табло, шкалы и т.п. Кроме того, пользуясь экранными средствами управления (регуляторами, кнопками, переключателями и др.) можно передавать/принимать информацию на/с аппаратуру сбора данных;
 - объект OPCServer — это внутреннее представление OPC DA (Data Access) сервера в Elipse SCADA, который обеспечивает прием/передачу данных (тэгов) в режиме реального времени.
- Elipse E3 — это объектно-ориентированная SCADA-система следующего поколения. Она выпущена на рынок в 2001 г. Если Elipse SCADA в основном предназначена для "локальных" приложений с ограниченным объемом обрабатываемых данных и

одним рабочим местом оператора, то Elipse E3 гораздо более удобна в приложениях с большим числом обрабатываемых данных и несколькими рабочими местами оператора, а теперь — и с несколькими серверами данных. Она также предъявляет к аппаратной платформе достаточно скромные требования, хотя конечно и не настолько ограниченные, как у Elipse SCADA. Предлагая удобные средства для каждого типа приложений, Elipse E3 прекрасно удовлетворяет требования стандартов по разработке приложений контроля и управления в различных областях промышленности и хозяйственной деятельности.

По сравнению с Elipse SCADA в системе Elipse E3 реализованы следующие важные усовершенствования:

- число тэгов увеличено до 1 млн., облегченные версии существуют для 100, 300, 1500 и 5000 (с версии 3 — также 10 тыс. и 20 тыс.) тэгов;
- введена многоязыковая поддержка;
- введена концепция Application Domain. Домен формируется из одного или группы приложений, которые могут использовать совместные ресурсы. Можно динамически редактировать, добавлять и удалять приложения из одного домена, не нарушая работы других приложений, то есть вносить изменения в приложения, добавлять новые функции или удалять ненужные буквально "на ходу", во время работы;
- сервер БД отвечает за хранение и управление данными для Историй (History), Тревог (Alarms), Формул (Formulas) и Рецептов (Recipes). Допускается работа с БД MDB (Access), Oracle и Microsoft SQL Server;
- расширен и дополнен инструментарий для создания отчетов, которые можно вывести на печать или в файлы форматов PDF или HTML;
- расширена и дополнена библиотека графических символов, теперь она содержит более 4000 векторных символов для создания "рабочего стола";
- в приложение или библиотеку можно интегрировать любые объекты ActiveX;
- введено понятие горячего резервирования (Hot-Standby): поддерживаются дублирующие устройства, активизирующихся в случае отказа первичных серверов;
- реализована совместимость с технологией OPC Server и Client.

Отметим, что, начиная с версии 3.0 Elipse E3, появилась возможность доступа с одного операторского места к данным всех серверов данных в рамках одной сети (в предыдущих версиях был возможен доступ только к данным одного сервера, на котором зарегистрировано данное клиентское место). Это открывает дополнительные возможности в построении распределенных систем обработки данных, содержащих множество серверов, которые в этом случае могут быть максимально приближены к источникам обрабатываемой информации; такие возможности часто требуются, например, в приложениях для энергетики.

С точки зрения архитектуры как Elipse SCADA, так и Elipse E3 состоят из двух основных частей: среды разра-

ботки и среды исполнения. В среде разработки проектируются приложения – программы, описывающие логику функционирования и алгоритмы работы для конкретных задач. Затем эти приложения работают в среде исполнения, которая, с одной стороны, берет на себя исполнение многих рутинных операций, а с другой – обеспечивает обмен данными с внешними устройствами. (Понятно, что, говоря о работе под управлением встраиваемой ОС, мы имеем в виду практически исключительно функционирование среды исполнения.)

Использование SCADA-систем Eclipse SCADA и Eclipse E3 во встраиваемых ОС

1) Встраивание Eclipse SCADA и Eclipse E3 в сборку Windows XP Embedded¹. После выполнения необходимых действий на встраиваемом компьютере формируется готовая к работе ОС Windows XP Embedded с уже инсталлированной SCADA-системой. Деинсталляция SCADA при этом невозможна, но в этом и нет необходимости. Остается только перенести (переписать) файл с приложением, и можно запускать его на исполнение.

Отметим, что при использовании этой методики никаких ограничений на используемые средства (ни для приложения, ни для среды исполнения) теоретически не накладывается. В сборку включаются полные, никак не лимитированные версии Eclipse. Поэтому вся ответственность за корректность использования возможностей SCADA-системы ложится на разработчика приложения. Например, в состав приложения можно включить драйвер для любого устройства ввода информации, в том числе выполненного в виде дополнительной платы, устанавливаемой в слот. SCADA-система никак не отреагирует на такое явно абсурдное действие, и соответствующая аварийная ситуация (так как во встраиваемой системе нет такого адаптера, да и слота, куда его нужно установить) возникнет только во время работы приложения.

2) Использование специальной версии Eclipse SCADA CE для Microsoft Windows CE.

Платформа Microsoft Windows CE предназначена для достижения высокой производительности для малогабаритных компьютеров, имеющих ограничения по объему оперативной памяти и мощности процессора, компьютеров без жесткого диска и других встраиваемых и мобильных устройств. В последнее время с учетом достигнутых успехов в миниатюризации вычислительной техники и в развитии новых коммуникационных технологий эта платформа привлекает к себе все большее внимание разработчиков вычислительных устройств, которые начинают применять ее и в приложениях промышленной автоматизации.

Следуя этой тенденции, компания Elipse Software выпустила в свет Eclipse SCADA CE – надежное, высокоэффективное ПО для исполнения задач промышленной автоматизации. Eclipse SCADA CE – это версия ПО времени выполнения Eclipse SCADA Runtime для работы под управлением операционной системы Microsoft

Windows CE. Eclipse SCADA CE дает возможность исполнять приложения, разработанные в среде Eclipse SCADA, на устройствах, работающих под управлением ОС Microsoft Windows CE, таких как карманные компьютеры, коммуникаторы и смартфоны, вычислительные устройства без жесткого диска и других встраиваемых и мобильных вычислительных устройств.

Положительными моментами при использовании Eclipse SCADA CE являются, во-первых, возможность использовать наработки, сделанные в среде Eclipse SCADA (с некоторыми ограничениями) на новых платформах, и во-вторых, возможность тем, у кого уже есть опыт работы с Eclipse SCADA избежать переучивания на новые программные средства (сохраняя, тем самым, инвестиции в обучение персонала).

Eclipse SCADA CE доступна в вариантах для устройств на платформах HPC2000 ARM, HPC2000 x86, HPC2000 MIPS, Pocket ARM и может выполняться под управлением Windows CE 3.0 и более поздних версий, вплоть до версии 5, а также PocketPC. Для заказа доступны версии на 75, 300 и 1500 тэгов.

Приходится отметить, что возможность работать на устройствах с (потенциально) сильно ограниченными ресурсами Eclipse SCADA CE приобрела не без потерь. Некоторые возможности Eclipse SCADA не реализованы в Eclipse SCADA CE, в частности не поддерживаются:

- плагины – дополнительные модули, не входящие в базовую поставку Eclipse SCADA, но доступные для дополнительного заказа и при этом условия работающие с ней совместно: Elipse Watcher, обеспечивающий работу с изображениями в PB (захват, регистрация, передача, запись в банк изображений), и Elipse Web, обеспечивающий связь через Internet с удаленной станцией и получение от нее данных (сгенерированных документов) в масштабе PB;

- DDE (Dynamic data Exchange) – динамический обмен данными с программами, использующими этот режим (Word, Excel и пр.);

- использование файлов AVI (а также некоторые другие возможности, которые принципиально не реализуются на платформе Windows CE);

- визуализация архивных данных и средства статистического анализа отслеживаемого процесса.

Естественно, не поддерживаются режимы и опции в скриптах, связанные с перечисленными ограничениями. Те же ограничения, которые Eclipse SCADA CE выдвигает в некоторых других случаях, естественным образом вытекают из самой природы Windows CE и особенностей аппаратных платформ, на которых функционирует эта операционная система.

Что касается драйверов для связи с "внешним миром" – оборудованием сбора данных и сопряжения с управляющими устройствами, – то на настоящий момент портированы: драйвер для удаленных приложений TCP/IP; ASCII; Modbus Master; Modbus Slave. Работа по портированию других драйверов ведется.

¹ Пинаев А.Л. Установка Elipse SCADA и Elipse E3 в среде Windows XP Embedded //Промышленные АСУ и контроллеры. 2009. № 2.

О реализации описанных возможностей

В классическом понимании объекты автоматизации, как правило, представляются в виде двухуровневой системы:

- нижний уровень (low level) – уровень объекта (контроллерный) – включает различные датчики для сбора информации о ходе ТП, электроприводы и исполнительные механизмы для реализации регулирующих и управляющих воздействий. Датчики поставляют информацию локальным контроллерам – простым или же ПЛК, которые могут собирать и обрабатывать информацию, управлять электроприводами и другими исполнительными механизмами, решать задачи автоматического логического управления и др.;

- верхний уровень (high level) – диспетчерский пункт (ДП) – включает, прежде всего, одну или несколько станций управления, представляющих собой АРМ диспетчера/оператора. Здесь же может быть размещен сервер БД, АРМы для специалистов, печатающие устройства и т.д.

Встраиваемая система (встраиваемый компьютер с комплектом ПО) по своим эксплуатационным характеристикам – в первую очередь весу и габаритам, а также параметрам устойчивости к неблагоприятным внешним воздействиям – ориентирована на то, чтобы занять место на нижнем уровне системы автоматизации вместо контроллера или вместе с ним (ними). При таком использовании важнейшим преимуществом встраиваемой системы является существенно более высокий, чем даже у ПЛК – не говоря уже о контроллерах, реализующих примитивную логику типа "если... то", – уровень "интеллектуальности". Применение компьютера позволяет реализовать существенно более сложные алгоритмы управления, проводить анализ информации, накопленной в БД, и делать прогнозы на будущее, формировать статистические выборки, представлять информацию (как текущую, так и архивную) в удобном для человека графическом виде и делать многие другие операции, недоступные для контроллеров с их ограниченными вычислительными возможностями.

Таким образом, могут рассматриваться три основные схемы использования Elipse SCADA CE.

1) "Локальная" – автономная работа системы без подключения к сетям, связывающим ее с "верхним уровнем", например, обслуживание технологического агрегата средней сложности. В этом приложении возможно реализовать, во-первых, контроль правильности функционирования (подсчет выпускаемой продукции, определение параметров выпускаемой продукции, подсчеты, связанные с выполнением плановых заданий – процент выпуска, процент годных/брака, выдача соответствующих сводок и отчетов и т.п.), и, во-вторых, контроль исправности собственно агрегата (съем параметров с датчиков, измеряющих технологические параметры агрегата, слежение за нахождением соответствующих значений в допустимых пределах, ведение архива, представление в

графическом виде, прогнозирование отказов и т.п.). В зависимости от применяемой ОС выбирается метод "приживления" SCADA-системы.

Для вывода информации в графической форме и обеспечения функций интерфейса с оператором к системе подключается монитор с сенсорным экраном (естественно, программное приложение должно учитывать этот факт).

Подключить к системе датчики и исполнительные механизмы можно либо непосредственно (например, встраиваемые компьютеры семейства BOXER производства тайваньской компании ААЕОН имеют несколько линий дискретного ввода/вывода), либо с использованием широко распространенных аналогово-цифровых преобразователей с последовательным выводом. Кроме того, можно рассмотреть вариант передачи данных через Ethernet – на рынке давно имеются преобразователи Serial-to-Ethernet (для устройств АЦП/ЦАП) от различных производителей (Lantronix, MOXA и др.).

2) "Сетевая" – в этой схеме встраиваемая система (системы), используемая вместо контроллеров или вместе с ними, объединяются сетью с вычислительными средствами "верхнего уровня". При этом относительно встраиваемой системы справедливо все, сказанное выше; касательно же верхнего уровня следует отметить, что в отличие от контроллеров, работающих с данными времени исполнения, компьютер с установленной на нем SCADA-системой может проводить более глубокую обработку информации, поступающей от датчиков, в частности, и с использованием уже накопленных (архивных) данных, и формировать – в пределах решаемых задач – управляющие команды для исполнительных механизмов, частично разгружая, тем самым, "верхний уровень". Дополнительным преимуществом при таком подходе является то, что "интеллектуальная составляющая" АСУТП в целом распределяется по сети, и таким образом несколько повышается устойчивость системы управления против дестабилизирующих воздействий. Например, сбой электропитания на "верхнем уровне" в случае полностью централизованной системы нарушает работу всей системы в целом, а в случае частично децентрализованной – встраиваемые компьютеры, расположенные на "нижнем уровне" (в цеховых помещениях), имеют все шансы не быть затронутыми этими воздействиями и нормально продолжить свою работу.

3) "Мобильная". Сказанное в предыдущих двух пунктах относится к случаю, когда встраиваемый компьютер монтируется стационарно. Но есть и другой очень интересный вариант – использование мобильных компьютеров (КПК), которые обладают всеми чертами встраиваемой техники. В этом случае наиболее сложным вопросом является обеспечение контакта "с внешним миром": во-первых, с датчиками и исполнительными механизмами и, во-вторых, со стационарным оборудованием типа, например, принтеров, если такое предусмотрено.

Подобные решения, как правило, проектируются отдельно для каждого случая, тиражироваться могут только какие-то самые общие подходы. Дело в том, что, если предполагается использовать именно КПК, то есть именно носимое устройство, без подключения каких-либо проводных линий (да и куда их подключить? как правило, у КПК предусмотрен всего один разъем, и тот – mini-USB; номенклатура устройств, рассчитанных на подключение к такому разъему, крайне ограничена), то практически единственной возможностью обеспечить связь с другими устройствами является использование беспроводных коммуникаций. А устойчивость связи (по беспроводным каналам), в свою очередь, существенно зависит: на открытой площадке – от рельефа местности и профиля и высоты зданий/сооружений, а в закрытом пространстве (например, заводском цеху) – от конфигурации помещения и наличия и геометрии расположенного там оборудования. В общем случае построение надежно работающей беспроводной сети передачи данных – это очень сложный вопрос (независимо от множества распространенных заблуждений по этому поводу); и платой за недостаточную аккуратность при его решении будет потеря информации (например, при передаче данных от датчика к компьютеру) со всеми вытекающими из этого последствиями.

Одна из возможных схем построения приложения может быть, например, такой: датчик подключается к АЦП, на выходе RS-232/485 которого устанавливается преобразователь типа Serial-to-Wi-Fi (Lantronix, MOXA и др.). Последний поддерживает связь с точкой доступа, которая, в свою очередь, ретранслирует данные на КПК.

Пинаев Александр Львович – зам. генерального директора по промышленной автоматизации, начальник отдела специальных проектов в промышленной автоматизации ЗАО "НПП "Родник". Контактные телефоны: (499) 613-26-88, 613-70-01. E-mail: maestro@rodnik.ru Http://www.rodnik.ru

ЗАЩИЩЕННАЯ ОТ СБОЕВ ФАЙЛОВАЯ СИСТЕМА

П. Лепу (QNX Software Systems)

Представлен новый подход к обеспечению целостности файловой системы во встраиваемых системах критического назначения.

Ключевые слова: файловая система, сбой, восстановление данных, проверка целостности.

Способность хранить большие объемы данных и управлять ими стала критическим требованием для большого числа встраиваемых устройств. Автомобильные информационно-развлекательные системы, системы промышленной автоматизации, медицинские устройства, медиасерверы, портативные музыкальные плееры – во всех этих устройствах используются жесткие диски и другие технологии для хранения больших объемов данных, причем такими способами, которые всего несколько лет тому назад казались еще невозможными.

Во многих случаях требуется, чтобы эти системы были способны непрерывно работать в течение нескольких лет, в том числе с интенсивным выполнением операций чтения и записи. В таких системах не до-

пускаются потери данных или длительные простои из-за необходимости восстановления данных.

Нужно также учитывать, что многие встраиваемые системы эксплуатируются в жестких условиях, например, в автомобилях могут случаться скачки или потери электропитания. Это может вызывать порчу данных, которые хранятся на жестких дисках или других носителях, и приводить к потере критически важной информации. Поэтому файловая система, управляющая данными на устройстве хранения, должна не только обеспечивать высокую производительность чтения и записи, но и предотвращать порчу данных из-за сбоев электропитания. Кроме того, система не должна требовать длительных проверок целостности после таких сбоев, поскольку в боль-

При этом радиус зоны покрытия для "обычных" (широко распространенных) точек доступа, если нет препятствий искусственного характера, около 100...110 метров; в пределах именно этой зоны и может перемещаться КПК.

Другая возможная схема – это использовать наряду или помимо встраиваемых (стационарных и мобильных) компьютеров обычный (промышленный или даже офисный) стационарный компьютер, на который возложены задачи сопряжения с внешними устройствами. Этот компьютер подключается к точке доступа, через которую он транслирует данные на мобильные КПК (по Wi-Fi), которые в этом случае играют роль терминалов доступа к данным. Важно, что в целях совместимости по данным и протоколам на стационарном компьютере должна работать Eclipse SCADA, а на мобильных – Eclipse SCADA CE.

Наконец, если на этом (обычном) компьютере работает SCADA со средствами Web-публикации, то КПК можно использовать просто как "носитель для Internet-браузера". Функционально (с точки зрения АСУТП) такое решение максимально ограничено, поскольку, как правило, позволяет только просматривать выложенные в Internet данные, но зато за счет перехода от среды Wi-Fi в среду GPRS/EDGE оно позволяет снять ограничения на удаленность мобильного компьютера от стационарного.

Официальным эксклюзивным дистрибутором компании Elipse Software в России является ЗАО "НПП "Родник", на сайте которого (www.rodnik.ru) доступны для скачивания демонстрационные версии упомянутых программных продуктов для различных платформ КПК.