

К ВОПРОСУ ОБ ИНТЕГРАЦИИ ТЕХНОЛОГИЙ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ ЗАДАЧИ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ СХЕМЫ СЕКЦИОНИРОВАНИЯ КОНТАКТНОЙ СЕТИ В АРМЕ УЧАСТКОВОГО ЭНЕРГОДИСПЕТЧЕРА

Представил д.т.н., профессор Гетьман Г.К.

Введение

В настоящее время на сети железных дорог Украины широко распространены и находятся в эксплуатации «АРМы участкового энергодиспетчера», в которых практически не автоматизирован процесс принятия решений в нештатных, вынужденных и аварийных режимах системы тягового электроснабжения. Однако именно в этих режимах в условиях дефицита времени, энергодиспетчеру особенно важно принимать правильное, близкое к оптимальному решение, которое позволит минимизировать возникшие задержки в движении поездов.

Автоматизация процесса принятия решений энергодиспетчером в условиях возрастающих в настоящее время скоростей движения поездов и требований к оперативности и надежности энергодиспетчерского управления является актуальной задачей.

Анализ процесса оперативного управления в [1] показывает, что поставленная задача может быть эффективно решена путем интеграции АРМа энергодиспетчера с технологией и системами искусственного интеллекта и создания в конечном итоге интеллектуального АРМа участкового энергодиспетчера. Значительная роль в эффективности использования всех возможностей существующего АРМа энергодиспетчера и методов и систем искусственного интеллекта играет выбор способа интеграции в зависимости от применяемых технологий искусственного интеллекта и решаемых ими задач.

В настоящей работе рассматривается выбор способа интеграции компонентов экспертной системы для решения задачи текущего контроля состояния схемы секционирования контактной сети тягового электроснабжения изложенной в [2] и АРМа участкового энергодиспетчера информационно-управляющей системы ДИУС «ИРА» (разработчик ЧНПФ «ВИНК» г. Днепропетровск).

Рассматриваемая предметная область АРМа энергодиспетчера

АРМ энергодиспетчера визуализирует в полном объеме утвержденную схему секционирования контактной сети, отображая положение коммутационных аппаратов с телемеханическим и ручным управлением в реальном времени. Контактная сеть одного энергодиспетчерского круга может содержать сотни коммутационных аппаратов и электрических секций. Например, схема секционирования контактной сети Верховцевского круга Криворожской дистанции электроснабжения Приднепровской ж.д. содержит 528 коммутационных аппаратов, при этом вся контактная сеть состоит из 428 электрических секций.

После получения всей телесигнализации с контролируемых пунктов и считывания базы данных положения ручных объектов, АРМ энергодиспетчер содержит полную информацию о состоянии коммутационных аппаратов. Состояние коммутационных аппаратов в совокупности с их функциональным назначением представляет собой информационное поле, для анализа которого с целью принятия решения, необходимы соответствующие знания. Задачи такого класса могут быть эффективно решены с помощью методов экспертных систем. Используемые методы, инструментальные средства, разработанные компоненты экспертной системы и ее прототип в [2] позволили решить поставленную задачу в реальном времени.

Требование к принципу интеграции

Анализ процесса оперативного управления в [1] показал, что специфика энергодиспетчерского управления, функций телеуправления и телеконтроля на железнодорожном транспорте определяют следующие основные требования к принципу интеграции АРМа энергодиспетчера с компонентами экспертной системы:

– работа в реальном времени. Система должна успевать обрабатывать поступающую

телесигнализацию и визуализировать состояние схемы контактной сети. Система должна дать ответ на запрос пользователя за время не более одной секунды;

– преемственность. Принципы работы с АРМом энергодиспетчера не должны существенно измениться. Энергодиспетчер не должен чувствовать дискомфорт в работе АРМа после интеграции с компонентами экспертной системы, все функции должны сохраниться, а новые возможности должны быть представлены как расширение;

– простота интеграции. Интеграция АРМа ЭЧЦ с компонентами экспертной системы не должна требовать пересмотра всей архитектуры АРМа и больших затрат времени;

– низкая информационная нагрузка на энергодиспетчера. Энергодиспетчер не должен воспринимать экспертную систему как еще одну программу, которую нужно изучать и понимать принципы ее работы. Работа экспертной системы должна оставаться «за кадром», а реализуемые ею функции должны быть представлены как новые функции АРМа ЭЧЦ;

– экспертная система должна иметь минимальный диалог с энергодиспетчером.

Рассмотрение возможных принципов интеграции и проведения сравнительного анализа

В качестве инструмента для разработки компонентов экспертной системы был выбран CLIPS (C Language Integrated Production System).

Язык CLIPS разрабатывался с высокими требованиями к быстродействию и простой интеграцией. Язык разработан с использованием языка С, является свободно распространяемым и поставляется с исходными текстами. Компоненты CLIPS можно интегрировать с существующими системами несколькими путями:

- путем объединения исходных текстов, если объединяемые программы написаны на языке С;

- путем использования скомпилированных модулей в виде объектных файлов;

- путем использования динамически подключаемой библиотеки.

Применение первых двух способов позволяет получить доступ к низкоуровневым функциям CLIPS, иметь максимальное быстродействие и гибкость.

Применение динамически подключаемой библиотеки лишает возможности использовать все средства CLIPS, ограничивает быстродействие, но существенно упрощает интеграцию и переход на новые версии CLIPS. Программисту не требуется знать особенности реализации функций, он использует только верхний, прикладной уровень языка.

Поскольку АРМ ЭЧЦ написан с использованием IDE Delphi, то объединение исходных текстов исключается.

Была предпринята попытка присоединения объектных файлов, но компилятор находил ошибки, требовалось разбираться во внутренней структуре компонентов CLIPS, что занимает много времени. Поскольку интеграция модулей, имеющих различные способы передачи параметров в функции может приводить к возникновению различных ошибок. На обнаружение ошибок требуется также много времени, поэтому решено было отказаться от использования скомпилированных объектных файлов.

Описание способа стыковки

Для интеграции был выбран способ, использующий библиотеку CLIPSWin32.dll. АРМ Энергодиспетчера передает факты в экспертную систему, вызывая функции библиотеки.

Функции предоставляемые библиотекой представлены в табл. 1.

Таблица 1

Функции, предоставляемые библиотекой CLIPSWin32.dll

Функция	Назначение
CreateEnvironment	Создает окружение экспертной системы и инициализирует ее.
DestroyEnvironment	Освобождает память, занятую экспертной системой.
Eval	Выполняет выражение на языке CLIPS
Load	Загрузка базы знаний
Run	Запуск

Из функций, предоставляемых библиотекой следует отметить функцию eval. Эта функция позволяет выполнить любую команду языка CLIPS. Поэтому, после инициализации оболоч-

ки CLIPS все взаимодействие с экспертной системой будет осуществляться с помощью функции Eval. Такой подход был выбран не случайно. Одним из требований при разработке

CLIPS было простая интеграция с внешними системами. Такой подход избавляет программиста от необходимости знать внутреннюю организацию CLIPS на уровне его функций и структур данных. Это особенно важно для тех, кто использует другие языки программирования, чем С. Взаимодействие с экспертной системой будет состоять из следующих этапов:

1. Загрузка библиотеки CLIPSWin32.dll.
2. Инициализация окружения CLIPS (CreateEnvironment).
3. Загрузка базы знаний (Load).
4. Загрузка фактов.
5. Непосредственная работа с экспертной системой: запуск машины логического вывода (Run), выполнение команд и функций CLIPS через вызов библиотечной функции Eval.
6. Освобождение памяти после завершения работы с экспертной системой (DestroyEnvironment).

Обмен данными

Работа экспертной системы всегда начинается с загрузки фактов. В CLIPS имеется два способа загрузки фактов:

- загрузка из файла. Сначала подготавливаются факты в формате языка CLIPS, сохраняются в файл на диск, затем дается команда загрузить факты из файла. Достоинства данного способа: простота. Недостаток: использование файловой системы на внешнем носителе может активизировать работу антивируса и различных файловых мониторов.

- выполнение команды assert. Каждый подготовленный факт форматируется для использования командой assert. Затем выполняется команда. Достоинство – передача фактов без использования файловой системы. Недостаток: дополнительные вычислительные расходы при форматировании фактов.

На прототипе экспертной системы были проверены оба способа. В экспертную систему передавались две порции фактов: состояние коммутационных аппаратов (537 фактов – 36986 байт) и данные по секциям (432 факта – 18537 байт).

Первый способ загрузки фактов занял 21 мс, а второй 24 мс. Разница времени незначительна, но так как работа с файловой системой непредсказуема из-за возможной работы в среде

операционной системы различных служб, то желательно избегать работу с файлами.

Работа экспертной системы заключается в обработке фактов и выдаче заключения. Библиотека CLIPS не предоставляет функций для получения заключения напрямую. CLIPS может вывести заключение в файл в текстовом виде. А приложение, использующее CLIPS может получить заключение, прочитав этот файл.

Что бы избежать использования файловой системы можно воспользоваться специальным механизмом MailSlot операционной системы Windows ®. Этот механизм позволяет приложению создать псевдофайл, размещенный в оперативной памяти, а экспертная система может записывать данные в этот файл. Порядок обмена с экспертной системой следующий:

1. Приложение создает MailSlot с определенным именем с помощью функции WinAPI CreateMailSlot.
2. Приложение передает управление экспертной системе, вызвав команду Eval или Run.
3. Экспертная система сохраняет заключения в файл MailSlot по его имени и возвращает управление приложению.
4. Приложение прочитывает псевдофайл MailSlot.

Описанные способы взаимодействия экспертных систем с прикладными программами позволяют легко добиться цели – получение интеллектуального ПО на основе технологий экспертных систем.

Апробация результатов работы

Соответствие требованиям к интегрированной системе было проверено на прототипе системы с реальными данными нескольких энергодиспетчерских участков. Результаты проверки представлены в табл. 2. Тестирование проводилось на ПЭВМ с процессором Intel Core 2 Duo 2,2 ГГц.

Полученные в ходе испытаний временные характеристики удовлетворяют требованиям энергодиспетчерского управления по быстродействию.

Прототип экспертной системы был передан на объект внедрения для апробации в реальных условиях. По оценкам энергодиспетчера прототип работал без замедлений и ошибок.

Результаты тестирования временных характеристик прототипа интегрированной системы

Участок электроснабжения	Количество выполненных правил при инициализации	Время обработки всех фактов при инициализации, с	Время выполнения запроса «отключенные секции», с
Верховцевский круг Криворожская дистанция (528 КА, 428 секций)	8161	0.042	0.031
Основа (1197 КА, 1066 секций)	36447	0.215	0.143
Запорожье Юг (339 КА, 367 секций)	6928	0.031	0.020

Выводы

Экспертные системы являются в настоящее время достаточно развивающимся направлением компьютерных технологий, реализующие иной подход к решению задач, отличающийся от программ, написанных на алгоритмическом языке. Есть сферы человеческой деятельности, где уже применяются традиционные автоматизированные системы. Такие системы в основном автоматизируют выполнение рутинных операций и автоматизируют процессы, но не могут принимать сложные решения. Использование технологий экспертных систем позволит увеличить оперативность и качество принимаемых человеком решений, однако стоит вопрос, как совместить уже существующие автоматизированные системы с компонентами экспертных систем.

В статье предложен способ интеграции конкретного работающего АРМа железнодорожного энергодиспетчера с компонентами экспертной системы, созданными [2] с помощью инструмента CLIPS. Прототип интегрированной экспертной системы для решения задачи теку-

щего контроля состояния схемы контактной сети, был успешно апробирован в реальных условиях на Верховцевском круге Криворожской дистанции электроснабжения Приднепровской ж.д. Способ интеграции АРМа энергодиспетчера зависит от выбранной технологии искусственного интеллекта, инструментария решаемых задач.

ЛИТЕРАТУРА

1. Иванов В. В. Оперативное управление участком энергоснабжения электрифицированных железных дорог [Текст] / В.В. Иванов, Е.Е. Бакеев -М.:Транспорт, 1986. – 132 с.
2. Войтиков Д. В. Автоматизация оперативного контроля состояния схемы контактной сети тягового электроснабжения железной дороги на основе методов экспертных систем // V Международная научно-практическая конференция «Современные информационные технологии на транспорте, в промышленности и в образовании». – Днепропетровск: ДИИТ, 2011.