РАЗДЕЛ V. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Балтрашевич В.Э.

Системный анализ экспертных систем

*Санкт-Петербургский Государственный электротехнический университет
(Россия, Санкт-Петербург)*

doi: 10.18411/scienceconf-09-2021-07

Аннотация

Рассматривается системный анализ (СА) экспертных систем (ЭС) и использование ЭС в СА в тех предметных областях, которые помогают СА ЭС. В качестве формализма при описании программных моделей блоков ЭС используется язык эксперта, используемый в ЭС. Рассматриваются вопросы имитационного и вероятностного моделирования. Отмечается перспективность разработки обучающих систем работе блоков ЭС.

Ключевые слова: системный анализ, экспертные системы, имитационное и вероятностное моделирование.

Abstract

The system analysis (SA) of expert systems (ES) and the use of ES in SA in those subject areas that help ES are considered. The language of the expert used in the ES is used as a formalism in describing the program models of ES blocks. The issues of simulation and probabilistic modeling are considered. The prospects of developing training systems for the operation of ES units are noted.

Keywords: system analysis, expert systems, simulation and probabilistic modeling.

СА – является наиболее полным средством анализа сложных систем, к которым можно отнести и экспертные системы (ЭС). Поэтому изучению этого способа анализа отводиться и будет отводиться большое внимание в процессе обучения студентов. СА предполагает разбиение (декомпозицию) системы на составляющие, разработку моделей отдельных блоков, исследование их с помощью имитационного и вероятностного моделирования и последующую модернизацию в результате синтеза системы.

ЭС используются для решения различных задач в различных предметных областях. Представляется довольно перспективным и интересным использование в качестве предметной области разработку самих инструментальных (пустых, оболочек) ЭС. В качестве моделей отдельных блоков можно использовать описание работы этих блоков на языке эксперта. Т.е. в качестве формализма используется язык эксперта, содержащий поверхностные знания (на языке продукций) и глубинные знания, состоящие из процедур, взаимодействующих через окно «Предметной области». Это окно широко использует средства визуализации и позволяет показать подробности функционирования исследуемого блока. В качестве исполнительной системы для проверки работы моделей используется базовая ЭС, написанная на каком-либо языке программирования [1]. Для упрощения анализа будем называть базовую инструментальную ЭС (ИЭС) «аппаратной». Проверка работоспособности моделей производится с помощью имитационного моделирования [5].

Системному анализу необходимо подвергнуть структуру ЭС, структуры блоков ЭС [6], а также процессы в них происходящие [7]. Чрезвычайно интересной задачей является process mining, т.е. изучение процессов, их описание, усовершенствование и использование. Виды процессов в ИЭС: задание процесса и изучение процесса, контролирование процесса, контроль созданных процессов и контроль создаваемых (в

процессе контроля) процессов, способы задания процессов и их описания, стыковки процессов, взаимодействия процессов, возвращения по пройденному пути и пробного продвижения вперед (при реализации объяснений), преобразования описаний процессов (компиляция знаний), организация процесса из имеющихся атрибутов и связанных с ними процедур, коррекция описаний процесса.

Организация имитационного моделирования представляет самостоятельный интерес. Необходимо организовать взаимодействие «аппаратных» и программных блоков ЭС при воздействии различных эталонных БЗ. Провести преобразование форм представления исходной БЗ в формы представления, используемые отдельными блоками ЭС. Перспективным представляется формализация имитационного моделирования и его интеллектуализация [3, 8].

Ответственным этапом СА является выбор эталонных баз знаний, используемых в качестве исходных данных для имитационного моделирования. Выбираются БЗ с использованием и без использования глубинных знаний и факторов уверенности. Эти БЗ используются для проверки работоспособности программных моделей блоков ИЭС. Хорошо бы найти такие БЗ, которые могли бы помочь при анализе процесса вывода ЭС при воздействии помех. Логический вывод – это поиск на графе. Нам интересен не результат вывода, а сам процесс вывода. Полезным представляется рассмотрение процесса аналого-цифрового преобразования (АЦП-я). Алгоритмы АЦП-я довольно просты и понятны, не требуют много времени на их изучение и можно уделить больше внимания процессу поиска. Ищется значение сигнала. Поиск может быть организован разными способами, в зависимости от типа преобразователя. Поиск сигнала – это фактически поиск на графе, т.е. аналог логического вывода.

СА экспертных систем неразрывно связан с использованием ЭС в СА каких-либо систем. Хорошо бы рассмотреть такие системы, СА которых помог бы в СА самих ЭС. СА предполагает использование вероятностного моделирования. Для его проведения очень удобным представляется использование ЭС процесса аналого-цифрового преобразования. Анализ показал [4], что можно значительно повысить точность преобразования, используя различные алгоритмы (поразрядный, счета единичных приращений). На таких простых алгоритмах удалось выявить влияние процесса поиска на точность работы ЭС. Естественно, что исследование этого влияния надо проводить специально для каждого конкретного случая.

В [4] рассматривается опыт использования ЭС в системном анализе процесса аналого-цифрового преобразования. Проведение СА АЦП-я позволяет фактически провести СА ЭС.

В процессе системного анализа аналого-цифрового преобразования рассматриваются следующие задачи:

- построение оптимальной шкалы квантования, при этом с одной стороны используются строгие математические методы адаптивного обучения, обеспечивающие достижение экстремума некоторого функционала определяемого задаваемой метрикой, с другой стороны, необходимо провести коррекцию шкалы (т.е. оптимизацию по эвристическому критерию) на основании рекомендаций эксперта, стремящегося упростить техническую реализацию шкалы. Особое внимание уделяется вопросам, связанным с представлением шкал и с представлением знаний, позволяющих корректировать параметры шкалы и организовывать связь с пользователем. Решение задачи построения оптимальных шкал демонстрирует процесс формирования значений атрибутов при формализации знаний в трудноформализуемых предметных областях, т.е. один из аспектов обучения экспертных систем;

- в соответствии с принципом двухэтапной оптимизации системного анализа, построенные шкалы должны быть проанализированы в двух режимах: при воздействии детерминированного сигнала и при воздействии детерминированного сигнала с наложенным на него некоторым шумом, а также при воздействии случайного процесса. Это приводит к необходимости реализации имитационного и вероятностного моделирования;
- описание структур аналого-цифровых преобразователей (АЦП). Обсуждается представление базовых элементов, позволяющих описывать преобразователи с помощью многократных и многомерных цепей Маркова, с помощью фреймов и их реализация на базе объектно-ориентированного программирования;
- описание процесса аналого-цифрового преобразования с помощью различных форм представления знаний, при этом рассматриваются задачи двух классов: формализация знаний эксперта с помощью специальных редакторов и автоматическое формирование знаний о процессе преобразования уже готового АЦП. Реализация редакторов базируется на объектах, описывающих элементы АЦП и связанные с ними действия, и позволяет описывать процесс преобразования на языке близком к естественному;
- компиляция знаний о процессе преобразования, описанного с помощью одной из форм представления знаний и отлаженного с помощью имитационного и вероятностного моделирования.

Использование глубинных знаний для описания работы блоков ИЭС облегчает создание автоматизированных обучающих систем (АОС). Это объясняется наличием различных режимов взаимодействия атрибутов и процедур, входящих в состав глубинных знаний. Поэтому появляется возможность создания АОС по изучению работы этих блоков.

В результате СА ЭС был предложен подход к разработке ЭС без использования правил продукции, т.е. подход по разработке ЭС и АОС на базе списка атрибутов [2]. Этот подход, в частности, позволяет провести компиляцию знаний исходной БЗ до представления исполняемого модуля. Что позволяет избежать необходимости использования файлов с поверхностными и глубинными знаниями.

Интересным, с точки зрения обучения студентов, является разработка АОС, одновременно использующих базы знаний с использованием правил продукции и без использования правил продукции, т.е. на базе списка атрибутов [9]. Может возникнуть ситуация, при которой пользователь не сможет дать правильный ответ, но не захочет прерывать работу. Если вспомнить, что у нас система проверяет ответы пользователя и соответственно она знает правильный ответ, можно организовать выдачу этого правильного ответа и продолжить работу. Для этого в проверяющей процедуре добавляется выходной параметр с правильным ответом **нужного** типа. В диалоговом окне запроса ответа введена кнопка «Сдаюсь», при нажатии на которую пользователь сообщает системе о невозможности правильного ответа в данный момент. При этом должен быть зафиксирован факт незнания с повышенным штрафом.

1. Балтрашевич В.Э. Реализация инструментальной экспертной системы. – СПб: Политехника, 1993.
2. Балтрашевич В.Э., Интеллектуальная АОС на базе списка атрибутов – Beau Bassin: LAP Lambert Academic Publishing, 2019. – 132 с. ISBN 978-620-0-00382-9. (переведена на 8 европейских языков)
3. Балтрашевич В.Э. Интеллектуальная система имитационного моделирования анализируемых процессов. «Евразийское Научное Объединение» №1 (59) Январь, 2020. С.30-33
4. Балтрашевич В.Э., Представление знаний о процессах с помощью марковских цепей – Beau Bassin: LAP Lambert Academic Publishing, 2020. – 125 с. ISBN 978-620-0-56513-6.

5. Балтрашевич В.Э. Имитационное моделирование многоуровневых ИЭС. //Евразийское Научное Объединение. № 2 (72). С.67 – 70. 2021.
6. Балтрашевич В.Э. Подход к системному анализу многоуровневых ИЭС. ISSN 2311-2158 / В.Э. Балтрашевич //The Way of Science. – 2021. – № 2 (84). С. 27-33.
7. Балтрашевич В.Э. Процессы в инструментальной экспертной системе. ISSN 2311-2158 / В.Э. Балтрашевич //ISSN 2311-2158. The Way of Science. 2021. № 3 (85). С. 30-33
8. Балтрашевич В.Э. Формализация имитационного моделирования многоуровневых ЭС. //Евразийское Научное Объединение. № 3(73). С.51 – 54. 2021.
9. Балтрашевич В.Э. Разработка АОС программного блока вывода. Наука России: Цели и задачи. Изд. НИЦ «Л-Журнал». Апрель 2021.