

Раздел 1

Искусственный интеллект

УДК 621.398

А.П. Еремеев

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ ПРИНЯТИЯ/ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ СРЕДЕ G2

Введение

Необходимость разработки интеллектуальных систем принятия/поддержки принятия решений (СППР) при управления сложными техническими объектами и процессами обуславливается непрерывным возрастанием сложности управляемых объектов и процессов с одновременным сокращением времени, отводимого лицам оперативно-диспетчерского персонала (далее будем использовать термин ЛПР - лицо, принимающее решение) на анализ проблемной ситуации, идентификацию возникшего отклонения от нормального (штатного) режима функционирования объекта, поиск возможных корректирующих решений по воздействию на объект, оценку последствий принимаемых решений и, наконец, выдачу команд на отработку необходимых управляющих воздействий [1]. Так, например, оператору атомного энергоблока типа ВВЭР-1000 на все вышеуказанные действия отводится в среднем около 30 сек, далее ситуация может перейти в разряд необратимых аварийных ситуаций, требующих принятия чрезвычайных мер, влекущих, как правило, сокращение объема вырабатываемой энергии или даже останов энергоблока.

Системы СППР реального времени (СППР РВ) предназначены для помощи ЛПР при управлении сложными объектами и процессами различной природы в условиях жестких временных ограничений и относятся к классу интегрированных интеллектуальных систем логико-лингвистического (семиотического) типа, сочетающие строгие математические методы и модели поиска решения с нестрогими, эвристическими методами, базирующимися на знаниях специалистов-экспертов, моделях человеческих рассуждений, неклассических логиках и накопленном опыте.

Спецификой задач, решаемых с помощью СППР РВ, является:

- необходимость учета временного фактора при описании проблемной ситуации и в процессе поиска решения;
- необходимость получения решения в условиях временных ограничений, определяемых реальным управляемым процессом;
- невозможность получения всей объективной информации, необходимой для решения, и, в связи с этим, использование субъективной, экспертной информации;
- комбинаторность поиска, необходимость активного участия в нем ЛПР;
- наличие недетерминизма, необходимость коррекции и введения дополнительной информации в процессе поиска решения.

СППР РВ ориентированы на так называемые открытые, динамические проблемные области, поэтому по современной классификации их также относят к динамическим интеллектуальным (экспертным) системам [2].

Реализовать СППР РВ в полном объеме можно лишь с использованием современных технологий конструирования интеллектуальных систем, основанных на концепциях распределенного искусственного интеллекта [3], многоагентности [4,5], динамических баз знаний [2] и параллельной обработки информации при поиске решения [6,7], а также ориентируясь на мощные вычислительные платформы типа рабочих станций и

соответствующие инструментальные среды, наиболее известными из которых являются G2 (Gensym Corp.) и RTworks (Talarian Corp.), США [2,8,9].

Технология проектирования интеллектуальных СППР РВ в среде G2 - GDA

СППР РВ представляет собой по сути систему распределенного интеллекта, включающую ряд взаимодействующих между собой интеллектуальных модулей, т.е. модулей, выполняющих соответствующие интеллектуальные функции. К числу таких специфичных для СППР РВ модулей (помимо традиционных для экспертных систем модулей) относятся модули имитации проблемной ситуации, прогнозирования, связи с внешними объектами (датчиками, контроллерами, концентраторами данных, управляющими приводами и т.д.), организации различных видов интерфейса (образного, текстового, речевого, в виде различных графиков и диаграмм и др.) с ЛПР. К интеллектуальным относятся также функции вывода (поиска) решения на базе моделей и методов представления и оперирования динамическими знаниями, характеризующимися неопределенностью, нечеткостью, неполнотой и противоречивостью. Поиск решения осуществляется с использованием механизмов нечетких, псевдофизических (времени, пространства, каузации), немонотонных (абдуктивных, умолчания и т.д.) логик, а также механизмов обобщения и пополнения динамических знаний.

Одной из главных задач интеллектуальных СППР РВ при управлении сложными объектами и процессами типа энергообъектов является помощь ЛПР для удержания объекта в штатном (нормальном) режиме функционирования. Для этого необходимо реализовать функции, определяемые современными методами и приемами управления в аномальных и критических ситуациях и методами теории аттракторов [10,11].

Выделяется три типа аттракторов, соответствующих нормальному, аномальному и критическому (аварийному) режиму функционирования объекта. Необходимо так организовать управление, чтобы объект и его подсистемы не выходили из зоны нормальных аттракторов или, попав в зону аномального аттрактора (например, в переходном процессе после запуска объекта после аварии), стремился в область соответствующего нормального аттрактора, а не аварийного. Применение классических методов теории устойчивости (по Ляпунову) весьма ограничено, так как необходимо анализировать большие многопараметрические пространства.

Являясь по сути функционально распределенными системами, современные СППР РВ конструктивно целесообразно выполнять в виде распределенных систем, вышеперечисленные интеллектуальные функции в которых выполняют соответствующие интеллектуальные агенты.

Заключение

Концепция распределенного искусственного интеллекта и многоагентности положена в основу проекта прототипа Интеллектуальной СППР РВ для оперативного управления энергоблоком АЭС, реализуемого совместно кафедрой Прикладной математики Московского энергетического института (Технического университета) и Центральным НИИ комплексной автоматизации [12,13,14].

Мнемосхема атомного энергоблока приведена на рис.1. Функции управления энергоблоком распределяются на управление реакторными установками, турбинными установками и генератором. Реакторные установки, в свою очередь, подразделяются на реактор, основные и вспомогательные системы и т.д. Таким образом, имеем иерархическую структуру взаимодействующих сложных объектов. Для реализации СППР РВ, удовлетворяющей избранным концепциям, необходимы мощные инструментальные программно-аппаратные среды. В качестве такой среды используется инструментальный комплекс конструирования экспертных систем реального времени G2 GDA, функционирующий на рабочей станции SUN Sparc Server 1000 под управлением ОС SOLARIS с комплексом рабочих терминалов на базе IBM Pentium / IBM 486 с ОС Windows. Пример

полиэкрана ЛПР (для одной из подсистем энергоблока -эжекторной установки) приведен на рис. 2. Полиэкран в общем виде включает четыре экрана:

- экран информационных сообщений и советов (левый верхний), на который выдается текстовая информация о состоянии подсистемы и ее элементов с выделением разным цветом штатной и аварийной информации и советы ЛПР;

- экран с мнемосхемой подсистемы (правый верхний), содержащий также набор виртуальных кнопок для моделирования различных ситуаций (значений параметров) в режимах прогнозирования и обучения ЛПР;

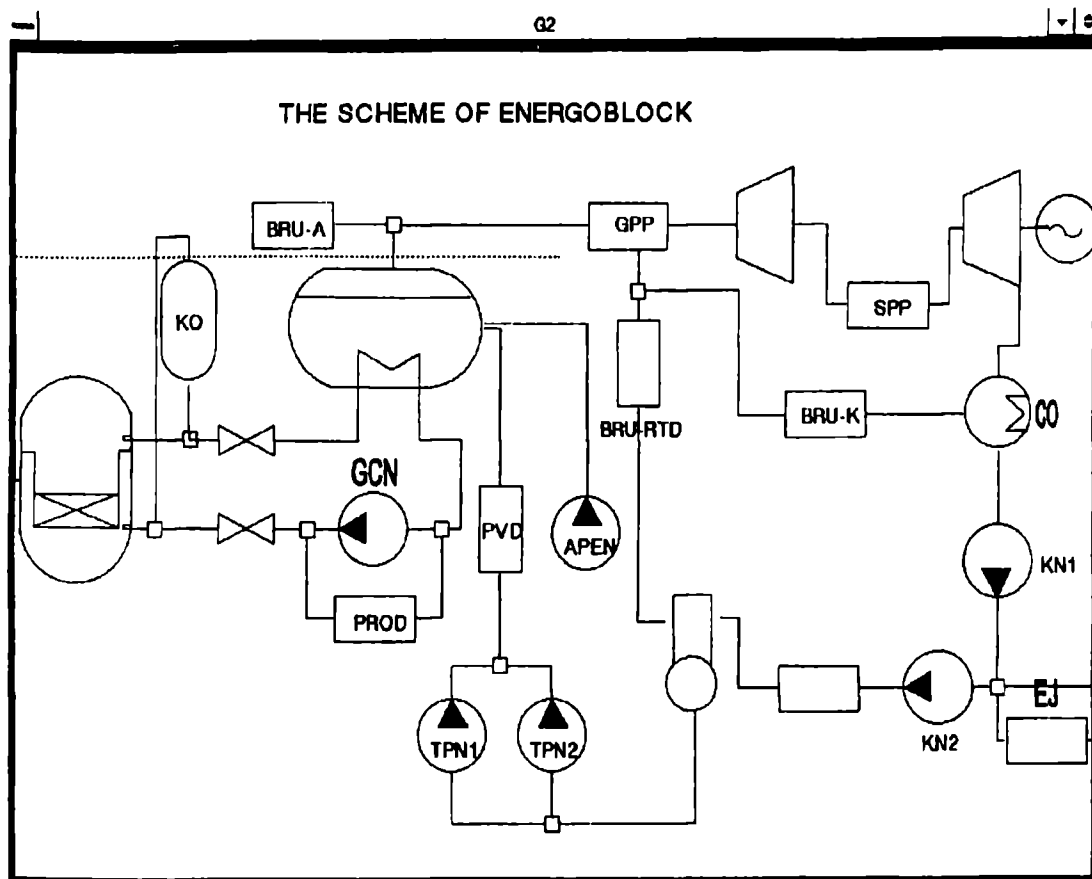
- экран, отображающий динамику протекания процесса в подсистеме в виде решающего дерева (левый нижний);

- экран, отображающий динамику изменения наиболее важных (критических) или указываемых ЛПР параметров (правый нижний).

Экраны по желанию ЛПР могут перекрываться, увеличиваться или вообще удаляться. В частности экран с деревом решений может быть заменен на экран с когнитивной графикой дающий образное представление ситуации.

Для реализации собственно агентов (нижний уровень проектирования мультиагентной системы) используется конструкция блоков GDA, а для реализации вызовов, взаимодействия и параллельного выполнения блоков (верхний уровень проектирования) - средства вызова и активизации блоков, реакции на определенные события и ситуации, параллельного запуска, синхронизации и реакции на временной фактор и предыстории, а также средства организации обмена в рабочих пространствах и "доски объявлений".

Работа выполняется при финансовой поддержке РФФИ (код проекта 96-01-00125).



GCN – главный циркуляционный насос;
CO – конденсаторная установка;
EJ – эжекторная установка;
GPP – регулятор давления;
SPP – сепаратор-промперегреватель;
KN1 – конденсаторный насос первой ступени;
KN2 – конденсаторный насос второй ступени;
BRU-K– быстродействующая редукционная установка для конденсатора;
BRU-A– быстродействующая редукционная установка для атмосферы;
PVD – подогреватель высокого давления;
TPN1,TPN2 –питательные насосы;
APEN – питательный насос с электроприводом.

Рис.1. Мнемосхема атомного энергоблока

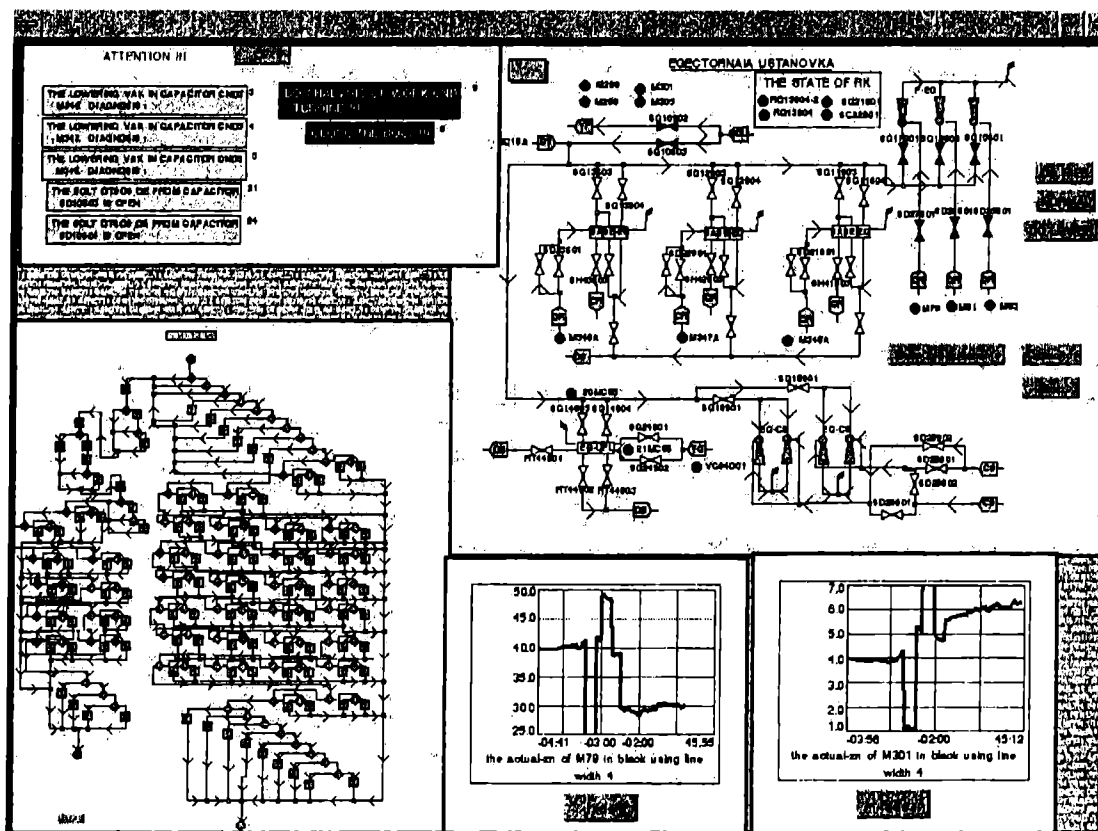


Рис.2. Пример полиэкрана ЛПР для эжекторной установки

ЛИТЕРАТУРА

1. Башлыков А.А., Еремеев А.П. Экспертные системы поддержки принятия решений в энергетике / Под ред. А.Ф. Дьякова. Изд-во МЭИ, М., 1994, 216 с.
2. Попов, И.Б. Фоминых, Е.Б. Кисель, М.Д. Шапот. Статические и динамические экспертные системы: Учеб. пособие / Э.В. Финансы и статистика, М., 1996, 320 с.
3. Поспелов Д.А. "Десять горячих точек" в исследованиях по искусственному интеллекту // Интеллектуальные системы, том 1, выпуск 1-4, М., 1996, с.47-56.
4. Городецкий В.И. Многоагентные системы: современное состояние исследований и перспективы применения // Сб. научн. трудов в 3-х томах Пятой национальной конф. с междунар. участием "Искусственный интеллект - 96", том 1, Казань, 1996, с.36-45.
5. K. Takeda, M. Inaba, K. Sugihara. User Interface and Agent Prototyping for Flexible Working. IEEE Multimedia, Summer, 1996, p. 40-50.
6. Еремеев А.П. Параллельная модель для производственной системы табличного типа // Изв. АН СССР, серия "Техническая кибернетика", N 5, 1990, с.171-180.
7. Вагин В.Н., Еремеев А.П. Параллелизм в производственных моделях представления знаний // Изв. АН СССР, серия "Техническая кибернетика", N 2, 1994, с.48-55.
8. G2 Reference Manual. Version 3.0. // Gensym Corp., Cambridge, MA, USA, 1993, 600 p.
9. G2 Diagnostic Assistant Reference Manual. Version 1.1. // Gensym Corp., Cambridge, MA, USA, 1995, 550 p.
10. Касты Дж. Большие системы. Связность, сложность и катастрофы. Мир, М., 1982, 216с.
11. Красовский А.А. Аттракторы и синтез управления в критических режимах // Изв. РАН, серия "Теория и системы управления", N 2, 1996, с.5-14.

12. Башлыков А.А., Вагин В.Н., Еремеев А.П. Архитектура системы поддержки принятия решений операторами атомных станций, реализуемой средствами G2 // Экспертные системы реального времени / Материалы семинара, М., ЦРДЗ, 1995, с.86-93.

13. Еремеев А.П., Симонов Д.Н., Чибизова Н.В. Реализация прототипа системы поддержки принятия решений реального времени на основе инструментального комплекса G2 // Программные продукты и системы, N 3, 1996, с.21-26.

14. Вагин В.Н., Еремеев А.П. Реализация концепции распределенного искусственного интеллекта и многоагентности в системах поддержки принятия решений на базе инструментального комплекса G2 + GDA / Proc. of the International Workshop "Distributed Artificial Intelligence and Multi-Agent Systems" DAIMAS'97, June 15-18, 1997, St.Petersburg, Russia, p.262-268.

УДК 658.512

V.M. Kureichik, B.K. Lebedev, E.V. Nuzhnov
A NEW APPROACH TO INTELLECTUAL MAZE ROUTING

Abstract

New techniques for routing general multi-layer channels (2 – 4 layers) in the Intellectual Computer Aided Design (ICAD) Systems are introduced. These techniques can look a variety of technology constraints (different track width, spacing, different wave speed, pin stacking can be allowed or forbidden). These techniques have been implemented in a new maze router called STAR. It consists of two stages: quick maze router and maze rerouter with recapitulation and path functions optimization. Experimental results show that this algorithm may find decisions for complex cases when other algorithms give no results.

1. Introduction

The Intellectual Computer-Aided Design Systems (ICADS) are based on the notion of the artificial intelligence. The problems of the artificial intelligence are connected with the organization of the knowledge about the surrounding world in the form of mathematical structures. One of the main problems of ICAD is routing.

The routing process in layout design automation VLSI consists of two steps, i.e. the global routing and the detailed routing. We will analyse heuristics for detailed routing. There are two main classes of algorithms for detailed routing: channel and maze [1, 2].

Channel routing has been used extensively in the layout of VLSI. The traditional channel routing problem assumes that there are two layers (H - horizontal, V - vertical) of material available for routing. In our work it is possible to use three or even four layers for interconnections. In this case the problem appears to make better the channel router results and wave router as usual vertical fragments which can't propagate the channel router.

We propose general ideology of conception and algorithms of wave routing which may be used as independent or in cooperation with channel router for routing unrouted nets.

This problem is known as NP-complete [1]. So we suggest to create new heuristics and try to decrease look over difficulty by decrease task complexity. Our router STAR is based on two parts. In first part we realize fast route procedure on the base of propagation meeting waves which may have different speed in rectangular of track direction. Procedure allows to route nets with different width and spacing, it generates waves or beams which pass in restricted 3D-area from all points of net in all directions and layers simultaneously.

Time complexity of first part of STAR is in proportion $O(a \cdot n^2)$, where 'a' - coefficient, n - quantity of routing connections. If routing of net is unsuccessful then go to second part.