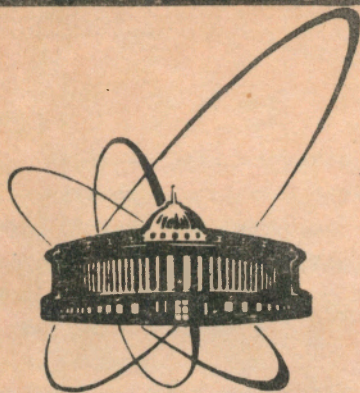


92-336



сообщения
объединенного
института
ядерных
исследований
дубна

P10-92-336

В.Г.Иванов, Ф.Фернандес Нодарсе

СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ
РЕШЕНИЙ COMEX

1992

Широкое использование в научных исследованиях средств вычислительной техники и интенсивное развитие последних требует от лиц, занимающихся вопросами создания крупных электронных установок для исследований в физике высоких энергий и необходимых для проведения экспериментов вычислительных ресурсов, хорошего знания компьютерного рынка и перспектив его развития. Кроме того, нельзя не учитывать интенсивного развития методов обработки экспериментальных данных в этой области исследований, базирующихся на средствах вычислительной техники. Информация по указанным вопросам содержится в различных источниках и пополняется и обновляется с большой частотой, зачастую устаревая в течение нескольких лет.

Поэтому выбор компьютерного комплекса для обчета и анализа экспериментальных данных определяется рядом взаимосвязанных факторов, среди которых можно выделить следующие:

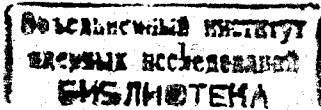
- модель процесса обработки исходных данных, включая организацию распределенной вычислительной системы коллаборации;
- перспективы развития компьютерных средств в период разработки и создания экспериментальной установки;
- моделирование процесса обработки для своевременного выявления "узких мест" и разработки мер для их устранения.

Для того, чтобы обеспечить экспериментаторам возможность самостоятельного, объективного и оптимального выбора компьютерных средств при планировании экспериментов, необходимо снабдить их соответствующим информационным обеспечением и необходимыми программными средствами, например, системой поддержки принятия решений (СППР).

Поэтому целью настоящей работы являлась разработка СППР для оптимального или близкого к оптимальному выбора компьютерных средств обеспечения электронного эксперимента путем моделирования процесса обработки экспериментальных данных с учетом стоимостных факторов и перспектив развития.

Базой, на основе которой система вырабатывает предложения пользователю, в нашем случае является информационное обеспечение автоматизированного рабочего места (АРМ) физика, содержащее следующую информацию:

- методика анализа информации, получаемой с помощью



современных экспериментальных установок, используемых в физике высоких энергий;

-описание моделей обработки экспериментальных данных с электронных установок;

-характеристики компьютерных средств и систем, применяемых для обработки экспериментальных данных в физике высоких энергий;

-статьи, содержащие описания методов анализа экспериментальных данных с различных электронных установок;

-методика и примеры оценки вычислительных ресурсов, требующихся для проведения экспериментальных исследований;

-прогнозы развития различных компьютерных средств и систем, включая средства связи;

-стоимости компьютерных средств и методы оценки затрат на их приобретение с учетом изменения цен в течение нескольких последующих лет.

В связи с большим разнообразием требующейся системе информации последняя хранится в базах данных и знаний.

1. Выбор средства построения СППР СОМEX

Выбор средства построения экспертной системы, и в том числе СППР, труден, потому что большинство инструментальных средств разрабатывалось не для решения определенного класса задач. Одной из важных особенностей нашей проблемной области является то, что при решении задачи приходится использовать различные типы знаний, а одной из важных особенностей способа применения системы является необходимость обучить пользователя, снабдив его знаниями о проблемной области. Тот факт, что знания об одних и тех же объектах или событиях представляются во многих различных формах, позволяет предположить, что решение будет получено в результате взаимодействия между источниками знаний, т.е. специализированными подсистемами, каждая из которых предназначена для анализа определенного типа знаний и последующей передачи существенных для решения обнаруженных фактов другим подсистемам. А это, в свою очередь, диктует необходимость в инструментальном средстве с архитектурой доски объявлений (blackboard) /1/, в которой источники знаний взаимодействуют друг с другом через центральную структурированную базу данных, называемую доской объявлений.

СППР с архитектурой доски объявлений предназначена для реализации более сложных систем, области данных и задач, которые естественным образом разбиваются на подобласти и подзадачи, с

каждой из которых могут работать свои источники знаний. Д. Уотермен /2/ определяет архитектуру доски объявлений как "способ представления и управления знанием, основанный на использовании независимых групп правил, называемых источниками знаний, которые связываются через центральную базу данных, называемую доской объявлений". Архитектура СППР, которая использует разные стратегии для решения задач, алгоритмические и неалгоритмические знания, эвристику, реляционную СУБД, разные структуры представления знаний и манипулирования нечеткими и неточными знаниями, была тоже исследована в работах /3/, /4/, /5/ и /6/.

Особенности нашей задачи включают характеристики данных и знаний, используемых экспертной СППР, характеристики пространства поиска и структуру решаемой задачи. Например, данные для конкретной задачи могут меняться во времени, их сбор может потребовать больших затрат, они могут описывать пространственные соотношения, быть противоречивыми и содержать множество ошибок. Пространство поиска может быть большим или маленьким, но если оно велико, решение задачи существенно затрудняется. Структура нашей задачи допускает разбиение исходной задачи на подзадачи, каждую из которых можно решать относительно независимо от других, но подзадачи могут взаимодействовать, в результате чего решение одной подзадачи будет зависеть от решений остальных.

Многообразие объектов применения СУБД стимулировало усилия разработчиков программных средств на создание СУБД различных типов. К настоящему моменту определился наиболее перспективный подход к управлению базами данных -- реляционный. Реляционная модель данных обеспечивает высокий уровень независимости данных и по этой причине является наилучшей основой для создания гибких информационных систем, легко адаптируемых к непрерывно изменяющимся потребностям практики. Благодаря простоте модели данных и высокому уровню языка запросов реляционный подход более всего удовлетворяет требованиям, предъявляемым конечными пользователями при их прямом взаимодействии с СУБД.

Поскольку экспертные системы (ЭС) недостаточно хорошо умеют представлять знания о пространственных и временных отношениях, рассуждать, исходя из здравого смысла, распознавать границы своей компетентности и работать с противоречивыми знаниями, приобретать знания, уточнять базы знаний и работать со смешанными схемами представления, то , развивая систему на основе знаний и

используя СУБД как инфраструктуру, можно решить некоторые проблемы систем обработки знаний (СОЗ). Большинство применений логических баз данных имеют серьезные ограничения при внедрении в существующие shell-системы. Развитие систем обработки знаний на основе СУБД стало естественным шагом дальнейшего прогресса в этой области.

В настоящее время происходит развитие технологии создания систем на основе знаний и укрепление их связи с СУБД. Данную эволюцию можно разделить на три фазы: первая характеризуется низкой совместимостью со стандартным программным обеспечением; вторая характеризуется большей совместимостью со стандартным аппаратным обеспечением и операционной системой, а также возможностью интерфейса с различными системами баз данных. Наличие такого интерфейса позволяет запрашивать и обновлять внешние базы данных. Большая часть действующих в настоящее время shell-систем находится в этой фазе. В 80-е годы появляется множество систем, базирующихся на использовании знаний. Систему, обеспечивающую создание, ведение и применение баз знаний, можно рассматривать как инструментальную систему, называемую системой управления базами знаний (СУБЗ), или как прикладную систему с конкретной прикладной базой знаний. В третьей фазе, в середине 90-х годов, ожидается, что базы данных и СОЗ будут полностью интегрированы и совместимы со стандартным аппаратным и программным обеспечением /7/.

Существует тесная взаимосвязь между технологией баз данных (БД) и систем баз данных (СБД), - с одной стороны, и технологией систем баз знаний (СБЗ) - с другой. Традиционные СУБД являются необходимой составной частью инструментария управления данными в СБЗ. СБЗ отличаются от традиционных СУБД способами представления неалгоритмических знаний, с соответствующими механизмами получения решений, и характером знаний, помещаемых в БЗ, - знаний экспертов. Существует уже несколько десятков инструментальных средств для создания прикладных СБЗ. Они отличаются друг от друга способами представления знаний, механизмами получения решений, интерфейсами, размерами разрабатываемых СБЗ, оборудованием, стоимостью и другими характеристиками /4,8/. Существуют следующие классы инструментальных средств построения СБЗ: обычные языки программирования, языки представления знаний, пустые (shell) ЭС, интегрированные гибридные инструментальные среды или комплексы, средства построения обучающих систем, средства построения систем

поддержки принятия решений. Эта классификация довольно условная и одну и ту же систему часто можно отнести к двум разным классам. СППР содержит информацию и средства для моделирования и оценки ситуации, облегчающие принятие решений.

СППР СОМЕХ была разработана на основе 1) реляционной СУБД FOXBASE + /9,10/, написанной на языке Си, функционально совместимой с СУБД DBASE III PLUS /11/ с точностью до языка программирования и организации файлов БД, но обладает значительно более высокой производительностью, и 2) оболочки (shell) ЭС /12/, тоже написанной на языке Си, у которой основным средством представления знаний являются продукционные правила с коэффициентом вероятности (или уверенности), с прямой и обратной цепочкой рассуждений, и которая имеет возможности для разработки интерфейсов, связи с базами данных и электронными таблицами. По сравнению с пустыми ЭС, эти интегрированные гибридные инструментальные среды для разработки СППР, включающие несколько разнородных средств представления данных и знаний для организации интерфейсов, являются более гибкими.

Одним из требований к выбору инструментальных средств является то, что СППР СОМЕХ должна работать в обыкновенной микро-ЭВМ, совместимой с IBM PC/XT/AT, чтобы обеспечить низкую стоимость эксплуатации, дружественный интерфейс с пользователем. Поэтому следует использовать СУБД FOXPLUS и пустую ЭС. Для системы СОМЕХ необходимы компьютеры IBM PC/XT/AT или совместимые с ними, с оперативной памятью не менее 640 Кб и жестким диском и операционной системой DOS 3.3 или выше.

2. Общее описание СППР СОМЕХ

СППР СОМЕХ v 1.1 составляют следующие основные компоненты:

1- средства для создания, доступа, обновления и обработки баз данных, в том числе: - БД оборудования (процессоры, внешние запоминающие устройства, устройства ввода / вывода), - БД описания экспериментов (их общее описание и абстракты), - БД текстов выборочных статей, связанных с экспериментами (которая включает полный текст, общие описания и абстракты); - БД временных рядов, - БД конфигураций компьютерного комплекса разных экспериментов и временных баз данных, необходимых в процессе решения задачи. В состав СППР также включаются средства для обновления временных рядов, если, например, при вводе начальных данных, не учитывались ресурсы, которые уже существуют для обработки экспериментальных

данных, которые требуются для переобработки данных или которые требуются для генерирования и поддержки master Data Summary Files (DST) в реальном масштабе времени;

2- средства для работы с базой знаний : редактор и отладчик БЗ; механизм вывода, который содержит интерпретатор правил и диспетчер; средства обращения к внешним подпрограммам, предназначенным для обновления временных рядов и для выполнения подзадач, связанных с выбором процессоров, внешних устройств, терминалов и рабочих станций (и их соотношение) и с выбором линий связи и сетей;

3- средства для обработки текстов и гистограмм. Во время постановки СППР пользователь может выбирать программу обработки текстов, например CHI WRITER /13/, MS-MicroStar /14/ и т.д. Кроме того, пользователь имеет возможности использовать систему GRAPHER /15/;

4- средства для интерфейса с пользователем, использующие в основном интерактивные меню и распространяющие таблицы для ввода / вывода данных, модуль объяснения и другие вспомогательные средства;

5- базы данных оборудования, описания экспериментов, текстов статей, связанных с экспериментом, конфигурации компьютерных комплексов, которые обеспечивают эксперименты;

6- база знания, алгоритмическая и неалгоритмическая, предназначенная для решения проблем оптимального или близкого к оптимальному выбора компьютерного комплекса, обеспечивающего обработку результатов экспериментов.

Общий вид СППР СОМЕХ v 1.1. показан на рисунке 1.

При разработке концепции диалога принято естественное предположение о том, что квалификация пользователя может иметь три основных уровня: низкий, средний и высокий, чему соответствуют названия начинающий пользователь, подготовленный и эксперт. Тогда на каждом этапе диалога СППР, и в том числе СОМЕХ, должны быть предусмотрены три варианта принятия решения: автоматический, автоматизированный и свободный. Автоматическое решение принимается при отказе пользователя от выбора и является результатом предельной схематизации опыта решения задач. Автоматизированный режим выбора максимально отражает опыт решения задач в виде аргументированных комментариев к целесообразным вариантам выбора (рекомендуемое меню). Свободный выбор из полного меню вариантов соответствует квалификации.

Уровень квалификации пользователя, конечно, влияет на выбор

искового пути для решения задачи. Например, высококвалифицированный эксперт имеет возможность выбирать конфигурацию компьютерного комплекса без помощи подсистемы ЭС (OPTION 4 MAIN MENU на рис. 2), используя средства для работы с БД процессоров и внешних устройств, временных рядов, описания экспериментов. Для пользователей со средней или низкой квалификацией рекомендуется использовать OPTION : MAIN MENU, поскольку она помогает определять остальные переменные (параметры) модели и на каждом этапе рекомендует значения параметров или варианты решения. Вначале СППР определяет предварительную конфигурацию компьютерного комплекса, а потом предлагает окончательную. Модель предназначена в основном для обеспечения работы мало- или среднеквалифицированного пользователя, но эксперт также может использовать СППР СОМЕХ, потому что возможность доступа к информации об области применения обогащает его знания.

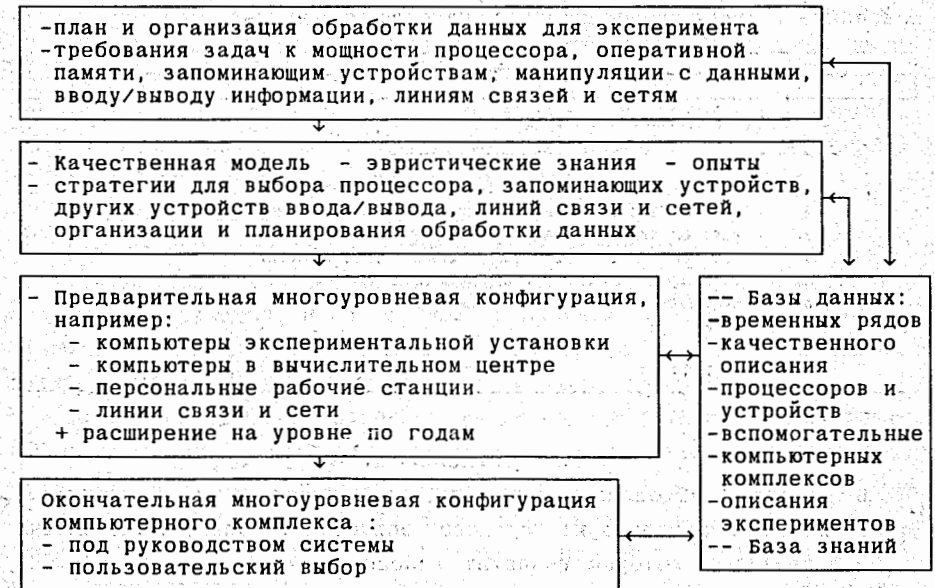


Рис. 1. Общий вид СППР СОМЕХ v 1.1

Чтобы удовлетворить требованиям к обработке экспериментальных данных, модель включает три варианта компьютерной системы: одноуровневый, двухуровневый или трехуровневый. Но всегда рассматривается вопрос, связанный с выбором линии связи. Для выбора компьютерного комплекса СППР использует систему требований к каждому уровню, которую уже определил пользователь с помощью

системы на начальном этапе работы. Например, с функционально - организационной точки зрения можно понимать многоуровневый комплекс так:

1-компьютеры экспериментальной установки (первый уровень) + компьютерный центр больших ЭВМ (второй уровень) + персональные рабочие станции (третий уровень) + коммуникационные связи, или

2-компьютерный центр + персональные рабочие станции + коммуникационные связи, или

3-компьютерный центр + коммуникационные связи.

Если задача считается достаточно сложной, можно обсуждать ее по частям или этапам для уточнения.

СППР COMEX является планированной и проектированной ЭС. Она предназначена для оптимального или близкого к оптимальному выбора компьютерного комплекса обработки экспериментальных данных.

Специальная часть ее базы знаний содержит знания, связанные с экспериментами в физике высоких энергий.

```
----- MAIN MENU -----
---> FOR EXPERIMENT : ALEPH
OPTION      DESCRIPTION
1  - MENU OF THE GENERAL DESCRIPTIONS PER EXPERIMENTS
2  - MENU OF THE TIME SERIES (INPUT DATA) PER EXPERIMENT
3  - MENU OF THE COMPUTERS AND DEVICES DATABASES
4  - MENU OF THE COMPUTER CONFIGURATIONS PER EXPERIMENT
5  - GO TO COMEX ASSISTANT TO DEFINE A COMPUTER
6  - DEFINE/CHANGE THE CURRENT EXPERIMENT
7  - HELP
0  - QUIT TO DOS
-----
-> SELECT ONE OPTION :
```

Рис. 2. Главное меню

В модели необходимо определить, какие задачи или подзадачи лучше всего характеризуют процесс обработки. Для этого нужно определить меру, которая позволит классифицировать эти задачи. С точки зрения моделирования цель распределения на подзадачи отвечает более точной характеристике области применения, которая достигается путем распределения подзадач эксперимента в виде процентов на уровнях компьютерного комплекса. Если, например, обнаружится, что некоторые задачи имеют одинаковое распределение по уровням компьютерного комплекса, то рекомендуется соединить их в один класс и анализировать как одну задачу. Тогда с точки зрения модели классификации элементом первичного наблюдения

является не состояние i -го объекта в момент t , а характеристика $P_{ij}(t)$ попарной близости (отдаленности) двух объектов (или признаков) соответственно с номерами i и j , относящаяся к моменту времени t . Очевидно, что от формы записи можно непосредственно перейти к матрице $P_{ij}(t)$ размера $n \times n$ или $r \times r$. Конкретный вид функционалов и класса допустимых решающих правил присутствует в известных схемах дискриминантного анализа, расщепления смесей распределений, кластер - анализа и т.д.

Это позволяет образовать массив распределения требований на уровнях и по годам, используя электронные таблицы для определения требований к процессору и внешним устройствам.

В системе СППР COMEX на каждом уровне можно выполнить любую задачу или ее часть. Некоторые ограничения базируются на логической пользовательской концепции дистрибуции задачи / подзадачи на многоуровневой системе обработки данных. Для каждой переменной величины модели пользователь может взять факультативно экспертные значения, которые определяются традиционными значениями, полученными на основе других корреляционных переменных. В работе /1/ описываются переменные в модели компьютерной обработки эксперимента. На каждом шаге пользователь может откорректировать полученные результаты.

Входными данными модели являются:

1. - временной ряд каждой задачи (его величина не более 9 лет) соответствующих требований, таких как необходимая мощность процессора, средний объем файлов и минимальный объем сегментов файлов, суммарный объем данных, требуемая скорость передачи данных, число физиков и групп физиков, ежедневная средняя интерактивная рабочая нагрузка (workload per user) и требуемый объем дисковой памяти. Их совокупность хранится в базе данных временных рядов для различных экспериментов.

Чтобы ввести эти данные, был разработан специальный модуль, который предполагает два формата. Первый ориентирован на физическую терминологию, основанную на числе событий и "RUNs" на ЭВМ, и использует электронную таблицу в качестве вспомогательного средства. И второй ориентирован на пользователей с элементарными знаниями об ЭВМ и использует стандартные общепринятые единицы в области компьютерной техники (MIPS, Мбайт, Мбайт/с и т.д.): С интерактивными меню для пользователя этот модуль дополнительно предполагает следующие возможности для одного эксперимента:

- отобразить (вывести) гистограмму и тенденции временного ряда;

- ввести имеющиеся ресурсы ЭВМ;
- обновление (включая стирание и добавление), уничтожение и копирование временного ряда и задач (или подзадач);
- обновление (включая добавление и стирание) баз данных процессоров и внешних устройств (которые описывают процессор, внешние запоминающие устройства, другие устройства ввода-вывода и особенности сети), используемых для отбора многоуровневой конфигурации комплекса ЭВМ;
- доступ к меню "Computer Configurations per experiment" для работы с базой данных о компьютерных комплексах соответствующих экспериментов;
- доступ к базе данных описания экспериментов и сопровождающих их текстов (статей);
- сравнение временных рядов (входных данных требований) и компьютерных конфигураций комплекса, соответствующих различным экспериментам. Также включена опция "HELP", которая описывает СППР СОМЕХ и позволяет получить список экспериментов, о которых имеется информация в базе данных временных рядов, конфигурации компьютерных комплексов.

2-качественное описание модели обработки экспериментальных данных (соответствует выбору опции "Main Menu", показанного на рис. 2), получаемое на основе ответов на вопросы пользователя системы соответственно в процессе работы экспертной СППР СОМЕХ, основанной на меню для пользователя. Если пользователей интересует, почему система нуждается в запрашиваемой ей информации, он может спросить ее посредством слова WHY, вместо того, чтобы делать выборку из списка величин. В состав описания входят:

1)-задачи или подзадачи и их распределение (в процентах) на уровне вычислительного комплекса (для этого используют специальные интерактивные меню и распространяющие электронные таблицы),

2)-данные, полученные из ответов пользователя или тех, которые ЭС сама определяет по просьбе пользователя: а) тип эксперимента; б) число уровней, которые входят в состав компьютерного комплекса; в) информация, необходимая для распределения терминалов / workstation; г) необходимая информация для НЕР эксперимента, связанная с переобработкой или обработкой в пределах реального времени; д) компьютерные ресурсы, которые уже

существуют; е) требования к математическим вычислениям (точность и величина чисел); ж) архитектура процессора; з) характеристики и задачи сетей передачи данных; и) множество компьютерных средств (процессор, запоминающие устройства, устройства ввода / вывода), которые принимают участие в процессе поиска оптимальной конфигурации комплекса, и т.д.

СППР СОМЕХ была разработана с использованием пустой экспертной системы с выводом "от фактов к цели" и наоборот (forward and backward chaining), с вызовом внешних подпрограмм для получения данных или выполнения подзадач и с использованием численных и текстовых переменных. Эта пустая ЭС содержит интерпретатор порождающих правил (IF THEN ELSE production rules) с коэффициентом вероятности / уверенности и средства интерфейса, предназначенные как для конструктора ЭС или инженера по знаниям (редактор и отладчик БЗ), так и для конечного пользователя (подсистема объяснений). Существуют два вида условий: текстовый и математический. Текстовым условием является предложение, которое может быть верным или ложным. Условие строится из двух частей: "qualifier" (спецификатора) и значений одного или более. Qualifier является обычно частью соответствующего условия и включает глагол. Значения являются возможными окончаниями предложения, начатого qualifier. Выборам являются различные варианты решения задачи, среди которых экспертная система осуществляет выбор. Цель экспертной системы - сделать наиболее вероятный выбор, основанный на вводе данных, или обеспечить перечень возможных выборов, расположенных в порядке уменьшения вероятности. Пустая ЭС показывает на экране список выборов. В состав каждого выбора входит текст выбора, слова "Probability =" и число. Число показывает степень достоверности правильного (0) или неправильного (1) выбора или соотношение A/B, где

B - это максимальное значение (10 или 100) в использованной вычислительной системе,

A - это вероятное значение выбора.

При генерации базы знаний нужно выбирать одну из трех опций, которые определяют, как программа будет использовать данные о вероятности:

1- значение выбора может быть 0 ("да") или 1 ("нет");

2- значение выбора может быть числом в интервале [0 - 10]. Во втором случае значение 0 означает абсолютное "нет"; значение 10 означает абсолютное "да". Значение 0 или 10 постоянно фиксирует

значение выбора как 0 или 10. Первое появившееся значение 0 или 10 фиксирует окончательное значение выбора. Значение от 1 до 9 представляет степень достоверности (от очень вероятного "нет" до очень вероятного "да"). Окончательное значение выбора - это среднее значение всех значений используемых правил, в которых выбор содержится, если все значения выбора от 1 до 9. Пользователь может сравнивать это значение со значениями других выборов, чтобы определить, какой выбор будет более вероятным;

3- более сложная система, в которой значение выборов идет от -100 до +100. Значение показывается на экране в виде соотношения, где знаменатель всегда будет 100. Окончательное комбинированное значение выбора можно вычислить по 3 вариантам:

первый - это среднее значение всех индивидуальных значений выборов, которым принадлежат истинные правила;

второй - это комбинирование вероятностей как зависимых вероятностей;

третий - это комбинирование вероятностей, как независимых вероятностей.

Если база знаний использует систему значений от -100 до +100, у пользователя пустой ЭС будет возможность вычислить окончательное значение на основе 3 вариантов, чтобы сравнить их. Автор базы знаний должен определить метод, работающий по умолчанию. В СППР СОМЕХ используется вторая опция, т. е. выбор от 0 до 10.

Выборы могут содержать item (вопрос, сообщение), действия и т. д. в зависимости от задачи. Система содержит трек вероятности всех возможных решений и выводит на дисплей перечень всех возможных решений, расположенных в порядке вероятности. Пользователь может увидеть, какое влияние оказывает отдельный ответ на заключение, используя команду "change and rerun". Далее можно заменить любой из ваших ответов и перезапустить систему с остатком ответа, содержащего константу.

СППР СОМЕХ учитывает коэффициент уменьшения годовой стоимости каждого типа устройства и процент ошибок во входных данных, который влияет на уровень определенности в результатах. Процент ошибок входных данных используется еще в процессе выбора оптимальных устройств и процессоров, например, внешних запоминающих устройств, т. е. определяет интервал значения переменных, которые соотносятся с объемом файлов (+ / - процент ошибок * объем файла).

В процессе работы, если это необходимо, СППР СОМЕХ

спрашивает и предлагает пользователю возможность вводить данные, которые не учитывались при вводе начальных данных: 1- данные о соответствующих компьютерных ресурсах, которые уже существуют для обработки экспериментальных данных; 2- о дополнительных требованиях (только для экспериментов в физике высоких энергий), к процессорам, внешним устройствам и линиям связи для генерирования и поддержки master DST's в псевдореальном масштабе времени после принятия данных; 3- о дополнительных требованиях к процессорам, внешним устройствам и линиям связи, исходя из интерактивной загрузки (interactive workload), и числа и распределения терминалов и рабочих станций по каждому уровню. При этом СППР СОМЕХ показывает значения переменных задачи для каждого года (т. е. задачу, значения временных рядов, соответствующие объему суммарных данных, среднему объему файла, минимальному объему сегмента, на которые файл может быть разделен, требуемому объему дисковой памяти, необходимой мощности процессора,) и требует ввода новых значений для приведения их в соответствие.

СППР СОМЕХ всегда комбинирует выбор критериев в зависимости от значений, предписанных каждой переменной модели как условие filter в алгоритме минимизации стоимости (cost minimization algorithm). Механизм решения задачи комбинирует знания, представленные в виде правил и фактов с алгоритмическими знаниями, т. е. прикладными программами, написанными в основном на СУБД FOXPLUS. МР обеспечивает стратегию (оптимизационные алгоритмы) распределения терминалов / рабочих станций, отбора внешних запоминающих устройств, отбора процессоров, выбора других устройств ввода / вывода, выбор линии связи и сети.

В процессе решения задачи появляются частичные результаты (решения), содержащиеся в глобальной базе данных (BLACKBOARD) СППР СОМЕХ. Одним из них является предварительная конфигурация компьютерного комплекса, в состав которой включается для каждого уровня: распределение терминалов / рабочих станций (включая их количество и технические характеристики), характеристики устройств ввода / вывода и в общем виде внешние запоминающие устройства, процессоры, линии связи и сети. Используя эти частичные результаты как входные данные, под управлением модуля контроля выполняются прикладные программы для дополнительного накопления необходимых данных для принятия решения, связанного с оптимизацией частичных решений или глобальных решений. В состав прикладных программ

входят программы для обеспечения оптимального или близкого к оптимальному распределения терминалов / workstation, отбора внешних запоминающих устройств, отбора процессоров, отбора технических характеристик устройств ввода / вывода и программы, представленные в виде распространяющих электронных таблиц, которые были использованы для определения распределения задач и требований к процессору и внешним запоминающим устройствам на каждом уровне. Как результат взаимосвязи между источниками знаний, модулями контроля и глобальной базой данных (BLACKBOARD) получается окончательная конфигурация компьютерного комплекса, которую предлагает СППР COMEX. Наконец, пользователь может изменить эту конфигурацию (полученную как результат работы OPTION : MAIN MENU СППР, предназначенную для помощи пользователю в процессе определения компьютерного комплекса) под компьютерным управлением (Computer Aided Assistant) или без него. В обоих случаях применяют пользовательские интерактивные меню, которые предлагают возможности приведения к соответствию с новыми данными; добавление и стирание записи в базе данных результатов (которая сохраняет многоуровневую конфигурацию компьютерного комплекса); to consult the processors and devices databases; пересчитывание стоимости по items, учитывая фактор обесценивания и обновленные количества; и выдачу на экран или печать по годам многоуровневой конфигурации компьютерного комплекса, в состав которой входят процессоры, внешние запоминающие устройства и устройства управления ими, другие устройства ввода / вывода (включая принтеры, дигитизеры, дисплеи, плотеры и сканнеры, определяющие их формат, resolution, скорость ввода / вывода и графические возможности), их рекомендуемые количества и их стоимость с общей суммой за год и уровень. Особенные технические характеристики каждого процессора, external data storage media / units и других устройств ввода / вывода учитываются в процессе обработки базы данных конфигурации компьютерного комплекса (результатов), с помощью базы данных процессоров и устройств.

Заключение

Основные результаты работы кратко сформулированы ниже.

1. Была разработана и создана СППР, состоящая из следующих основных компонентов: а) средств для создания, доступа, обновления и обработки баз данных и знаний; б) средств для обработки текстов и графики; в) базы данных; г) базы знаний (алгоритмические и

неалгоритмические) и механизма решения задач; д) средств для интерфейса с пользователем.

2. Были разработаны принципы создания СППР с применением средств представления знаний в виде правил и объяснения получаемых с их помощью решений, а также более качественное описание модели прикладной области.

3. На базе разработанных средств создана интегрированная развивающаяся СППР для моделирования и оптимального или близкого к оптимальному определения и использования компьютерных средств.

4. Рассмотрено применение созданной СППР для решения серии задач, связанных с планированием компьютерных ресурсов, для проведения вычислительных экспериментов. Применение СППР для решения данных задач позволяет получать более обоснованные результаты, близкие к оптимальному решению, накапливать и хранить их результаты, входные данные и относительную информацию общего характера в виде текстов в машинной памяти и в большей степени "готовых к употреблению" для анализа и решения последующих задач.

5. Была создана компьютерная модель области применения. Она включает постановку задачи в виде модели классификации, обоснование ее решения, характеристики процесса решения задач и ее особенностей, соединение математической модели с экспертной СППР путем единого представления модели объекта.

6. Использована методика, позволяющая описывать не только количественные, но и качественные параметры задачи и ее модель.

7. Исследована и создана СППР с новой архитектурой, базирующаяся на знаниях и взаимосвязи с реляционной СУБД, путем создания различных прототипов системы и проверки их практических возможностей. Это позволило создать более мощные системы.

8. Базы знаний и данных СППР COMEX открыты для дальнейшего развития и дополнения.

Литература

1. F.Fernandez Nodarse, Ivanov V.G. Blackboard architecture and qualitative model in a computer aided assistant designed to define computers for NEP computing, JINR E11-91-560, Dubna, 1991.
2. Уотермен Д., Руководство по экспертным системам. Пер. с англ. - М.: Мир, 1989.
3. F.Fernandez Nodarse, NETSYS, an AI system building tool, JINR Communication E10-90-474, Dubna, 1990.
4. Ф. Фернандес Нодарсе. Об интеграции баз данных и экспертных

систем. Разработка системы EXDB, Сообщение ОИЯИ P11-90-132, Дубна, 1990.

5. В.Г.Иванов, Ф. Фернандес Нодарсе, А.Г. Белов, Х. Зуньига. Автоматизированное рабочее место оператора микротрона МТ-25. Концепция и основные функции, Сообщение ОИЯИ P10-91-302, Дубна, 1991.

6. В.Г.Иванов, Ф. Фернандес Нодарсе, Т. Эрдэнэдэлгер, Назначение и структура программного обеспечения автоматизированного рабочего места в распределенной системе обработки экспериментальных данных. Сообщение ОИЯИ P10-91-105, Дубна, 1991.

7. Cohen B., Merging Expert systems and databases, AI Expert, 1989, vol 4, p. 22-31

8. Ф. Фернандес Нодарсе, В.Г.Иванов, Г. Балунова, С. Лима. Примеры разработки интеллектуальных программных систем, - Краткие сообщения ОИЯИ N. 7 (46)-90, Дубна, 1990.

9. FOXBASE + , Relational Database Management System. User Manual, Fox Software, Inc.- January 1987

10. FOXBASE + , Relational Database Management System. Revision 2.10, Reference Manual, Fox Software, Inc.- May 1988

11. Programming with dBASE III PLUS, Aston Tate Corp.-1986

12. Системы управления базами данных и знаний, Справ. изд. / А.Н. Наумов, А. М. Вендров, В.К. Иванов и др. -М: Финансы и статистика, 1991.

13. CHIWRITER User manual, The scientific / multifont word processor, version 3.10, 1986, Horstmann Software Design Corporation

14. MS-MicroStar, version 1.00b, 1984, Borland Inc.

15. GRAPHER User Manual, GRAPHER version 1.75, 1988, Golden Software Inc.

Рукопись поступила в издательский отдел

31 июля 1992 года.

Иванов В.Г., Ф.Фернандес Нодарсе
Система поддержки принятия решений
COMEX

P10-92-336

Экспертная система поддержки принятия решений (СППР) COMEX была разработана для выбора компьютерного комплекса при обработке экспериментальных данных. Помимо средств, типичных для экспертной системы, СППР содержит реляционную СУБД, подсистему работы с электронными таблицами, деловую графику, подсистему обработки текстов и другие средства интерфейса пользователя. Обсуждается вопрос о выборе средства ее построения, а также описываются основные характеристики СППР COMEX. Для СППР COMEX необходим персональный компьютер IBM PC/AT или совместимый с ним, с оперативной памятью не менее 640 Кб и жестким диском.

Работа выполнена в Лаборатории вычислительной техники и автоматизации ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1992

Перевод авторов

Ivanov V.G., F.Fernandez Nodarse
Computer Aided Assistant COMEX

P10-92-336

Expert Computer Aided Assistant (CAA) COMEX was developed to select the multicomputer system required to process experimental data. Besides the typical expert system components, COMEX includes relational database system, spreadsheet, graphic systems, word processors and other user interface subsystems. The selection of software building tools is discussed, and main characteristics of the CAA COMEX are described. The CAA COMEX requires an IBM AT personal computer or compatible with no less than 640 Kb and hard disk.

The investigation has been performed at the Laboratory of Computing Techniques and Automation, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1992