

УДК 681.03

ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКИХ СИСТЕМ И СППР ДЛЯ ЭКСПЕРТНОГО УЧЕТА И КОНТРОЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

В.Л. Косолапов, С.П. Козлова, В.В. Малиновский, Н.П. Петрук
Институт проблем математических машин и систем НАН Украины
e-mail: org@immsp.kiev.ua

Формирование и разработка программных способов экспертной оценки в СППР для решения задач оперативного анализа, оценки риска в сфере экономического, статистического, информационного видов деятельности и обзора их зависимостей в области влияния современного рынка с целью анализа позиций экспертного анализа для формирования алгоритмов математических методов, информационного и программного обеспечения, разработки адекватной программной среды является актуальной проблемой [1]. При решении этого задания важной задачей есть формирование интерактивного интерфейса эксперта и потребителя. Существует необходимость анализа полученных результатов с помощью СППР, определение возможности и актуальной сферы применения полученных моделей и программного обеспечения, путей его развития.

Как свидетельствует передовой опыт стран, лидирующих в сфере компьютерных технологий, сформировалось новое много- и междисциплинарное направление – определение знаний в данных и их активная обработка (knowledge discovery in databases and data mining) [2, 3]. Учеными употребляется также такой термин, как интеллектуальный анализ данных (ИАД). Мы можем употребить его как "выделение знаний из данных" (ВЗД). Сейчас развивается понятийная база ВЗД, осмысливается сфера приложений ВЗД: в госуправлении, в социологии, финансовой, кредитной и маркетинговой деятельности, в управлении АПК и пр. Потребность в новой методологии и компьютерных инструментах обусловлена нерешенностью ряда важнейших задач.

Новые технологии SQL-запросов поддерживают только манипуляцию данных, без их комплексного обобщения и выводов, необходимых для неэкспертов-управленцев. Системы OLAP содержат более укрупненные данные и обеспечивают эксперта подготовленными заранее информационными агрегатами [4, 5]. Однако при этом выполняется лишь внешний анализ информации. За экспертом остается содержательный анализ ситуации. Как показывает анализ современных источников, хранилища данных (data warehouses) обеспечивают более интегрированные и систематизированные данные по конкретной ситуации и создают информационную базу ВЗД. Однако известные статистические методы анализа данных не доводят комплексный анализ до конца, и это приводит к интеллектуальной перегрузке эксперта. В системах ВЗД с помощью СППР можно изучить и проанализировать данные детально и автономно, обеспечивая нужную релевантность, обобщенность результатов и высокую системную адекватность. Модернизированные методы, прогрессивные информационные технологии и инструментарий индуктивной переработки информации в сочетании с производительностью современных компьютеров создают возможность активного применения направления ВЗД в СППР.

Сейчас успешное функционирование государственного управления определяется развитием инфраструктур информационной системы, которая позволяет автоматизировать сбор и обработку данных, хранилища данных. Важной составляющей информационно-аналитических систем и СППР являются банки данных. Они включают в себя комплекс баз данных (БД); разветвленную систему управления базами данных (СУБД); сложный и авторизованный пакет прикладных программ.

Рассмотрим проблемы создания информационно-аналитической системы учета и контроля использования объектов интеллектуальной собственности (ОИС) и принятия решений оперативного анализа патентной информации [8,9] на базе СППР. Проблемы использования методов теории поддержки принятия решений для решения управленческих

задач по выбору альтернатив из множества однородных, каждая из которых может быть оценена по одному и тому же множеству критериев, является важной и актуальной задачей. В рамках информационно-аналитического учета и контроля использования ОИС разрабатывается СППР, предназначенная для решения задачи информационного мониторинга объектов данного класса. Система анализа патентной информации создана с целью автоматизации выбора ОИС для решения задач оперативного прогноза, оценки риска финансирования, а также анализа зависимости их от факторов и влияний современного рынка. Процесс решения задач в СППР включает 7 этапов: 1) общее определение проблемы и задач исследования; 2) сбор релевантных данных во внешней сети; 3) представление информации в виде модели иерархий; 4) комплексное экспертное оценивание; 5) решение вопроса о согласованности множества оценок экспертов; 6) выделение приоритетов экспертного выбора; 7) формирование заключительных результатов для данного информационного варианта.

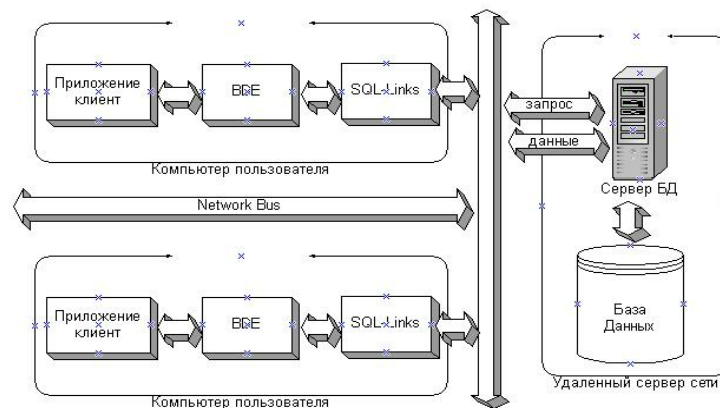


Рис. 1. Архитектура СППР «Эксперт Патент»

Данная СППР представляет собой одну из структур информационно-аналитической системы по учету и контролю использования «Эксперт патент». СППР «Эксперт патент» (рис.1) представляет собой приложение по обработке данных. Хранилище данных располагается на удаленном компьютере-сервере, а приложение, т.е. ИАС, на компьютере пользователя. Информационная система состоит из неоднородных частей – сервер и клиент БД. Клиент – это приложение пользователя (приложение-клиент). Для получения данных приложение-клиент формирует и отправляет запрос удаленному серверу, на котором размещена БД. Запрос формулируется на языке SQL, который является стандартным средством доступа к серверу при использовании реляционных БД. После получения запроса удаленный сервер направляет его SQL-серверу (серверу баз данных). SQL-сервер – это программа, которая управляет удаленной БД и обеспечивает выполнение запроса и выдачу клиенту его результатов – требуемых данных. Вся обработка запроса выполняется на удаленном сервере. Достоинствами такой архитектуры являются: низкая нагрузка на сеть, в которой циркулирует только нужная информация; безопасность информации – обработка запросов всех клиентов выполняется единой программой, расположенной на сервере. Сервер устанавливает общие для всех пользователей правила пользования БД, управляет режимами доступа клиентов к данным, запрещая одновременное изменение одной записи различными пользователями; в клиентских приложениях отсутствует код, обеспечивающий управление БД и разграничение доступа к ней.

Для реализации архитектуры клиент-сервер выбрана многопользовательская СУБД InterBase. В СППР «Эксперт-патент» реализована архитектура локальных БД на основе движка Microsoft Access. Локальные БД расположены на том же компьютере, что и приложение. Работа с БД происходит в однопользовательском режиме. Для управления совместным доступом к БД встроены специальные средства контроля и защиты. Эти средства могут понадобиться в случае, когда приложение пытается изменить запись, которую редактирует другой пользователь. Каждая БД осуществляет этот контроль своими способами

и имеет средства разграничения доступа. Эксперт решает проблему оптимального выбора интересующих его данных среди множества аналогичных вариантов по определенным хорошо известным ему критериям. Система позволяет аналитику задавать интересующие его критерии и выделять среди множества вариантов именно те данные, которые оптимально соответствуют заданным критериям. Для построения дерева иерархий, а также для оценки его дуг применяется метод попарных сравнений, который использует экспертную информацию. Объектом проведения анализа и выбора вариантов являются патенты, а также все данные про них в БД. Поэтому наличие такой системы дает возможность довольно точно анализировать данные, представленные в БД.

Основным этапом настройки системы является формулировка критериев. В системе предусмотрены удобные средства для ввода критериев, а также возможность выбора формулировок критериев из файлов. Эксперты после получения ими четко сформулированной задачи, т.е. цели задачи и множества вариантов решения, структурируют задачу в виде дерева иерархий. Метод анализа иерархий требует структурирования проблемы экспертами в процессе решения, составления иерархии в соответствии с их потребностями, пониманием ограничений (например, денежных средств) и существующими вариантами выбора. Необязательно, чтобы все участники в процессе планирования пришли к согласию по всем компонентам проблемы, можно позже выразить свои предпочтения относительно критериев и альтернатив. Определение критериев может потребовать длительных предварительных рассуждений и переговоров.

Главным этапом настройки системы является определение показателей значимости критериев. Эту операцию под руководством лица, принимающего решение (ЛПР), осуществляет бригада экспертов, использующих методы групповых парных сравнений. От профессионализма и ответственности экспертов решения непосредственно зависит качество рекомендуемых системой решений. Поэтому на этом этапе ЛПР должен привлекать наиболее опытных экспертов и, используя методы «мозгового штурма», находить согласованные формулировки таких важных категорий [7]. В силу разнородности критериев оценки экспертами-аналитиками проводятся по шкале относительной важности (табл. 1). В этом случае суждения выражаются как отношения на ней. Эта шкала оказалась эффективной не только во многих приложениях, ее правомочность доказана теоретически при сравнении со многими другими шкалами [6].

Таблица 1. Шкала относительной важности

Интенсивность относительной важности	Определение	Трактовка
1	Равная важность	Равный вклад двух видов деятельности в цель
3	Умеренное превосходство одного над другим	Опыт и суждения дают легкое превосходство одному виду деятельности над другим
5	Существенное или сильное превосходство	Опыт и суждения дают сильное превосходство одному виду деятельности над другим
7	Значительное превосходство	Одному виду деятельности дает настолько сильное превосходство, что оно становится практически значимым
9	Очень сильное превосходство	Очевидность. Превосходства одного вида деятельности над другим подтверждается наиболее сильно
2, 4, 6, 8	Промежуточные решения между двумя соседними суждениями	Применяются в компромиссном случае

Обратные величины приведенных выше чисел	Если при сравнении одного вида деятельности с другим получено одно из вышеуказанных чисел (3), то при сравнении второго вида деятельности с первым	
---	--	--

При обработке экспертной информации для нахождения коллективных оценок используется алгебраический метод. В системе используются формы, которые разрешают задать n матриц одинаковой размерности. Эти формы используются для задания экспертных оценок. Результаты сравнения экспертом вариантов вершин, которые могут быть включены в дерево, заносятся в матрицу. После составления матриц и субъективных парных суждений необходимо определить ту альтернативу, которую следует выбрать. Из группы матриц парных сравнений формируется набор локальных приоритетов, которые выражают относительное влияние множества, элементов на элемент примыкающего сверху уровня. Теперь надо найти относительную силу, желательность или вероятность каждого отдельного объекта через решение матриц, каждая из которых обладает обратно симметричными свойствами. Для этого нужно вычислить множество собственных векторов для каждой матрицы, а затем нормализовать результат к единице, получая тем самым вектор приоритетов. При использовании любого метода аппроксимации существует опасность изменения порядка ранжирования и поэтому получение нежелательных результатов. Подход, основанный на собственном векторе, использует информацию, которая содержится в любой, даже несогласованной, матрице, и позволяет получать приоритеты, основанные на имеющейся информации, не производя арифметических преобразований данных. Для индивидуума или группы лиц идея заключается в том, чтобы решить, хотят они или нет изменить суждения. Сложная математика не может улучшить то, что индивидуум не хочет менять. Обнаружение влияния критериев на выходные данные происходит в результате работы системы. Система покажет, какие параметры больше влияют на результат, а какие вообще можно не учитывать при дальнейшем анализе, представляется дерево иерархии с указанием веса каждой из дуг. Удобные средства выдачи как итоговой информации о показателях относительной эффективности альтернатив, так и вспомогательной: формулировок критериев и их значений, коэффициентов компетентности экспертов и коэффициента спектральной согласованности множества экспертных оценок, облегчают решение задач.

Итоговая информация может выдаваться либо в виде диаграмм, либо в виде таблицы. Графическое представление выборки показателей согласованности множества экспертных оценок реализовано в виде интерактивных форм. Главная задача этих форм – обеспечить наглядность подачи информации. Пользователь может визуально отследить динамику изменения показателей и определить его тенденции. В некоторых случаях этого достаточно, для того чтобы определить несогласованность экспертных оценок. Определение согласованности множества экспертных оценок предшествует этапу вычисления агрегированной оценки и имеет своей целью решение вопроса возможности использования этого множества для получения такой оценки и определения некоторого значимого его подмножества.

СППР «Эксперт-патент» реализует такие функции: отображение интерфейса, удобного для пользователя; обработка запроса пользователя с исключением неверно заданных

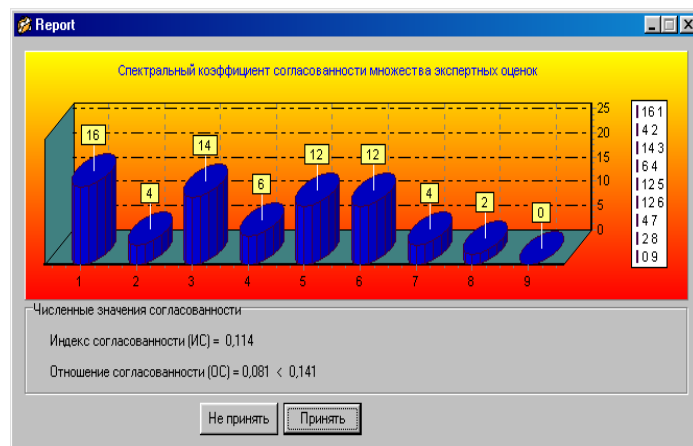


Рис. 2. Спектральное представление согласованности множества экспертных оценок

форматов, неверно заполненных полей запроса и т.п.; вывод сообщений об ошибках в случае программных или системных сбоев; поиск информации в БД, в соответствии с запросом, модификация или удаление данных в БД (поиск требуемых материалов, административная работа с системой для администратора); реализация алгоритмов экспертного оценивания информации Баз Данных и качественного прогнозирования; отображение результатов работы. Для реализации вышеописанных функций разработаны следующие программные модули СППР: MAIN.pas, DBWork.pas, Unit1.pas, CompTest.pas, FormReport.pas.

Модуль MAIN.pas предназначен для отображения главной формы и выполняет: вызов текстового редактора; подключение баз данных (*.gdb, *.mdb); выбор метода анализа; вызов модуля, содержащего константы; вызов отчетов проведенного спектрального анализа; вызов справки системы. Главное меню обеспечивает вызов информационных форм, текстового редактора, выбор отчетов, редактирование таблицы констант и выбор метода анализа. DBWork.pas обеспечивает работу системы с Базами Данных (Interbase, Microsoft Access), вызывает окно интерактивного создания запросов SQL. Модуль Unit1.pas реализует выполнение интерактивного SQL запроса или запроса по маске. В данном модуле реализован метод МАИ. При этом осуществляются: ввод критериев оценивания; заполнение матрицы парных сравнений критериев; заполнение матриц парных сравнений объектов для каждого критерия; редактирование модуля, содержащего константы (если требуется).

При обработке экспертной информации необходимо учитывать компетентность экспертов, для чего требуется определить способы количественной оценки степени компетентности при определении согласованности матриц экспертных оценок. Модуль CompTest.pas реализует графическое представление выборки показателей компетентности экспертов. Задача этого модуля – обеспечить наглядность подачи информации. Пользователь может визуально отследить компетентность экспертов и при необходимости отстранить эксперта от принятия участия в вычислении агрегированных оценок. При помощи модуля FormReport.pas осуществляется графическое представление выборки показателей согласованности множества экспертных оценок. В некоторых случаях этого достаточно, для того чтобы определить несогласованность экспертных оценок.

Определение согласованности множества экспертных оценок предшествует этапу вычисления агрегированной оценки и имеет своей целью решение вопросов возможности использования этого множества для получения такой оценки и определения некоторого значимого его подмножества. Таким образом, оценка количества параметров альтернатив вычисляется непосредственно и приводит к анализу влияния несогласованности экспертных оценок на результирующую выборку альтернатив. Предложен метод формального определения степени согласованности с использованием индекса и соотношения согласованности. В СППР предусмотрено решение вопроса раздела исследуемой информации на отдельные элементы и установлена связь между ними, поэтому она удобна потребителю. Исследование методов и способов построения информационно-аналитических систем поддержки принятия решений проанализированы на основании современного состояния проблемы, найдены основные принципы их функционирования и возможность их использования для оперативного анализа, оценки риска (экономического, статистического, информационного) и анализа зависимостей. Разработана система программных средств поддержки принятия решений оперативного анализа, которые функционируют в комплексной информационно-аналитической системе учета и контроля использования ОИС «Эксперт-патент». Возможность работы с большим количеством альтернатив обеспечивается применением аддитивной декомпозиции. Графическая часть проекта включает визуализацию полученных результатов и разработана с учетом требований и стандартов. В работе представлена методология построения иерархий, синтеза приоритетов и декомпозиции матриц парных сравнений.

Программная реализация системы выполнена в объектно-ориентированной среде Borland Delphi 6, удобна в использовании и не требовательна к ресурсам вычислительной машины. Анализ проблематики интеллектуализации информационных аналитических систем

представлен как процесс создания совокупности средств обеспечения умения системы фиксировать изменения в условиях существования и помогать человеку находить адекватные управленческие решения. Сформулирован ряд направлений исследований построения как задачи создания интеллектуализирующего обеспечения системы, и определены дополнительные задачи этапа обследования объекта автоматизации.

Эти механизмы помогают повысить эффективность повседневной работы аналитических систем, обеспечивают существование системы как единого организма, который ориентируется в пространстве и во времени своего существования, демонстрируя разумное поведение. С точки зрения технологии создания СППР, этим определяются основания для утверждения о существовании специфического вида обеспечения системы – интеллектуализирующего обеспечения, которое завершает конструкцию традиционных видов обеспечения: технического, программного, информационного и организационного. Предлагаемая методология может быть использована в создании информационно-аналитической системы контроля и учета ОИС в Украине.

В СППР предусмотрен режим определения ЛПР своих оценок относительной компетентности экспертов и возможность отстранения эксперта от участия в принятии решения. Имеются удобные средства выдачи как итоговой информации о показателях относительной эффективности альтернатив, так и вспомогательной: формулировок критериев, их значений, коэффициентов компетентности экспертов, коэффициента спектральной согласованности множества экспертных оценок. Представляемая СППР является составной частью работы по созданию информационно-аналитической системы контроля и учета ОИС. Имеется возможность быстро и объективно вывести из больших массивов данных ценное обобщенное содержание и предъявить этот кластер пользователю в удобной интерактивной форме. Представленные методы основаны на обработке экспертной информации, получаемой при парном сравнении элементов рассматриваемой проблемы и последующем иерархическом синтезе результатов. Данная экспертная информация обрабатывается с учетом психометрических характеристик экспертов и интегрируется в дерево решений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Морозов А.О., Косолапов В.Л. Інформаційно-аналітичні технології підтримки прийняття рішень на основі регіонального соціально-економічного моніторингу. – К.: Наукова думка, 2002. – 230 с.
2. Goebel M., Gruenwald L. A sure of data mining and knowledge discovery software tools // SIGKDD Explorations, ACM SIGKDD. – 1999. – June. – Issue 1. – P. 20–32.
3. Inmon W.H. The data warehouse and data mining // Communications of ACM. – 1996. – Vol. 39, N 11. – P. 49–50.
4. Балабанов А.С. Выделение знаний из баз данных – передовые компьютерные технологии интеллектуального анализа данных // Математические машины и системы. – 2001. – № 1, 2. – С. 40–55.
5. Саати Т., Кернс К. Аналитическое планирование. Организация систем. – М.: Радио и связь, 1991. – 224 с.
6. Тоценко В.Г. Методы и системы поддержки принятия решений. Алгоритмический аспект. – К.: Наукова думка, 2002.
7. Глушков В.М. Прогнозирование на основе экспертных оценок // Кибернетика. – 1969. – № 2. – С. 23–60.
8. Андросук Г.О. Міжнародне співробітництво України у сфері правової охорони інтелектуальної власності // Проблеми гармонізації законодавства України з міжнародним правом: Матеріали наук.-практ. конф. – К. – 1998. – Жовтень. – С. 350–353.
9. Інтелектуальна власність в Україні: правові засади та практика: У 4 т. //Акад. прав. наук України, Держ. патент. відомство України, Держ. агентство України з авт. і суміж. прав. – К.: Вид. дім "ІнЮре", 1999.