

УДК 681.3

ЭТАПЫ И МЕТОДЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

Б.М. Герасимов*, И.Ю. Субач*, А.Г. Оксенок**

*Военный институт телекоммуникаций и информатизации НТУУ "КПИ",

**Европейский Университет

e-mail: prorector-nvr@eufimb.edu.ua

Распределенный подход поддержки применения решений применяется тогда, когда лица принимающие решения (ЛПР), пространственно распределены, либо процесс принятия решений связан с высокой степенью функциональной специализации, или когда имеют место оба эти случая

Пространственно и функционально распределенные СППР состоят из локальных СППР, расположенных в связанных между собой узлах вычислительной сети, каждая из которых может независимо решать свои частные задачи, но для решения общей проблемы, ни одна из них не обладает достаточными знаниями, информацией или ресурсами. Общую проблему могут решать только сообщая, объединяя свои локальные возможности и согласовывая принятые частные решения.

Как правило, типовая структура локальной СППР содержит следующие подсистемы [1]: подсистемы общения, подсистемы оценки ситуации, подсистемы синтеза плана разрешения текущей ситуации, подсистема логического вывода, подсистема объяснения, подсистема обучения, подсистема информационных-оптимизационных модулей, подсистема управления базой знаний.

В распределённой СППР дополнительно имеются подсистемы информационного обмена и фокусировки внимания.

Подсистема информационного обмена определяет стратегию обмена между локальными СППР.

Подсистема фокусировки внимания предоставляет каждой СППР возможность самостоятельно решать, какую из возможных целей (задач) следует обрабатывать. Множество этих потенциальных целей включает как собственные цели СППР, так и цели порождённые другими СППР.

Опыт практического применения СППР показывает, что необходимо учитывать следующие обстоятельства [2]:

1. Эффективность СППР при решении задач в первую очередь определяется составом (мощностью) знаний, которыми она обладает, и только во вторую очередь – используемыми процедурами логической обработки знаний.

2. Знания, накапливаемые и хранящиеся СППР, отражают субъективное восприятие предметной области экспертом-человеком и, как правило, являются неполными, неточными и противоречивыми.

3. В силу специфики походной экспертной информации и методов решения задач обеспечить доверие к полученным результатам можно только путём разъяснения пользователям в доступной форме причин, на основании которых получены данные результаты.

4. Решения, формируемое СППР, должно носить рекомендательный характер с возможностью его корректировки за счёт использования знания и личного опыта ЛПР.

5. СППР должны быть гибридной, т.е. иметь возможность решать как задачи, основанные на экспертных знаниях, так и другие классы задач (расчетные, оптимизационные и др.). Из сказанного следует, что первой и главнейшей задачей проектирования СППР является получение исходной экспертной информации, необходимой для эффективного функционирования СППР.

В соответствии [3] методы извлечения знаний делятся на две большие группы: коммуникативные методы и текстологические методы.

Коммуникативные методы извлечения знаний охватывает методы и процедуры контактов инженера по знаниям с непосредственным источником знаний - экспертом, а текстологические включают методы извлечения знаний из документов (методик, пособий, руководств) и специальной литературы (статей, монографий, учебников) [3].

В последнее время большое внимания уделяется проблеме извлечения знаний из больших массивов данных.

Качество исходной информации, используемой СППР, может быть оценено такими показателями как полнота, достоверность, точность и непротиворечивость. Оценка этих показателей для различных источников в получении информации требует разработки специальной методики.

Следующим этапом проектирования распределенной СППР является распределение функций между локальными СППР.

С целью минимизации временных затрат, связанных с обменом информации между локальными СППР и стоимостью аппаратуры, необходимо сконцентрировать в каждой локальной СППР функции, имеющие максимальную связность в процессе решения глобальной задачи.

Сформулируем задачу распределения функций между локальными СППР.

Пусть задано множество функций F , подлежащих распределению между "е" локальными СППР:

$$F = \{F_{i,j} = 1, I\} \quad F_i \cap F_j = 0; \quad i, j = 1, I; \quad i \neq j$$

Любую из функций $F_i \in F \times F^*$ можно реализовать на одной из "е" СППР; F^* - множество уже распределенных функций.

Введём параметр распределения x_{ik} :

$$x_{ik} = \begin{cases} 1, & \text{если } i - \text{я функция реализуется на } k - \text{й СППР}; k = \overline{1, e}; \\ 0 & - \text{в противоположном случае.} \end{cases}$$

$$\text{Обязательно выполнения условия } \sum_{i=1}^I x_{ik} = 1; \quad k = \overline{1, e}; \quad i = \overline{1, I};$$

т.е. каждую функцию можно закрепить только за одной СППР.

Обозначим через a_{ij} алгоритмическую связность i -й функций с j -й; B_i - объем памяти, необходимы для выполнения i -й функции; $B^{(k)}$ - располагаемый объем памяти вычислительных средств k -й СППР.

При введенных обозначениях задачу распределения функций можно представить в виде следующей задачи линейного программирования:

$$\text{Найти } \min \sum_{k=1}^e \sum_{i=1}^I a_{ij} x_{ik} \quad (1)$$

при ограничениях

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^I B_i x_{ik} &\leq B^{(k)}; \quad k = \overline{1, e}; \\ \sum_{i=1}^I x_{ik} &= 1; \quad x_{ik} = 0, 1; \end{aligned} \quad (2)$$

Задачу можно интерпретировать как задачу разрезания конечного ориентированного взвешенного графа $G = (Y, V)$, в котором вершинам множества Y

ставится в соответствие объем памяти, занимаемый i -й функцией B_i , а множеству дуг – алгоритмическая связность i -й функции с j -й – a_{ij} . Решение состоит в разрезании графа G на $k = e$ подграфов $\langle G_k \rangle$, удовлетворяющих условиям $Y = \bigcup_k Y_k$; $Y_1 \cap Y_2 \cap \dots \cap Y_e = 0$ и требованиям минимума целевой функции (1) при ограничениях (2).

Существует множество точных и приближенных алгоритмов решения задачи разрезания графа (например, [4]).

После предварительного распределения функции между локальными СППР выполняется этап выбора технических средств. Поскольку выбор технических средств осуществляется по времени ранее окончания разработки функциональных подсистем, то на этом этапе объективно присутствует неопределенность требований, предъявляемых к техническим средствам. Эта неопределенность требует применения адекватных методов принятия решений, основанных на экспериментальных оценках и обработке их результатов методами теории нечетных множеств.

Общая постановка задачи выбора технических средств может быть описана следующим образом.

Существует множество вариантов технических средств: $i = 1, \bar{S}$. Каждый i -й вариант экранируется набором технических средств: $\bar{x}_i = \left| x_i^{(1)}, \dots, x_n^{(i)} \right|$.

Для каждого варианта существует вектор показателей качества $\bar{Q}_i = \left| q_1(\bar{x}_i), \dots, q_j(\bar{x}_i), \dots, q_m(\bar{x}_i) \right|$. Будем считать, что среди показателей есть e количественных ($j = 1, e$), приведенных к нормированному виду от нуля до единицы $\bar{q}_1(\bar{x}_i), \dots, \bar{q}_e(\bar{x}_i)$ и $m - e$ качественных, представленных в виде функций принадлежности требуемому уровню качества $M_{e+1}(\bar{x}_i), \dots, M_m(\bar{x}_i)$. Необходимо выбрать такой вариант I_0 технических средств, который обеспечит оптимальное значение векторного критерия $\bar{Q}$, т.е.

$$\begin{aligned} I_0 &= \arg \text{opt} \bar{Q}_i(\bar{x}_i) \\ I_0 &\in S; \\ i &= 1, \bar{S}. \end{aligned} \quad (3)$$

Задача (3) относится к классу задач нечеткой многокритериальной оптимизации. Обзор возможных методов решения подобных задач приведен, например, в работе [1].

В частности, для решения задачи (3) можно рекомендовать лексикографический метод. Он наиболее прост и нагляден в реализации и требует минимальной экспертной информации о степени предпочтения показателей.

Основу локальной СППР составляет подсистема управления знаниями, которая базируется на определенной модели представления знаний (МПЗ) и соответствующих механизмах логического вывода. Для достижения необходимого уровня качества функционирования СППР необходимо выбрать оптимальную в некотором смысле модель представления знаний на этапе предварительного проектирования.

Рассмотрим методику многокритериального выбора модели представления знаний на основе экспертного оценивания с применением логико-лингвистического метода. Формальная постановка задачи имеет вид, аналогичной постановки(3).

Для разработанной методики исходными данными является множество моделей и представления знаний, множество частных критериев оценки этих моделей и соответствующие лингвистические переменные, множества термов и их функции принадлежности.

Методика выбора рациональных МПЗ предполагает выполнение следующих этапов.

1 этап. Определение системы показателей для оценки перспективности МПЗ.

В данную систему вложим следующие показатели: прогнозируемая эффективность - способность СППР оценивать качество сгенерированного решения; в случае неудовлетворительной оценки качества решения СППР должна указать пользователю противоречивость решения или неполноту исходных данных;

способность к пояснению решения;

продуктивность - прогнозируемое время принятия решения и наличия механизмов в оптимизации процедур вывода;

способность к обучению - возможность СППР в автоматизированном режиме накапливать знания и учитывать новые типы исходных данных;

масштабируемость – возможность наращивание базы знаний (БЗ) или объединения нескольких БЗ разных уровней в единую иерархическую систему;

возможность экспорта-импорта знаний - способность БЗ к модернизации в процессе эволюции СППР;

наглядность - способность к восприятию и анализу когнитологом целостного образа знаний и полученных результатов.

2 этап. Определение коэффициентов важности показателей качества МПЗ или их ранжирование. Существует более 20 методов определения коэффициентом важности показателей [6]. Наиболее эффективным и удобным в практическом применении является метод попарных сравнений.

3 этап. Определение уровня показателей качества МПЗ с помощью прямых экспертных оценок или построение функции принадлежности показателя уровня качества.

4 этап. Оценка степени согласованности мнений экспертов на основе расчета коэффициента корреляции.

5 этап. Выбор метода решения задачи нечеткой многокритериальной оптимизации в зависимости от вида экспертной информации о преимуществе показателей.

Заключительным этапом проектирования распределенной СППР является оценка ее эффективности. Суть оценки эффективности СППР в любой предметной области заключается в сравнении качества решений, принимаемых пользователем без СППР или с ее использованием. Детально методы оценки эффективности СППР изложены в работе авторов[1]. Как показывает практика, наиболее мощным средством применяемым для оценки эффективности СППР является имитационное моделирование.

Предметная методология, на наш взгляд, позволяет реализовать преимущества системного подхода при проектировании распределенных СППР.

Список литературы

1. Герасимов Б.М., Дивизинюк М.М., Субач И.Ю. Система поддержки принятия решений: проектирование, применение, оценка эффективности. Севастополь, СНИИЯЭ и П, 2004 -320 с.
2. Трахтенгерц Э.А. Компьютерная поддержка принятия решений -М:СИНТЕГ, 1998-376с.
3. Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Ф. Базы знаний интеллектуальных систем - СПб:Питер, 2001 - 384 с.
4. Корбут А.А. Финкельштейн Ю.Ю. Дискретное программирование.-М:Наука, 1969-368с.
5. Представление и использование знаний. Пер с япон. Под редакцией Х.Уэно - М.:Мир, 1990 - 267 с.
6. Анохин А.М., Глотов В.А. Павельов В.В., Черкашин А.М. Методы определения коэффициентов важности критериев. Автоматика и телемеханика -1997 -№8 – С.3-35.