

С.Б. Лавриненко, О. А. Нестеренко, А.Л. Шумеев

О целесообразности учета лево- и правополушарной парадигмы при реализации диалоговой компоненты системы поддержки принятия решений

В человеческом мире принятия решений часто правит не только разум, но и эмоции; а решение, которое принимает один человек, часто затрагивает интересы многих людей. В связи с этим возникает необходимость повлиять на субъективное мнение пользователя, вырабатывающего свое решение в процессе общения с системой поддержки принятия решений (СППР), удержать его на объективных позициях в процессе принятия решений (ПР). Таким образом, в области создания СППР созрела потребность изменить подход, на основании которого разрабатываются эти системы, смягчить концептуально существующую отстраненность системы от принимаемых решений. Данная работа является продолжением [1], в которой на основании анализа человекообразных проблемных областей было показано, что при создании СППР следующего поколения необходимо обеспечить более адекватный человеческому подход к ведению процесса ПР. Эта работа посвящена вопросу реализации диалогового компонента СППР. Прежде всего нас интересовал вопрос, какая форма коммуникации на сегодняшний день наиболее приемлема для реализации в СППР, чтобы она смогла "подстраиваться под стиль мышления человека, имитировать приемы его работы" [2, с. 36]. Исходя из физиологических особенностей мышления человека, а также используя знания о вербальных левополушарных и образных правополушарных механизмах, видится возможным построить взаимодействие "человек - система" на более высоком уровне. При разработке принципов реализации диалогового компонента учитывался тот комплекс требований, которые были выдвинуты в работе [1].

Объективизация процесса выбора путем учета при создании СППР левополушарных механизмов мышления человека. Одной из основных проблем, возникающих при создании СППР в областях экологического характера и других человекообразных областях, является необходимость в объективизации процесса выбора. При отсутствии в таких областях объективных моделей, научно-проработанных и формализованных алгоритмов оценки многокритериальных альтернатив процесс объективизации мы будем

понимать как учет пользователем в процессе ПР интересов активных групп [2].

Установлено, что процесс осознания вреда или пользы того или иного решения для себя, т.е. процесс выработки решения индивидуальной проблемы поддерживается механизмами правого полушария (ПП). А поддержка решения интересующей нас коллективной проблемы с учетом позиций целой группы людей свойственна деятельности левого полушария (ЛП) [1]. В работе [3, с. 760] отмечается, что "чаще в начале деятельности наблюдается усиление активности в левом полушарии, как по ЭЭГ, так и по ВП-параметрам; затем отмечается неуклонная миграция (с неодинаковой промежуточной динамикой у разных лиц) фокуса активности из лобного отдела левого полушария в затылочный отдел правого". Таким образом, активность ЛП при решении сложных и в силу этого забирающих много времени задач со временем спадает. Физиологические опыты показывают также, что повторное воспроизведение однотипных мыслительных задач (как эмоционально окрашенных, образных, так и эмоционально нейтральных, вербальных) приводит к выработке стереотипа деятельности. При такой мыслительной деятельности также наблюдается закономерная миграция активационного фокуса по коре больших полушарий от левого к правому. Для объективизации процесса выработки субъективного решения предлагается обеспечить более активную работу ЛП, для чего при создании СППР необходимо: отдавать предпочтение методам, которые являются достаточно быстрыми по времени проведения процесса принятия решения, а также сокращать серию предъявляемых для извлечения предпочтений ЛПР стимулов (запросов системы).

Классификация альтернатив решения как способ сокращения количества запросов системы. Требование сократить количество запросов системы к ЛПР в процессе принятия решений [1] является прямым отражением понятия трудоемкости методов поддержки ПР, существующего в теории ПР. Рассмотрим предложение по сокращению трудоемкости таких методов на конкретном примере. Так, для метода ЗАПРОС [2], который наиболее полно удовлетворяет специфике человекообразных областей, в частности, области экологии, оценка трудоемкости производится по следующей формуле [2, с. 114]:

$$C = 0,25 \times Q \times (Q - 1) \times m \times (m - 1), \quad (1)$$

где C – количество запросов системы к ЛПР;

Q – критериальность задачи ПР;

m – максимальное количество оценок по одной из шкал качественных критериев.

Поскольку для слабоструктуризованных проблемных областей сокращение критериальности задачи ПР является довольно сложной проблемой, мы предлагаем так организовать процедуру использования метода ПР, чтобы было сокращено количество оценок по каждому из критериев. Этого можно добиться путем применения ко множеству исходных вариантов решения операции классифицирования. Здесь и возникает единственная трудность для реализации предлагаемой процедуры. В связи с преимущественно вербальным характером критериев оценки вариантов решения, используемых в методе ЗАПРОС, существенно затруднена классификация таких альтернатив. Идеальным было бы использование естественной классификации альтернативных решений, которые обычно закладываются в основу баз знаний интеллектуальных систем [4]. Построение естественных классификаций для слабоструктуризованных проблем выбора не является предметом этой работы. Однако при количественной оценке альтернатив построение их классификации не является реальной проблемой. Во-первых, необходимо разбить шкалы оценок по каждому из критериев на оптимальное для выбранной проблемной области количество классов оценок m_{opt} ; на высших уровнях иерархии такой классификации классы оценок будут представлять собой интервальные оценки качества. Далее на основании этих интервальных оценок возможна классификация начального множества альтернатив. Теперь по каждому из критериев альтернативы будут иметь лишь одну из m_{opt} оценок. Заметим, что с учетом m_{opt} такое деление на классы может иметь довольно высокую степень иерархии N . При этом будет верной следующая зависимость:

$$m = m_{opt}^N \quad (2)$$

Оценим трудоемкость C_m процесса ПР для ЛПР в предлагаемой процедуре:

$$C_m = \sum_{i=1}^N C_i, \quad (3)$$

где C_i -- количество запросов по принятию решений для i -го уровня иерархии классификации.

$$C_i = 0,25 \times Q \times (Q - 1) \times m_i \times (m_i - 1), \quad (4)$$

где m_i -- количество оценок на i -м уровне иерархии (предлагается $\forall i \ m_i = m_{opt}$).

Для сравнения предложенной процедуры использования метода ЗАПРОС с оригинальным вариантом имеем две оценки трудоемкости (1) и (5) соответственно:

$$C_m = 0,25 \times N \times Q \times (Q - 1) \times m_{opt} \times (m_{opt} - 1). \quad (5)$$

Итак, при количестве уровней иерархии $N=1$, мы имеем дело с классическим вариантом метода ЗАПРОС. При $N \geq 2$ предлагаемая процедура позволяет уменьшить трудоемкость метода:

$$m_{opt}^N \times (m_{opt}^N - 1) \geq N \times m_{opt} \times (m_{opt} - 1). \quad (6)$$

Справедливость выражения (6) показывает, что делением с помощью классификации процесса ПР на N подпроцессов мы можем сократить серию общений ЛПР с СППР. Применение такой процедуры для других методов позволит достичь некоторого изменения самого описания проблемы выбора (сначала выбор класса альтернатив, потом выбор конкретной альтернативы), что также поможет более длительное время избежать выработки стереотипа. Вопрос избежания выработки такого стереотипа деятельности при решении проблем общезначимого, коллективного характера является актуальным и должен учитываться при реализации метода ПР в человекообразных областях.

Активация механизмов ПП с целью уменьшить времени опознания теста и обеспечить целостное понимание проблемы. Другим, не менее существенным способом уменьшения времени, затрачиваемого пользователем на ПР, как отмечалось в [1], является сокращение времени на опознание теста. При представлении теста в виде двух изображений для сравнения обработка информации в процессе опознания может пойти двояко. Как утверждают физиологи в [5], обработка информации о двух изображениях в ЛП ведется последовательно. И это занимает значительно больше времени, чем требуется ПП, которое способно к параллельной обработке информации. "Правое полушарие производит параллельную оценку признаков формы одного изображения и способно к относительно независимому, параллельному опознанию двух изображений" [5].

В ходе проведенного анализа наше внимание привлекли и другие особенности межполушарной асимметрии головного мозга, которые могут найти применение при реализации диалогового компонента принятия решений в СППР (табл. 1).

Одна из наиболее существенных в перечисленных особенностях ПП – восприятие и оперирование целостными образами. В отличие от ЛП, которое воспринимает информацию последовательно, дискретно, проявляя ассоциативный, аналитический способ обработки информации, ПП воспринимает действительность "холистический", целиком, поддерживая процесс создания у человека полного образа

(гельштада) из неполной информации [6]. Рассмотрим процесс оценки альтернативы со многими критериями качества. Во-первых, эксперты оценивают альтернативу по шкале каждого из критериев. Далее, переход к получению общей целостности альтернативы происходит на основании формулы, абстрагирующей оценку по отдельным критериям в общую оценку полезности альтернативы. В областях, где нет объективной модели для такой интеграции (а таких областей большинство), функция интеграции перекладывается на опыт и интуицию ЛПР. Предлагается новый подход к построению диалога по ПР, который позволит облегчить эту задачу пользователя. В этом подходе мы руководствуемся тем, что ПП головного мозга человека может провести необходимую интеграцию по чувственному образу, который можно сформировать средствами когнитивной графики [7]. Средства когнитивной графики дают возможность не только обеспечить целостное понимание проблемы, но и оптимизировать по времени процесс ПР, активизировав параллельные механизмы ПП.

Таблица 1

Левое полушарие	Правое полушарие
Присущи механизмы последовательного анализа информации	Существует возможность параллельного опознания образов
Отвечает за положительные эмоции	Отвечает за отрицательные эмоции
Происходит дискретное опознание образов	Воспринимает действительность целиком
Отвечает за уточнение средств достижения некоторой цели	Обеспечивает создание полного гештальта из неполной информации
Производит опознание простых геометрических фигур	Отвечает за идентификацию цвета
Поддерживает опознание изображений знакомых объектов	Отвечает за различение оттенков цвета
Производит соотнесение выполняемых действий с интересами группы, коллектива	Производит сравнение фигур, различающихся размерами
Существует превосходство в обработке вербальных стимулов.	Обеспечивает восприятие трехмерности
	Производит учет вреда и пользы принимаемого решения для себя
	Существует превосходство в обработке образных стимулов

Когнитивная графика и ее цветовые решения – эффективный способ активации правополушарных механизмов. Разработчиков СППР давно волнует вопрос создания для диалога по ПР такого пользовательского интерфейса, который позволил бы обеспечить пользователю наиболее оптимальное и целостное понимание проблемы выбора. Укоренилось мнение, что когнитивная графика — наиболее "эффективное техническое средство прямого воздействия на сам процесс интуитивного образного мышления"[4, с. 270], в основе своей правополушарного. Использование средств интерактивной компьютерной и когнитивной графики – вот к чему стремятся специалисты при создании современных пользовательских интерфейсов. Эпитет “когнитивная” подчеркивает, что речь идет не об обычной графике: чертежах, схемах, а о зрительных образах, позволяющих использовать дисплей как зрительный канал общения. Известно, что наиболее информативным является именно зрительный канал. По мнению психологов, человек получает по нему не менее 90% всей новой информации. С помощью зрения он вовлекает в процесс общения многочисленные компоненты невербального уровня, т.е. не выраженного словами естественного языка. Когнитивная графика позволяет отобразить в наглядной графической форме внутреннее содержание, идею, суть изображаемого оригинала [5]. "Отсутствие принципиальных ограничений на форму, характер и структуру графических изображений, широкая возможность использования цветowych и музыкальных эффектов в качестве дополнительных,...высокоэффективных и существенно “правополушарных” каналов связи между пользователем и интересующей его проблемой" [8, с. 272] — все это открывает принципиально новые возможности применения когнитивной графики как средства интенсификации процесса ПР. Когнитивная графика позволяет визуализировать глубинное содержание и смысл той проблемы, которая интересует пользователя, т. е. позволяет реализовать наиболее активную форму общения пользователя с исследуемой проблемой [7]. В этом случае сама ситуация “включает в работу” высшие творческие механизмы правополушарного мышления пользователя.

Относительно цветowych возможностей когнитивной графики необходимо отметить, что ученые многих стран экспериментально изучают воздействие цвета на психику человека [9] и дают рекомендации практического его использования во всех областях человеческой деятельности. Многие цвета действуют на подсознание человека, и только на этом уровне возникает тот или иной образ. Цвета вызывают самые различные чувства – от мира, веселья и радости до ненависти, страха и разочарования. Различные цвета оказывают возбуждающие действия, способствуют положительным эмоциям, вызывают чувство тепла, успокаивают нервную систему. В

табл. 2 приведена информация о том, какое воздействие могут оказывать некоторые цвета на человеческие мысли и настроение.

Таблица 2

Название цвета	Воздействие на психику человека и возникающие ассоциации
Зеленый	Содержит в себе скрытую потенциальную энергию, отражает степень волевого напряжения
Светло-серый	Предполагает ум, а также многообразие и разносторонность, интеллектуальное восприятие мира и проблем, быстроту мышления
Голубой	Это мечты, романтичность, сон, а также чувство безопасности и ассоциация с материнством
Желтый	Цвет творчества и любви. Подобный солнечный цвет олицетворяется с божественностью, он позволяет сконцентрировать волю и направить ее на свершение великих дел. Этот цвет озаряет своим "светом" духовную и материальную жизнь, это цвет солнечного света, хорошего настроения и веселья. Опыты показали, что этот цвет самый веселый, он оказывает стимулирующее воздействие на весь организм, способен активизировать и умственную работу
Темно-серый	Символизирует границы и барьеры, но также логику и умственные способности, интеллектуальное богатство и аналитические наклонности
Коричневый	Символизирует знания, солидность, суровость и твердость. Коричневый - цвет рациональности и конкретности

Цвет воспринимается человеком разносторонне. При этом мозг анализирует информацию, поступающую от внешних рецепторов, обрабатывает ее и формирует сигнал, передающийся центральной нервной системе. При этом в сознании человека картина восприятия окружающей действительности дополняется до некоторого целостного образа. Согласно [10], идентификация основных цветов и различение оттенков цвета происходит при некотором превосходстве в работе ПП. Таким образом, для обеспечения предпочтительной работы ПП рекомендуется в полную меру использовать все богатство средств когнитивной графики. Ведь как показывает приведенная в табл. 1 информация о зависимости межполушарной асимметрии от характера стимульного материала, превосходство ПП наблюдается также при определении пространственного расположения фигур; сравнении фигур, различающихся размерами; при восприятии трехмерности. И это лишь отдельные из невербальных стимулов, которые

обуславливают эффективность влияния изображений когнитивной графики на активизацию механизмов ПП.

Создание диалога по ПР с учетом лево- и правополушарной парадигмы. Целостность в понимании проблемы, которая поддерживается механизмом ПП, необходима при решении задач, носящих как индивидуальный, так и коллективный характер. Однако для объективизации процесса ПР необходима более активная работа ЛП. Таким образом, перед нами встает дилемма: с одной стороны, для принятия более правильного решения необходимо целостное понимание пользователем проблемы, а это обеспечивает ПП; а с другой – для ПР в человекообразных проблемных областях необходимо соотносить это решение с интересами других людей, а здесь должна проявляться более активная работа ЛП. Возникает закономерный вопрос: что выбрать и чем пожертвовать? Исходя из особенностей межполушарной асимметрии головного мозга, нам представляется возможным, обеспечив полноту и структурированность описания проблемы выбора с помощью некоторой графической системы, тем не менее сохранить активность ЛП.

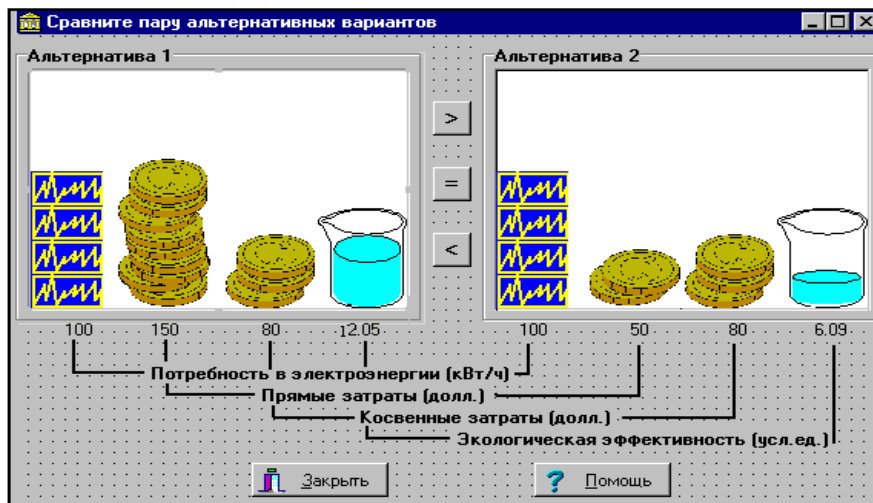
Система в виде предметно-изобразительного кода (графиков, схем и т.д.) является наиболее приемлемой для такой задачи. Согласно [11, с. 14], для решения некоторой конкретной задачи "субъект специально, осознанно или неосознанно, мысленно конструирует кодовую запись из наглядно представляемых фигур, схем, графиков и т.д., которые служат моделью его абстрактных мыслей". Таким образом, абстрактная задача, элементы и отношения проблемной ситуации переводятся на многомерный язык. При использовании предметно-изобразительного кода "посредством пространственных отношений фиксируются любые отношения реальности (например, рост производительности труда, объемные отношения между понятиями в диаграммах, схемах и т.д.)" [11, с. 16].

Мы предлагаем описывать сравниваемые альтернативы с помощью наглядного языка когнитивной графики в виде диаграмм. Именно элементы диаграмм представляют собой простые геометрические фигуры, которые опознаются преимущественно ЛП. Но не стоит полностью отказываться и от естественного языка, который необходим для формулировки критериев качества и реальных значений оценок по этим критериям, которые все же необходимо отражать на диаграммах. Так как при проведении парных сравнений в области промышленной экологии оценка сравниваемых альтернатив происходит по нескольким разнообразным критериям, то существует определенный простор для обеспечения наглядного описания в диаграммах. Так, столбики диаграмм можно представить в виде изображений, знакомых людям образам, например, монет, пробирок с водой, разряда электрического тока и т.д. Оценки по экономическим критериям могут быть изображены на диаграмме в виде стопок

золотых монет (золотых или желтых, так как этот цвет выражает материальную сторону жизни), а оценка по экологическому критерию — в виде пробирки, до необходимого уровня заполненной чистой голубой водой (голубой цвет не даром ассоциируется с экологией, он ведь обеспечивает чувство безопасности) и т.д. На рисунке представлен один из возможных вариантов создания приемлемого в данной проблемной области интерфейса, это пример диалогового окна по выработке субъективного решения с учетом полушарной асимметрии головного мозга. По нашему мнению, подобный интерфейс пригоден для решения проблем коллективного характера:

* своей наглядностью, образностью он не затормаживает работу ПП, что дополнительно обеспечивает целостность понимания проблемы выбора и быстроту опознания теста;

* благодаря простоте графического решения проблемы построения интерфейса сильнее активизируется работа ЛП, что обеспечивает подсознательный учет пользователем в процессе ПР значимости этого решения для групп других людей.



Выводы: Итак, процесс разработки и создания следующего поколения СППР переходит на существенно другой уровень, еще более зависимый от специфики области применения системы. Возникают серьезные сомнения по поводу необходимости создания универсальных СППР для решения проблем общезначимого характера. В работе обоснована необходимость того, чтобы подходить к созданию каждой СППР для человекообразных областей экологии, биомедицины и т.п. с самым детальным анализом всех особенностей ее применения. Рассмотрены вопросы реализации диалогового компонента таких СППР:

- * предложен механизм объективизации процесса выработки субъективного решения;
- * предложены процедуры уменьшения времени, затрачиваемого на выработку пользователем окончательного решения;
- * на основании проведенных исследований предложен вариант реализации диалога по ПР с учетом лево- и правополушарной парадигмы.

Список литературы: 1 Нестеренко О.А. Разработка комплекса требований к созданию систем поддержки принятия решений в человекообразных областях // Проблемы бионики. № 50, Харьков: ХТУРЭ, 1999; 2 Ларичев О.И., Мошквич Е.М. Качественные методы принятия решений. Вербальный анализ решений. М.: Наука, 1996. 208 С.; 3 Русалова М.Н. Влияние эмоций на активацию левого и правого полушарий головного мозга // Физиология человека. М.: Наука, 1988. Т. 14, N 5, С. 754 - 769; 4 Соловьева Е.А. Теория понятийных знаний: Учеб. пособие. К.: УМК ВО, 1990. 80 С.; 5 Костелянец Н.Б., Каменкович В.М., Новикова Г.Р., Куликов М.А. Межполушарные различия в динамике опознания изображений. // Физиология человека. М.: Наука, 1988, Т. 14, N 6. С. 927 - 932; 6 Зальцман А.Г. Особенности переработки зрительной информации в правом и левом полушариях головного мозга человека. // Физиология человека. М.: Наука, 1990, Т. 16, N 2. С. 135 - 148; 7 Бондаренко М.Ф., Соловьева Е.А., Лавриненко С. Б., Назаренко Р.Н., Дьяченко О.В. Инструментальные программные средства поддержки когнитивной графики для систем, основанных на знаниях. Харьков: 1996. С. 7 Деп. в Укр ИНТЭИ, 1996; 8 Зенкин А.А. Когнитивная компьютерная графика и научное творчество. // Будущее искусственного интеллекта. М.: Наука, 1991. С. 244 - 269; 9 Миронова Л.Н. Семантика цвета в эволюции психики человека. Проблема цвета в психологии. М.: Наука, 1993. С. 172; 10 Зальцман А.Г. Особенности переработки зрительной информации в правом и левом полушариях головного мозга человека. // Физиология человека. М.: Наука, 1990. Т. 16, N 2. С. 135 - 148; 11 Шалютин С.М. Искусственный интеллект: Гносеологический аспект. М.: Мысль, 1985. С. 199

Поступила в редколлегию 3.06.98