

УДК 004.5:519.7

В.В. Коломейко

Институт кибернетики им. В.М. Глушкова НАН Украины, г. Киев

Методологические аспекты построения человеко-машинных систем поддержки принятия решений

Статья посвящена проблеме утверждения эффективности совместной работы людей и компьютеров в процессе выбора решения. В статье проведен анализ различных подходов к методу решения. Представлены методологические подходы к упрощению выбора решения.

Введение

Человечество накопило огромный опыт принятия решений в условиях неопределенности. К сожалению, долгое время значительная часть его игнорировалась при построении кибернетических систем. Происходило это, как нам представляется, не только из-за отсутствия плодотворных подходов к аппаратурно-программной реализации интуитивных, коллегиальных и иных неформальных методов принятия решений. Игнорирование неформальных методов в значительной мере вызвано внутренними противоречиями, присущими таким понятиям, как «кибернетика», «управление», «принятие решений». С одной стороны, они имеют глубокую научную основу. С другой – всегда означали нечто, весьма близкое к искусству, которое не соответствует принципам лапласовского детерминизма и требованиям относительно повторяемости (воспроизводимости) результатов опытов [1], [2].

Использование неформальных методов принятия решений в человеко-машинных системах

Механическое перенесение принципов лапласовского детерминизма на кибернетику – науку, само название которой нередко переводится как «искусство управления», – не только тормозило решение многих проблем, но и существенно мешало развитию самой кибернетики. Дошло даже до массового игнорирования термина «кибернетика», неправомерной замены его другими. Неправомерной потому, что принятие решений – это, в первую очередь, именно кибернетика, а уж затем информатика, компьютеризация, искусственный интеллект... Суть, естественно, не в терминологии, а в потенциальных возможностях конкретных методов и подходов. Поскольку список того, что плохо поддается формализации, во много раз длиннее списка того, что формализуется успешно, то повышение уровня интеллектуальности решений на основе исключительно формальных методов дается

крайне тяжело. Необходимо резко интенсифицировать исследования неформальных составляющих «искусства управления».

Из вышеизложенного вовсе не следует, что мы отстаиваем идею безотлагательного вложения в ЭВМ (в компьютерную среду) всех тех способностей, которыми обладает человек. Эти способности развивались, вероятно, миллионы лет, и за короткое время можно лишь приблизиться к пониманию механизмов их реализации, однако полностью воспроизвести их вряд ли удастся. Поэтому мы за то, чтобы основное внимание сосредоточить на развитии компромиссного подхода. Подхода, который основывается на сочетании положительных качеств людей и ЭВМ, на развитии человеко-машинных систем принятия решений, на создании методов, алгоритмов, систем, с помощью которых обеспечивалось бы эффективное сотрудничество людей и компьютерной среды при подготовке и принятии решений. Такой подход в настоящее время широко используется, например, при создании автоматических рабочих мест (АРМов) и систем автоматизации проектирования (САПров), многие из которых ориентированы именно на конкретные задачи принятия решений в тех или иных областях человеческой деятельности [3].

Основное внутреннее противоречие проблем принятия решений

Выбор и принятие решений предполагает анализ данных, фактов, зависимостей, причинно-следственных связей, стратегий (в дальнейшем – факторов), перечень, полнота, достоверность которых зависят от:

- характера решаемых задач, преследуемых целей, систем приоритетов;
- стратегий и сценариев, которым следуют лица, принимающие решения (в дальнейшем – ЛПР), а также партнеры, противники, общество, «силы природы», «среда обитания»;
- имеющихся временных, информационных, методологических и иных ресурсов и возможностей.

Необходимо отметить, что анализируемые факторы зависят от множества других, причем зависимости часто не только неочевидны, но еще и переплетены обратными связями, некоторые из которых проявляются нерегулярно. Примерами таких обратных связей могут служить субъективные оценки и мнения ЛПР: события воспринимаются людьми по-разному, иногда диаметрально противоположно; переход от одного восприятия к иному часто происходит под воздействием случайных факторов. Поэтому даже в случае принятия простых и тривиальных решений всегда существует вероятность, что при определенном стечении обстоятельств неучтенные или неправильно интерпретированные факторы приведут к неожиданным, весьма существенным последствиям.

Эти и другие сложности обусловлены спецификой проблем принятия решений в условиях ограниченных временных, информационных и прочих ресурсов, и являются принципиальными. Конкретные проявления этих сложностей являются отражениями основного внутреннего (методологического) противоречия проблем принятия решений: противоречия между необходимостью учета максимального количества факторов, необходимостью изучения и всестороннего анализа каж-

дого отдельного фактора, необходимостью работы в реальном времени и необходимостью минимизации затрат и ресурсов, используемых для принятия решений.

Дело в том, что любая система по своей природе динамична: она рождается, живет, развивается, деградирует, отмирает; поэтому анализ факторов всегда осуществляется с учетом ограниченных временных и иных ресурсов. Принятие решений всегда связано с поиском компромиссов между количеством анализируемых факторов, глубиной анализа и имеющимися временными, человеческими, информационными, аппаратурными ресурсами. Расширение количества анализируемых факторов, углубление анализа этих факторов должны быть обоснованы, подкреплены соответствующими ресурсами. Необоснованное увеличение числа анализируемых факторов, попытки учитывать все и вся часто приводят либо к недостаточно глубокому анализу важнейших факторов, либо к чрезмерному затягиванию процесса принятия решений. Такое затягивание – это тоже своего рода решение, нередко – одно из самых неудачных; ибо выводы, факты, рекомендации, связи, зависимости, интересы, устремления, которые «сейчас» актуальны (бесспорны, точны, реальны), «потом» уже могут не соответствовать ни действительности, ни потребностям. Уточнение одного часто приводит к утрате другого; эффект от такого «уточнения» далеко не всегда положительный.

Поэтому в данном случае принципы лапласовского детерминизма имеют ограниченное применение: принимать решения приходится *в условиях принципиально неустранимой неопределенности*.

Повторение опытов, привлечение экспертов, более тонкий анализ факторов позволяют в большинстве случаев оценить эту неопределенность, разбить ее на составляющие, промоделировать. Обычно подобное моделирование включает разработку и анализ возможных сценариев развития событий в тех или иных ситуациях, определение законов распределения вероятностей этих ситуаций, сценариев, событий [3]. При этом непосредственные механизмы внесения неопределенностей в модели могут основываться на использовании датчиков случайных последовательностей и/или субъективных факторов, присущих разработчикам, экспертам, пользователям, лицам, принимающим решения (ЛПР).

Методологические подходы к упрощению выбора решений

Исследование существующих методов принятия решений позволило выделить пять основных методологических подходов.

Первый – интуитивный или эвристический. В его основе лежат сохраненный на генном уровне опыт предыдущих поколений, а также вошедшие в подсознание приобретенные привычки, навыки, вкусы, знания, условные инстинкты. С точки зрения информатики и кибернетики интуитивный подход имеет немало минусов, основные из которых – сложность описания и непосредственного использования в ЭВМ. Вместе с тем, во многих сферах деятельности (например, связанных с творчеством, обработкой неформальной информации, принятием решений в условиях неопределенности) интуитивный подход еще долго будет одним из наиболее плодотворных.

В основе второго подхода лежит так называемая идея коллективного разума (знания, умения), которая может быть интерпретирована как распараллеливание процессов подготовки, выбора и выполнения решений за счет привлечения специально подобранных, иерархически и функционально структурированных команд специалистов. У каждого члена команды есть свой статус, полномочия, приоритеты, взаимосвязи, ресурсы, другие персональные особенности и функциональные обязанности (все это вместе взятое часто обозначается термином «роль»). Роли членов команды существенно зависят от конкретных ситуаций и решаемых задач, поэтому они обычно определяются и уточняются в ходе тренировок, репетиций, деловых игр, при выполнении практической работы, при оптимизации системы и т.д. Эти принципы коллективной (командной) подготовки решений разрабатывались на протяжении тысячелетий. Введение ЭВМ в состав команды меняет многое и в психологическом, и в организационном, и в методологическом плане [3], [4]. В частности, резко расширяются возможности перебора вариантов, в том числе с помощью массового использования виртуализации и игровых методов. Вместе с тем появляются дополнительные проблемы, связанные с необходимостью адаптации ЛПП, а также привлечения посредников (программистов, системотехников и т.д.), которые далеко не всегда компетентны в тематике ЛПП. В последние годы принципы командного решения задач получили существенное развитие применительно и к чисто компьютерной среде (так называемые интеллектуальные агенты и многоагентные системы [5]).

Третий подход основан на проведении заблаговременной подготовительной работы, направленной на максимальное упрощение действий, выполняемых в реальном времени. Важнейшими составляющими такой подготовительной работы являются разработка и исследование возможных сценариев развития событий, заблаговременный анализ их последствий, нахождение путей и методов уменьшения влияния неблагоприятных факторов.

Четвертый подход основан на использовании принципа перестраховки и введении (в том числе, и в неявном виде) неких «коэффициентов надежности». Основное внимание при этом уделяется анализу тех факторов, которые считаются известными, достоверными, понятными. Учет же отрицательного влияния остальных факторов осуществляется с помощью соответствующих коэффициентов, значения которых обычно выбираются на основании накопленного опыта (в машиностроении, например, для учета неизвестных и случайных факторов используются коэффициенты прочности).

В основе пятого подхода традиционные естественнонаучные взгляды, методы, системы аксиом, в том числе стремление к воспроизводимости опытов другими исследователями, формализации (алгоритмизации, математизации). Заметим, что в кибернетике и информатике данный подход все чаще используется в качестве базиса (математического аппарата, программного обеспечения), на основе которого осуществляется реализация других подходов. Важно также подчеркнуть, что многие неформализованные методы (например, основанные на использовании визуализации, создании виртуальных копий и миров) по мере их практической реализации и апробации шаг за шагом переходят в стандартизированные программные продукты, а затем и в программное обеспечение общего назначения [3].

Организация совместной работы человека и ЭВМ

Эффективность автоматизации принятия решений существенно зависит от того, насколько разработчики ЭВМ смогли «вжиться» в проблематику ЛПР, предусмотреть возможные сценарии развития событий, использовать сильные стороны ЛПР и ЭВМ, уменьшить влияние слабых. В частности, учесть, что традиционный стиль общения с ЭВМ (человек спрашивает, дает задания – ЭВМ отвечает, выполняет задания) оправдан в тех случаях, когда ЛПР знают, что именно и как необходимо спрашивать и делать. При решении в реальном времени задач выбора решений это бывает далеко не всегда. Поэтому при возникновении нетривиальных ситуаций приходится либо игнорировать советы ЭВМ, либо в срочном порядке привлекать посредников (программистов, постановщиков задач, экспертов), вносящих дополнительные неточности.

Поскольку в реальном времени сложно формулировать вопросы и поручать ЭВМ задания, то целесообразно предусмотреть такую организацию совместной работы, при которой ЭВМ сама предлагала бы наборы вопросов, действий, сценариев, соответствующих конкретным ситуациям, а ЛПР давали бы ответы, выбирали сценарии, действия, задания. Внедрение такого стиля общения предполагает разработку:

- развитого проблемно-ориентированного интерфейса;
- методик, сценариев, алгоритмов совместной работы ЛПР и ЭВМ;
- средств, методов обучения и адаптации системы при изменении задач, приоритетов, информационных потоков, состава и функциональных обязанностей ЛПР и ЭВМ.

Подобную работу нельзя рассматривать как единоразовую. Взаимная адаптация ЛПР и ЭВМ, обеспечение их эффективного сотрудничества – задача многоэтапная, итерационная. Вначале разрабатываются и апробируются простейшие наборы вопросов, заданий, подсказок, сценариев. На их основе формируются более сложные наборы (ориентированные, например, на углубленный анализ ситуаций, на требования и запросы конкретных ЛПР). Разработанные ранее наборы при этом уточняются, дополняются или отбрасываются. Такие уточнения и дополнения повторяются многократно; при этом возврат к пройденным ранее этапам является скорее правилом, чем исключением. Приходится, например, изменять перечень решаемых задач, конфигурацию системы, функциональные обязанности ЛПР и ЭВМ. При этом ЭВМ шаг за шагом трансформируется сначала в некий «интеллектуальный» инструмент подготовки решений, затем – в набор таких инструментов, затем становится «интеллектуальным» помощником и советчиком ЛПР.

Важно подчеркнуть, что успехи и/или неудачи в таких исследованиях во многом зависят от подбора команды разработчиков человеко-машинной системы (менеджеров, аналитиков, постановщиков задач, сценаристов, программистов и т.д.), которые должны обладать не только знаниями и опытом, но и соответствующим складом ума.

Приведенные методы и подходы были использованы при разработке систем поддержки принятия решений в области страхования финансовых рисков [3], [6].

Выводы и рекомендации

1. Традиционное понимание научности теорий, методов, результатов, основанное на требованиях воспроизводимости опытов и формализации, нуждается в существенном переосмыслении и корректировке (в том числе применительно к конкретным отраслям знаний, научным дисциплинам).
2. Неформальные методы принятия решений содержат механизмы учета неизвестных факторов. Эти механизмы заложены в подсознание, в условные и безусловные рефлексы, а также в то, что именуется «опытом», «умением», «способностями». Субъективно такие механизмы воспринимаются как степень неуверенности в принимаемых решениях, стремление уйти от рутины, изменить тактику, приоритеты, подходы.
3. Один из наиболее простых и эффективных подходов широкого использования неформализованных методов принятия решений с помощью ЭВМ – разработка методов, алгоритмов, сценариев, позволяющих сочетать сильные стороны людей и ЭВМ; создание проблемно-ориентированных человеко-машинных систем, в которых люди и ЭВМ взаимно дополняют друг друга, составляют единую «команду».

Литература

1. Тарасов В.Б. Синергетические проблемы в искусственном интеллекте // Труды Междунар. науч.-практ. конф. KDS – 2001 «Знание – Диалог – Решение». – Т. 1. – СПб. – 2001. – С. 594-602.
2. Князева Е.Н. Одиссея научного разума. Синергетическое видение научного прогресса. – М.: ИФРАН, 1995. – 228 с.
3. Коломейко В.В. Проблемы использования неформальной информации в задачах моделирования // УСиМ. – 2001. – № 6. – С. 17-24.
4. Гладун В.П. Партнерство с компьютером. Человеко-машинные целеустремленные системы. – К.: Port-Royal, 2000. – 118 с.
5. Muller J.P. The Design of Intelligent Agents // A Layered Approach. Springer, 1995. – 221 p.
6. Коломейко В.В. Вопросы построения человеко-машинных систем поддержки принятия решений // Мат-лы IV Междунар. науч.-тех. конф. ABIA – 2002. – Т. 1. – К. – 2002.

V.V. Kolomejko

Methodological Aspects of Construction of Person-Machine Systems of Decision-Making Support

The article is devoted to problems of ensuring of an effective team working of the people and computers at choice and decision making. The analysis of the different approaches of decision making is conducted. The methodological approaches to simplification of choice of solution are considered.

В.В. Коломейко

Методологічні аспекти побудови людино-машинних систем підтримки прийняття рішень

Стаття присвячена проблемі утвердження ефективності спільної роботи людей і комп'ютерів у процесі вибору рішення. У статті проведено аналіз різних підходів до методу рішення. Представлені методологічні підходи до спрощення вибору рішення.

Статья поступила в редакцию 30.09.02.