

УДК 004.81

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ О РАЗВИТИИ ОПЕРАТИВНО-ТАКТИЧЕСКИХ СИТУАЦИЙ

Г.П. Виноградов

АО НИИ «Центрпрограммсистем»

Россия, 170024, Тверь, пр-т Н. Корыткова, 3а

E-mail: wgp272ng@mail.ru

Ключевые слова: модель представлений, нечеткая логика, паттерн, выбор.

Аннотация: В задачах моделирования развития оперативно-тактических ситуаций важную роль играют колаборативные системы. К ним относят системы, которые вырабатывают решения на основе семантических моделей интересов и предпочтений пользователя, а также учитывают понимание семантики контекста, сопутствующего принятию решений. Основным свойством таких систем является их ориентация на семантические модели представления и использования знаний, в частности, профессиональных знаний пользователя. В настоящее время наиболее естественным и наиболее разработанным способом формализации семантических категорий, которые обычно используются человеком в процессах выработки решений, является онтология. По этой причине онтология рассматривается в качестве общей структуры для представления разнообразных и разнотипных знаний. Данная работа посвящена разработке подходов и моделей выбора субъектом на основе его субъективных представлений о параметрах и свойствах ситуации выбора, а также вариантам их использования в рекомендующих системах.

1. Введение

Слежение за поведением противника в современных условиях связано с проблемой обработки больших данных. Главное требование к методам обработки данных при анализе обстановки в системах военного назначения – это семантически ясная интерпретация результатов на основе знаний, так как от нее зависит принятие важнейших решений. Анализ состояния исследований и разработок по сформулированной проблеме показывает, что существующие методы и алгоритмы обработки больших данных, направленные на полную автоматизацию не позволяют исключить человека из контура анализа.

2. Исходные положения и гипотезы

Как правило, ситуации, возникающие перед человеком, хорошо описываются средствами подмножества естественного языка, допускающего последующую формализацию, например, средствами нечеткой логики. Как установлено психологами, человек при принятии решений в условиях дефицита времени применяет схему: *использовать готовую эффективную модель поведения, чем заново конструировать «ответ»*. При таком подходе конструктивным оказалось понятие *«типовая ситуация»* (ТС) [1, 5]. Это функционально замкнутая с четко обозначенной значимой целью часть миссии, которая как единое целое встречается в различных ситуациях, конкретизируясь в них по условиям протекания и по доступным способам разрешения [1]. Описание ТС

и способы действия, как реакция на нее, образуют индивидуальный паттерн поведения. Человек нацелен на агрегирование своего опыта путем создания моделей паттернов. Следовательно, модель паттерна следует рассматривать как единицу человеческого опыта, для которой в ситуации схожей с типовой сформирована определенная степень уверенности в получении желаемых состояний. Это означает, что исключить человека из режима анализа и прогнозирования при превалировании неопределенной и неструктурированной информации нельзя. Поэтому интеллектуальная система для военных целей не может быть полностью автономной и должна рассматриваться как партнерская человеко-машинная система, единицей знаний которой должен быть паттерн.

3. Модель нечеткого описания паттерна поведения

Рассмотрим модель поведения в виде нечеткого описание модели ситуации выбора [2, 3], содержащее следующие компоненты:

- Субъект, осуществляющий выбор (агент), $k \in K$.
- Окружение выбора (S), под которым понимается множество элементов и их существенных свойств, изменение в любом из которых может стать причиной или продуцировать изменение состояния целеустремленного выбора.
- Доступные способы действий $c_j^k \in C^k, j = \overline{1, n}$ k -го агента, которые ему известны и могут быть использованы для достижения i -го результата.
- Возможные при окружении S результаты существенные для агента – $o_i^k \in O^k, i = \overline{1, m}$.
- Способ оценки свойств получаемых результатов в результате выбора способа действия, отражающие ценность результата для агента.
- Ограничения, отражающие требования, накладываемые ситуацией выбора на выходные переменные и управляющие воздействия.
- Модель предметной области, которая представляет собой множество соотношений, описывающих субъективные представления о зависимости управляющих воздействий, параметров и возможностей с выходными переменными.
- Модель ограничений агента. Независимо от используемого вида описания ограничений будем предполагать наличие у агента определенной степени уверенности о возможности изменения части ограничений в сторону расширения множества возможных вариантов (альтернатив) выбора [6].

Введем для описанных компонент меры, которые будут использоваться для оценки целеустремленного состояния.

1) Будем считать, что агент способен выделять факторы – характеристики окружения $X^k = \{x_i^k, i = \overline{1, N}\}$. Влияние каждого фактора агент оценивает с помощью лингвистической переменной степень влияния фактора $\mu_x^k(x_i^k): x_i^k \rightarrow [0, 1]$. Введем параметр, с помощью которого агент оценивает свою ситуационную осведомленность в ситуации целеустремленного состояния $E_s^k = \frac{\sum_{i=1}^N \mu_x^k(x_i^k) x_i^k}{\sum_{i=1}^N \mu_x^k(x_i^k)}$.

Можно определить ограничение: $\sigma^k(E_s^k) \geq \sigma_0^k$, где σ_0^k – пороговый уровень осведомленности агента от использования собственных источников информации.

2) Будем предполагать, что для описания влияния выделенных факторов на результаты $o_i^k, i = \overline{1, m}$ агент использует аппроксимацию в виде нечетких продукционных правил, которые имеют вид [4]:

$$(1) \quad \text{Если } x_1 \text{ есть } A_{r1}^k \text{ и если } x_2 \text{ есть } A_{r2}^k \text{ и ... и если... } x_N \text{ есть } A_{rN}^k, \text{ то} \\ o_i^k = f_{ir}^k(x_1, x_2, \dots, x_N), r = \overline{1, R}, i = \overline{1, m}$$

где R – количество производственных правил, r – номер текущего производственного правила, $o_i^k = f_{ir}^k(x_1, x_2, \dots, x_N)$ – четкая функция, отражающая представление агента о причинно-следственной связи входных факторов с возможными результатами для r -го правила; A_{ri}^k - нечеткие переменные, определенные на $X^k = \{x_i^k, i = \overline{1, N}\}$.

Неравнозначность при выборе способа действия можно описать как степень уверенности необходимости его применения для получения результата o_i^k . Эта мера является индивидуальной характеристикой агента, может меняться в результате обучения и приобретения опыта, а также в результате коммуникационного взаимодействия агентов. Поэтому $\psi_j^k = \psi_j^k(c_j^k \in C^k | s_i \in S, I^k \rightarrow o_i^k) \in [0, 1]$, где I^k – информация, которой располагает агент на момент времени t_k .

3) Выбор способа действий c_j^k при принятии решения агентом в ситуации целеустремленного выбора для достижения результата o_i^k связан, как показано в [2], с построением количественной оценки свойств выбранного решения. Список свойств и параметров формируется на основе опыта, знания, интеллекта и глубины понимания им ситуации принятия решения.

4) Ценность результатов o_i^k . Поскольку $o_{ij}^k = o_{ij}^k(s_i)$, а $s_i = S(c_j^k)$, то ценность i -го вида результата можно оценить следующей лингвистической переменной $\varphi_i^k(o_i^k(c_j^k)) \in [0, 1]$.

5. Эффективность способа действия с точки зрения результата – это уверенность получения данного результата этим способом действия при известных (или предполагаемых) затратах на его реализацию. Степень уверенности E_{ij}^k в том, что некоторый способ действия c_j^k будет приводить к результату o_i^k в окружении S , если агент выберет именно его: $E_{ij}^k = E_{ij}^k(o_i^k | A \text{ выбирает } c_j^k \text{ в } S) \in [0, 1]$. Она является лингвистической переменной и выражает индивидуальную оценку агента последствий выбора с точки зрения затрат.

Введенные три лингвистические переменные $\varphi_i^k(x_i^k), \psi_j^k, E_{ij}^k$ образуют модель представлений агента о ситуации целеустремленного выбора.

Определим ценность целеустремленного выбора по i -му результату o_i^k для k -го агента в соответствии с правилом [6]: $E\varphi_i^k = \frac{\sum_{j \in J} \varphi_{ij}^k(o_{ij}^k(c_j^k)) \cdot o_{ij}^k(s^k)}{\sum_{j \in J} \varphi_{ij}^k(o_{ij}^k(c_j^k))}$.

По аналогии можно оценить ценность целеустремленного состояния для k -го агента по эффективности для i -го вида результата: $EE_i^k = \frac{\sum_{j \in J} EE_{ij}^k(o_i^k(c_j^k)) \cdot \psi_i^k(c_j^k)}{\sum_{j \in J} \psi_i^k(c_j^k)}$.

Оценка агентом желательности целеустремленного выбора по i -му результату и эффективности его достижения в ситуации выбора задается в виде лингвистической переменной [5] $\chi_{i1}^k = \chi_1^k(E\varphi_i^k) \in [0, 1], \chi_{i2}^k = \chi_2^k(EE_i^k) \in [0, 1]$. Можно определить следующие ограничения: $\sum_i \chi_{i1}^k(E\varphi_i^k) \geq \chi_1^0$ и $\sum_i \chi_{i2}^k(EE_i^k) \geq \chi_2^0$, где χ_1^0 и χ_2^0 - ожидания агента от выполнения миссии, которые отражают баланс между затратами и достигнутыми результатами o_i^k .

В соответствии с гипотезой о рациональном поведении агент формирует решение в соответствии с

$$\begin{aligned}
 P_i^k(s \in S) = \operatorname{Argmax}_{c_j^k} (\sum_{j \in J} E\varphi_i(o_i^k(c_j^k)) - EE_i^k(o_i^k(c_j^k))) \\
 (2) \quad c_j^k \in C^k(I_t^i), I_t^i \subseteq M, o_i^k \in O^k \\
 \Sigma_i \chi_{i1}^k(E\varphi_i^k) \geq \chi_1^0, \Sigma_i \chi_{i2}^k(EE_i^k) \geq \chi_2^0 \\
 \sigma^k(Es^k(X)) \geq \sigma_0^k
 \end{aligned}$$

Поскольку выбор связан с представлениями агента о ситуации выбора, то в (2) необходимо включить базу знаний (1).

Соотношения (2, 3) описывают паттерн поведения агента при стремлении достичь i -го результата. Агент рассматривает паттерн как способ описания задачи, принцип и алгоритм ее решения, которая часто возникает, причем таким образом, что ее решение можно использовать много раз ничего не изобретая заново.

Паттерн человеком рассматривается как знак, обладающий набором признаков, распознавание которого уже освоено. Рациональное описание нового паттерна означает такую интеллектуальную его обработку, которая гарантирует степень уверенности и в убежденности успешности его повторного использования в ситуациях близких к типовой для этого паттерна (TOTE). Таким образом, справедлива следующая обобщенная логическая схема описания паттерна

Имя паттерна:

так как [мотивы M]
 поскольку [цели G]
 если [предусловия U']
 то способ действия $r_q(t)$
 из-за чего [постусловие U'']
 ...
 есть альтернатива $[r_p(t)]$

В этой модели все составляющие, кроме логических связок, могут представлять собой языковые конструкции на естественном или естественно-профессиональном языке. Следовательно, логическая модель – это типовая естественно-языковая модель паттерна.

Такая модель индивидуального поведения агента предполагает формирование базы знаний путем обучения на основе экспериментального опыта, что позволяет реализовать эволюцию «кооперативного интеллекта» благодаря использованию искусственного когнитивного процесса, аналогичного тому, что имеет место у естественных существ [5, 7]. Таким образом, общие принципы мышления агента являются вполне традиционными и включают следующие три основные фазы: восприятие — получение данных и построение модели сцены в загруженном мире; познание — анализ и формирование сценария действий субъекта для достижения поставленных целей; исполнение намеченного сценария с постоянным сопоставлением ожидаемых и наблюдаемых результатов. В отличие от других подобных систем, в рассматриваемой системе реализация этих фаз осуществляется через два базовых механизма: абстрагирования и конкретизации, тесно связанных между собой.

4. Заключение

Интеллектуальные технологии, использующие теорию паттернов, имеют значительные перспективы, так как позволяют снять проблемы вычислительной сложности. Формальная модель паттерна поведения для системы управления автономным объектом, представленная в статье, описывает механизмы формирования субъективных представлений и оценок компонент ситуации выбора, модель выбора,

учитывающая мотивы и обязательства. Показано, что построение модели предполагает выявление носителя наиболее успешной модели поведения (лидера). Получение и анализ информации для идентификации модели основывается на четырех позициях ее восприятия и извлечения. Получение информации основывается на активном эксперименте.

Список литературы

1. Федунов Б.Е. Конструктивная семантика для разработки алгоритмов бортового интеллекта антропоцентрических объектов // Изв. РАН ТиСУ. 1998. № 5.
2. Виноградов Г.П. Моделирование принятия решений интеллектуальным агентом // Программные продукты и системы. 2010. № 3. С. 45-51.
3. Виноградов Г.П., Кузнецов В.Н. Моделирование поведения агента с учетом субъективных представлений о ситуации выбора // Искусственный интеллект и принятие решений. № 3. С. 58-72.
4. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и ее применение к принятию приближенных решений. М.: Радио и связь, 1996.
5. Vinogradov G.P. A Subjectve Rational Choice // IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conference Series. 2017. Vol. 803. P. 012176. DOI: 10.1088/1742-6506/803/1/012176.
6. Борисов П.А., Виноградов Г.П., Семенов Н.А. Интеграция нейросетевых алгоритмов, моделей нелинейной динамики и методов нечеткой логики в задачах прогнозирования // Известия РАН. Теория и системы управления, 2008. № 1. С. 78-84.
7. Дилтс Р. Моделирование с помощью НЛП. СПб.: Питер, 1998.