

Семиотические подходы к построению мультиагентной модели организационных предметных областей

Semiotic approaches for building a multi-agent model of organization subject areas

Куляница / Kulyanitsa A.

Андрей Леонидович

(Kulyanitsa@gmail.com)

доктор технических наук.

ФГАОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МИСиС» (НИТУ «МИСиС»),

профессор кафедры ИСУ.

г. Москва

Фомичёва / Fomitcheva O.

Ольга Евгеньевна

(olga-e-fom@yandex.ru)

кандидат технических наук.

НИТУ «МИСиС»,

доцент кафедры ИСУ.

г. Москва

Ключевые слова: мультиагентное моделирование – multi-agent modeling; организационная семиотика – organizational semiotics; распределенный искусственный интеллект – distributed artificial intellect.

Целью работы является создание основы для разработки агентов социальной направленности. Мы предполагаем, что социальная направленность в организации связана с многоагентными взаимодействиями, что в свою очередь предполагает обмен информацией, либо динамически (через связи), либо статически (через социум или культуру) на основе стандартов различных типов (например восприятия, когнитивности, поведения, оценивания). Поскольку «информация» является трудно формализуемым термином, предпочтение отдается понятию «семиотика», которое использует «знак» в качестве базового понятия. Информация, представленная в виде композиции знаков, анализируется на различных уровнях, в том числе синтаксиса, семантики, прагматики и социальном уровне. На основании различных свойств знаков, имеющихся на различных семиотических уровнях, предлагается новая агентная модель, базирующаяся на принципах ЭДА (акроним «Epistemic-Deontic-Axiological», Эпистемическая-Деонтическая- Аксиологическая), для представления информационных состояний агента и одновременно определения его концептуальной среды взаимодействий. ЭДА-агенты предназначены для описания социального поведения.

The study aims at providing a basis for designing socially oriented agents. We assume that social orientation in an organization is related to multi-agent interactions that presuppose information exchange in either dynamic (connections) or static (societal or cultural) mode on the basis of standards of different types (e.g., perception, cognition, behavior, valuation). Since "information" is a term hard to formalize, preference is given to "semiotics" that uses "signs" as its basic con-

cept. The information presented as a composition of signs is analyzed at different levels including syntax, semantics, pragmatics and the social level. Starting with properties of signs at different semiotic levels a new agent model is proposed based on the principles of EDA (standing for "Epistemic-Deontic-Axiological") to present information states of the agent and define its conceptual interaction environment. EDA-agents are proposed for describing the social behavior.

Введение

Организационная семиотика – особая отрасль семиотики, формальное учение о знаках, связанная с анализом и моделированием организаций как информационных систем. Основные характеристики информационных систем, такие как информация и взаимодействие, являются весьма сложными и трудно определяемыми понятиями, которые могут быть проанализированы посредством элементарных понятий, таких как семиотические «знаки». Бизнес-процессы тогда рассматриваются как процессы, связанные с созданием, взаимодействием и использованием знаков. Поскольку организационная деятельность является информационным процессом, основанным на понятии взаимодействующих агентов, предлагается модель, которая совмещает в себе социальный аспект в поведении организационных агентов и относительную самостоятельность, которую отдельные агенты проявляют в реальных организациях. Поскольку многоагентная логика недостаточно развита для достижения логической непротиворечивости и полноты организационных моделей, компьютерное моделирование дает возможность оценить адекватность организационных моделей.



Рис. 1. Структура семиотики

В данной работе используется подход на основе организационной семиотики [1, 2] для обеспечения адекватных системных требований и прочной концептуальной основы для моделирования. Семиотика, которая традиционно делится на три составляющих: синтаксис, семантика и прагматика, – была доработана с целью включения трех других уровней, в том числе мирового социального уровня (рис. 1).

Этот подход отличается от общепринятых в информатике тем, что вместо принятия объективистской позиции, в которой предполагается существование одной наблюдаемой реальности, внешней по отношению к агенту, исследуемой с помощью моделей «сущность–связь» и «диаграмм потоков данных», используется социальная субъективистская позиция. Это означает, что на практике ничего не существует без воспринимающего агента, и без агента, осуществляющего действия. Эта позиция связывает каждый элемент знаний с агентом, который, в некотором смысле, отвечает за него. Таким образом, информационная модель позволяет избежать концепции получения истинного решения независимо от «знающего» агента. Истина – это то, за что отдельные агенты и групповые агенты должны взять на себя ответственность в процессе принятия решения, а также за последствия принятого решения. Сущность, атрибут и отношение, следовательно, заменяются понятиями агент, полномочия и норма (социально определенная схема). Эти понятия связаны, что указывает на онтологическую зависимость (термин «онтология» используется здесь в ином смысле, чем принято в искусственном интеллекте. Под онтологической зависимостью мы понимаем экзистенциальные отношения, то есть то, что существование понятия зависит от существования других понятий).

ЭДА-модель

Социальная психология обеспечивает известную классификацию норм, разделяя их на перцепционные, оценочные, когнитивные и поведенческие нормы. Эти четыре типа норм связаны с четырьмя различными отношениями, соответственно:

Онтологические – признание существования чего-либо.

Аксиологические – предпочтение или отвержение чего-либо в оценочном выражении.

Эпистемические – принятие степени доверия или недоверия.

Деонтические – способность действовать некоторым образом.

Разработанная агентная модель на основе этих отношений и связанных с ними норм, более подробно описана ниже:

– Перцепционные нормы, руководствуясь оценочными нормами, определяют, какие знаки выбирает агент для восприятия. Когда знак воспринимается, прагматичная функция обновляет соответствующие компоненты агентной ЭДА-модели.

– Когнитивные нормы определяют структуры сущностей, семантические значения и причинно-следственные связи, в том числе представления как о текущем, так и о будущем состояниях. Коэффициенты уверенности, обычно представленные в правилах, допускают существование исключений.

– Поведенческие нормы определяют, как агент предполагает действовать. Эти нормы в виде абстрактных планов описывают идеальное состояние, определяя тем самым, что агент должен делать. Деонтическая логика – это модальная логика, изучающая формальные свойства нормативного поведения и состояний.

– Оценочные нормы необходимы для выбора агентом своих действий, основанных на эпистемических и деонтических отношениях. Если рассматривать рационального агента, то он действует на основе максимизации некоторой функции, неявно определяемой как совокупность аксиологических отношений агента. Используя эту таксономию норм и базируясь на предположении, что организационное поведение агента определяется оценкой деонтических норм данного эпистемического состояния агента, мы предлагаем модель намерений агента, которая декомпозируется на три компонента: эпистемологический, деонтические и аксиологический. Вместе

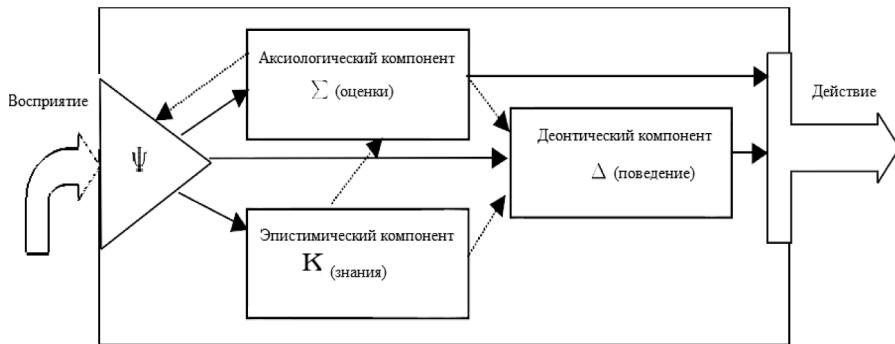


Рис. 2. ЭДА агентная модель

эти компоненты включают все агентское информационное содержимое в соответствии с семиотической структурой, изображенной на рис. 2, где показано, что информация представляет собой сложную концепцию и требует различных точек зрения для ее полного анализа.

Ψ – является pragматической функцией фильтрации восприятия в соответствии с перцептуальными и аксиологическими нормами агента, обновляет один или более компонентов модели.

Σ – является аксиологической функцией, которая используется в двух случаях: чтобы решать, какие знаки воспринимать, и выбирать, какие действия выполнять.

K – является компонентом, основанным на знаниях, где агент явно и неявно хранит уверенность в виде потенциальных дедукций на основе логических рассуждений.

Δ – представляет собой множество доступных явных и неявных планов, которые агент может выбрать для выполнения.

Представление знаний

Для кодирования архитектуры агента, концептуально описанного в предыдущем разделе, мы должны использовать более абстрактные конструкции, чем те, что в обычных языках программирования. Поскольку модель ЭДА подразумевает интеллектуальные отношения между агентами, представляется целесообразным использовать парадигму представления знаний искусственного интеллекта. Все компоненты модели требуют как процедурных, так и декларативных знаний. В то время как процедурные знания являются более эффективными, декларативные знания представляют большую гибкость и адаптируемость. Таким образом, решено использовать гибридную парадигму, сочетающую фреймовые системы с системами на основе правил, что позволяет машине вывода отделять декларативные знания от процедурных, кроме того обеспечивается возможность использования процедурных подпрограмм в случае необходимости.

Компоненты ЭДА-модели

Мы представляем описание модели представления знаний, выбранной для каждого компонента модели.

Эпистемический компонент

Семиотические методы, касающиеся анализа требований и спецификаций, утверждают, что процесс анализа должен начинаться с этапа семантического анализа. Результаты этого этапа могут отображаться графически в виде онтологической схемы. Однако, так как существует необходимость автоматизации некоторых организационных процессов, нужна формальная модель. Формальная модель организации должна включать представление агентов, описание их возможностей и онтологических отношений. Кроме того, когнитивные нормы должны быть включены в эпистемический компонент агентной информационной модели для обеспечения интенциональной формы представления знаний.

Пусть $A = \{\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_k\}$ – это множество агентов; $F = \{\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_m\}$ – функциональные действия, представленные на онтологической схеме; $R = \{\rho_1, \rho_2, \dots, \rho_n\}$ – множество связей между ними. Действие может зависеть онтологически от одного или двух антецедентов, которые могут быть как агентами, так и действиями. Формально, с помощью нотации БНФ: $\rho_i = \rho_i(\alpha_k | \alpha_j | \varphi_k | \varphi_j)$.

Были предложены два основных подхода к формальному определению знаний (доверие):

– сентенциальный подход: каждый агент знает каждое утверждение, которое хранится в его базе знаний;

– подход возможных миров: агент знает каждое утверждение, которое истинно во всех мирах, которые «считываются» возможными, то есть, которые совместимы с тем, что он знает.

Каждый подход имеет свои преимущества и недостатки. Подход возможных миров обеспечивает изящную семантику, но основан на предположении, что агенты являются образцом рассуждений, что не реалистично, так как агенты получали бы все логические следствия своих знаний (проблема логического всезнания). Сентен-

циальный подход не имеет данной проблемы, так как это синтаксический подход: он не назначает смысловое содержание знаниям. Существуют альтернативные подходы, которые стремятся избежать обе эти проблемы, но технически они более сложные. Поэтому для простоты мы примем сентенциальный подход в следующей редакции.

Субъекты в нашей онтологии представлены фреймами объектов; свойства и особые отношения представлены слотами фрейма. Подобное представление особенно подходит для иерархических классификаций, где более общие типы включают в себя более специфические и наследование свойств управляетяется механизмом вывода. Другие виды знания, не поддающиеся описанию с помощью иерархических отношений «класс-подкласс», представлены с использованием производственных правил дедуктивного вывода. Мы используем семантическую концепцию временной базы данных, для отслеживания допустимых состояний, хотя мы предпочитаем представлять допустимые состояния с помощью коэффициентов уверенности в базе знаний системы. Когнитивные нормы представлены в виде условных утверждений, то есть правил. Мы используем временной параметр для идентификации интервала времени, когда применяется норма.

Деонтический компонент

Нормы, обязательства и планы представляются единым образом: в качестве целей, в соответствии с модальным оператором, предлагаемым в описании ЭДА-модели:

$$G=O_a^\theta(P\tau\sigma) = O([a \text{ "видит"} P] \text{ во временном интервале } \Delta\mathfrak{I} \text{ с утилитой } [\mu \text{ " } \sigma], \text{ приводящей к } \theta)$$

где O является стандартным деонтическим оператором «должно быть» и $[a \text{ "видит"} P]$ является утверждением, что агент a «видит» истинность P . Это означает, что будет выполняться план, приводящий к P в течение временного периода $\Delta\mathfrak{I}$, μ и σ заполняются аксиологическим компонентом с утилитой приведения или не приведения, соответственно, к действию $[a \text{ "видит"} P]$. Хотя точные значения должны быть рассчитаны аксиологическим компонентом, основанным на текущей ситуации, деонтический компонент может заполнить значения по умолчанию, в конечном итоге, используя общие знания о предметной области, то есть нормы принятия решений. Значение по умолчанию μ показывает ожидаемое значение $a \text{ "видит"} P$ для a , т.е. ожидаемую выгоду от ее срабатывания; σ показывает ожидаемое значение в случае невыполнения срабатывания. Планирование становится моделированием целенаправленного поведения. Мы используем парадигму на основе правил для представления средств и целей процесса, что составляет основу планирования, основанного на процессе целевой декомпозиции и упорядочивания. Это достигается с помощью цепочки обратного логического вывода на множестве правил, где антецеденты правила представляют менее общие

цели, а консекVENTЫ представляют более общие цели. Это основная концепция весьма схожа с парадигмой производственных правил, используемой в большинстве экспертных систем. Однако два изменения должны быть включены в систему, прежде чем она будет функционировать должным образом:

– Прежде всего, необходимо избегать автоматической вставки целей в рабочую память. Цели могут быть перенесены в рабочую память только после фильтрации аксиологическим компонентом после назначения величин и фильтрации.

– Во-вторых, должно быть принято во внимание время для управления событиями, которое сигнализирует о начале или окончании некоторых событий, а также используется для выявления существования состояний при гипотетических рассуждениях в процессе генерации плана.

В соответствии с динамикой модели начало и конец состояний регистрируется в семантическом временной базе данных в соответствии с деонтическими нормами и агентами.

Аксиологический компонент

Предпочтения агента представляются в виде мета-норм, подобно правилам на метаязыке (за пределами языка представления предметной области). Объекты в этом метаязыке определяют приоритеты норм в виде упорядоченных отношений между нормами.

Этот процесс был представлен в виде системы, основанной на знаниях, которые будут использоваться исключительно аксиологическим компонентом ЭДА-агента. Аксиологический компонент модели ЭДА обеспечивает приоритет отношений как для деонтического компонента, так и для эпистемического компонента. В обоих случаях нормы представлены в виде правил по умолчанию. Проблема в том, как установить приоритет норм, который позволил бы решить сомнительные или противоречивые ситуации. Стандартное решение заключается в определении частичного порядка между каждой парой норм. Например, можно использовать расширение логики умолчания Рейтера – приоритетной логики умолчания (PDL) – мета-уровневый подход для генерации предпочтительных расширений логики по умолчанию [3]:

Теория умолчания определяется как пара $\Delta=(W,D)$, где D представляет собой набор правил по умолчанию и W – набор правильно построенных формул логики первого порядка. Теория приоритетов по умолчанию формально описывается тройкой $\Delta=(W,D,p)$, где p является строгим частичным порядком над D , так что правило $r1$ имеет приоритет над $r2$ iff $(r1,r2)\in p$, или $r1 \not\sim r2$. Учитывая набор формул E , правило по умолчанию $a\rightarrow b\in D$ активно в E iff: $a\in E, \neg b\notin E, b\notin E$. Основываясь на понятии активного правила по умолчанию, предлагается следующее определение: E является расширением Δ , порожденным общим порядком, содержащим p .

Этот компонент постоянно вычисляет утилиты, связанные с деонтическими нормами, и предлагает

iff $E = \bigcup E_i$, где $E_0 = Th(W)$ и для $i \geq 0$:

$$E_{i+1} = \begin{cases} E_i & \text{если нет активных правил по умолчанию в } E_i \\ Th(E_i \cup \{c\}) & \text{где } c \text{ есть консеквент минимально активного правила по умолчанию в } E_i \end{cases}$$

следующее лучшее действие агента всякий раз, когда это требуется.

Заключение

ЭДА-модель, описанная в данной работе, основана на организационном семиотическом подходе, где спецификой являются нормативные знания и нормо-основанные отношения. Основные компоненты модели (эпистемический, деонтический и аксиологический) отражают социально-психологическую классификацию норм, следовательно, обеспечивают принципиальную нормо-основанную структуру для агентов внутренней архитектуры, которая также ориентирована на нормо-ориентированные социальные взаимодействия в организациях. Архитектура ЭДА объединяет также ряд важных идей, взятых из области распределенного искусственного интеллекта и деонтической логики. Признавая необходимость семантического наполнения предлагаемой модели, в настоящее время исследования сосредоточены в основном на концептуальных вопросах. Аксиологический компонент, как представляется, является необходимой частью любого интеллектуального агента для установления множеств предпочтительных убеждений агентов и приоритетов для противоречивых целей. Так как мы ввели единую нормативную базу для эпистемических и деонтических вопросов, поскольку они основаны на понятии нормы для правил по умолчанию, аксиологический компонент видится как мета-уровень приоритетной логики умолчания. В многопользовательской агентной среде взаимное обновление ЭДА-агентов модели является существенным результатом восприятия событий, таких как обмен сообщениями. Спецификация обновления ЭДА с использованием прагматической функции является предметом текущих исследований.

Исследования проводились в рамках гранта РФФИ 12-07-00797.

Литература

- [1] Stamper, R. Information in Business and Administrative Systems / R. Stamper. – New-York: John Wiley & Sons, 1973.
- [2] Liu, K., 2000. Semiotics Information Systems Engineering / K. Liu. – Cambridge: Cambridge University Press, 2000.
- [3] Brewka, G. Reasoning about Priorities in Default Logic / G. Brewka // Proceedings of AAAI-94. – AAAI Press, Seattle, USA, 1994.
- [4] Fred, A. Syntax-Directed Translation Schemes For Multi-Agent Systems Conversation Modeling. / A. Fred, J. Filipe // Enterprise Information Systems II. – 2001. – P. 94–100.