

О представлении формализованных знаний с помощью информационно-управляющего подмножества естественного языка

Иванов Г.И., Иванова Е.Г.

Основной функцией любого естественного языка (ЕЯ) является обеспечение возможности обмена между носителями данного ЕЯ информационными и управляющими сигналами. Реализация с помощью ЕЯ именно этого основного набора функций создает необходимые условия для обеспечения возможности выживания и совместной жизнедеятельности любых социальных сообществ. Выполнение же функций обмена эмоциональной, художественной и т.п. информацией является хотя и очень важной и приятной для естественного интеллекта, но все же в определенном смысле "дополнительной" задачей ЕЯ. Для реализации информационно-управляющих функций любой ЕЯ должен позволять описывать: 1) общие свойства сущностей (глобальные знания); 2) текущие состояния сущностей и факты их изменения (локальные знания) и 3) формулировать императивы относительно состояний тех или иных сущностей (управляющие сигналы). Рассматриваются различные способы реализации указанных информационно-управляющих функций с помощью грамматических конструкций русского языка.

В общей проблематике работ, связанных с разработкой различных способов организации человеко-машинных интерфейсов, одними из наиболее актуальных являются исследования в области лингвистического представления формализованных знаний средствами естественного языка [1-4]. В настоящей работе рассматривается один из возможных подходов к описанию способов представления формализованных знаний с помощью информационно-управляющего подмножества естественного языка.

При *совместном* функционировании нескольких интеллектуальных агентов (как естественных, так и искусственных) они должны иметь возможность обмениваться между собой информацией. Рассмотрим подробнее, какими общими свойствами должно обладать простейшее информационно-управляющее подмножество каждого ЕЯ для того, чтобы с его помощью можно было координировать действия любых групп интеллектуальных агентов, совместно решающих некоторые общие для этих агентов задачи.

В общем случае можно полагать, что любая конкретная задача Z *совместного* функционирования нескольких интеллектуальных агентов A_1, A_2, \dots, A_n заключается в том, что эти агенты должны *совместно* перевести окружающую их (т. е. доступную их наблюдению и воздействию) область внешней среды Σ из состояния W^i в состояние W^j . При этом предполагается, что каждый интеллектуальный агент A^α ($\alpha = 1, 2, \dots, n$) самостоятельно полностью решить задачу Z не может, но он может получать из данной области внешней среды Σ какую-то свою (локальную) часть информации и осуществлять какое-то свое (локальное) воздействие на соответствующий фрагмент этой области внешней среды. Даже если предположить, что, в принципе, известен алгоритм G *совместного* решения интеллектуальными агентами A_1, A_2, \dots, A_n стоящей перед ними частной задачи Z (при указанных выше ограничениях), то, в любом случае, для реализации этого алгоритма,

необходимо (как минимум), чтобы была обеспечена возможность осуществления какого-то способа обмена между этими агентами *описательной информацией*, а также *командными сигналами*. То есть, любой язык L , используемый для обмена информацией между *совместно* функционирующими интеллектуальными агентами A^1, A^2, \dots, A^n , должен позволять этим агентам реализовать следующие две основные функции: 1) каждый агент A^α должен иметь возможность с помощью средств языка L описывать текущее состояние доступного его наблюдению фрагмента соответствующей области внешней среды Σ и передавать это описание другим взаимодействующим с ним агентам, а также воспринимать и понимать аналогичные описания текущих состояний других фрагментов этой же области внешней среды Σ , передаваемых ему другими взаимодействующими с ним агентами (*описательная* функция языка L); 2) в соответствии с совместно реализуемым всеми взаимодействующими интеллектуальными агентами алгоритмом G (и имеющейся в среде данных интеллектуальных агентов иерархией) каждый агент A^α должен иметь возможность либо самому выдавать с помощью средств языка L побудительные указания (распоряжения, приказы и т.п.) другим агентам о переводе соответствующих фрагментов внешней среды из их текущих состояний в необходимые состояния, либо воспринимать и понимать аналогичные побудительные указания от других взаимодействующих с ним агентов (*побудительная* функция языка L).

Суть *описательной* функции языка L состоит в том, что с её помощью интеллектуальный агент A^α имеет возможность описать (т. е. сформулировать в виде последовательного словесного текста) какую-то наблюдаемую им визуальную картину, какие-то известные ему отношения между некоторыми реальными или виртуальными сущностями, какую-то последовательность событий и т.п. Т.е. имеет возможность описать некоторую *ситуацию* S так, чтобы любой другой интеллектуальный агент A^β , восприняв этот описательный текст, мог на его основе создать у себя вторичный внутренний образ описываемой ситуации S более или менее адекватный первичному образу этой же ситуации, который имеется у описывающего ситуацию S интеллектуального агента A^α . Другими словами, с помощью описательных возможностей языка L агент A^α имеет возможность создать у агента A^β желательный для него образ некоторой ситуации. (Насколько этот образ будет соответствовать чему-то реальному – это уже другой вопрос).

Побудительная же функция языка L необходима для того, чтобы одни (уполномоченные на то) интеллектуальные агенты могли формулировать тексты, которые будут являться управляющими для других интеллектуальных агентов. Побудительная функция языка L должна обеспечивать, в частности, возможность агенту A^α задавать (описывать) значения тех или иных параметров состояния агента A^β , которые этот агент должен принять по указанию агента A^α . (Выполнит агент A^β указания агента A^α или нет – это тоже уже другой вопрос).

Вначале уточним используемые здесь варианты понимания некоторых понятий, которые затем будут использоваться для разделения *осознанных* (т.е. сформулированных в виде текстов на ЕЯ) [5] знаний на *глобальные* и *локальные* знания. В дальнейшем речь будет идти именно об *осознанных* знаниях.

Ясно, что *глобальные* знания у всех взаимодействующих интеллектуальных агентов A^1, A^2, \dots, A^n должны совпадать (насколько это возможно в принципе). Термин *глобальные* здесь используется для обозначения тех знаний, которые отражают общие свойства каких-то обобщенных понятий, соответствующих определенным *классам* конкретных сущностей, поименованных одним *общим термином*. В интеллект естественного агента глобальные знания закладываются с детства в процессе его обучения (образования). Глобальные знания по определению не зависят от текущих состояний тех или иных сущностей. Текстовое изложение глобальных знаний естественных интеллектуальных агентов содержится в толковых словарях, энциклопедиях, справочниках, учебной и научной литературе и т. п. Например, *Все точки окружности равноудалены от её центра*.

В отличие от глобальных, *локальными* (оперативными) будем считать те знания, которые отражают не *общие свойства классов* однотипных сущностей, а только лишь *текущие состояния* как отдельных *конкретных представителей*, так каким-то образом выделенных групп конкретных представителей соответствующего класса сущностей. Например, *Две голубые чашки стоят на обеденном столе у окна*.

Очевидно, что формулировка агентом A^α текста $T^\alpha(S)$, описывающего некоторую ситуацию S , не является самоцелью. Описательный текст $T^\alpha(S)$ формулируется для того, чтобы по этому тексту любой другой агент A^β мог воссоздать внутри себя вторичный образ $Q^\beta(S)$ максимально адекватный имеющемуся у агента A^α первичному (исходному) образу $Q^\alpha(S)$ ситуации S (рис.1).

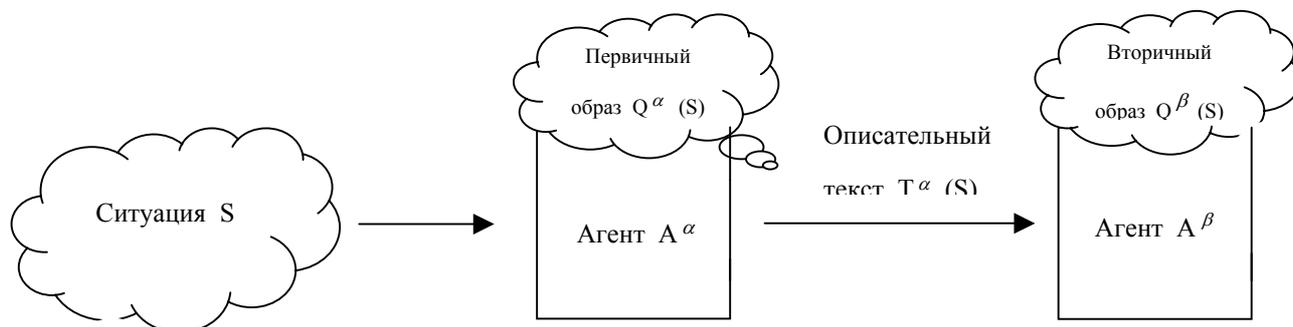


Рис. 1.

Ясно, что точность воссоздания вторичного образа $Q^\beta(S)$ в сознании агента A^β зависит как от степени адекватности понимания обоими агентами A^α и A^β используемых в описательном тексте $T^\alpha(S)$ терминов (т.е. степенью общности глобальных знаний исходно имевшихся у агентов A^α и A^β), так и от порядка и полноты описания в передаваемом описательном тексте $T^\alpha(S)$ значений отдельных параметров конкретных сущностей s_1, s_2, \dots, s^n , составляющих в совокупности описываемую ситуацию S .

В случае если A^β является естественным интеллектуальным агентом, то процесс создания вторичного образа $Q^\beta(S)$ осуществляется из двух информационных источников. Основным источником информации для

создания вторичного образа $Q^\beta(S)$ является (как это не странно) не описательный текст $T^\alpha(S)$, а глобальные знания агента A^β . По первому же предложению текста $T^\alpha(S)$ в сознании агента A^β возникает образ некоторого фрагмента описываемой ситуации S . При этом, т.к. это первое предложение может содержать информацию о текущем состоянии только лишь одной (если это простое повествовательное предложение) сущности s^ω ($\omega \in \{1, 2, \dots, n\}$), имеющейся в составе описываемой ситуации S , то вначале возникаемый образ этой ситуации определяется типичным представлением, связанным по умолчанию в сознании агента A^β с текстом данного предложения, т.е. с именем этой сущности s^ω и её текущим состоянием.

Затем, последующие предложения текста $T^\alpha(S)$ постепенно уточняют вторичный образ $Q^\beta(S)$ (указывая новые сущности, входящие в состав ситуации S , и их текущие состояния).

Здесь следует особо подчеркнуть то важное обстоятельство, что разбиение описательного текста $T^\alpha(S)$ на отдельные предложения определяется объективными информационными процессами, происходящими в сознании как формирующего описательный текст $T^\alpha(S)$ агента A^α , так и воспринимающего этот текст агента A^β . Агент A^α формирует каждое повествовательное предложение следующим образом. В описываемой ситуации S агент A^α выделяет очередную сущность s^ω , поименовывает её простым или составным именем (тем самым, формируя группу существительного создаваемого повествовательного предложения), а затем поименовывает тоже простым или составным именем то *состояние*, в котором находится данная сущность (тем самым формируя глагольную группу создаваемого повествовательного предложения). Таким образом, информационная суть каждого простого повествовательного предложения состоит в том, что указывается некоторая отдельная сущность s^ω из состава описываемой ситуации S и указывается текущее *состояние*, в котором она находится. Перечислив все основные сущности, входящие в состав ситуации S с указанием их текущих состояний, агент A^α сформирует описательный текст $T^\alpha(S)$.

Задаваемые побудительной функцией языка L побудительные знания (управляющую информацию) также можно разделить на *локальные* и *глобальные* знания.

Глобальные побудительные знания содержит запреты, требования и другие подобного рода ограничения общего характера, которые относятся не к отдельным конкретным сущностям, находящимся в определенных состояниях, а к обобщенным классам сущностей (независимо от их текущих состояний). В русском языке глобальные побудительные знания задаются с помощью правилоустанавливающих предложений, содержащих установки типа *можно, нельзя, необходимо* и т.п.

Общий формат каждого локального побудительного сигнала представляет собой отдельное предложение, в котором указывается: а) адрес приёмника сигнала, т.е. имя конкретного агента или признак какой-то группы агентов (может прямо не указываться, а подразумеваться из контекста); б) простое или составное имя некоторой сущности; в) простое или составное поименование в повелительном наклонении состояния, в которое названный в п. "а" агент должен перевести поименованную в п. "б" сущность.

Локальные побудительные знания в русском языке задаются, в частности, с помощью обычных повелительных предложений.

Здесь следует отметить то любопытное обстоятельство, что вопросительные предложения тоже являются средством (особой формой) задания локальных побудительных знаний. В самом деле, вопрос "Который час?" является по своей сути более кратким и более вежливым эквивалентом повелительного предложения "Скажите мне чему равно текущее время." Это относится ко всем вопросительным предложениям. Следовательно, вопросительные предложения не входят в минимально необходимое информационно-управляющее подмножество естественного языка. Если не учитывать эмоциональную составляющую, то восклицательные предложения тоже не несут никакой дополнительной информационно-управляющей нагрузки по сравнению с обычными повествовательными или повелительными предложениями. Видимо именно этим обстоятельством объясняется тот факт, что в нормативно-правовых текстах, в технических инструкциях и т.п. формальных (неэмоциональных, "суховатых") информационно-управляющих текстах практически никогда не используются вопросительные и восклицательные предложения.

Итак, в простейшем случае для общения интеллектуальных агентов на информационно-управляющем уровне достаточно, чтобы язык их общения имел средства для формулировки простых повествовательных и простых повелительных предложений. Язык этот получается довольно-таки ущербным с эмоциональной точки зрения, но всё же вполне достаточным для решения поставленной перед ним задачи: обеспечить совместно функционирующих агентов описательно-информационными и командно-управленческими средствами общения.

Однако, указанные выше функции языка L позволяют задавать (формулировать) только лишь *локальные* описательные и побудительные знания. В тех же случаях, когда необходимо осуществлять не только текущее общение между интеллектуальными агентами на уровне уже имеющихся у них *глобальных* знаний, но и требуется обеспечить возможность этим агентам пополнять свои *глобальные* знания путем получения друг от друга соответствующих текстовых сообщений, язык общения интеллектуальных агентов должен содержать также и средства формулировки *глобальных* описательных и побудительных знаний.

В русском языке глобальные знания описательного типа обычно формулируются с помощью определений типа *есть, является, называется* и т.п. Например, *Лошадью называется крупное домашнее однокопытное животное.*

Глобальные знания побудительного типа, как правило, задаются с помощью правилоустанавливающих предложений типа *можно, нельзя, необходимо* и т.п., относящихся к определённым классам сущностей. Например, *Нельзя переходить дорогу при красном свете светофора.*

Указанные выше способы задания различных типов знаний с помощью средств русского языка для наглядности могут быть представлены в виде следующей таблицы:

Табл. 1. Способы задания различных типов знаний с помощью средств русского языка.

Типы знаний	Описательные	Побудительные
Локальные	Повествовательные предложения	Повелительные предложения

Глобальные	Определения типа <i>есть, является, называется</i> и т.п.	Правилоустанавливающие предложения типа <i>можно, нельзя, необходимо</i> и т.п.
------------	---	---

Описываемая здесь модель представления глобальных и локальных знаний, передаваемых средствами ЕЯ, достаточно хорошо стыкуется с широко используемыми моделями *внутреннего* представления знаний в ЕИ, основанными на понятиях фреймов и семантических сетей [5,6]. С помощью формулирующих глобальные знания *определений* и *правилоустанавливающих предложений* задаются новые или дополняются уже имеющиеся в ЕИ понятия. Каждое такое предложение вносит определённое дополнение или изменение в структуру семантической сети и в структуру фрейма соответствующего понятия.

Локальные описательные и побудительные знания, содержащиеся в повествовательных и повелительных предложениях задают значения или их изменения в имеющиеся или желательные значения слотов соответствующих фреймов.

В заключение отметим, что в настоящей работе не ставилось задачи классифицировать все существующие в естественном языке грамматические конструкции с точки зрения выявления возможностей их использования для задания тех или иных типов формализованных знаний. Здесь рассмотрено только лишь то основное (минимально необходимое) подмножество средств естественного языка, которое необходимо для формализованного задания на этом подмножестве языка информационных и командных сигналов, а также формализованных знаний на локальном и глобальном уровнях. Набор выделенных таким образом средств естественного языка можно условно назвать информационно-управляющим подмножеством естественного языка. Такого рода редукция естественного языка позволяет за счет исключения из рассмотрения (на данном этапе) наиболее трудно поддающихся формальному описанию и моделированию средств представления эмоционально-художественных текстов сохранить тем не менее возможность представления в рамках этого подмножества языка те средства для представления информационно-управляющих текстов, которые наиболее приспособлены для деловой прагматической деятельности. Т.к. решение задачи понимания и моделирования функций естественного интеллекта в полном объёме всё ещё остаётся где-то за "убегающим горизонтом" наших возможностей, то, ограничившись существенно более простым, но вместе с тем, очень важным для практики подмножеством функций естественного интеллекта, можно надеяться на успех в его исследовании и моделировании в рамках проблематики, связанной с построением искусственного интеллекта. Может быть, на первом этапе именно при таком упрощённом понимании функций искусственного интеллекта и удастся достичь более впечатляющих успехов в его реальном построении и применении.

Литература

- 1) Болдасов М.В. Парадигмы генерации ЕЯ текстов в инструментальной среде DEMLinG//Компьютерная лингвистика и интеллектуальные технологии. Труды международного семинара Диалог'2003. С. 66-75.
- 2) Борщев В., Partee В.Н. Естественный язык для схематизированных областей (об информационной системе по анатомии W. Nagamen'a)//Компьютерная лингвистика и интеллектуальные технологии. Труды международного семинара Диалог'2003. С. 88-94.
- 3) Iwanska L.M., Shapiro S.C. Natural language processing and knowledge representation: language for knowledge and knowledge for language. AAAI Press, 2000.

- 4) Gomez F. Why base the knowledge representation language on natural language?//Journal of intelligent systems vol. 10, no. 2, 2000.
- 5) Minsky M., A framework for representing knowledge//MIT-AI laboratory memo 306, 1974.
- 6) Люгер Дж. Ф., Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем, 4-е издание.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом "Вильямс", 2003.
- 7) Иванов Г.И., Иванова Е.Г., О представлении осознанных знаний средствами естественного языка//Известия ТРТУ. Тематический выпуск "Актуальные проблемы экономики, менеджмента и права". Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2003. №5 (34). С.197-200.