

К ПОСТРОЕНИЮ МЕТАЯЗЫКА ОПИСАНИЯ СЕМАНТИКИ

В.Д. Соловьев

В работе обсуждаются проблемы, связанные с описанием семантики естественного языка, и предлагаются фрагменты нового метаязыка описания семантики. Предлагаемый метаязык основан на концепции фреймов Минского, разработанной в рамках исследований по искусственному интеллекту. Он позволяет дать высокоструктурированное динамическое описание семантики и ориентирован на представление когнитивных процессов обработки естественного языка. Возможности метаязыка демонстрируются на примере глаголов движения.

Введение

Формальное задание семантики важно для ряда прикладных задач: машинный перевод, автоматическое реферирование, поиск информации в компьютерных сетях, естественно-языковый интерфейс. Сложность формализации семантики понятна и не требует специального обоснования. До сего времени все системы машинного перевода осуществляли перевод лишь на основе синтаксического анализа. Даже весьма успешная система «Этап» [1], созданная на основе детально разработанных группой академика Апресяна моделей русского и английского языков, лишь в незначительной степени учитывает семантику - в той мере, в какой это можно сделать через синтаксический анализ. Какого-либо особого аппарата представления семантики в ней нет. Обсуждение положения дел в области машинного перевода, понимания текстов на естественном языке можно найти в работах [1, 2].

В исследованиях лингвистов было предложено несколько подходов к описанию семантики. Первым является, ныне уже классический, подход к семантике Каца - Фодора [3]. Он предполагает задание семантики слова в виде неупорядоченного набора элементарных различительных признаков, таких как «быть круглым», «быть красным» и т.д. Главным уязвимым местом этого подхода является отсутствие структурированности описаний, что препятствует детальному описанию семантики в сложных ситуациях.

Следующим важным шагом в семантической теории является создание языка семантических примитивов А. Вежбицкой [4]. Вежбицкая выделяет около трех десятков базовых семантических понятий («я», «плохо» и

т.д.) и задает семантику остальных слов в виде достаточно сложных формул, составленных из этих семантических примитивов. В качестве примера рассмотрим толкование слова «товарищ» [4].

всякий знает: многие люди иногда так думают о каких-то других людях:

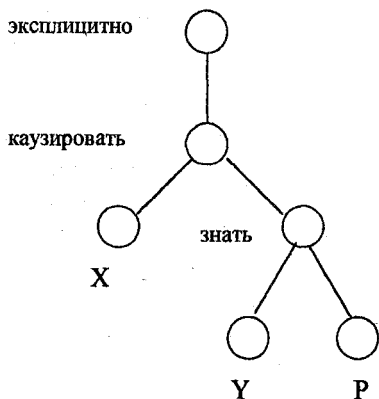
- эти люди - люди вроде меня;
- эти люди в том же месте, что и я;
- с этими людьми происходит то же, что и со мной;
- я не хочу, чтобы с этими людьми происходили плохие вещи, как я не хочу, чтобы плохие вещи происходили со мной;

когда люди думают так о других людях, они чувствуют нечто хорошее;

многие мужчины думают так о каких-то других мужчинах.

Бросаются в глаза как преимущества, так и недостатки этого подхода. Достоинством является то, что этот подход уже позволяет давать структурированные описания - ясно, что нельзя свободно менять местами элементы подобных формул. Недостатком является некоторая искусственность толкований, сложность для понимания. Представляется крайне трудным использовать эти описания в компьютерных системах, а также естественным образом включить их в когнитивные процессы обработки естественного языка, свойственные человеку.

Описательные возможности языка семантических примитивов были существенно расширены в языке, разработанном в московской семантической школе (Мельчуком [5], Апресяном [6]). Отличительной особенностью этого языка является переход от формул к графам, как средству построения более сложных семантических структур из более простых. Это сделало семантические представления более наглядными. В качестве примера рассмотрим представление фразы *X сообщает Y-у, что P*.



Но и этот язык описания семантики также обладает определенными недостатками, в частности, он сохраняет некоторую неуклюжесть, но самое главное, он является чисто декларативным, не имеет встроенных процедурных механизмов. Видимо это, как и ряд трудностей с разработкой семантического словаря, не позволили полностью реализовать подход Мельчука-Апресяна в программных продуктах.

В последнее время были предложены совершенно новые идеи в этой области. Так, в ряде работ по когнитивным наукам и искусственному интеллекту [7, 8], выполненных в Массачусетском университете, для описания семантики глаголов физического взаимодействия двух объектов предложены динамические карты, в определенных аспектах близкие предлагаемому нами метаязыку. В том виде, в котором динамические карты пока что представлены, они не являются универсальным средством, а применимы лишь к весьма специфическому классу глаголов. Следует отметить и то, что термин «карты» не вполне удачен, т.к. возникает путаница с термином «когнитивные карты», введенным Толманом [9] с существенно иными целями.

По нашему мнению, следует предъявлять следующие основные требования к языку описания семантики.

Во-первых, он должен быть универсальным, чтобы можно было выражать разнообразные смысловые значения и достаточно точно. Во-вторых, он должен допускать включение процедурных элементов, что позволит непосредственно строить на его основе модели когнитивных процессов обработки естественного языка и реализовывать их в компьютерных программах. В-третьих, по меньшей мере желательно, чтобы такой язык был достаточно естественным и интуитивно понятным.

По нашему мнению, наиболее мощным и гибким языком, включающим средства описания структурированных динамических объектов и хорошо приспособленным для нужд когнитивной семантики, является язык теории фреймов Минского [10]. Фреймы были разработаны Минским для представления стереотипных ситуаций и представляют собой сложные структуры данных. Ниже описывается как язык теории фреймов может быть применен для задания семантики.

Структура фреймов

Фрейм включает название, некоторую постоянную часть и переменную часть, состоящую из слотов, которые, в свою очередь, могут делиться на подслоты и т.д. С каждым слотом (подслотом) связан маркер, набор демонов и, возможно, так называемое, задание отсутствия. Постоянная часть содержит общую для всего фрейма информацию, которая доступна алгоритмам обработки фреймов.

Слоты заполняются различными значениями в зависимости от ситуации. В каждом конкретном случае значения слотов конкретизируются - слоты заполняются теми или иными данными, представляющими элементы рассматриваемой ситуации. При оречевлении ситуации на основе фрейма с заполненными слотами генерируется предложение. Слоты можно трактовать как параметры представляемой фреймом ситуации. Для ситуации действия, описываемого некоторым глаголом, фрейм будет содержать слоты, соответствующие валентностям глагола в смысле Теньера [11], а также и слоты, соотносимые с другими аспектами ситуации.

Маркеры слотов задают ограничения на значения слотов. Маркеры могут задаваться путем: 1) описания класса, из которого могут выбираться значения слота, 2) прямым перечислением всех возможных значений, 3) комбинированным способом. Комбинированный способ предполагает использование средств математической логики - операций конъюнкции, дизъюнкции и отрицания. Назовем маркер «бинарным», если он принимает только два значения. Маркеры могут быть и «нечеткими», что позволяет использовать для описания семантики нечеткую логику Заде [12].

Демонами в искусственном интеллекте [13] называют процедуры, которые следят за появлением какой-то конкретной ситуации и предпринимают определенные действия при ее появлении (что-то вроде дежурных). Демоны выполняются при заполнении слотов.

Слоты не являются независимыми. Если тот или иной слот заполняется некоторым значением, то это конкретизирует ситуацию, накладывает на нее определенные ограничения. В частности, это может привести к тому, что в ряде слотов появятся дополнительные маркеры, которые совместно с ранее существовавшими накладывают более жесткие ограничения на значения слотов. Возможен и случай, когда новый маркер не допускает никакие значения, тогда соответствующий слот удаляется из структуры.

Инструментом реализации этих дополнительных ограничений являются демоны. Демоны в нашей модели ожидают момент заполнения слота и в зависимости от значения, заполняющего слот, устанавливают дополнительные маркеры на некоторые слоты.

В механизме демонов и проявляется процедурная ориентация (динамика) предлагаемого способа описания семантики. Динамичность представления в этом смысле отличается от динамичности в смысле работ [7, 8]. В [7] предложены некоторые статические средства (карты) представления динамики, в нашем же подходе сами средства представления - фреймы - уже обладают встроенными процедурными возможностями.

Вторым принципиально важным механизмом, обеспечивающим динамичность предлагаемого метаязыка, является механизм задания отсутствия. Рассмотрим следующий вопрос: имеют ли валентности изолированного (вне предложения) глагола какие-либо значения? В теории

фреймов Марвина Минского предполагается, что слоты фреймов могут иметь некоторые априорные значения еще до того, как фрейм попадает в какое-либо контекстное окружение и его слоты оказываются заполненными конкретными значениями. Эти априорные значения и называются заданиями отсутствия. Применение аппарата заданий отсутствия позволяет дать объяснение некоторым чисто лингвистическим явлениям, таким как дейксис.

Дейксис

Дейксис предполагает включение в значение слова аспектов, связанных с говорящим. Для примера рассмотрим глагол *go* 'идти' с валентностями «откуда» и «куда». В конкретном предложении эти валентности могут заполняться значениями, указывающими на конкретные места. Но оказывается, что во многих случаях может быть прекрасно понято и предложение, в котором часть (или даже все) валентности не заполнены. Например, в предложении

(1) *Yankee, go home!* 'Янки, убирайтесь домой'

не уточнено, откуда должны убраться янки. Подразумеваемое значение - из той страны (местности), где находится говорящий.

Рассмотрение многих примеров позволило Филлмору [14] сделать вывод, что у глагола *go* валентность «откуда» имеет подразумеваемое значение - «местоположение говорящего». В то же время валентность «куда» не имеет подразумеваемых значений. В терминологии Филлмора *go* является источник-ориентированным глаголом.

По нашему мнению, в русском языке аналогичным образом ведет себя глагол *уходить*. Фраза

(2) *Уйди, пожалуйста*

означает 'уйди отсюда'. Между тем, дейктичность глагола *уходить* оспаривается Апресяном [15]. По его мнению фразы типа

(3) *В десятом часу Коля ушел с работы,*

не связанные явно с местоположением говорящего, указывают, что *ушел* не является дейктическим глаголом.

В некоторых недавних работах подвергалась переосмыслению и семантика глагола *go*. В [16] глагол *go* рассматривается как чистый глагол движения (на некотором расстоянии от говорящего) и утверждается, что его семантика удаления от говорящего возникает лишь в контексте.

Подобное двойное семантическое поведение глагола *go* и неоднозначность в трактовке глагола *уходить* могут быть объяснены в терминах заданий отсутствия следующим образом.

У глаголов *go* и *уходить* валентность «откуда» имеет задание отсутствия «здесь» - место, где находится говорящий - это видно из примеров (1) и (2), а валентность «куда» - не имеет заданий отсутствия.

Предложение (3) демонстрирует, что задание отсутствия может быть легко заменено другим значением, если последнее присутствует во фразе. То, что априорное значение валентности может быть заменено в реальном контексте на иное значение хорошо согласуется с теорией фреймов. Таким образом, глаголы *go* и *уходить* в зависимости от контекста ведут себя по разному - и как дейктические и как недейктические.

Концепция заданий отсутствия позволяет ввести новую классификацию валентностей: имеющие задание отсутствия и не имеющие. Рассмотрим также вопрос: насколько крепко априорное значение связано со своей валентностью?

Априорное значение может быть заменено на иное либо в результате того, что в предложении явным образом указано это значение, либо под влиянием контекста. Рассмотрим предложение

Please, wait me about 10 minutes on the bus-stop, and if I don't come you may go

‘Пожалуйста, подождите меня 10 минут на автобусной остановке, и если я не приду, вы можете идти’.

Валентность «откуда» глагола *go* приобретает под влиянием контекста значение «the bus-stop». Таким образом и контекст способен вытеснить задание отсутствия.

Модель глаголов движения

Рассмотрим множество глаголов в некотором языке, обозначающих различные виды движения. Выделим из этого множества лексико-семантическую группу глаголов означающих самостоятельное (без применения внешних усилий) движение. Семантика глаголов этой группы может быть задана в виде фрейма. Отличительной особенностью нашего подхода является то, что семантика задается сразу для целой группы слов, а не для отдельных слов, как, например, у Мельчука.

Опишем фрейм области ‘самостоятельное движение’.

Слоты:

- субъект;
- траектория;
- среда;
- поверхность, по которой осуществляется движение;
- путь, по которому осуществляется движение;
- скорость;

- средства;
- способ;
- местонахождение тела после окончания действия;
- расстояние;
- кратность;
- время присутствия (или отсутствия) в дейктическом центре;
- целенаправленность.

Слот траектория имеет следующие подслоты:

- начальный пункт;
- конечный пункт;
- промежуточный участок;
- контрольный пункт;
- характер.

Подслот начальный пункт делится на

- место, в котором находится тело перед началом движения;
- объект, около которого тело находится перед началом движения;
- направление, откуда движется тело.

Подслот конечный пункт делится на

- место, в котором тело стремится оказаться;
- объект, около которого тело стремится оказаться;
- направление движения.

Смысл большинства слотов понятен из названия (и будет уточнен далее при задании маркеров). Отдельного пояснения заслуживает слот «время пребывания (или отсутствия) в дейктическом центре», обычно не включаемый в традиционные лексикографические описания [17]. Дейктические глаголы, у которых точкой отправления является положение говорящего, предполагают возврат в эту точку (глагол *выйти*) или, по крайней мере, возможность возврата (глагол *уйти*). В сочетаниях типа *вышел на 5 минут* или *ушел на 3 часа* как раз и уточняется время отсутствия в дейктическом центре. Соответственно, в *зашел на 5 минут* уточняется время присутствия.

В число слотов мы не включили «время движения», «место», «цель», «причина», «завершенность», т.к. они имеют очень общий характер и адекватны не только движению, но и иным действиям и состояниям. В предложении соответствующие элементы часто выражаются сирконстантами [9], слабо связанными с конкретным глаголом.

Можно считать, что эти слоты наследуются классом глаголов движения от классов более высокого уровня абстракции. Механизм наследования предусмотрен общей теорией фреймов и здесь не будет обсуждаться.

Выделенные нами слоты отражают специфические аспекты ситуации движения. В предложениях они реализуются либо в виде актантов, либо в виде модификаторов (различного вида) глаголов.

В данной работе рассматриваются лишь слоты, отражающие физические аспекты движения. Вне рассмотрения остались, так сказать, «человеко-ориентированные» аспекты движения, вроде аспекта «вежливость» осуществляемого движения или эмоциональной вовлеченности участника.

Перечислим теперь маркеры указанных слотов.

Слот	Маркер
место, в котором находится тело перед началом движения	место
объект, около которого тело находится перед началом движения	объект
направление, откуда движется тело	направление
место, в котором тело стремится оказаться	место
объект, около которого тело стремится оказаться	объект
направление движения	направление
среда	воздушная, водная, и т.д.
путь, по которому осуществляется движение	упорядоченная последовательность близко расположенных точек (улица, лестница, тропинка)
промежуточный участок	объект или место
поверхность, по которой осуществляется движение	поверхности твердых тел
местонахождение тела после окончания движения	место
скорость	быстро, медленно и т. д. (качественные нечеткие характеристики), или численное значение, выраженное неотрицательным числом
средство	ноги, транспорт и т.д.
кратность	однократное или многократное
расстояние	величина
целенаправленность	целенаправленное или нецеленаправленное
способ	галопом, юзом, церемониальным шагом и т. д. (качественная характеристика движения, не выражаемая другими слотами)
характер пути	по кругу, многократное по одному и тому же отрезку, хаотичное, поисковое и т. д. движение (качественная характеристика траектории)
субъект	одушевленное лицо или объект, обладающий энергией для движения: смерч и т.д.
контрольный пункт	объект или субъект
время отсутствия в дейктическом центре	время

Комментарии к таблице.

А) Интерпретировать путь, как последовательность близко расположенных точек, предложил (при семантическом анализе слова *догонять*) Кошелев [18].

Б) Некоторые маркеры сформулированы не вполне точно в целях упрощения изложения.

В) Маркер слота «средство» является примером маркера, задаваемого прямым перечислением возможных значений. Маркер слота «скорость» задается комбинированным способом.

Г) Маркеры «кратность», «целенаправленность» являются бинарными.

Предлагаемая методология была применена при разработке системы управления движением робота с помощью команд на естественном языке [19]. Основная трудность при разработке реальных систем, работающих с большим словарем, состоит в написании толкований слов, которые должны быть достаточно подробными. Как видно из приведенного описания глаголов движения, вообще говоря, требуется не менее двадцати параметров. Учитывая, что число глаголов движения исчисляется сотнями, объем семантического словаря и трудозатраты на его составление весьма велики. В [19] результат достигается, как и в большинстве систем, резким ограничением объема словаря.

Заключение

В работе дан краткий обзор основных существующих языков описания семантики, указаны их основные недостатки. Предложено использовать в качестве семантического метаязыка язык теории фреймов Минского. Показано, что этот язык выгодно отличается от предшествующих наличием встроенных процедурных механизмов в виде заданий отсутствия и демонов, обеспечивающих точную «настройку» фрейма на данную ситуацию. Успешное применение теории фреймов в исследованиях по искусственному интеллекту последних десятилетий подтверждает ее универсальность. Следует отметить также высокую степень наглядности языка фреймов и простоту его использования.

Одним из применений этого подхода является объяснение явления дейксиса применительно к языковому поведению глаголов *go* и *уходить*.

В качестве примера применения указанного подхода дается описание семантики класса глаголов самостоятельного движения. Принципиально новым является последовательное включение в толкование слова маркеров и заданий отсутствия. В предложенном виде это описание может быть использовано в компьютерных системах, оперирующих с рассмотренной лексикой.

Литература

1. Апресян Ю.Д. и др. Лингвистическое обеспечение системы Этап-2.- М.: Наука, 1989.
2. Совпель И.В. Понимание текстов на естественном языке // В сб. «Искусственный интеллект. Справочник, т.2». - М.: Радио и связь, 1990.
3. Katz J.J., Fodor J.A. The structure of semantic theory // *Language*. - 1963. - V.39, No.1.
4. Wierzbicka A. *Semantic Primitives*. - Frankfurt am Main: Athenaeum, 1972.
5. Мельчук И.А. Опыт теории лингвистических моделей «Смысл \leftrightarrow Текст».- М.: Наука, 1974.
6. Apresyan Yu., Mel'chuk I. *Semantics and Lexicography: Towards a New Type of Unilingual Dictionary* // in «*Studies in Syntax and Semantics*», ed. Kiefer F. - Dordrecht: Reidel, 1969.
7. Cohen P.R. *Dynamic Maps as Representations of Verbs* // *Proc. of the 13th Biennial European Conference on Artificial Intelligence*, 1998.
8. Rosenstein M., Cohen P. R., Schmill M. D., Atkin M. S. *Action, representation, prediction and concepts* // *Proc. of the 1997 AAAI Workshop on Robots, Softbots, Immobiles: Theories of Action, Planning and Control*, 1997.
9. Tolman E. C. *Cognitive maps in rats and men*//*The Psychological Review*. - 1948. - V.55. - P.189-208.
10. Минский М. Фреймы для представления знаний. - М.: Энергия, 1979.
11. Tesnière L. *Elements de syntaxe structurale*. - Paris: Klincksieck, 1959.
12. Zadeh L. A. *The concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning*. - Elsevier: New York, 1973.
13. Winston P.H. *Artificial Intelligence*. - London: Addison-Wesley Publishing Company, 1977.
14. Fillmore Ch. *Deictic categories in the semantics of come* // *Foundations of language*. - 1966. - No.2.
15. Апресян Ю.Д. Дейксис в лексике и грамматике и наивная модель мира // В сб. «Избранные труды», т.П. - М.: Школа «Языки русской культуры», 1995.
16. Wilkins D.P., Hill D. *When «go» means «come»: Questioning the basicness of basic motion verbs* // *Cognitive linguistics*. - V.6. - N.2-3. - P.209-256.
17. Апресян Ю.Д. *Лексикографический портрет глагола выйти* // В сб. «Избранные труды», т.П. - М.: Школа «Языки русской культуры», 1995.
18. Koshlev A. D. *O structure iazikovogo znaka, semanticheskikh primitivah i pervichnih kontseptah (in Russian)* // *Proc. inter. workshop «Dialogue'97: Computational linguistics and its application»*. - Moscow, 1997. - P.150-154.
19. Ковальчук А. Е. Система интерпретации команд управления движением робота на естественном языке // *Дипломная работа. КГУ*. - 1999.