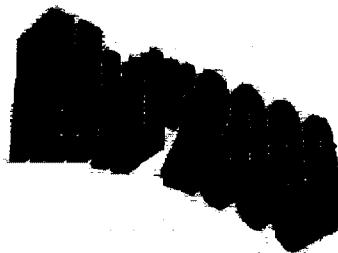


**ПЕРВАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ  
ПО МЕХАТРОНИКЕ И РОБОТОТЕХНИКЕ**



**Санкт-Петербург  
29 мая – 2 июня 2000 г.**

**СБОРНИК ТРУДОВ**

**Том 2**



**Санкт-Петербург  
2000**

# О НЕКОТОРЫХ ПРИНЦИПАХ СОЗДАНИЯ РОБОТА ПОЗНАНИЯ

О.Н.Граничин, А.Н.Лившиц, В.Ф.Соловьев // Санкт-Петербургский государственный университет, // Санкт-Петербург, Россия, // vesta@hnet.energo.ru

Основой для целесообразного целенаправленного поведения интеллектуального робота в окружающей среде являются знания об этой среде. В общем случае окружающая среда нестационарна, обладает открытостью, изменчивостью, неопределенностью и иными подобными свойствами. Поэтому для робота существенно, чтобы процессы порождения и использования знаний были ориентированы, в первую очередь, на динамические свойства среды. Одним из основных источников знаний для робота являются информационные описания среды, в которой он существует или должен существовать. В большинстве своем, эти описания, как результат и опыт исследования этой среды, независимы, оторваны от робота, от его собственных процессов и механизмов познания окружающей среды. Другой класс информационных описаний, существенных для адекватного поведения робота, составляют описания непосредственных взаимодействий робота с окружающей средой. Эти описания, будучи порожденными в роботе, определяют его знания о своем поведении в динамической среде. Этот класс знаний может быть определен как класс рефлексивных знаний [1] нулевого уровня. К этому же уровню знаний относятся знания робота о самом себе. Рефлексивные знания первого уровня составляют знания, порождаемые в роботе в результате внутренних процессов самообучения. Семантически они означают знания об оценках, критериях (а также условиях и ограничениях) адекватности, целесообразности реализуемого или планируемого роботом поведения в окружающей среде. В частности, имея этот уровень рефлексии знаний, робот оказывается способным конструировать свое представление не только о свойствах и состояниях окружающей среды, но и о результатах, последствиях его (робота) поведенческих актов. Благодаря этому знанию робот приобретает способность строить планы своих функциональных действий, оценивать реакцию среды на свои действия.

Собственно исследования окружающей среды могут иметь разносторонний характер и их результаты, в конечном итоге, превращаются в множество информационных описаний, спектр которых простирается от научных до художественных описаний. Их овеществлением являются, в частности, книги, документы, базы данных и т.д. В контексте вышесказанного

алгоритмы и программы, организующие поведение робота, также являются объектом информационных описаний. Так как информационные описания составляют базовую форму создания информационной среды робота, порождающей его Знание, то очевидно возникают следующие вопросы, на которые необходимо получить ответ. Именно:

- возможно ли рассматривать электронные версии книг, документов в целом в качестве Знания как такового;
- собрание (совокупность) файлов и/или баз данных, содержащих знания по какому-либо отдельно взятому направлению (области науки, описанию конкретного сегмента окружающей среды и т.п.), является ли достаточной основой для реализации концепции единого информационного пространства;
- распределенность Знания в реальном пространстве является ли препятствием для организации ассоциативной семантической сети как необходимого элемента интегрированной структуры представления Знания;
- возможно ли решить проблему полисемантичности, многозначности, неопределенности, размытости Знания в случае реализации информационного пространства в форме распределенных баз данных.

Попробуем ответить на некоторые из этих вопросов.

Развиваемая нами концепция заключается в следующем. Совокупность текстов, книг, документов, даже собранная в одном пространстве еще не является Знанием. Только структурированная информация может превращаться в Знание (представляться как Знание). При этом возникает проблема, как порождать структуры знаний и как использовать эти структуры. Известные структуры представления знаний (например, фреймы Минского [2], семантические сети Вудса [3] и т.п.), широко применяемые в системах искусственного интеллекта фактически показали свою малую жизнеспособность (пригодность). Столь же слабые результаты продемонстрировали процедурные методы представления знаний (ПРОЛОГ и т.п. логические языки).

С другой стороны, невозможно, как правило, построить предопределенную структуру - скелет структуры Знания, поскольку невозможно заранее определить и сами знания, и, тем более, структуры знаний в информационном потоке (ИП). ИП является одновременно и источником знаний, и образом той среды, которая породила этот информационный поток. Невозможно также рассчитывать, что структура сама собой образуется на основе ли произвольного ИП, или на основе обучающей последовательности. Степень осуществимости такого процесса обучения, имея ввиду его существенно комбинаторный характер оценивалась, например в [4]. Решение этой проблемы должно рассматриваться лишь в рамках парадигмы самоорганизации, хотя последняя неоднократно подвергалась негативным оценкам и неутешительным прогнозам.

Невозможно также считать, что статистические модели адекватны структуре знаний. Статистика слов, последовательностей слов лишь отражает некоторые закономерности, которые неявно существуют, но проявляются в другом измерении (другом категориальном пространстве представлений). Отсюда, корреляционные, кластерные модели [5] структуризации знаний, а также их интерпретации, поиска, селекции работают неудовлетворительно в общем случае. Однако в частных случаях они могут иметь ограниченное применение.

Не имеет также однозначного и легкого ответа вопрос, лежит ли в основе познания привнесенный извне формализм, направленный на выявление и порождение структуры Знания, или должен быть предопределен лишь механизм построения структурных моделей выявления Знания.

Назовем робота, который способен создавать познавательное пространство, порождать структурированное Знание, роботом познания. Робот познания представляет из себя машину (в простейшем случае, информационную систему), которая приобретает, усваивает, организует знания, превращаемые им, в конечном итоге, в Знание. Знание есть сформированная на основе входного ИП совокупность образов окружающей среды, информационное описание которой содержалось в этом ИП. В качестве ИП может быть, например, множество текстов, т.е. множество символьной информации. При этом под символьной информацией понимается здесь произвольная последовательность слов естественного языка, чисел, ограничителей, разделителей, рисунков (последние рассматриваются здесь только лишь как символы) и т.п. Считается при этом, что эта последовательность семантически и pragmatically осмыслена, например, является обучающей последовательностью. Для определенности можно считать, что робот имеет только текстовый сенсор. Познание есть реализуемый роботом процесс, в результате которого выполняется интерпретация входного ИП и порождается некоторая структура. Эта структура, в определенном смысле, может рассматриваться как образ входного ИП. Однако, при этом следует учитывать, что образ не является статической структурой, как это принято обычно в базах данных, но является динамическим комплексом, включающим и структуру, и процесс. В частности, это означает, что попытка выделения структуры не может привести к восстановлению любого, даже примитивного, образа.

Взаимосвязанная совокупность образов есть познавательное пространство, которое, разумеется, также является образом. Познавательное пространство открыто и расширяемо. Текущее состояние познавательного пространства отражает всю предисторию "жизни робота", т.е. является результатом отображения совокупности всех входных ИП в его, робота, структуры (при этом следует учитывать замечание о взаимосвязанности структуры и процесса). Структуры знаний в неявном виде содержатся в самих

знаниях, т.е. в том потоке информации, который есть на входе робота познания. Но выявление структуры знаний - задача нетривиальная, которая должна решаться роботом.

Для того чтобы робот мог осуществлять целенаправленное поведение, адекватно реагировать на воздействия окружающей среды, он должен построить свое собственное познавательное пространство, т.е. иметь способность обучаться и самообучаться, иначе, приобретать Знание. Познавательное пространство, порождаемое в роботе, опирается на следующие принципы организации: многомерность, ассоциативность, динамичность, рекурсивность, агрегируемость, декомпозируемость представления Знания. Перечисленные принципы структурной динамической организации имеют ведущее значение:

- Многомерность необходима в силу того, что совокупность существующих реально отношений не описывается линейными, плоскими, иерархическими, логическим отношениями типа реляционных, или сетевыми, которые теряют порядок изначально существующий во входном ИП.
- Ассоциативность необходима в силу исходной ассоциативности, присущей всякому ИП, и в общем случае всякому Знанию.
- Динамичность существенна, поскольку все процессы и все знания в ИП содержательно разворачиваются во времени или отражают реальные процессы, которые естественным образом происходят во времени.
- Агрегируемость отражает индуктивность познания, процесс обобщения.
- Декомпозируемость отражает дедуктивность познания, процесс реструктуризации, разделения на составляющие простейшие элементы знания.
- Рекурсивность Знания отражает структурность Знания, которое будучи отражено в структуры, обладающие единообразной однородной организацией, имеет тенденцию или, точнее, обладает внутренним, ему присущим, свойством в форме, например, обобщения, повторения, вложений, сворачивания во все более объемлющие структуры.

Таким образом, структура познавательного пространства робота на любом уровне содержит внутри себя в свернутом виде вложенное Знание, Знание о вложенном элементарном Знании, которое в свою очередь также содержит вложенное Знание, по отношению к последнему более простое элементарное.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Лефевр В.А. Конфликтующие структуры. М: Сов. радио. 1973.
2. Минский М. Фреймы для представления знаний. М.: Энергия. 1979.
3. Woods W. Transition network grammar for natural language analysis // CASM. 1970. Vol. 13, € 10.

4. Бонгард М.М. Проблема узнавания. М.: Наука. 1976.
5. Классификация и кластер /Под ред. Дж.Вэн Райзин. М.: Мир, 1980.