

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ В КОМПЬЮТЕРНОЙ СЕМИОТИКЕ

Н.А. Тарабанов

Представлены основные направления исследований в компьютерной семиотике, занимающейся изучением особенностей взаимодействия человека и компьютера с точки зрения создаваемых и используемых в современных информационных технологиях разнообразных символично-знаковых систем.

MAIN DIRECTIONS OF RESEARCH IN COMPUTATIONAL SEMIOTICS

N.A. Tarabanov

The paper presents the basic directions of research in computer semiotics, studying the features of human-computer interaction in terms of generating and using of various symbol-sign systems in modern information technologies.

Семиотика изучает знаки и знаковые системы. Знак – это носитель информации, поэтому семиотический подход играет важную роль при анализе разнообразных знаковых систем, которые используются также в компьютерных процессах передачи и обработки информации. В этой связи сегодня всё большее распространение получает новая область исследований – *компьютерная семиотика*, в общем случае связанная с вопросами изучения специфики семиотического моделирования человеком разнообразных информационных (компьютерных) систем [2].

Существует немало подходов к изучению особенностей взаимодействия человека с компьютерной системой [5]. Наиболее известными являются подходы «компьютер как партнер по диалогу» и «компьютер как посредник». Подход «компьютер как партнер по диалогу» рассматривает процесс взаимодействия между человеком и компьютером как процесс общения, реализующегося через определённую среду – пользовательский интерфейс. Компьютерная система предстаёт интеллектуальным партнёром, а не инструментом, как в подходе «компьютер как посредник», когда компьютер – это лишь канал связи, позволяющий человеку общаться с другим человеком. Эти два подхода дополняют друг друга,

отражая многоаспектность возникающих между человеком и машиной отношений [6].

Человек взаимодействует с компьютером в соответствии с определённым алгоритмом, который заложен в управляющей программе. В такой программе обычно выделяются две подсистемы: та, что обеспечивает *внешний диалог* (то есть диалог между компьютерной системой и пользователем), и та, что обеспечивает связь управляющей программы с другими программами внутри компьютерной системы. Совокупность способов организации системы внешнего диалога именуется *пользовательским интерфейсом*, который обычно определяется как составная часть диалога, направленная непосредственно на человека. Следовательно, при решении проблемы создания наиболее дружественного интерфейса следует учитывать как характер взаимодействия человека с компьютерной системой, так и специфику самого пользователя – его знания, умения, потребности и пр. Иными словами, для создания наиболее качественного пользовательского интерфейса необходимо обладать не только знанием языков программирования и информационных технологий, но и знанием людей, особенностей их общения между собой и с компьютерной системой, а также знанием той прикладной сферы, для решения задач которой создаётся программный продукт. При этом вопросы семиотического дизайна компьютерных систем обсуждаются с разных точек зрения: организационной, философской, политической, психологической, технической и др.

Определением информационно-знаковой природы пользовательского интерфейса занимается эргосемиотика, основной целью которой является установление базовых принципов создания наиболее эффективных и функциональных знаковых средств взаимодействия человека с техникой, в том числе и с компьютером [4]. Главными задачами эргосемиотики являются:

- изучение пользовательского интерфейса как интерактивной многоуровневой информационной системы через определение основных подходов к созданию знаковых средств взаимодействия человека с компьютером;
- исследование знаков иконического языка применительно к проектированию пользовательского интерфейса, включая особенности распределения информации на экране;
- определение основных подходов к выбору цвета и использованию цветового кода в процессе разработки пользовательского интерфейса.

Результатом решения поставленных задач в эргосемиотике становится создание базовых требований к проектированию и оценке разнообразных знаковых средств человеко-компьютерного взаимодействия.

Прикладные разработки в области компьютерной семиотики ведутся преимущественно в рамках двух основных направлений:

1) создание искусственных языков, позволяющих в символично-знаковом виде представлять различные алгоритмы обработки информации (языки программирования, языки для индексирования документов и др.);

2) построение алгоритмов для обработки текстов на естественном языке (машинный перевод, автоматическое индексирование и др.).

В рамках компьютерной семиотики изучается особая группа знаков и знаковых систем, одним из типичных примеров которых является компьютерная программа – описание алгоритма решения задачи, заданное на определённом языке программирования, которое, в свою очередь, рассматривается как процесс порождения знаков (*семиозис*). Однако это не единственный пример семиотического описания компьютерных систем. Всё, что отображается на мониторе компьютера, имеет знаковую природу. Любой графический символ (курсор, пиктограмма и пр.), помимо плана выражения и плана содержания, подразумевает также совокупность синтаксических, семантических и прагматических правил оперирования этим знаком. Например, знак курсора в виде стрелки, будучи подвижным знаком, воспроизводимым на дисплее компьютера и отмечающим (идентифицирующим) его рабочую точку, предполагает определённый набор правил своего использования. Среди синтаксических правил, описывающих способы его взаимодействия с другими знаками, выделяются следующие: при наведении курсора на гиперссылку план выражения этого знака меняется – преобразуется в знак руки с указательным пальцем. Семантическим правилом в данном случае будет условие, при котором изменившийся план выражения знака означает возможность перехода к другой знаковой системе. Тогда прагматическое правило использования этого знака предполагает, что такой переход возможен при условии нажатия пользователем на левую клавишу мыши.

Рассмотрение этого и многих других примеров описания конкретных правил оперирования знаками на мониторе компьютера позволяет типизировать многообразные формы их выражения [1]. Одним из самых распространённых и широко используемых элементов пользовательского интерфейса, разрабатываемого в современных компьютерных программах, является *пиктограмма* – знак, передающий информацию посредством

рисунка или совокупности рисунков. Пиктограммы классифицируются в зависимости от того, как графический символ соотносится с обозначаемым им объектом или явлением: пиктограммы как изображения обозначаемых объектов (знаки дискеты, принтера, динамика и др.); пиктограммы как указатели выполняемых действий (знаки ножниц, малярной кисти, закруглённой стрелки влево и др.); пиктограммы как результаты выполнения операций (знаки изменения начертания шрифта, способов выравнивания текста и др.).

С семиотической точки зрения пиктограмма, отображаемая на экране компьютера в виде иконки, которая указывает, например, на знак принтера, является в данном случае именем знака. Содержание данного знака (выражаемая им информация) может быть описано с помощью таблицы, которая бы включала все необходимые сведения о принтере, а щелчок мышью по обозначаемой им иконке приводит к подключению конкретного принтера (денотат или обозначаемый объект).

В компьютерной семиотике допускается несколько способов описания знаков – как систем, артефактов, поведения и знания. *Знаки как системы* предстают в процессе описания и/или разработки различных компьютерных программ, мультимедийных приложений и т.д. Результатом этого процесса становится понимание какой-либо знаковой системы как особого артефакта (*знаки как артефакты*), рассматриваемого в прагматическом аспекте человеческой деятельности. Использование разнообразных компьютерных знаков, прежде всего, предполагает их организационный анализ и оценку технологических решений их дизайна (*знаки как поведение*). Исследование информационного потенциала знаков (плана их содержания) реализуется в рамках когнитивных наук – когнитивной лингвистике, психологии и др., – позволяя создавать наиболее эффективные в функциональном отношении знаки (*знаки как знание*). Эти аспекты понимания знаков тесно связаны друг с другом отображает основные способы определения и классификации всего многообразия компьютерных знаков, рассматриваемых относительно выполняемых ими функций в человеко-компьютерном взаимодействии. Системное описание знаков, в частности, предполагает их рассмотрение в отношениях друг к другу и тому, что они обозначают. Любой язык программирования, представляя собой формализованную систему записей, предназначенных для автоматической переработки информации, имеет уровневое строение:

1) *алфавитный уровень* представляет собой множество элементарных, но несамостоятельных единиц, используемых для записи информации;

2) *уровень имен* составляют символьно-знаковые цепочки (компьютерный аналог слов);

3) *уровень операторов* включает в себя синтаксические конструкции, содержащие предписания для совершения определённой последовательности действий;

4) *уровень текста* (или программы) содержит целостную, то есть синтаксически и семантически завершённую, последовательность предписаний.

Примечательно, что в современных языках программирования увеличивается естественно-языковая компонента, которая основывается на лексике естественного языка и, следовательно, является открытой. В зависимости от характера передаваемой на языках программирования информации выделяют следующие классы языков:

- *информационно-управляющие языки* (Бейсик, Паскаль и др.) – системы, которые созданы для записи команд, идущих от человека к компьютеру; используемый в данном случае единый алгоритмический язык включает системы правил и знаков (символов) для записи команд;

- *проблемно-ориентированные языки* (Лисп, Пролог и др.) – системы, созданные не столько для построения результата, сколько для описания его желаемых свойств; использование таких языков программирования позволяет формулировать задачи на автоматическое программирование, а также синтез алгоритмов и искусственного интеллекта.

На сегодняшний день выделяется научно-практическое направление, занимающееся изучением вопросов представления знаний в интеллектуальных информационных (преимущественно компьютерных) системах с позиций семиотики, – это *прикладная семиотика*, методы которой строятся на аналогиях между системами человеческого познания (когнитивными моделями) и системами представления знаний в искусственном интеллекте (формальными моделями). При этом широкое использование получает метод *семиотического моделирования*, позволяющий описывать динамику почти любой знаковой системы – биологической, социальной или искусственной – с учётом изменения знаний об окружающей действительности и её законах. В широком смысле *моделирование* представляет собой не что иное, как исследование каких-либо объектов или явлений с помощью построения и изучения их моделей, которые используются для определения или уточнения требуемых характеристик, а также для рационализации способов построения вновь конструируемых объектов. По сути, моделирование находится в основании любого научного метода

– как теоретического (информационно-знаковые модели), так и эмпирического (материально-физические модели).

Чем более точная информация о специфике той или иной знаковой системы нам требуется, тем более точные методы исследования необходимо использовать. Одним из таких методов является *формализация* – отображение результатов мышления, описание фактов в точных (как правило, квантифицированных, то есть количественно выраженных) терминах и утверждениях. Соответственно, степень точности описания объектов или явлений действительности определяется уровнем их формализации. Необходимость использования формализации объясняется тем, что форма сообщения (или способ представления знаковой системы) должна соответствовать его содержанию (информации или значению). Иными словами, план выражения должен соответствовать плану содержания. Решением проблем формализации занимается, в частности, *вычислительная семиотика* – междисциплинарная область исследований, использующих логико-математические методы анализа естественного языка как знаковой системы. Использование математических расчётов по формулам, описывающим возможное поведение изучаемого объекта (или материальной системы), характерно для *имитационного моделирования* – разновидности семиотического моделирования, позволяющего количественно исследовать конкретный объект, реальные эксперименты над которым проблематичны или невозможны в силу физических, временных или других ограничений.

Прикладные аспекты компьютерной семиотики раскрываются в семиотическом моделировании человеческого мышления, в частности, с помощью интеллектуальных информационных (компьютерных) систем [3]. *Искусственный интеллект* представляет собой междисциплинарную область научных исследований (главным образом, в информатике, вычислительной технике, математической логике, нейрофизиологии, психологии и лингвистике), которые направлены на разработку методов моделирования базовых механизмов человеческого мышления, способного решать также и нестандартные задачи. В результате строятся базы знаний, создаются экспертные системы, а также разрабатываются так называемые интеллектуальные роботы.

Среди основных проблемных областей, относящихся к сфере искусственного интеллекта, выделяются:

1) *представление знаний* – разработка средств для фиксации (как правило, через формализацию) знаний из разных предметных областей в памяти интеллектуальной системы, аккумуляция и обобщение знаний, а

также информация о методах их использования в процессе решения профессиональных задач;

2) *обучение интеллектуальных систем* – создание особых программно-технических характеристик, позволяющих решать творческие задачи из конкретных предметных областей с собственными базами знаний;

3) *базы знаний и экспертные системы – конструирование* знаковых систем, способных обеспечивать передачу предметных знаний от опытных специалистов менее подготовленным;

4) *диалог с компьютером на естественном языке* – разработка аппаратно-программных средств, позволяющих обмениваться с компьютерной системой информацией на естественном языке;

5) *моделирование рассуждений* – исследование и формализация процедур логического вывода, а также создание компьютерных программ для реализации этих процедур;

6) *планирование поведения* – нахождение процедур, способных автоматически предлагать самый короткий путь к достижению цели, а также разработка алгоритмов, которые бы управляли поведением роботов;

7) *когнитивная компьютерная графика* – конструирование систем визуализации данных, позволяющих активизировать наглядно-образные механизмы мышления человека для поиска решения сложных проблем.

В искусственном интеллекте различаются, по крайней мере, три типа информационных (компьютерных) систем: база знаний, экспертная система и информационно-поисковая система.

База знаний – это система данных, разработанная для оперирования знаниями из определённой предметной области и допускающая автоматическую обработку информации в соответствии с вновь вводимыми данными. Знания о предметной области делятся на *декларативные* (содержат описания свойств объектов или явлений) и *процедурные* (описывают последовательность выполнения действий для получения информации). Для описания знаний могут быть использованы следующие модели представления информации: логическая модель, семантические сети, продукционная и фреймовая модели. *Логическая модель* является формальной системой построения знаний в виде текста, где каждому предложению соответствует определённое знание, записанное в виде формулы. *Семантические сети* представляют собой такой способ отображения информации, при котором любые знания представляются в виде совокупности понятий из некоторой предметной области, а также существующих между ними связей. *Продукционная модель* предстаёт комбинацией логической модели и семантической сети. Во фреймовой модели жёстко задаётся

структура информационных единиц – фреймов, которые являются минимально возможными способами описания какого-либо объекта или явления. *Фреймы* состоят из слотов, каждый из которых имеет свое имя и значение. Базы знаний отличаются от баз данных главным образом тем, что первые способны к изменениям благодаря возможности поиска и анализа информации. Иными словами, благодаря компьютерным системам происходит обработка и анализ имеющихся данных, что позволяет получить новые сведения и тем самым расширить базу знаний.

Базы знаний, которые дополнены системами поиска и логического вывода, называются *экспертными системами* – они применяются в качестве посредника между профессионалом-экспертом и обыкновенным пользователем, которому требуется информация из соответствующей предметной области знаний. В состав стандартной экспертной системы включены следующие информационные компоненты: база знаний, блок приобретения знаний, решатель (система логического вывода), блок объяснений и диалоговый компонент. По типу решаемых задач экспертные системы делятся на *интерпретирующие* (выявляющие смысл вводимых в них данных), *диагностирующие* (выполняющие отнесение объектов или явлений к определённому классу и фиксирующие отклонения от нормы), *проектирующие* (составляющие спецификации на конструирование устройств с заранее заданными характеристиками), *планирующие* (создающие планы действий в соответствии с заданной моделью поведения объекта или системы) и *обучающие* (диагностирующие и объясняющие ошибки, возникающие в процессе изучения определённой предметной области знаний). Экспертные системы бывают также автономными или интегрированными – в зависимости от степени их интеграции. *Автономная экспертная система* работает в режиме консультаций только по соответствующей предметной области знаний. *Интегрированная экспертная система* содержит подсистемы прикладного значения, а также встроенные подсистемы из других интеллектуальных систем.

Информационно-поисковые системы, как правило, включают в себя три основных компонента: базу знаний (определяет предметную область), поисковую систему (определяет тип решаемых задач) и интеллектуальный интерфейс (организует взаимодействие пользователя с системой). Такова простейшая структура информационно-поисковых систем, однако их компьютерная реализация предполагает введение дополнительных элементов. Так, современные информационно-поисковые системы (Google, Yandex и др.) содержат также подсистему искусственного интеллекта – что позволяет называть их интеллектуальными. Кроме того, база

знаний состоит, по меньшей мере, из двух компонентов (словари и база индексированных текстов), а поисковая система – из индексатора текста и лингвистического процессора.

Таким образом, основные направления исследований в компьютерной семиотике касаются вопросов создания наиболее дружественных интерфейсов, разработки искусственных языков, позволяющих в символично-знаковом виде представлять различные алгоритмы обработки информации, построения алгоритмов для обработки текстов на естественном языке, а также семиотического моделирования человеческого мышления с помощью разнообразных интеллектуальных информационных (компьютерных) систем.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Агеев В.Н.* Семиотика. – М.: Весь мир, 2002.
2. *Andersen P.B.* A Theory of Computer Semiotics. – Cambridge: Cambridge University Press, 1990.
3. *McAulay L.* Semiotics and Information Technology Strategy // Critical Management Perspectives on Information Systems / Ed. by C. Brooke. – Oxford: Butterworth-Heinemann, 2009.
4. *Nadin M.* Interface Design: A Semiotic Paradigm // Semiotica. – 1988. – Vol. 69-3/4.
5. *Nake F.* Human-computer Interaction: Signs and Signals Interfacing // Language of Design. – 1994. – Vol. 2.
6. *The Computer as Medium* / Ed. by Andersen, Holmqvist & Jensen. – Cambridge: Cambridge University Press, 1993.