

# ПРОБЛЕМЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛИЗАЦИИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИХ ИНТЕРФЕЙСОВ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Ф.А. Попов

*В статье рассматриваются проблемы интеллектуализации пользовательских интерфейсов информационных систем, а также взаимосвязанные с этими проблемами вопросы их построения. Показано, что одним из основных направлений в рассматриваемой области в настоящее время является применение Web-технологий, расширенных средствами автоматизированной разработки Web-сайтов.*

Основной функцией пользовательских интерфейсов является организация диалога, обеспечивающего интеграцию профессиональных потребностей и интересов пользователей с вычислительными, информационными и интеллектуальными ресурсами информационной системы (ИС). Исследования в области создания и развития средств поддержки диалога в автоматизированных системах различного назначения, таких как САПР, АСНИ, др. выполнялись с 1970-х годов Ершовым А.П., Довгялло А.М., Дракиным В.И., Поповым Э.В., Цуриным О.Ф., Коутсом Р., Перевозчиковой О.Л., др. [1-6], а также автором в процессе создания различных диалоговых систем [7-18]. При этом на современном уровне весь комплекс средств организации взаимодействия с пользователем играет роль *интеллектуального интерфейса*, обеспечивающего интерактивное решение информационных задач на ЭВМ.

Рассмотрим коротко типовую структуру пользовательского интерфейса, явившуюся одним из основных результатов отмеченных выше исследований. Описание взаимодействия пользователя с ИС в его интерфейсе осуществляется средствами *сценария*, в котором фиксируется форма диалога, регламентирующая последовательность транзакций и вид обмена сообщениями между компьютером и пользователем (под транзакцией здесь понимается прием порции данных от пользователя, ее обработка и выдача ответного сообщения). В зависимости от используемых средств сценарий может быть представлен в виде графа переходов конечного автомата либо в виде совокупности фреймов [6,19]. Совокупность сценариев диалога (как статических, так и динамических) хранится в соответствующих библиотеках и представляет собой модель общения, реализуемую пользовательским интерфейсом информационной системы.

Задача ведения диалога состоит в том, чтобы обеспечивать действия системы об-

щения на текущем шаге диалога, способствующие достижению конечных целей пользователя. По сценарию и текущему состоянию диалога *диалоговый монитор* формирует или определяет форму общения, а также тип задания, выполняемого системой на текущем шаге (типы заданий - генерация вопроса, понимание ответа, генерация ответа и т.п.). Важное место в структуре диалогового монитора занимает предложенный автором в [7] механизм динамического задания таблиц эквивалентностей подпрограмм (процедур), обеспечивающий использование в процессе диалога без изменения его сценария различных по содержанию и результатам выполнения, но эквивалентных по типу выполняемых действий, процедур.

Одной из главных особенностей современных ИС является тот факт, что они общаются с пользователями на языках, близких к естественному, являющихся его подмножествами. При этом *естественность* данных языков состоит в первую очередь в том, чтобы они позволяли вести взаимодействие с компьютером при минимальной подготовке пользователя, без необходимости предварительного обращения к инструкциям и запоминания различных правил построения высказываний [20]. *Ограниченный естественный язык* – это также подмножество естественного человеческого языка, но его применение для взаимодействия с ИС требует от пользователя соблюдения явно выраженных ограничений [20].

Одним из основных звеньев интеллектуальных интерфейсов являются *лингвистические процессоры*, переводящие естественные языковые высказывания пользователей на язык внутреннего представления, вид которого определяется прикладными программами, выполняющими дальнейшую обработку данных (входные языки информационно-поисковых систем, языки манипулирования данными СУБД, языки программирования). В целом процесс перевода можно разбить на

два этапа: анализ и интерпретацию. На этапе анализа выполняется выделение описаний сущностей, упомянутых в высказывании, а также выявление свойств и отношений этих сущностей. Целью этапа интерпретации является отображение текущего высказывания на знания системы о проблемной области, хранящиеся в составе *комплекса словарей*, содержащих также сведения о языке общения, в т.ч. информацию о известных системе функциональных словах, и грамматическую информацию для общеупотребительных слов русского языка.

Последней компонентой интерфейса является *библиотека процедур*, используемых диалоговым монитором для выполнения действий, соответствующих функциональным операторам языка описания диалогов, таким, как выполнение различных операций, формирование таблиц при табличной форме общения и т.п.

Знания интерфейса о диалоге, языке и проблемной области можно разделить на проблемно-независимые и проблемно-ориентированные, причем первые представляются в основном процедурно, вторые – декларативно. При этом механизм интерпретации декларативных знаний не зависит от их конкретного содержания, что позволяет выполнять настройку систем общения на проблемную область, рассматривая ее как процесс ввода или корректировки декларативно представленных проблемно - ориентированных знаний.

Далее необходимо отметить, что рассмотренные выше компоненты пользовательских интерфейсов постоянно уточняются и совершенствуются в различных аспектах, в первую очередь – в направлении создания средств, позволяющих осуществлять пользователю эффективное взаимодействие с ИС на стадиях их разработки, использования и развития. При этом весь комплекс возможностей, предоставляемых данными средствами, характеризуется тем, что взаимодействие осуществляется в соответствии с гибкой диалоговой структурой, на привычном для пользователя языке, на различных стадиях разработки и эксплуатации системы, с настройкой средств общения на изменения как проблемной области, так и информационных потребностей пользователя.

Одно из основных назначений рассматриваемого интерфейса – удовлетворение информационных потребностей пользователя на основе использования методов фактографического и (или) документального поиска

[21]. Уровень интеллектуализации пользовательских интерфейсов в обоих случаях определяется возможностью задавать условия поиска на естественном языке, не задумываясь об особенностях внутреннего представления значений атрибутов данных и об операциях, которые должны быть выполнены для выражения условий поиска. При этом наиболее сложными для реализации, но и достаточно мощными для выражения информационной потребности пользователя являются текстовые языки общения, предоставляющие человеку в процессе взаимодействия с ИС неограниченный выбор функций. Для упрощения реализации интерфейсов с текстовыми языками часто используются два подхода: ограничение проблемной области; ограничение языка общения. Примером второго подхода может служить текстовый язык общения, разработанный автором в рамках информационно-поисковой системы САПР, обеспечивающей возможности как фактографического, так и документального поиска, в котором задание на поиск формулируется в виде последовательности предложений русского языка, описывающих операции (поиск, сохранение, вывод, др.), необходимые для его выполнения [7,13].

Возможности современной вычислительной техники позволяют выполнить реализацию текстовых языков без упомянутых выше ограничений. При этом общение осуществляется на привычном для пользователя естественном языке, в котором допускаются лексические и грамматические ошибки, разрешается использование фрагментарных высказываний, в целом не требуется строгого соблюдения синтаксиса языка. В настоящее время данный тип языков чаще всего используется в так называемых системах искусственного интеллекта, основанных на знаниях. Не выходя за пределы своей предметной области, пользователь может общаться с ЭВМ непосредственно, используя информационно-поисковые, расчетно-логические и экспертные системы.

В этом плане революционную роль сыграло создание и развитие *Web-технологии*, ставшей одним из главных факторов, обеспечившим бурное развитие и популярность Internet как глобальной информационной системы. В целом в рамках Web был сконструирован и реализован универсальный способ построения сетевых информационных систем, не зависящих от платформ, использование же браузеров в качестве элемента пользовательских интерфейсов позволило унифицировать и упростить доступ к данным.

## ПРОБЛЕМЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛИЗАЦИИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИХ ИНТЕРФЕЙСОВ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

При этом на современном этапе развития информатики основное внимание в области интеллектуализации пользовательских интерфейсов ИС все в большей степени сосредоточивается на применении для этих целей именно Web-технологий, что отражено, в частности, в работах [16-18, др.]

Вместе с тем проблема эффективной организации взаимодействия пользователя с ИС стала еще более насущной и актуальной, обретая новые черты, обусловленные распределенной обработкой информации, необходимостью оптимального распределения функций по обработке данных между серверной и клиентской частями ИС, разнообразием устройств ввода и отображения информации, другими особенностями Web.

Рассмотрим подробнее особенности Web в контексте нашего изложения, отметив предварительно, что гипермедиа – структуры, лежащие в основе построения Web, являются обобщением гипертекстов и имеют одинаковую с ними природу, в соответствии с чем при дальнейшем изложении материала мы будем пользоваться термином *гипертекст*. Главной частью гипертекста, служащей основой для систематизации и поиска сведений, является его тезаурус, представленный совокупностью тезаурусных статей. Каждая из них отражает сведения о классе объектов, описание которого содержится в информационной статье гипертекста, а также ссылается на родственные тезаурусные статьи с указанием типа родства. При этом могут использоваться как простые, так и составные наименования классов объектов. Формируется тезаурусная статья на основе индексирования сведений, вводимых в гипертекст.

Тезаурус гипертекста повышает полноту информационного поиска по сравнению с традиционными дескрипторными системами благодаря тому, что в нем могут быть отражены связи между словосочетаниями любой сложности [23].

Графически тезаурус гипертекста можно представить в виде конечного ориентированного графа, вершины которого содержат текстовые описания объектов, а дуги указывают на существование связи между объектами и позволяют определить тип связи.

Для автоматизации процедуры поиска семантических сведений в гипертекстовом массиве могут применяться модели поиска ближайшей по составу и содержанию информационной статьи, а также поиска информационных статей с наиболее желательными свойствами, при этом могут быть применены зарекомендовавшие себя в традиционных

информационно-поисковых системах модели, основанные на использовании статистических методов, логических полиномов и весовых критериев [21].

Для пояснения проблем, сопутствующих созданию Web-ресурсов, и, соответственно, Web-интерфейсов, укажем на те задачи, которые должен решать разработчик сайтов: выбор их информационного содержания; проектирование структуры; проектирование графического представления; разработка компонент; сборка и верификация структуры (проверка соответствия ограничениям целостности) сайта; обеспечение идентификации сайта; обеспечение адаптируемости сайта к уровню подготовки и разрешенным видам доступа к информации пользователей. При этом создание новой разработки может начинаться либо с нуля, либо путем реструктуризации уже имеющихся сайтов, выполняющих в этом случае роль прототипов. При отсутствии соответствующих инструментов и подходов решение перечисленных выше задач является крайне затруднительным, требует значительных затрат времени, не позволяет вести согласованные работы коллективам специалистов и, фактически, исключает возможность эффективной оперативной разработки и модернизации сайтов. При этом ясно, что все задачи являются взаимоувязанными и могут быть в той или иной мере решены с применением концепций баз данных к WWW, а также с помощью построения и исследований моделей Web, основанных на использовании для этих целей конечных ориентированных графов, узлы которых соответствуют информационным страницам, а дуги – связям между страницами Web. Эти страницы могут находиться на множестве сайтов или на единственном сайте, что должно найти отражение в графовой модели. Это может быть осуществлено с помощью меток на дугах графа, содержащих набор данных, определяющих особенности перехода: ссылка, ее местоположение, тип ссылки (на документ, на графический образ), др. необходимые сведения (в т.ч. и семантические).

Данные модели могут быть построены в автоматизированном режиме как в процессе тестирования структур разработанных сайтов, так и в процессе их проектирования для автоматизации процедур последующей сборки. При этом обеспечивается решение таких задач, как нахождение циклов, неопределенных ссылок, кратчайших путей по ссылкам между документами сайта. Последнее обстоятельство может быть использовано при

построении системы навигации, упрощающей пользователям доступ к информации. Расширение графовых моделей до уровня фреймовых сетей позволяет создавать средства настройки Web-систем на особенности пользователей, обеспечивая как возможность адаптации к уровню их профессиональной подготовки, так и предоставляя администратору системы дополнительные средства ограничения доступа к информации, что особенно важно для корпоративных информационных систем.

С целью применения технологий баз данных для создания Web-сайтов могут быть использованы методы явного декларативного представления их структуры. Это позволяет просто создавать сайты, предназначенные для различных групп пользователей, поддерживать их эволюцию, формулировать и налаживать на сайт ограничения целостности, осуществлять обновления сайта.

Важно отметить, что все перечисленные задачи решаются сравнительно просто для статических структур. Дело значительно усложняется при необходимости работы с динамическими страницами, определяемыми введенными пользователем данными. Тенденции же развития Web показывают [22], что количество таких страниц неуклонно растет, в связи с чем насущными являются проблемы идентификации таких сайтов и автоматизации процессов их создания.

Перечисленные проблемы, проблемы использования естественных языков при формулировке запросов на поиск информации в InterNet/IntraNet, оценка результатов поиска естественным образом связаны с задачами интеллектуализации пользовательских интерфейсов и требуют разрешения [18-20]. При этом необходимо отметить, что сконструированный и реализованный в рамках Web способ построения сетевых ИС по своим возможностям в значительной мере приближается к современным экспертным системам: имеет место база знаний, реализуемая в виде гипертекста; присутствует развитый интерфейс с пользователем, позволяющий общаться с системой на языке, близком к естественному (браузер - в качестве диалогового монитора, сценарии диалога - на уровне HTML-документов); возможно наличие средств автоматизированного пополнения и модификации гипертекстовых структур. Гипертекст, который можно отнести к одному из вариантов логико-лингвистических моделей, широко используемых в экспертных системах, предназначен для систематизации, хранения, накопления и модификации семан-

тической информации, обрабатываемой с использованием вычислительной техники. Главная составляющая гипертекста – тезаурус – обеспечивает взаимосвязь понятий, определяющих предметную сферу, информация о которой заносится в базу знаний. Тезаурусная статья является фактически моделью объекта, которую можно считать некоторой аналогией фрейма, тезаурус же в целом может быть интерпретирован как совокупность взаимосвязанных типовых фреймов[22].

Единственное несоответствие гипертекстовых систем экспертным – носителем правил вывода является специалист, работающий с информацией. Но это действительно при непосредственном общении пользователя с сайтом. Если же иметь в виду, что есть и другой уровень общения – через посредство информационно-поисковых систем, при котором указанное несоответствие может быть исключено, то список перечисленных выше задач может быть конкретизирован задачей построения экспертных систем InterNet/IntraNet .

В настоящее время наряду с развитием возможностей языка форматной разметки документов HTML [26], используемого в основном при создании Web-сайтов, интенсивно развиваются технологии, основанные на Extensible Markup Language (XML) [25], языке, спецификации которого недавно приобрели статус стандарта W3C (World Wide Web Consortium). При этом нужно отметить, что использование XML-технологий открывает радикально новые перспективы в части интеллектуализации Web-интерфейсов, что связано с возможностью не только представлять, но и хранить информацию в структурированном виде. Декларации Document Type Definition (DTD) в языке XML позволяют описывать структурные свойства XML-документов. При этом структура документа определяется как последовательность элементов и/или иерархий элементов определяемых в документе типов. Более развитые средства описания структуры и других свойств XML-документов обеспечивают разрабатываемые W3C спецификации языка определения схемы для XML-документов.

С использованием этих метаданных легко контролировать целостность структуры XML-документов, отображать ее в одну из существующих моделей данных (реляционная, объектная), работать со слабоструктурированной информацией с применением методов баз данных.

## ПРОБЛЕМЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛИЗАЦИИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИХ ИНТЕРФЕЙСОВ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

При создании сайта в среде XML для формирования его структуры могут использоваться структурообразующие средства самого языка XML (спецификации DTD), а также гиперссылки и указатели, связывающие между собой XML-документы и/или фрагменты документов. Для декларации гиперссылок и указателей предусматривается использование языков XLink и XPointer.

В заключение необходимо отметить, что одним из основных направлений в области интеллектуализации пользовательских интерфейсов в настоящее время является применение для этих целей Web-технологий, расширенных средствами автоматизированной разработки Web-сайтов. При этом на основе сопоставления структуры и функций Web-систем с современными системами искусственного интеллекта можно видеть, что имеет место сближение возможностей этих новейших технологий.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1.Цурин О.Ф., Зайченко Л.Е., Салова Е.В. Автоматизация проектирования одного класса диалоговых систем // УсиМ. – 1979.-N5.
- 2.Ершов А.П. К методологии построения диалоговых систем: феномен деловой прозы // Вопросы кибернетики. Общение с ЭВМ на естественном языке / Науч. совет по комплекс. пробл. «Кибернетика» АН СССР.-М.: 1982.
- 3.Диалоговые системы. Современное состояние и перспективы развития / Довгялло А.М., Брановицкий В.И., Вершинин К.П. и др. – Киев: Наук. Думка, 1987.
- 4.Перевозчикова О.Л. Модели общения при решении задач на ЭВМ // УсиМ.-1987.-№5.
- 5.Общение конечных пользователей с системами обработки данных / Дракин В.И., Попов Э.В., Преображенский А.Б. – М.: Радио и связь, 1988.
- 6.Коутс Р., Влейминк И. Интерфейс «человек-компьютер»: Пер. с англ.-М.: Мир, 1990.
- 7.Попов Ф.А., Груздев Г.П., Галигузов С.Н. Информационно- поисковая система в автоматизированной системе проектирования // Эксплуатация вычислительной машины БЭСМ-6: Материалы VI конф. – Тбилиси: ТГУ, 1977.
- 8.Попов Ф.А., Карлов А.А. ДИАЛЭМ - диалоговая система для разработки математического обеспечения ЭВМ в режиме эмуляции// Материалы 3-ей Всесоюзной конф. «Диалог человек-ЭВМ».-Серпухов: ИФВЭ.-1984.
- 9.Попов Ф.А. и др. Математическое обеспечение терминальной станции на базе мини ЭВМ типа СМ-3, СМ-4// Материалы 3-й Всесоюзной конф. «Диалог человек-ЭВМ» -Серпухов: ИФВЭ.-1984.
- 10.Попов Ф.А. и др. Распределенная система машинной графики на основе БЭСМ-6 и комплексов АРМ-М (АРМ-Р)// Тезисы докл. Всесоюзной конф. по проблемам машинной графики и цифровой обработки изображений.-Владивосток: ИАиПУ ДВНЦ АН СССР.-1985.
- 11.Попов Ф. А. и др. Математическое обеспечение автоматизированного рабочего места программиста задач АСУТП на базе микро-ЭВМ. Материалы школы-семинара ИВЕРСИ-85. Системные и прикладные аспекты диалога на персональных ЭВМ. – Тбилиси: ТГУ.- 1985.
- 12.Попов Ф.А. и др. Диалоговая система для разработки математического обеспечения микро-процессорных программируемых управляющих устройств // Тезисы докл. 4 Всесоюзной конф. ДИАЛОГ ЧЕЛОВЕК-ЭВМ. Часть 1.- Киев: ИК АН УССР.-1985.
- 13.Попов Ф.А. и др. Интегрированная система СИГМА. Архитектура и основные возможности // Тезисы докладов IV Всесоюзной конф. по проблемам машинной графики. Серпухов: ИФВЭ. – 1987.
- 14.Попов Ф.А. и др. Программное обеспечение интеллектуальных терминалов на основе ПЭВМ ДВК-3//Тез. докл. Всесоюзной конф. по машинной графике. Новосибирск: ВЦ СО АН СССР.-1989.
- 15.Попов Ф.А. и др. Интеллектуальные терминалы на основе IBM PC// Тезисы докл. Всесоюзной школы-семинара "Машинная графика и автоматизация проектирования в радиоэлектронике". Челябинск: ЧПИ.-1990.
- 16.Попов Ф.А., Овечкин Б.П., Максимов А.В. Проблемы и принципы построения пользовательских интерфейсов информационных систем //Известия АГУ.-N1/2000.
- 17.Жарков А.С., Попов Ф.А., Ануфриева Н.Ю. Пользовательские интерфейсы информационных систем //Наука. Культура. Образование.- N4/5.-2000.
- 18.Попов Ф.А., Максимов А.В., Ануфриева Н.Ю. Проблемы разработки WEB-ресурсов и пути их разрешения// Известия АГУ.Сер. Математика. Информатика. Физика.2001. N1 (19).
- 19.Минский М. Фреймы для представления знаний.- М.: Энергия, 1978.
- 19.Marthin J. Application Development without Programmers. – Savant Institute, 1981.
- 20.Черный А.И. Введение в теорию информационного поиска. М.: Наука, 1975.
- 21.Флореску Д., Леей А., Мендельсон А. Технологии баз данных для World-Wide Web: обзор // СУБД. 1998. N4-5.
- 22.Морозов В.П., Тихомиров В.П., Хрусталева Е.Ю. Гипертексты в экономике. Информационные технологии моделирования: учебное пособие.- М.: Финансы и статистика, 1997.
- 23.Храмцов П. Лабиринт Internet. Практическое руководство. М.: Электронинформ, 1996
- 24.Extensible Markup Language (XML) 1.0. W3C Recommendation IO-February-1998. <http://www.w3.org/TR/1998/REC-xml-19980210>.