

УДК 681.324.06

В.В. Краснопрошин, А.Н. Вальвачев, Г. Шаках

ПРИМЕНЕНИЕ МОДЕЛИ ШЕННОНА – УИВЕРА ДЛЯ ЗАДАЧИ КОММУНИКАЦИИ В СИСТЕМАХ, ОСНОВАННЫХ НА ЗНАНИЯХ

Исследуется проблема коммуникации при разработке систем с использованием внешних информационных ресурсов. Предложена общая схема коммуникации на основе модифицированной модели Шеннона – Уивера и средства ее реализации.

Введение

Решение сложных задач предполагает использование широкого спектра программных средств, известных в литературе как системы, основанные на знаниях (СОЗ). СОЗ состоит из базы знаний (предметной области), механизма управления базой знаний и интерфейса пользователя. В создании СОЗ участвуют центр, инициирующий процесс разработки, и источники знаний для формирования предметной области (ПО). Результат их совместной работы зависит от эффективности коммуникации (информационного обмена) между участниками [1, 2]. Вопросы построения коммуникативных схем (КС) решаются в рамках общей теории коммуникации, которая в настоящее время находится в стадии становления [4].

Задача построения КС в СОЗ заключается в поиске такой схемы общения между центром и источниками, которая минимизирует затраты времени и средств на разработку предметной области (ПО), релевантной прикладной задаче. Для решения этой задачи необходимо разработать средства общения (отправки и получения) и канал связи, соответствующие свойствам решаемых задач и внешней среды.

Существующие методы построения КС разработаны в относительно стабильную индустриальную эпоху для хорошо структурированных задач и небольшого количества постоянных источников знаний [1, 2]. Методы добычи знаний ограничиваются различными типами прямого (очного) диалога, степень регламентированности которого зависит от свойств участников. Знания в СОЗ, как правило, однородны и представлены одним форматом. В качестве единицы обмена информацией служит речевой акт в схеме «человек – человек» или запрос-ответ в схемах «программа – человек» или «программа – программа», передаваемые соответственно с помощью человеческих органов речи, слуха, зрения или искусственных устройств (средств ввода данных, сетевого оборудования и т. д.) [1].

В целом можно сказать, что существующие КС ориентированы на известную среду, хорошо структурированные задачи, очное общение участников, постоянные источники знаний и носят в совокупности локальный (внутренний, корпоративный) характер.

Происходящая в современном мире глобальная трансформация индустриального общества в информационно-коммуникативное вызвала изменение свойств внешней среды и решаемых задач. Среда становится динамичной, границы исчезают, растет конкуренция, формируется глобальный рынок и глобальная компьютерная сеть интернет. В этих условиях субъектам экономики часто приходится решать задачи, порожденные неизвестной им динамически изменяющейся внешней средой. Задачи, как правило, слабо структурированы, требуют уточнения, знания для их решения имеют различную природу и формат. Источники таких знаний находятся в разных странах, они постоянно появляются и исчезают в зависимости от успехов научно-исследовательских и инновационных организаций.

Использование традиционных локальных КС в современных условиях приводит к неэффективности и нерентабельности СОЗ [3]. Очевидна необходимость поиска новых КС, ориентированных на динамическую среду, слабо структурированные задачи, множественные динамические источники знаний и автоматизированные методы построения ПО за счет внешних ресурсов [6, 7].

В данной работе предлагается метод построения КС для формирования ПО СОЗ при решении слабоструктурированных задач на основе синтеза модифицированной модели Шеннона – Уивера [1, 2] и многоагентного подхода [6, 7].

1. Анализ проблемной области и постановка задачи

Термин «коммуникация» в различных прикладных областях трактуется по-разному. В области инженерии знаний, целью которой является разработка СОЗ, коммуникация рассматривается как «общение, передача информации от человека к человеку, от одной системы к другой», а также обозначает «связь, сообщение, известие, взаимодействие, обмен информацией в обществе, создание и распространение информации, средство связи» [2]. Это понятие формально интерпретировано в ряде моделей коммуникативных схем, среди которых основными являются информационная модель Шеннона – Уивера [1–3], лингвистическая модель Р. Якобсона [2], семиотическая модель Ю. Лотмана [1] и социально-психологическая модель Э.В. Попова [4].

В классической модели Шеннона – Уивера базовыми понятиями являются отправитель, получатель и сообщение. Требуется так организовать процесс передачи, чтобы доставить сообщение получателю без искажений. Схема решения: передатчик преобразует (кодирует) сообщение в сигнал, который передается по каналу связи (рис.1); приемник получает и декодирует сигнал, восстанавливая сообщение для получателя. В целом, коммуникация по Шеннону – Уиверу сводится к передаче информации от источника к получателю.

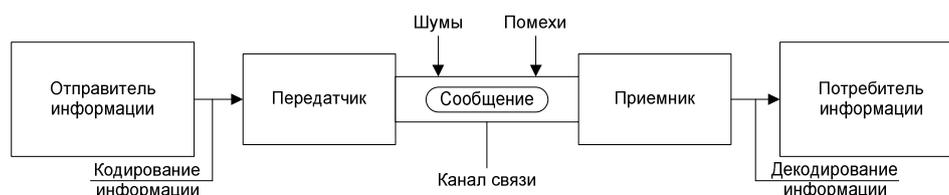


Рис. 1. Общая схема коммуникации по Шеннону – Уиверу

В модели Р. Якобсона выделяются лингвистические аспекты очного общения. Ю. Лотман усиливает возможности очного обмена информацией за счет усиления семиотической составляющей. Э. Попов представляет модель общения искусственных объектов на базе специализированных языков (KQML, KIF), что усложняет реализацию схемы «агент – человек».

В процессе формирования ПО СОЗ центр и множество удаленных экспертов обмениваются сообщениями с некоторой структурой, которая понятна всем участникам. Центр должен подготовить и отправить сообщение, источник – изменить его и вернуть в центр. Сообщение центра в этом случае можно рассматривать как необогащенную модель ПО, сообщение источника – как обогащенную модель ПО. Эта схема обмена информацией аналогична модели Шеннона – Уивера, модифицированный (добавлены параметры оценки эффективности) вариант которой можно рассматривать в качестве схемы коммуникации в СОЗ:

$$ComTask = (Z, A, Goal, Method, Coder, Unit, Canal, B, Miner, F, t, m),$$

где Z – прикладная задача; A – центр (отправитель); $Goal$ – цель взаимодействия; $Method$ – метод взаимодействия; $Coder$ – редактор построения необогащенной модели Z (приемник-передатчик); $Canal$ – канал связи; $Unit$ – сообщение; B – источник знаний (получатель); $Miner$ – редактор обогащения модели Z (приемник-передатчик); F – степень достижения цели; t – затраты времени; m – затраты средств.

В модели $ComTask$ задача и центр известны. Наиболее развитым, оперативным и рентабельным ($t \rightarrow 0, m \rightarrow 0$) каналом связи для общения с большим количеством источников считается интернет [3, 6] В качестве источников компетентных знаний для решения слабоструктурированных задач используются эксперты [5, 7]. Для общения в процессе получения знаний применяются различные методы ведения диалога. Следовательно, элементы модели $Z, A, Method, Canal, B$ можно считать известными.

Требуется построить модели элементов *Coder*, *Unit*, *Miner*, обеспечивающие достижение цели ($Goal = F$) при $t \rightarrow 0, m \rightarrow 0$.

Комплексное решение поставленной задачи включает:

- 1) разработку общей КС формирования ПО СОЗ для решения слабоструктурированных определенных задач на основе удаленных источников;
- 2) разработку модели носителя для передачи сообщений;
- 3) построение модели передатчика сообщений, способных к обогащению;
- 4) построение модели приемника, способного обогащать сообщения;
- 5) разработку инструментария, реализующего перечисленные модели.

В данной работе для построения КС используется многоагентный подход, поэтому далее вместо термина «модель элемента» будет использоваться термин «модель агента».

2. Общая схема решения

Коммуникационная задача в СОЗ относится к проблемам управления распределенными знаниями, которые широко обсуждаются в литературе. В работе [3] показано, что в условиях формирования глобальной компьютерной среды наиболее перспективны коммуникативные схемы с использованием программных агентов, полностью или частично выполняющие функции людей.

В традиционных КС в разработке СОЗ участвуют, в частности, центр и инженер знаний, которые анализируют задачу, строят модель ПО и добывают знания из источника.

В условиях глобальной компьютерной среды функции 1 и 2 выполняются локально, функция 3 территориально распределена. Удаленность источников требует ввести дополнительно функцию доставки сообщения источнику и возврата ответа в центр. Для реализации перечисленных функций предлагается общая КС формирования ПО СОЗ, включающая совместную деятельность одушевленных и неодушевленных участников (рис. 2).



Рис. 2. Общая схема формирования ПО СОЗ

Агент *Coder*, взаимодействуя с центром, формирует небогащенную модель ПО. Агент *Carrier* доставляет модель удаленным экспертам. Агент *Miner* отчуждает знания от источников и передает фрагмент ПО агенту *Carrier*, который доставляет ее в центр. Консолидация деятельности агентов осуществляется на основе минимальной единицы информационного обмена (далее – единица обмена) *Unit*, структура которой позволяет оперировать как небогащенными, так и обогащенными знаниями. В зависимости от специфики прикладной задачи возможны различные варианты построения агентов. В данной работе функции агентов *Carrier* и *Miner* совмещены.

3. Единица обмена информацией

Единица обмена *Unit* служит для обмена информацией между центром и источниками знаний. Фактически она доставляет по каналам интернета построенные в центре частные небогащенные модели ПО экспертам и возвращает логически целостные фрагменты ПО.

Попытки разработки универсальной единицы обмена встречаются ряд определенных трудностей, основными из которых являются [6, 7]:

- внешнее уточнение частных моделей может нарушить целостность общей модели;
- добытые знания могут быть представлены в формате, не известном центру, что делает их бесполезными;
- центр может не иметь опыта эффективного использования полученных знаний.

Структура *Unit* должна устранять эти трудности, так как существующие подходы этого не делают [3, 6, 7]. В схемах «человек – человек» параметр *Unit* не учитывается, так как значение минимальной единицы человеческого общения является предметом широкой дискуссии и в настоящее время рассматривается как «речевой акт, выражающий в логически законченной форме: констатацию, вопрос, приказание, описание, объяснение» [3]. В схемах «программа – программа» и «программа – человек» для построения *Unit* применяются жесткие решения, не допускающие внешнего уточнения постановки задачи.

В рамках КС СОЗ предлагается за единицу обмена принять информацию, необходимую и достаточную для решения неделимой (атомарной) части прикладной задачи. Структура единицы обмена включает набор компонентов, обеспечивающих использование знаний: номер задачи (N), постановку задачи (w^i), технологию решения (z^i), опыт применения ($Teach^i$) (рис. 3).

Предметная область			
N	Задача w^i	Решение z^i	Опыт $Teach^i$

Рис. 3. Структура единицы обмена информацией

Реализация элементов структуры возможна различными способами, в частности, как элемент агента получения знаний. В этом случае идентификатор служит для выделения одного фрагмента ПО из множества других. Задача может рассматриваться как приказ, вопрос, просьба; решение – как текст, DLL, EXE или любой другой файл; опыт – как рекомендации к эффективному использованию, научный отчет, аудио- и видеоматериалы и т. д. Атомарный подход обеспечивает уточнение частных моделей без нарушения целостности общей модели. Практическое применение этой структуры возможно в рамках модели ПО, построение которой входит в функции центра и агента *Coder*.

4. Агент построения небогатенной модели ПО

Деятельность агента *Coder* заключается в выполнении следующих функций:

- поддержки диалога с центром в процессе анализа прикладной задачи W ;
- построения общей концептуальной модели $mod^K Z(W)$;
- построения общей небогатенной физической модели $mod^F Z(W)$;
- построения частных небогатенных физических моделей $mod^F z^i(w^i)$;
- передачи частных моделей агенту *Carrier*.

Для реализации этих функций предлагается следующая динамическая модель (рис. 4).

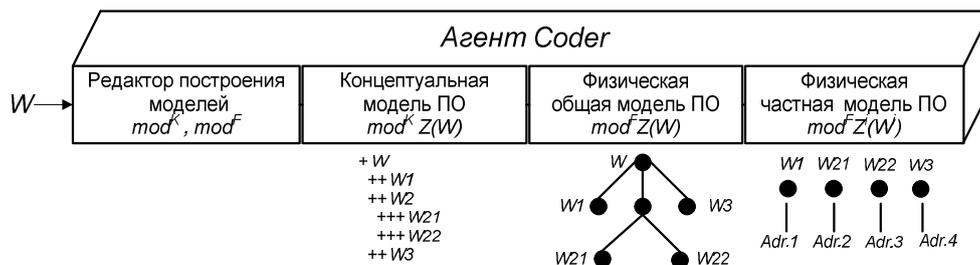


Рис. 4. Модель агента *Coder*

Центр активизирует агента *Coder* и с помощью редактора строит сначала концептуальную, затем физическую модели ПО. Для представления общей модели ПО используется ориентированный граф, в узлах которого размещены единицы обмена *Unit*, соответствующие данному уровню структуризации исходной задачи. Когда физическая модель $mod^F Z(W)$ сформирована, она подвергается декомпозиции и для каждой частной модели $mod^F z^1(w^1), \dots, mod^F z^4(w^4)$ задается адрес источника ее обогащения $Adr1, \dots, Adr4$. В данном случае идентификатор N для каждой единицы *Unit* задан номером вершины графа.

Результат декомпозиции – частные модели ПО СОЗ – заносится в буфер обмена *Changer*, о чем сообщается агенту *Mining*.

5. Агент уточнения и обогащения модели

В случае использования одушевленных источников знаний (экспертов) имеет смысл совместить функции доставки и получения знаний в одном агенте. Это позволит ограничить настройку агентов на новую задачу загрузкой необогащенной модели и тем самым сократить время разработки СОЗ.

Задачи агента *Mining* связаны с процессами добычи знаний:

- доставкой физической необогащенной модели ПО эксперту;
- обеспечением уточнения физической модели;
- обеспечением обогащения физической модели;
- проверкой степени достижения цели;
- передачей уточненной и обогащенной модели в центр.

Архитектура агента, выполняющего перечисленные функции, показана на рис. 5.

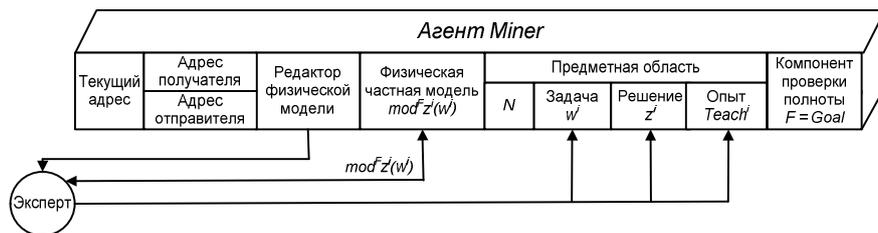


Рис. 5. Модель агента *Miner*

Обнаружив в *Changer* частные модели $mod^F z^i(w^i)$, агент *Miner* рекурсивно формирует экземпляр *Miner* для каждого источника, который отправляется по указанному адресу с помощью интернета.

Достигнув адресата, *Miner* активизирует редактор физической модели и последовательно визуализирует содержимое *Unit* для каждого из узлов графа $mod^F z^i(w^i)$. Изучив постановку w^i , эксперт имеет возможность уточнить ее, удаляя или добавляя узлы графа средствами редактора. Затем он обогащает ПО, подключая к пустым слотам отчужденные знания z^i и методику их наиболее эффективного применения $Teach^i$.

Компонент проверки фиксирует заполнение единиц обмена для каждой вершины графа. В момент достижения цели (полноты знаний в рамках частной модели) он сообщает об этом эксперту. Получив подтверждение окончания работы от эксперта, агент *Carrier* заново нумерует каждую вершину узла графа и отправляет уточненную и обогащенную частную физическую модель (фактически – фрагмент ПО) в центр для последующей консолидации, представления и использования [5].

Таким образом, совместная деятельность центра, агентов *Coder*, *Miner* и экспертов осуществляется по логически жесткой, но физически гибкой КС, способной не только сформировать ПО из разнородных знаний, но и передать опыт ее эффективного использования заинтересованному персоналу. Эффективность КС обеспечивается за счет использования параллельных процессов добычи знаний одновременно у нескольких сотен экспертов. Различные средства оперативного представления ПО пользователям сводят затраты времени к минимуму [5].

Заключение

Рассмотрены вопросы построения КС для формирования ПО СОЗ на базе внешних информационных ресурсов. Исследованы свойства существующих КС, показана необходимость построения коммуникаций, позволяющих использовать внешние ресурсы для решения внутренних задач и соответствующих современному уровню развития глобальной компьютерной среды.

Предложена модель КС, ориентированная на слабоструктурированные задачи, множественные удаленные источники и заочные методы добычи знаний.

Представлен вариант реализации модели, в основу которого положена адаптированная к условиям глобальной компьютерной среды и проблематике СОЗ модель коммуникации Шеннона – Уивера. Реализация модели осуществлена на базе многоагентного подхода, реализованного в рамках возможностей интернета.

Получены следующие основные результаты:

- построена модель КС для ПО СОЗ, определены ее компоненты и их свойства;
- предложены определение и структура единицы обмена информацией для участников КС, позволяющие использовать знания различной природы и формата;
- предложена модель агента для построения небогатых моделей ПО;
- предложена модель агента для уточнения модели за счет внешних источников.

За рамками обсуждения остались вопросы построения СК на основе промежуточных слоев, что в значительной мере позволит автоматизировать процессы формирования ПО СОЗ из фрагментов удаленных баз данных.

Список литературы

1. Василик М.А. Основы теории коммуникаций. – М.: Гордарики, 2003. – 616 с.
2. Шарков Ф.И. Теория коммуникаций. – СПб: РИП-Холдинг, 2004. – 245 с.
3. Актуальные проблемы теории коммуникации: сб. науч. тр. – СПб.: ГПУ, 2004. – С. 4–11.
4. Тарасов В.Б. От многоагентных систем к интеллектуальным организациям: Философия, психология, информатика. – М.: Едиториал, 2002. – 352 с.
5. Краснопрошин В.В., Шаках Г., Вальвачев А.Н. Интеграция распределенных экспертных знаний: проблемы и решения // Информатика. – 2004. – № 1. – С. 45–52.
6. Городецкий В.И., Грушинский М.С., Хабалов А.В. Многоагентные системы (обзор) // Новости искусственного интеллекта. – 1998. – № 2. – С. 1–16.
7. Wooldridge M. Multiagent Systems. – John Wiley & Sons, 2002. – 340 p.

Поступила 28.12.04

Белорусский государственный университет,
Минск, пр. Ф. Скорины, 4
e-mail: kras@bsu.by

V.V. Krasnoproshin, A.N. Valvachev, G. Shakah

APPLICATION OF SHANNON – WEAVER MODEL FOR COMMUNICATION PROBLEM IN KNOWLEDGE-BASED SYSTEMS

The objective of the paper is to investigate the communication problem while developing knowledge based systems by means of outer information resources. A general communication scheme, based on adapted classic Shannon – Weaver model, and means for its realization are proposed.