

УДК 004.4'242

Обзор инструментов разработки диалоговых агентов с базами знаний

Л. О. Воробьёв, А. В. Григорьев

Донецкий национальный технический университет, г. Донецк

lev.vorobyov@rambler.ru, grigorievalvl@gmail.com

Аннотация

Обзор современного состояния разработок в области автоматизации программирования с помощью баз знаний на примере создания диалоговых агентов. Диалоговые агенты -- это программы для ЭВМ, которые общаются с пользователем на естественном языке. Проанализированы современные разработки в области синтеза диалоговых агентов, найдено несколько патентов посвящённых созданию программ с помощью баз знаний. Составлена таблица оценки найденных патентов и программ для ЭВМ. Результаты обзора позволят применить синтез программ с помощью баз знаний для создания диалоговых агентов.

Введение

Для предприятий в сфере услуг важным вопросом является увеличение количества клиентов и снижение затрат на их обслуживание. Поскольку расширение кадрового состава несёт дополнительные издержки, в крупных организациях применяют автоматизацию общения с клиентами с помощью ЭВМ. Диалоговые агенты -- это программа для ЭВМ, предназначенная для общения с пользователем на естественном языке [1]. Обычно для формирования ответов в диалоговых агентах применяют сценарии взаимодействия и логический вывод по базе знаний. Базы знаний --- это перечень высказываний на языке представления знаний, служащие для логического вывода высказываний, которых нет в базе [2].

Синтез диалоговых агентов -- это ещё один шаг в автоматизации работы крупных предприятий. Поскольку диалоговые системы ведут к снижению затрат на содержание персонала, занятого неквалифицированным трудом, увеличивает пропускную способность колл-центров, это обуславливает актуальность рассматриваемого вопроса.

Цель работы: сформировать обзор современного состояния разработок в области автоматизации разработки программного обеспечения (ПО) с помощью баз знаний (БЗ) на примере синтеза диалоговых агентов.

Для достижения этой цели были поставлены задачи:

1. сформировать перечень запросов для поиска патентов и ПО;
2. отобрать из поисковой выдачи результаты, относящиеся к сфере автоматизации разработки и тестирования ПО;
3. сформулировать критерии для оценки найденных решений;

4. оценить найденные решения по сформулированным критериям;

5. найти сильные и слабые стороны найденных решений, и пути их улучшения.

Научная новизна заключается в использовании баз знаний для синтеза диалоговых агентов, а не только в работе самого диалогового агента.

Исследование

Произведён поиск патентов и программ для ЭВМ для автоматизации разработки диалоговых агентов с базами знаний. Перечень составленных запросов и количество найденных результатов представлено в табл. 1.

Таблица 1 – Отчёт о поиске охраняемых документов

№	Запрос	Кол-во рез-тов
1	база знаний	1468
1.1	база знаний автоматизация	159
1.1.1	база знаний автоматизация программирования	5
1.1.2	база знаний автоматизация разработки	14
1.1.3	база знаний автоматизация тестирования	18
1.2	база знаний агентов	19

По данным запросам было найдено и отобрано 17 охраняемых документов, из которых 4 изобретения (патенты РФ № 2213365 С2, 2364930 С2, 2676405 С2, 2704533 С1), 1 база данных № 2021620931, 12 программ для ЭВМ, которые в той или иной степени соответствуют поставленным запросам. Названия найденных документов содержится в таблице 2.

Таблица 2 – Описание найденных охраняемых документов

№	Название	Правообладатель
1	Репозиторий для геномов интеллектуальных агентов [3]	ФГБНУ «ФНИЦ «КБНЦ РАН»
2	Программа приобретения и пополнения знаний [4]	ФГАОУ «СПб ГУАП»
3	Дримтим [5]	ООО «Вертер»
4	Программная платформа дизайна диалоговых агентов (ассистентов) с использованием машинного обучения - Платформа W11 [6]	ООО «Экспасофт»
5	Платформа для создания голосовых помощников и чат-ботов SOVA Platform [7]	ООО «Виртуальные Ассистенты»
6	UDepartments [8]	ФГБОУ ВО «ВГУ»
7	Программа для автоматизации построения экспертных систем на основе динамически обновляемых баз знаний [9]	ФГАОУ ВО КФУ
8	ClearSQL [10]	ООО «Конквест Девелопмент Рус»
9	Способ распараллеливания программ в среде агентно-ориентированного программирования в вычислительной системе [11]	ОАО «Информационные технологии и коммуникационные системы»
10	Программная платформа дизайна диалоговых агентов (ассистентов) с использованием машинного обучения – фабрика диалоговых агентов [12]	ООО «Экспасофт»
11	Программная платформа CraftTalk версии 3.0 [13]	ООО «Крафт-Толк»
12	Анализатор баз знаний интеллектуальных систем на основе правил [14]	ФГБОУ ВО «СГТУ имени Гагарина Ю.А.»
13	Система автоматизированного тестирования схем нечёткого логического вывода [15]	Пеньков Ю.А.
14	Web-ориентированный редактор производственных правил [16]	ФГБУН ИДСТУ СО РАН
15	Способ генерации баз знаний для систем верификации программного обеспечения распределенных вычислительных комплексов и устройство для его реализации [17]	Пучков Ф.М., Шапченко К.А.
16	Система автоматизации [18]	Зергель Г., Хаймке Т., Грамцов О.
17	Способ автоматизированного проектирования производства и эксплуатации прикладного программного обеспечения и система для его осуществления [19]	ФГАОУ ВО «СПб ГУАП»

Для ранжирования полученных результатов применяются следующие критерии релевантности (латинскими буквами критерии обозначены для сокращения):

1. Соответствие выбранной тематике (51 балл)
 - a. Функциональное назначение: автоматизация программирования (21 балл)
 - i. Генерация программного кода (11 баллов) A
 - ii. Автоматическое тестирование программ (10 баллов) B
 - b. Удовлетворение конечных потребностей: создание агентов (30 баллов)
 - i. Создание интеллектуальных агентов (10 баллов) C
 - ii. Создание отдельных агентов (9 баллов) D
 - iii. Создание многоагентных систем (11 баллов) E
2. Функционирование баз знаний (52 балла)
 - a. Создание баз знаний (17 баллов)

- i. Автоматическая генерация баз знаний (9 баллов) F
- ii. Диалоговое решение для создания баз знаний (8 баллов) G
- b. Хранение баз знаний (13 баллов)
 - i. Оптимизация баз знаний (6 баллов) H
 - ii. Выборка из базы знаний (7 баллов) I
- c. Использование баз знаний (22 балла)
 - i. Для автоматизации программирования (9 баллов) J
 - ii. Для автоматизации тестирования (8 баллов) K
 - iii. Для других целей (5 баллов) L

Для анализа полученных результатов составлена матрица смежности (табл. 3). В предпоследнем столбце приведена сумма оценок, а в последнем — ранг в порядке убывания суммы оценок. В заголовках колонок таблицы содержатся сокращения критериев оценки в виде латинских букв (приведено в перечне критериев).

Таблица 3 – Оценка релевантности полученных результатов

№	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	Σ	Ранг
1	0	0	10	9	11	0	8	0	7	9	0	0	54	2
2	0	0	0	0	0	9	8	6	0	0	0	0	23	10
3	11	0	0	9	0	0	8	0	0	0	0	5	33	8
4	11	10	10	9	0	0	0	0	0	0	0	0	40	6
5	11	0	10	9	0	0	8	0	7	0	0	5	50	3
6	0	0	0	0	0	9	0	6	0	0	0	5	20	11
7	11	0	0	0	0	9	8	0	7	9	0	5	49	4
8	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	15
9	0	0	0	0	11	9	0	0	0	0	0	0	20	11
10	11	0	10	9	0	0	0	0	0	0	0	0	30	9
11	11	0	10	9	11	9	0	0	0	0	0	5	55	1
12	0	10	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	16	14
13	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	6	16
14	11	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	19	13
15	0	10	0	0	0	9	8	0	0	9	8	0	44	5
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5	17
17	11	0	0	0	0	9	0	0	7	9	0	0	36	7

Соотношение полученных результатов поиска и исходно поставленным запросам представлена в виде диаграммы Венна (рис.1).

Закруглённые прямоугольники на рис. 1 обозначают множества результатов поиска по заданному запросу.

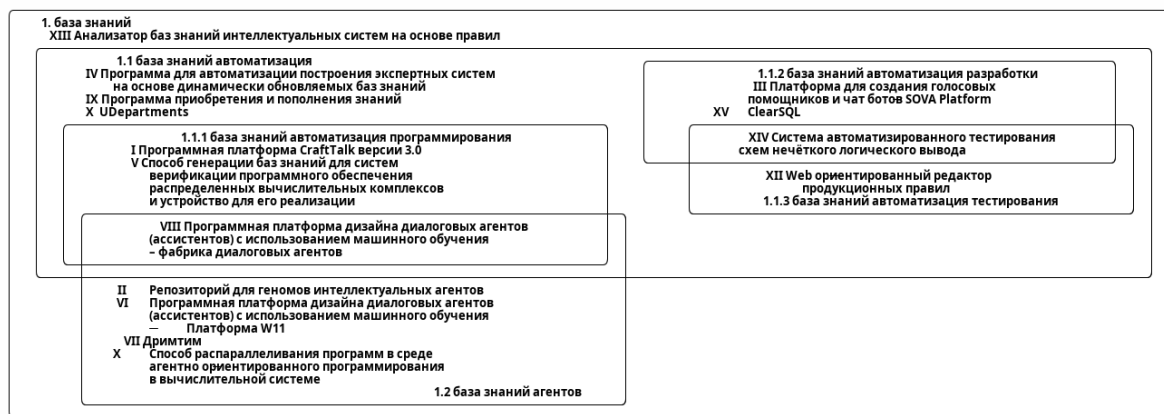


Рисунок 1 – Диаграмма Венна для результатов поиска

Как видно из рисунка 1, наиболее релевантные результаты не обязательно соответствуют самому длинному запросу. Поэтому поиск целесообразно проводить небольшими итерациями, постепенно добавляя в запрос новые ключевые слова.

Программные платформы для разработки и синтеза диалоговых агентов

Наиболее релевантной оказалась программная платформа CraftTalk версии 3.0 [13], разработка одноимённой фирмы, которая на данный момент уже выпустила новую версию этой программы. Отличительной особенностью программной платформы является то, что она позволяет создавать чат-боты без программирования (критерий A,D), обучать их (критерий C), подключать

встроенных и внешних чат-ботов (критерий E), накапливает знания (критерий F) и использует базы знаний «для работы бота и оператора» (критерий L). Стоимость системы диалоговой облачной версии для малого и среднего бизнеса составляет 5000 руб в месяц со скидкой, и 7500 руб одновременно за установку [20] (имеет микросервисную архитектуру).

Второй по релевантности оказался репозиторий геномов интеллектуальных агентов [3], разработанный в 2021 году в КБНЦ РАН. Данный репозиторий использует документ-ориентированную СУБД MongoDB для «хранения баз знаний интеллектуальных агентов» (критерий C, D), «входящих в состав мультиагентной когнитивной архитектуры» (критерий E). Позволяет редактировать базы знаний (критерий G), «проводить поиск по базам знаний» (критерий I), и «предоставляет

интерфейс для интеграции в САПР мультиагентных когнитивных архитектур», что позволяет использовать данную базу данных «для конструирования и моделирования функциональных систем на основе мультиагентных когнитивных архитектур» (критерий J).

Учёные из КФУ успешно применили базы знаний для автоматизации построения экспертных систем [9]. Разработанная на языке Prolog интегрированная среда разработки позволяет создавать экспертные системы для медицины и образования. База знаний построенная на основе реляционной СУБД обеспечивает работу интегрированной среды разработки экспертных систем [21]. База знаний наполняется фактами и правилами посредством пользовательского интерфейса [21]. Следует отметить подверженность создаваемых прототипов экспертных систем XSS атакам (стр. 10 автореферата), поскольку правила из СУБД напрямую транслируются и вставляются в HTML текст ответа сервера, что приводит к возможности исполнения вредоносного кода на стороне клиента.

Платформа для разработки диалоговых агентов SOVA Platform [7] также позволяет создавать интеллектуальных диалоговых агентов без ввода кода (критерий A, C, D). SOVA IDE предоставляет пользовательский интерфейс для наполнения базы знания (критерий G) диалогового агента. Диалоговой процессор SOVA использует эту базу знаний для «формирования ответов на текстовые запросы пользователей» (критерий L) путём бинарного поиска по скомпилированной базе знаний (критерий I). SOVA представляет собой облачную платформу с тарификацией по мере использования.

Платформа W11 [6] позволяет создавать диалоговых агентов (критерий C, D) и вводить сценарии их работы посредством графического веб-интерфейса, генерировать код виджета для вставки на сайт (критерий A), тестировать диалоговых агентов (критерий B). Предыдущая версия платформы — фабрика диалоговых агентов [12] позволяла создавать диалоговых агентов (критерий C, D) в режиме визуального редактирования алгоритмов их работы (критерий A).

Программа Дримтим [5] «предназначена для визуального создания текстовых диалоговых агентов» (критерий A, D). Также программа позволяет редактировать базы знаний большого объёма (критерий G), которые хранят правила коммуникации с пользователями (критерий L).

В целом, существующие платформы разработки диалоговых агентов предоставляют достаточно удобный интерфейс для наполнения

базы знаний диалогового агента для формирования ответов пользователя на естественном языке. Существуют даже базы знаний для формирования экспертных систем [9], которые можно взять за основу для создания экспертной системы по формированию диалоговых агентов.

Программы для работы с базами знаний продукционного типа

Программа UDepartments [8] из ВГУ позволяет накапливать (критерий F) и оптимизировать (критерий H) знания для автоматизации деятельности кафедры ВУЗа (критерий L).

Редактор продукционных правил [16] предоставляет интерфейс для «визуального конструирования правил» (критерий G), генерирует код базы знаний на языках Jess и Clips (критерий A).

Анализатор баз знаний продукционного типа [14] выявляет структурные ошибки в И/ИЛИ графах продукционных баз знаний (критерий B), и предлагает способы их устранения (критерий H).

Тестирование схем нечёткого логического вывода [15] предполагает оптимизацию восходящего логического вывода «при различных способах фазификации/дефазификации» (критерий H).

ClearSQL [10] предназначен для тестирования кода на языке PL/SQL (критерий B). Язык PL/SQL может быть использован для автоматического сбора данных в базе знаний (Data Mining).

Вышеперечисленные программы позволяют генерировать, редактировать, тестировать и оптимизировать базы знаний продукционного типа, что может быть полезно при разработке экспертной системы генерации диалоговых агентов.

Патенты в области разработки программ с помощью баз знаний

Патент РФ №2364930 С2 [17] описывает способ генерации баз знаний для систем верификации (критерий B) распределённых программ. Участки и точки уязвимостей из текста программы сначала преобразуются во внутреннее представление и помещаются в базу знаний (критерий F, G). Затем эта база знаний используется для синтаксической подсветки на экране участков уязвимости в других программах (критерий J, K) «используя граф операторов исходного кода ПО».

Патент РФ № 2676405 С2 [19] описывает изобретение, автоматизирующее производство и эксплуатацию программного обеспечения для мониторинга и управления (критерий A). Для

создания ПО сначала знания об объекте мониторинга накапливаются в базу знаний (критерий F), а затем создаётся исполняемый модуль ПО путём преобразования полученной базы знаний (критерий I, J). Программа приобретения и пополнения знаний [4], разработанная тоже в «ФГАОУ ВО СПб ГУАП», автоматизирует наполнение базы знаний экспертом (критерий F, G) и адаптирует полученную базу знаний (критерий H) «к условиям её функционирования к конкретной предметной области».

Патент РФ № 2704533 C1 [11] описывает способ распараллеливания интеллектуального анализа данных для генерации баз знаний (критерий F) путём конвейерной преобразования исходных данных в модели знаний в виде дерева решений с помощью цепочки программных агентов (критерий E), реализующих отдельные шаги алгоритма анализа.

Патент РФ № 2213365 C2 [18] описывает изобретение, которое применяет базы знаний для автоматизации производства основных материалов (критерий L).

Таким образом, известны способы генерации баз знаний, а также применения их для автоматизации разработки, тестирования ПО, и в промышленности. Патент РФ № 2676405 C2 можно взять за основу для реализации системы синтеза диалоговых агентов с помощью баз знаний.

Нейросетевые инструменты синтеза программ

Кроме того, существуют системы, использующие рекуррентные нейросети с памятью терминов (long-short term memory) для перевода описания программы непосредственно в программный код [22]. Используя их система GitHub Copilot позволяет «отгадывать» намерения программиста и с вероятностью около 24% генерирует правильный код. Но эта система использует примеры исходного кода из открытых источников, и не синтезирует новые алгоритмы.

Выводы

В процессе обзора было выяснено, что наиболее релевантные результаты поиска не всегда находятся в поисковой выдаче по самому длинному поисковому запросу в системе поиска научных публикаций РИНЦ.

Рассмотрены такие платформы для разработки диалоговых агентов, как CraftTalk, платформа W11, SOVA Platform, Дримтим. Сходства между ними состоят в том, что они предоставляют интерфейс для визуального

редактирования логики работы диалогового агента. Различия состоят в:

- технологиях реализации диалоговых агентов, что влияет на их функциональные возможности, например произнесение ответов вслух (есть в SOVA Platform), автоматическое обучение агентов (нету только в Дримтим);
- возможности тестировать работу диалоговых агентов (есть у платформы W11);
- возможность взаимодействия с другими диалоговыми агентами (есть в CraftTalk);
- наличие визуального редактора базы знаний (есть в Дримтим и SOVA Platform).

Предложено создать экспертную систему с базой знаний для синтеза диалоговых агентов, которая позволит создавать обучаемых диалоговых агентов, взаимодействующих между собой (систему диалоговых агентов) для произвольного назначения.

Перечислены программы для редактирования и верификации баз знаний производственного типа, которые могут быть полезны при создании экспертной системы разработки диалоговых агентов.

Получено общее представление о существующих патентах, которые описывают способы автоматизации разработки и тестирования ПО с помощью баз знаний.

Рассмотрена и протестирована системы автоматического дополнения программного кода, которая синтезирует решения исходя из существующих примеров находящихся в открытом доступе, используя нейронные сети.

В дальнейшем планируется оценить возможность использования баз знаний не только для формирования ответов в диалоговых агентах, но и для синтеза самих агентов по техническому заданию.

Литература

1. Римовна Б. Д. Нейросетевые модели и диалоговая система для ведения разговора на общие темы // дисс. на соискание уч. степени к.т.н., ФГАОУ ВО МФТИ, 2021.
2. С. Рассел, П. Норвиг, Искусственный интеллект: современный подход, 2-е изд. – М. Издательский дом «Вильямс», 2007 – 1408 с.
3. Нагоев З. В., Сундуков З. А., Нагоева О. В., Пшенокова И. А., Канкулов С. А. Репозиторий для геномов интеллектуальных агентов // May 06, 2021.
4. Рабин А. В., Дзюбаненко А. А. Программа приобретения и пополнения знаний // Oct. 14, 2021.
5. Тertychnyy И. С. Дримтим // Nov. 08, 2021.
6. ООО «Экспасофт» Программная платформа дизайна диалоговых агентов (ассистентов) с использованием машинного обучения - Платформа W11 // Nov. 15, 2021.

7. Аргунов А. В., Ашманов С. И., Зоркий Ф. К., Зубарев Е. С., Сухачев П. С. Платформа для создания голосовых помощников и чат-ботов SOVA Platform // Dec. 27, 2021.
8. Махортов С. Д. UDepartments // Nov. 23, 2020.
9. Бурнашев Р. А., Еникеев А. И., Курасов И. С. Программа для автоматизации построения экспертных систем на основе динамически обновляемых баз знаний // Jul. 03, 2019.
10. Крылов А. В. ClearSQL // Jul. 18, 2019.
11. Малов А. В. Способ распараллеливания программ в среде агентно-ориентированного программирования в вычислительной системе // Oct. 29, 2019.
12. ООО «Экспасофт» Программная платформа дизайна диалоговых агентов (ассистентов) с использованием машинного обучения – фабрика диалоговых агентов // Oct. 29, 2019.
13. ООО «Крафт-Толк» Программная платформа CraftTalk версии 3.0 // Nov. 06, 2019.
14. Сучкова Н. К., Долинина О. Н. Анализатор баз знаний интеллектуальных систем на основе правил // Feb. 16, 2018.
15. Пеньков Ю. А. Система автоматизированного тестирования схем нечёткого логического вывода // Jul. 29, 2016.
16. Павлов А. И., Николайчук О. А., Столбов А. Б. Web-ориентированный редактор производственных правил // Dec. 13, 2016.
17. Пучков Ф. М., Шапченко К. А. Способ генерации баз знаний для систем верификации программного обеспечения распределенных вычислительных комплексов и устройство для его реализации // Aug. 20, 2009.
18. Г. Зергель, Т. Хаймке, О. Грамцов Система автоматизации // Sep. 27, 2003.
19. Способ автоматизированного проектирования производства и эксплуатации прикладного программного обеспечения и система для его осуществления / Заозенский С.А. [и др] // 28.12.2018.
20. CraftTalk - цены. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://crafttalk.ru/price> (дата обращения – 11 февраля 2022 г.).
21. Бурнашев Р. А. Программные инструменты для автоматизации построения экспертных систем на основе динамически обновляемых баз знаний // диссертация на соискание учёной степени кандидата технических наук по ВАК РФ 05.13.11, ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», 2020.
22. N. Jaitly, Le Q. V., O. Vinyals, I. Sutskever, D. Sussillo, S. Bengio An online sequence-to-sequence model using partial conditioning // Advances in Neural Information Processing Systems, Том 29, 2016. – С. 5067–5075.

Воробьёв Л.О., Григорьев А.В. Обзор инструментов разработки диалоговых агентов с базами знаний Обзор современного состояния разработок в области автоматизации программирования с помощью баз знаний на примере создания диалоговых агентов. Диалоговые агенты -- это программы для ЭВМ, которые общаются с пользователем на естественном языке. Проанализированы современные разработки в области синтеза диалоговых агентов, найдено несколько патентов посвящённых созданию программ с помощью баз знаний. Составлена таблица оценки найденных патентов и программ для ЭВМ. Результаты обзора позволят применить синтез программ с помощью баз знаний для создания диалоговых агентов.

Ключевые слова: патент, платформа, база знаний, диалоговый агент, автоматизация.

Vorobyov L.O., Grigoriev A.V. Overview of tools for developing dialog agents with knowledge bases Review of the current state of developments in the field of programming automation using knowledge bases on the example of creating dialog agents. Dialog agents are computer programs that communicate with the user in natural language. Modern developments in the field of synthesis of dialog agents are analyzed, several patents dedicated to the creation of programs using knowledge bases are found. A table of evaluation of found patents and computer programs has been compiled. The results of the review will allow you to apply the synthesis of programs using knowledge bases to create dialog agents.

Keywords: patent, platform, knowledge base, agent, automation.

Статья поступила в редакцию 26.11.2022
Рекомендуется к публикации профессором Зори С. А.