

Номер Проекта

14-01-00427

Руководитель проекта

Еремеев Александр Павлович

Название Проекта

Методы и модели поиска решений в интеллектуальных системах поддержки принятия решений на основе темпоральных моделей, мягких вычислений, аналогий и прецедентов

Аннотация

2014 г.:

Выполнен сравнительный анализ темпоральных логик (ТЛ), позволяющих оперировать с неточной (качественной) информацией о времени, в плане выбора наиболее предпочтительной ТЛ для использования в перспективных интеллектуальных системах (ИС) типа ИС поддержки принятия решений реального времени (ИСППР РВ). Предложен новый метод построения ТЛ на основе нечеткой логики. Исследованы различные подклассы сетей Петри (СП) - раскрашенные, временные, стохастические, функциональные, раскрашенные РВ - как базового инструмента моделирования процессов в сложных динамических системах. Предложен формализм раскрашенных СП РВ с поддержкой ТЛ Аллена (РСП РВ ТЛА), оперирующими как с качественными, так и с количественными темпоральными зависимостями и ориентированными на ИСППР РВ. Используя концепцию возможных миров в условиях неоднозначности и неточности данных, предложен новый подход к определению семантики запросов агрегации, оригинальные алгоритмы оценки агрегации запросов и метод многомерного анализа данных на основе технологии недоопределенных вычислений. Для проверки целостности данных предложено использовать аппарат темпоральных БД, позволяющий оперировать с темпоральными зависимостями и ограничениями целостности, совместно с технологией OLAP-RT, ориентированной на поддержку быстрых решений, что особенно актуально для ИСППР РВ. Выполнен сравнительный анализ моделей представления прецедентов с целью выбора перспективной модели. Предложен оригинальный метод поиска решения для ИСППР РВ на основе прецедентов с использованием теории структурного отображения. Разработана структурная модель диагностирования сложных проблемных ситуаций на основе интеграции методов на базе нечетких байесовских сетей доверия и теории Демпстера-Шефера.

2015 г.:

Разработаны методы представления и оперирования темпоральными зависимостями на основе нечеткой ТЛ дискретного времени (нечеткой точечной ТЛ) и нечеткой ТЛ непрерывного времени (нечеткой интервальной ТЛ) и алгоритмы вывода для таких ТЛ. Разработана нечеткая ТЛ РВ. В плане реализации метода поиска решения на основе прецедентов для ИСППР РВ разработаны алгоритмы извлечения прецедентов с применением онтологии предметной области, теории структурного отображения и метода ближайшего соседа. Сформулированы функциональные характеристики и необходимые требования к базовому инструментальному средству, позволяющему моделировать процессы в ИСППР РВ на РСП РВ ТЛА.

2016 г.:

В плане применения в ИСППР РВ исследован ряд темпоральных логик РВ (ТЛ РВ) для поиска решения и описания функционирования (поведения) сложных систем РВ: RTIL – real time interval logic, RTTL – real time temporal logic, RTL – real time logic, TRIO – Tempo Reale ImplicitO и др. Выполнен сравнительный анализ преимуществ и недостатков различных ТЛ РВ, сформулированы основные требования к ТЛ РВ для их использования в ИСППР РВ и построена оригинальная ТЛ РВ на основе интервальной ТЛ. Разработаны инструментальные средства поддержки нечеткой ТЛ.

Выполнена программная реализация предложенных алгоритмов извлечения прецедентов и базовых модулей прототипа системы поиска решения с использованием прецедентов и онтологии предметной области. Исследованы многомерная OLAP-модель данных для представления неточных и неопределенных данных в базах данных и знаний ИСППР (ИСППР РВ) и возможные семантики для агрегации запросов по таким данным. Определены критерии, которые должны быть удовлетворены при обработке неоднозначных данных и применяемые для выбора соответствующей семантики запросов. Исследована модель, поддерживающая неопределенность и неточность в значениях измерений и меры. Рассмотрены основные требования при обращении к неточностям - непротиворечивость и истинность. Программно реализована для включения в состав ИСППР РВ базовая версия инструментальной среды моделирования сложных динамических систем на основе РСР РВ ТЛА для вывода и сужения области поиска решения. Предложена оригинальная нейросетевая технология создания методов накопления и извлечения информации. План исследований 2016 г. и проекта в целом выполнен полностью.

Библиографический список всех публикаций по проекту за весь период выполнения проекта

1. Alexander Eremeev, Marina Fomina. Modeling of Reasoning in Intelligent Decision Support Systems by Integration of Methods Based on Case-Based Reasoning and Inductive Notions Formation // International Journal Information Content & Processing, 2014, Volume 1, Number 1, pp. 44-53.
2. Aleksandr Eremeev, Ruslan Khasiev, Irina Tcapenko, Marina Zueva. The Intelligent Decision Support System for Diagnostics of Difficult Diseases of Vision // International Journal Information Content & Processing, 2014, Volume 1, Number 3, pp. 269-279.
3. Алехин Р.В., Бутырин П.А., Варшавский П.Р., Еремеев А.П. Методы и программные средства построения компьютерных средств обучения по электротехнике на основе технологии wiki. Открытое образование, №6, 2014, С. 49-55.
4. Вагин В.Н., Еремеев А.П. Модели, методы и инструментальные средства разработки интеллектуальных систем поддержки принятия решения на основе нетрадиционных логик // Вопросы кибернетики: Сборник статей / Под. ред. В.Г. Беликова, А.Е. Никольского. – М.: Издательство «Спутник +», 2014. С. 113-132.
5. Еремеев А.П. Применение обучения с подкреплением в интеллектуальных системах реального времени // Труды Конгресса по интеллектуальным системам и информационным технологиям IS&IT'14. Научное издание в 4-х томах. – М.: Физматлит, 2014. – Т.1. С. 263-271.
6. Алехин Р.В., Варшавский П.Р. Реализация прецедентного модуля для интеллектуальной системы поддержки принятия решений // Четырнадцатая национальная конференция по искусственному интеллекту с международным участием КИИ-2014 (24-27 сентября 2014 г., г. Казань, Россия): Труды конференции. - Казань: Изд-во РИЦ «Школа», 2014. - Т.2. С. 5-13.
7. Еремеев А.П., Королев Ю.И. Верификация моделей процессов на основе темпоральных сетей Петри // Четырнадцатая национальная конференция по искусственному интеллекту с международным участием КИИ-2014 (24-27 сентября 2014 г., г. Казань, Россия): Труды конференции. - Казань: Изд-во РИЦ «Школа», 2014. - Т.2. С. 22-30.
8. Куриленко И.Е., Д.А. Шорникова Реализация подсистемы временного вывода на базе точечно-интервальной временной логики для систем поддержки принятия решений реального времени // Четырнадцатая национальная конференция по искусственному интеллекту с международным участием КИИ-2014 (24-27 сентября 2014 г., г. Казань, Россия): Труды конференции. - Казань: Изд-во РИЦ «Школа», 2014. - Т.1. С. 50-58.
9. Еремеев А.П., Королев Ю.И. Анализ и верификация раскрашенных сетей Петри реального времени с поддержкой логики Аллена // Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем (OSTIS-2014): материалы IV Междунар. научн.-техн. конф. (Минск, февраль 2014), – Минск: БГУИР, 2014. С. 461-464.

10. А.П. Еремеев, П.А. Бутырин, П.Р. Варшавский, Р.В. Алехин Реализация компьютерных средств обучения с использованием технологии wiki на примере базы знаний по электротехнике // Труды Междунар. научно-метод. конф. «Информатизация инженерного образования» ИНФОРИНО-2014, 15-16 апреля 2014 г., Москва, Изд. МЭИ, 2014, С. 57-60.
11. А.П. Еремеев, И.Е. Куриленко Применение перспективных информационных технологий на основе виртуализации в учебном процессе // Труды Междунар. научно-метод. конф. «Информатизация инженерного образования» ИНФОРИНО-2014, 15-16 апреля 2014 г., Москва, Изд. МЭИ, 2014, С. 61-64.
12. Куриленко И.Е. Построение нечеткой точечной темпоральной логики // Труды XXII международной научно-технической конференции «Информационные средства и технологии». 18-20 ноября 2014 г., в 3 томах. Т. 1. –М.: Издательский дом МЭИ, 2014, –С. 125-128.
13. Куриленко И.Е., Шорникова Д.А. Алгоритмы вывода для расширенной точно-интервальной темпоральной логики // Труды XXII международной научно-технической конференции «Информационные средства и технологии». 18-20 ноября 2014 г., в 3 томах. Т. 1. –М.: Издательский дом МЭИ, 2014, –С. 129-136.
14. Королев Ю.И. // Труды XXII международной научно-технической конференции «Информационные средства и технологии». 18-20 ноября 2014 г., в 3 томах. Т. 1. –М.: Издательский дом МЭИ, 2014, –С. 110-115.
15. Королев Ю.И. Темпоральные сети Петри с поддержкой логики Аллена: методы анализа // Нечеткие системы и мягкие вычисления (НСМВ-2014): труды Шестой всероссийской научно-практической конференции (г. Санкт-Петербург, 27-29 июня, 2014 г.). - в 2 т. - СПб: Политехника-сервис, 2014. - Т.1. С. 81-89.
16. Алехин Р.В. Использование структурного отображения для реализации поиска решения на основе прецедентов // Радиоэлектроника, электротехника и энергетика: XX Международная научно-техническая конференция студентов и аспирантов: Тезисы докладов в 4 томах, Т. 2. – М.: Издательский дом МЭИ, 2014, С. 21-22.
17. Грачева О.В. Исследование и разработка методов автоматического формирования метаанных для информационных Интернет-ресурсов // Радиоэлектроника, электротехника и энергетика: XX Международная научно-техническая конференция студентов и аспирантов: Тезисы докладов в 4 томах, Т. 2. – М.: Издательский дом МЭИ, 2014, С. 27.
18. Королев Ю.И. Моделирование интеллектуальных систем с помощью временных сетей Петри // Радиоэлектроника, электротехника и энергетика: XX Международная научно-техническая конференция студентов и аспирантов: Тезисы докладов в 4 томах, Т. 2. – М.: Издательский дом МЭИ, 2014, С. 32.
19. Королев Ю.И. Моделирование и методы анализа процессов в системах на основе графоориентированных формализмов и темпоральных логик // Материалы Третьей Международной научно-практической конференции «Социальный компьютеринг: основы, технологии развития, социально- гуманитарные эффекты» (ISC-14): Сборник статей и тезисов, – М: РИЦЦ МГГУ им. М.А. Шолохова, 2014, С. 135-139.
20. Еремеев А.П., Королев Ю.И. Раскрашенные сети Петри как инструмент моделирования интеллектуальных динамических систем // Научная сессия НИЯУ МИФИ-2014. Аннотации докладов. В 3 томах. - М.: НИЯУ МИФИ, 2014. - Т.3. Кибербезопасность. Экономические и правовые проблемы инновационного развития атомной отрасли. Методология профессионального и общего образования. Тематические секции обособленных подразделений НИЯУ МИФИ. С. 140.

21. Вагин В.Н., Еремеев А.П. Научная школа искусственного интеллекта в Московском энергетическом институте на базе кафедры прикладной математики: становление и результаты // Вестник МЭИ. – 2015. – № 2. – С. 29-37.
22. Еремеев А.П., Королев Ю.И. Анализ и верификация моделей процессов в сложных динамических системах // Искусственный интеллект и принятие решений. – 2015. – № 1. – С. 45-56.
23. Варшавский П.Р., Алехин Р.В., Ар Кар Мью, Зо Лин Кхаинг. Реализация прецедентного модуля для интеллектуальных систем // Программные продукты и системы. – 2015. – №2. – С. 26-31.
24. Eremeev A.P., Kurilenko I.E., Varshavskiy P.R. Temporal Case-Based Reasoning Systems for Automatic Parking Complex // International Journal of Computer, Electrical, Automation, Control and Information Engineering. – 2015. – Vol. 9, No 5. – pp. 1180-1186.
25. Еремеев А.П., Ивлиев С.А. Анализ и диагностика сложных патологий зрения на основе вейвлет-преобразований и нейросетевого подхода // Интегрированные модели и мягкие вычисления в искусственном интеллекте. Сборник научных трудов VIII-й Международной научно- практической конференции (Коломна, 18-20 мая 2015 г.). В 2-х томах. – М.: Физматлит, 2015. – Т. 2. – С. 589-595.
26. Куриленко И.Е. Некоторые алгоритмы вывода для расширенной точечно-интервальной временной логики // Интегрированные модели и мягкие вычисления в искусственном интеллекте. Сборник научных трудов VIII-й Международной научно-практической конференции (Коломна, 18-20 мая 2015 г.). В 2-х томах. – М.: Физматлит, 2015. – Т. 1. – С. 190-199.
27. Куриленко И.Е., Шорникова Д.А. Пошаговые алгоритмы вывода для точечной временной логики // Интегрированные модели и мягкие вычисления в искусственном интеллекте. Сборник научных трудов VIII-й Международной научно-практической конференции (Коломна, 18-20 мая 2015 г.). В 2-х томах. – М.: Физматлит, 2015. – Т. 1. – С. 200-207.
28. Алехин Р.В., Варшавский П.Р. Применение прецедентного модуля для решения задач экспертного диагностирования // Интегрированные модели и мягкие вычисления в искусственном интеллекте. Сборник научных трудов VIII-й Международной научно-практической конференции (Коломна, 18-20 мая 2015 г.). В 2-х томах. – М.: Физматлит, 2015. – Т. 1. – С. 165-173.
29. Варшавский П.Р., Кожухов А.А. Разработка подсистемы прогнозирования с использованием статистических и экспертных методов // Интегрированные модели и мягкие вычисления в искусственном интеллекте. Сборник научных трудов VIII-й Международной научно- практической конференции (Коломна, 18-20 мая 2015 г.). В 2-х томах. – М.: Физматлит, 2015. – Т. 1. – С. 174-180.
30. Еремеев А.А., Еремеев А.П. OLAP-ориентированный подход к моделированию гранулированных темпоральных тенденций и запросы к ним // Современные технологии в задачах управления, автоматизации обработки информации: Труды XXIV Международной научно-технической конференции (14-20 сентября 2015 г., Алушта). – М.: Издательский дом МЭИ, 2015. – С. 56-57.
31. Еремеев А.П., Ивлиев С.А. Диагностика заболеваний зрения на основе нейронных сетей // Современные технологии в задачах управления, автоматизации обработки информации: Труды XXIV Международной научно-технической конференции (14-20 сентября 2015 г., Алушта). – М.: Издательский дом МЭИ, 2015. – С. 122-123.
32. Анисимов Д.Н., Еремеев А.П., Колосов О.С., Цапенко И.В., Зуева М.В. Применение методов искусственного интеллекта при построении систем диагностики глазных заболеваний // Современные технологии в задачах управления, автоматизации обработки информации: Труды XXIV Международной научно-технической конференции (14-20 сентября 2015 г., Алушта). – М.: Издательский дом МЭИ, 2015. – С. 24-29.
33. Алехин Р.В., Варшавский П.Р. Проектирование базы знаний интеллектуальной системы, основанной на прецедентах // Современные технологии в задачах управления, автоматизации

- обработки информации: Труды XXIV Международной научно-технической конференции (14-20 сентября 2015 г., Алушта). – М.: Издательский дом МЭИ, 2015. – С. 40-41.
34. Варшавский П.Р., Кожухов А.А. Реализация прототипа подсистемы прогнозирования для интеллектуальной системы поддержки принятия решений (ИСППР) // Современные технологии в задачах управления, автоматизации обработки информации: Труды XXIV Международной научно-технической конференции (14-20 сентября 2015 г., Алушта). – М.: Издательский дом МЭИ, 2015. – С. 45-46.
35. Еремеев А.П., Королев Ю.И., Кутепов В.П., Фальк В.Н. Формализм сетей Петри с поддержкой темпоральных зависимостей // Труды Конгресса по интеллектуальным системам и информационным технологиям «IS&IT'15». Научное издание в 3-х томах. – Таганрог: Изд-во ЮФУ, 2015. – Т. 2. – С. 118-131.
36. Королев Ю.И. Верификация моделей процессов в динамических системах по методу Model Checking // Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем = Open Semantic Technologies for Intelligent Systems (OSTIS-2015): материалы V междунар. науч.-техн. конф. (Минск, 19-21 февраля 2015 года) / редкол. : В. В. Голенков [и др.]. – Минск: БГУИР, 2015. – С. 545-548.
37. Королев Ю.И. Инструментарий для разработки моделей сложных динамических систем на основе темпоральных сетей Петри // Интеллектуальные системы и технологии: современное состояние и перспективы. Сборник научных трудов III-ей Международной летней школы-семинара по искусственному интеллекту для студентов, аспирантов и молодых ученых (Тверь – Протасово, 1-5 июля 2015 г.) – Тверь: Изд-во Тверского государственного технического университета, 2015. – С. 13-22.
38. Еремеев А.П., Королев Ю.И. Подход к анализу процессов в динамических системах на основе темпоральных сетей Петри // Научная сессия НИЯУ МИФИ-2015. Аннотации докладов. В 3 томах. – М.: НИЯУ МИФИ, 2015 – Т.3. – С. 121.
39. Королев Ю.И. Разработка моделей процессов в сложных системах с использованием модифицированных сетей Петри // Научная сессия НИЯУ МИФИ-2015. Аннотации докладов. В 3 томах. – М.: НИЯУ МИФИ, 2015 – Т.3. – С. 158.
40. Вагин В.Н., Еремеев А.П., Гулякина Н.А. О формализации темпоральных рассуждений в интеллектуальных системах // Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем (OSTIS-2016 Open Semantic Technologies for Intelligent Systems). Материалы VI международной научно-технической конференции (Минск, 18-20 февраля 2016 года), БГУИР, 2016. С. 275-282.
41. Еремеев А.П., Королев Ю.И. Разработка программного обеспечения для моделирования систем на основе темпоральных сетей Петри // Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем (OSTIS-2016 Open Semantic Technologies for Intelligent Systems). Материалы VI международной научно-технической конференции (Минск, 18-20 февраля 2016 года), БГУИР, 2016. С. 283-288.
42. Куриленко И.Е. Разработка методов рассуждений на основе темпоральных прецедентов для интеллектуальных систем // Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем (OSTIS-2016 Open Semantic Technologies for Intelligent Systems). Материалы VI международной научно-технической конференции (Минск, 18-20 февраля 2016 года), БГУИР, 2016, С. 289-294.
43. А.П. Еремеев, Н.В. Чибизова Инструментальный программный комплекс «СИМПР-2015» и его применение при обучении студентов по направлению «Прикладная математика и информатика» // Труды Международной научно-практической конференции «Информатизация инженерного

образования» – ИНФОРИНО-2016. (Москва, 12-13 апреля 2016 г.). – М.: Издательский дом МЭИ, 2016. С. 125-130.

44. Alexander Eremeev, Pavel Varshavskiy, Roman Alekhin Case-Based Reasoning Module for Intelligent Decision Support Systems // Proceedings of the First International Scientific Conference “Intelligent Information Technologies for Industry” (ITI'16), Vol. 1. Part III. Publisher Springer International Publishing, pp. 207-216.

45. Alexander P. Eremeev, Yury I. Korolev. Temporal Coloured Petri Nets as a Tool for Modelling of Complex Dynamic Systems // Proceedings of the First International Scientific Conference “Intelligent Information Technologies for Industry” (ITI'16), Vol. 1. Part V. Publisher Springer International Publishing, pp. 339-348.

46. Eremeev A.P., Kozukhov A.A. Development of an Integrated Environment for Intelligent Decision Support Systems Based on Forecasting and Reinforcement Learning // INTERNATIONAL ACADEMIC FORUM AMO – SPITSE – NESEFF (20–25 June 2016, Moscow – Smolensk): Proceedings of the International Academic Forum AMO – SPITSE – NESEFF. –Smolensk: Publishing «Universum». – 2016. P. 61.

47. Еремеев А.П. Развитие аппарата таблиц решений в контексте создания гибридных интеллектуальных систем семиотического типа // Гибридные и синергетические интеллектуальные системы: материалы III Всероссийской Поспеловской конференции с международным участием / под. ред. Д-ра техн. наук, проф. А.В. Колесникова. – Калининград: Изд-во БФУ им. И. Канта, 2016. С. 121-132.

48. Еремеев А.П., Кожухов А.А. Разработка интегрированной среды на основе методов прогнозирования и обучения с подкреплением для интеллектуальных систем реального времени // Труды Конгресса по интеллектуальным системам и информационным технологиям «IS&IT'16». Научное издание в 3-х томах. – Таганрог: Изд-во ЮФУ, 2016. – Т.1. - С. 140-149.

49. Колосов О.С., Еремеев А.П., Пронин А.Д., Антохин С.Н., Короленкова В.А., Зуева М.В., Цапенко И.В. Оценка частотных свойств динамического объекта импульсной последовательностью фиксированной частоты // Современные технологии в задачах управления, автоматике и обработки информации: Сборник трудов XXV Международной научно-технической конференции, 14-20 сентября 2016 г., Алушта. – М.: Технология, 2016. - С. 55.

50. Еремеев А.П., Кожухов А.А. Анализ и разработка методов обучения с подкреплением на основе темпоральных различий для интеллектуальных систем реального времени // XV национальная конференция по искусственному интеллекту с международным участием КИИ-2016 (3–7 октября 2016 г., г. Смоленск, Россия). Труды конференции. В 3-х томах., Смоленск: Универсум, 2016, Том 1, с. 323-331.

51. Алехин Р.В., Варшавский П.Р., Кожевников А.В. Подсистема анализа и формирования сборника wiki-статей на основе методов аналогий и прецедентов // XV национальная конференция по искусственному интеллекту с международным участием КИИ-2016 (3–7 октября 2016 г., г. Смоленск, Россия). Труды конференции. В 3-х томах., Смоленск: Универсум, 2016, Том 3, с. 5-14.

52. Куриленко И.Е. Применение нечеткой временной логики реального времени при построении подсистемы диагностики и мониторинга для интеллектуальной системы управления крупным парковочным комплексом //XV национальная конференция по искусственному интеллекту с международным участием КИИ-2016 (3–7 октября 2016 г., г. Смоленск, Россия). Труды конференции. В 3-х томах., Смоленск: Универсум, 2016, Том 3, с. 107-115.