

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА АНАЛИЗА ТИПОВЫХ СИТУАЦИЙ

АННОТАЦИЯ

Обосновывается перспективность развития интеллектуальных систем (ИС), использующих методы рассуждений на основе темпоральных прецедентов. Такие методы, в отличие от классических, позволяют повысить эффективность принятия решений. Предлагается архитектура ИС анализа типовых и аномальных ситуаций на основе темпоральных прецедентов. Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект 11-01-00140).

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время активно ведутся исследования и разработки моделей, методов и инструментальных средств создания современных высокоэффективных интеллектуальных (экспертных) систем поддержки принятия решений (ИСППР), предназначенных для помощи лицу (группе лиц), принимающих решения (ЛПР) при мониторинге и управлении сложными техническими или организационными объектами в условиях наличия различного рода неопределенности (неполноты, неточности, противоречивости и т.п.) как в исходной информации, поступающей от внешнего объекта и среды, так и в экспертных знаниях. Для поиска решения используются методы и модели на основе аппарата нетрадиционных логик (временных, абдуктивных, индуктивных, нечетких, аргументации), на основе аналогий, приближенных множеств и др. в сочетании с методами параллельной обработки информации. Подобные методы активно применяются при конструировании перспективных интеллектуальных (экспертных) систем типа ИСППР и, в частности, ИСППР реального времени (ИСППР РВ). В связи с этим многие проблемы, в частности, проблема моделирования правдоподобных, человеческих рассуждений (рассуждений «здравого смысла»), проблема учета информации о времени и временных зависимостей в данных и знаниях, проблема предсказания развития течения того или иного процесса по имеющимся данным, на сегодняшний день являются одними из наиболее актуальных проблем в области искусственного интеллекта (ИИ) [1].

Один из подходов базируется на том факте, что эксперту или ЛПР свойственно на первом этапе при решении новой, неизвестной задачи пытаться использовать решения, которые принимались ранее в подобных случаях и при необходимости адаптировать их в соответствии с текущей проблемной ситуацией. Данный подход с использованием накопленного опыта лег в основу методов и моделей рассуждений на основе аналогий и прецедентов (СВР — Case-Based Reasoning). Прецеденты могут применяться в различных блоках

ИСППР РВ (например, для организации поиска решения в проблемных ситуациях или обучения и тренировки оперативно-диспетчерского персонала), что позволяет повысить эффективность принятия решений эксперта или ЛПР в различных проблемных (аномальных) ситуациях [2].

В СВР-системах обычно предусматривается база решающих правил, база известных прецедентов (БП) и алгоритмы обобщения, которые используются для построения решающих правил, на основе которых распознаются новые проблемные ситуации. БП является важной составляющей БЗ ИС, но может использоваться как отдельный компонент. Извлечение прецедентов напрямую связано со способом представления прецедентов и соответственно со способом организации БП [3].

Данные методы хорошо проработаны и внедрены на практике, однако во многих случаях при выводе используются «мгновенные» снимки ключевых параметров контролируемого объекта или системы, а история их изменения не учитывается. К сожалению, традиционный анализ предметных областей, в которых текущее состояние системы зависит от прошлых состояний, уже не удовлетворяет всем требованиям современности. Это вызвано тем, что природа физических процессов такова, что к одному и тому же значению ключевых параметров контролируемый процесс может перейти разными путями, которые и будут во многом определять дальнейшую динамику их изменения. В связи с этим остро встает вопрос о разработке новых методов рассуждений с учетом фактора времени [4].

Решение типовых ситуаций всё чаще передается автоматическим устройствам. При этом в работе технических систем иногда возникают нетиповые (аномальные, нестандартные) ситуации. Поэтому необходимо формировать знания для принятия правильных решений путём анализа ситуаций, имевших место в течение некоторого промежутка времени, оценки различных вариантов решения и выработки стратегий действий. В этом случае нетиповая ситуация переходит в разряд типовых и её решение сводится к выбору лучшего из возможных или в комбинации близких решений [5].

В рамках данного исследования предлагается осуществить расширение методов рассуждений на основе прецедентов, позволяющее учитывать поведение контролируемого процесса (объекта) во времени. При учете фактора времени появляется возможность рассмотреть проблемную ситуацию в динамике, то есть текущая ситуация сравнивается не с какими-либо фиксированными значениями параметров из

прецедентов, а отслеживается процесс изменения значений, что позволяет строить предположения не по одному параметру сходства, а более глубоко анализировать проблемную ситуацию. При этом возможно построение как средств распознавания сложившейся ситуации (и ее объяснения), так и средств предсказания её дальнейшего развития. В рамках данной работы предполагается разработать ИС, которая сможет отслеживать корректность работы ИС управления крупными парковочными комплексами.

1. АРХИТЕКТУРА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ АНАЛИЗА ТИПОВЫХ СИТУАЦИЙ

Предполагается разработать ИС анализа типовых ситуаций, базирующуюся на методах рассуждений на основе темпоральных прецедентов. Такая ИС анализа типовых ситуаций должна помогать обеспечивать контроль за работой другой ИС, например, ИС управления парковками (ИС УП), за счёт анализа событий, наблюдаемых системой. В задачи этой ИС анализа типовых ситуаций входит: выделение сбоев в работе ИС УП и подготовка экспертной оценки наблюдаемых сбоев по базе типовых проблемных ситуаций, определение аномальных ситуаций, которые возникли в процессе эксплуатации ИС УП, но не были учтены при разработке управляющих правил, пересечение попыток противодействия обслуживающего персонала и посетителей. В дальнейшем особенности и характеристики ИС анализа типовых ситуаций будут рассматриваться также на примере ИС, контролирующей работу ИС УП.

При разработке ИС анализа типовых ситуаций необходимо учитывать некоторые требования к её функциональности. Предполагается, что ИС должна работать в трёх режимах:

- режим обучения – обучение ИС на основе данных из файлов и знаний экспертов;
- “on-line” - режим – события поступают напрямую на вход ИС;
- “off-line” - режим – события читаются из протоколов (логов) работы ИС.

Архитектура ИС анализа типовых (и нетиповых) ситуаций для ИС УП приведена на рис. 1. Система состоит из блока обучения, блока вывода, базы прецедентов, и трёх интерфейсов: интерфейса взаимодействия с объектом, экспертом и пользователем (ЛПР). ИС содержит базу типовых ситуаций (как штатных, так и известных нештатных). Решатель на основе прецедентов соотносит временные диаграммы в последовательностях операций за определенный период с моделями, хранящимися в этих базах. В случае, если выявляется типовая нештатная ситуация, ее данные заносятся в базу нештатных ситуаций. Если же выделяется ситуация, которая не описана ни в базе штатных типовых ситуаций, ни в базе нештатных типовых ситуаций, то эта ситуация заносится в отдельную базу, содержимое которой анализируется разработчиками ИС УП (экспертами).

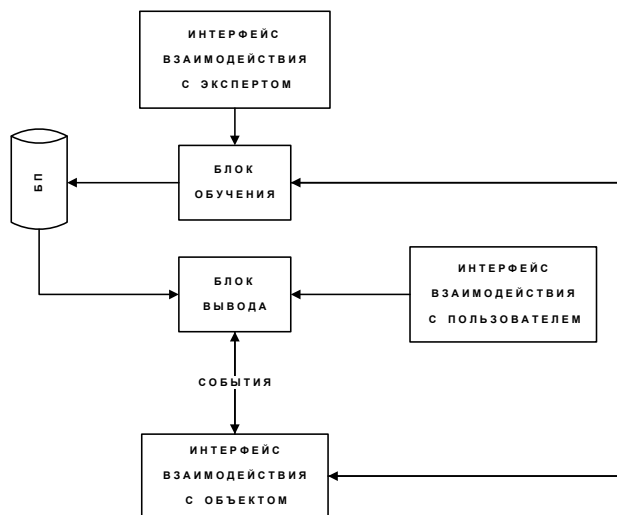


Рис. 1. Архитектура ИС анализа типовых ситуаций

Центральной звеном интерфейса взаимодействия системы с объектом является анализатор (рис.2).

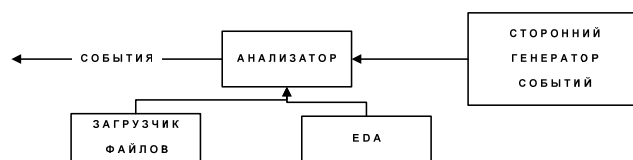


Рис. 2. Структура интерфейса взаимодействия с объектом

Цель анализатора - фильтрация событий. Фильтр устанавливается по типу события. К анализатору может подключаться любой внешний генератор событий. По умолчанию реализовано два таких генератора - загрузчик файлов для “off-line” – режима и событийная шина (EDA), способная получать события в “on-line” – режиме. Блок вывода и блок обучения работают только с событиями. Блок вывода принимает от интерфейса взаимодействия с объектом событие, полученное и отфильтрованное анализатором. Событие имеет следующую структуру: тип (код), тревожность, описание, время и дополнительные данные.

При построении ИС анализа типовых ситуаций, контролирующей ИС УП, ситуаций учитывается, что операции формируют достаточно стандартные последовательности событий (рис. 3).

Параметр	Значение	Время
Датчик наличия автомобиля перед шлагбаумом	есть	0
Датчик наличия автомобиля после шлагбаума	есть	1
Датчик верхнего положения стрелы шлагбаума (шлагбаум открыт)	1	0
Датчик нижнего положения стрелы шлагбаума (шлагбаум закрыт)	1	0
Датчик на выходе контроллера, управляющего шлагбаумом	открыт	0
Датчик на выходе контроллера, управляющего светофором	зеленый	0
Кнопка запроса на въезд	нажата	0
Датчик изъятия разового документа на въезд (билета)	1	0

Рис. 3. Пример типового хода событий при операциях проезда

Таким образом, процесс работы всех частей крупного парковочного комплекса может быть представлен в виде последовательности однотипных операций, каждая из которых также есть совокупность

наблюдаемых стандартных событий. Аномальные ситуации могут быть выделены за счет анализа этой последовательности путем проверки подобия наблюдаемых в процессе конкретной операции событий и эталонных моделей штатного или нештатного развития ситуации (прецедентов) (рис.4).

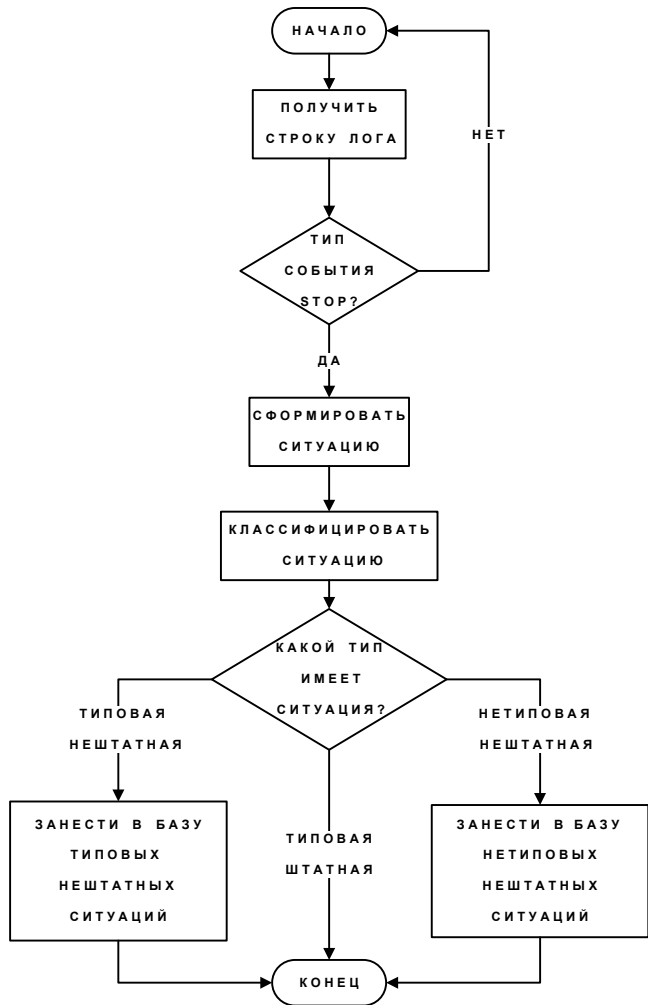


Рис. 4. Диаграмма деятельности

При этом следует анализировать ситуацию “в динамике”, принимая решения с учетом истории развития процесса [6].

Блок вывода (рис.5) предназначен для генерации решения в зависимости от конкретной ситуации.

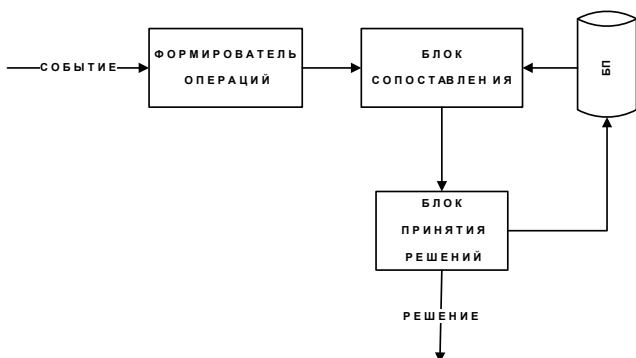


Рис. 5. Структура блока вывода

Из непрерывного потока событий в формирователе операций выделяется дискретная операция. Операция, или ситуация, имеет тип, длительность и множество событий из начального потока событий, которые её составляют. Выделенная операция поступает в блок сопоставления, где с помощью базы прецедентов (БП) определяется, является ли данная операция типовой или же соответствует нештатной ситуации. Далее блок принятия решений (БПР) по операциям выбирает список подходящих прецедентов. Решение принимается исходя из ситуации. Полученное БПР решение может использоваться для обучения ИС или для управления ИС.

Прецеденты, хранящиеся в БП, представляют собой операции (ситуации). Каждый прецедент имеет имя, код (номер), описание (диагноз), вероятность (уверенность в диагнозе), последовательность действий (что необходимо предпринять при выявлении этого прецедента), а также структуру событий. На рис. 6 представлены кооперации между прецедентом, экспертом и базой прецедентов.

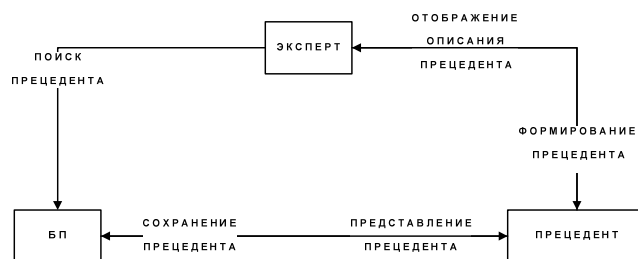


Рис. 6. Диаграмма коопераций

В блоке сопоставления для выявления типовых и нештатных ситуаций применяются алгоритмы сопоставления. Алгоритм сопоставления ситуаций опирается на их представление. В зависимости от представления прецедентов строится та или иная модель прецедента. Наиболее употребляемые модели прецедентов, основанные на алгоритмах сопоставления текущей ситуации с ситуацией из базы прецедентов:

- модель времени, например, основанная на метрической временной логике (МВЛ);
- качественная модель, например, основанная на точечной временной логике (ТВЛ);
- метод ближайшего соседа, или параметрическая модель;
- модель на основе нечёткой логики;
- модель на основе развёртывания событий;
- модель, основанная на методе поиска на деревьях решений;
- модель, базирующаяся на методе извлечения на основе знаний;
- модель, основанная на методе извлечения с учётом применимости прецедентов;
- нейросетевая модель.

Самым распространенным методом сравнения и извлечения прецедентов является метод ближайшего соседа. Расширим метод, дополнив его информацией. Здесь модель прецедента основана на МВЛ. Основными преимуществами данного метода являются простота реализации и универсальность в смысле независимости от специфики конкретной проблемной области. В основе метода ближайшего соседа лежит определенный способ измерения степени сходства прецедента и текущей проблемной ситуации. Говоря формально, необходимо ввести метрику на пространстве параметров для описания прецедентов и текущей ситуации, а затем, определить на основе выбранной метрики расстояние между точками, соответствующими прецедентам, и точкой, соответствующей текущей ситуации, в итоге следует выбрать ближайшую точку (прецедент) к текущей ситуации [7].

В блоке сопоставления ИС анализа типовых ситуаций, использующего методы рассуждений на основе темпоральных прецедентов, логичнее использовать не сам метод ближайшего соседа, а его расширенное на основе прецедентов, позволяющее учитывать поведение контролируемого процесса (или объекта) во времени (см. рис. 3). При учете фактора времени появляется возможность рассмотреть проблемную ситуацию в динамике, то есть текущая ситуация сравнивается не с какими-либо фиксированными значениями прецедентов, а отслеживается процесс изменения значений, что позволяет строить предположения не по одному параметру сходства, а более глубоко проанализировать проблемную ситуацию. Наиболее простым способом адаптации существующих алгоритмов вывода на основе прецедентов к учету фактора времени является подмена «мгновенного» снимка ключевых параметров – историей их изменения. Эта история может быть представлена в виде матрицы значений, составленной на определенный период наблюдения с определенным интервалом (тактом). Таким образом, получается, что в прецедент включается не только значение параметров в текущий момент времени, но и их значения на некоторый период времени до этого. При этом эксперту посредством интерфейса может представляться более удобная для интерпретации и заполнения матричная или графическая форма, а ее трансформацию в массив для применения того или иного метода CBR-система может выполнять автоматически [6,7].

Для сравнения различных представлений прецедентов обычно используются следующие характеристики: объём памяти на один прецедент; скорость сравнения (сопоставления) прецедентов; степень распознанности ситуации (процент правильно распознанных ситуаций). Кроме того, могут быть и другие критерии.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предлагаемая в работе архитектура ИС анализа типовых ситуаций, базирующейся на методах рассуждений на основе прецедентов с учётом фактора времени, позволит сократить поисковое пространство и уменьшить время реакции ИС, а также поможет

пользователю (ЛПР), своевременно выбрать необходимую стратегию поведения для устранения проблемной ситуации в условиях жёстких временных ограничений и при наличии различного рода неопределённостей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вагин В.Н., Еремеев А.П. Конструирование интеллектуальных систем поддержки принятия решений реального времени // Интеллектуальное управление: новые интеллектуальные технологии в задачах управления (ICIT'99). Труды международной конференции, Переславль-Залесский, 6-9 декабря 1999. – М.: Наука. Физматлит, 1999.

2. Варшавский П.Р., Еремеев А.П. Методы правдоподобных рассуждений на основе аналогий и прецедентов для интеллектуальных систем поддержки принятия решений // Новости искусственного интеллекта. – 2006. – №3. – С.39-62.

3. Куриленко И.Е. Использование временной логики для расширения возможностей методов рассуждений на основе прецедентов. // Сб. док. VI-междунар. научно-практ. конф. Интегрированные модели и мягкие вычисления в искусственном интеллекте в 2 т. – Т.1. – М.: Физматлит, 2011. – С.197-208.

3. Alexander Eremeev, Ivan Kurilenko, Pavel Varshavskiy. Application of Temporal Reasoning and Case-based Reasoning in Intelligent Decision Support Systems // International Book Series "Information science & computing", № 10, Supplement to International Journal "Information technologies & knowledge" Vol. 3 – 2009. – Pp. 9–16.

4. Куриленко И.Е. Применение временной логики при построении интеллектуальной системы управления крупными парковочными комплексами // Сб. док. научно-практ. конф. ИММВИ 2009 в 2 т. – Т.2 – М.:ФизМатЛит, 2009. С. 171 -180.

5. Еремеев А.П., Куриленко И.Е. Компонента временных рассуждений для интеллектуальных систем поддержки принятия решений реального времени // Искусственный интеллект и принятие решений., 2009, № 1, с. 32-45.

6. Куриленко И.Е., Спорыхин Г.Ю. Исследование и реализация методов анализа типовых ситуаций с применением нейросетевого подхода // Труды XIX международной научно-технической конференции Информационные средства и технологии. - Т.2. – М.:Издательский дом МЭИ, 2011. - С.280-289.

7. Куриленко И.Е., Смирнова А.Е. Построение темпорального расширения метода ближайшего соседа // Труды XIX международной научно-технической конференции Информационные средства и технологии. - Т.2. – М.:Издательский дом МЭИ, 2011. - С.272-280.