

УДК 681.513

А.Г. Киселева

Управление нагрузками локального объекта с использованием треугольника предвидения

Рассмотрено создание онтологической модели знаний о предметной области для применения в контекстно-зависимой системе управления энергопотреблением локального объекта, алгоритм работы которой основан на применении треугольника предвидения.

Creation of the ontological model of knowledge about a subject domain for applications in context-aware system of local object loadings management is considered. Management decisions are based on the predicting triangle.

Введение

Минимизация электропотребления нагрузками локального объекта, при условии обеспечения требуемого уровня комфортности находящегося в нем людей в современных условиях экономического развития страны является актуальной задачей, которая имеет различные методы решения. Под локальным объектом (ЛО) понимают сосредоточение различных электротехнических устройств в пределах ограниченного пространства. Комфортность – это субъективная состояние испытываемое людьми, и его сложно определить аналитически. Величины температуры, освещенности, звука – основные параметры комфортности. В понятие комфортности так же входит наличие и использование различных электробытовых приборов, средств медиа и вычислительной техники. Для управления электропотреблением формируется единое информационное пространство, заполняемое значениями сигналов от различных датчиков. Значение сигналов информационного пространства в каждый текущий момент времени образуют контекст [1]. Контекстно-зависимые системы управления (КЗСУ) – это системы, которые используют контекст для вызова необходимых сервисов управления.

Целью данной статьи является разработка формальных логических моделей описания информационного пространства ЛО, в котором формируется и непрерывно изменяется информация, на основании которой принимаются решения о рациональном управлении нагрузками ЛО.

Рациональное управление нагрузками ЛО предполагает создание комфортной среды пребывания человека при одновременной минимизации затрат потребляемой энергии, в частно-

сти электроэнергии. Два сформированных критерия рациональности противоречивы, определение комфортности среды пребывания носит качественный характер, минимизация затрат энергопотребления зависит от целого ряда количественных и качественных показателей (параметров). Решение проблем подобного типа возможно с применением системного анализа, когда учитывается совокупность свойств и характеристик всех компонентов ЛО и даже состояние его внутренней и внешней среды. Рациональное управление нагрузками возможно при наличии сценариев управления, которые учитывают текущие и будущие (прогнозные) значения количественных и качественных параметров контекста информационного пространства ЛО. Сценарием управления будем называть упорядоченную последовательность воздействий на электротехнические устройства (в частности, на интеллектуальные электробытовые приборы).

Треугольник предвидения

Управляющие воздействия формируются соответствующими сервисами (программами) системы управления. Для генерации сценария управления воспользуемся подходом, который получил название треугольника предвидения [2]. Треугольник предвидения позволяет интерпретировать результаты взаимодействия между объективными знанием о текущем состоянии ЛО и субъективным ощущением людей находящихся в его среде (рис. 1).

Объективное знание образуется контекстом, который формируется и упорядочивается контекстно-зависимой системой управления (КЗСУ) ЛО.

Создание контекста и выработка управляющих воздействий реализуется через фиксированные интервалы времени, называемые точками управления.

Контекст создается из:

- значений датчиков физического состояния ЛО.
- значений датчиков сканирующих положение людей в ЛО.

Значения параметров контекста зависят от: времен года, времени суток, вида суток (праздничные, выходные и рабочие дни), погодных условий вне ЛО.

Параметры контекста используются при формировании онтологической модели объек-

тивного знания о состоянии среды ЛО [3]. Онтологическая модель позволяет сгенерировать сценарии управления нагрузками. После изменения режима работы нагрузок в результате управляющих воздействий КЗСУ, происходит интерактивное выравнивание субъективных желаний людей и реальных условий пребывания.

Контекстно-зависимая система управления ЛО

Контекстно-зависимая система управления (КЗСУ) ЛО может быть описана информационной моделью P включающей: $P = \langle O, F, S, A_{on} \rangle$, где, O - онтология, F – сформированный на основании данных снимаемых с датчиков – контекст ЛО, S – сервисы управления. A_{on} – множество включенных в текущий момент времени устройств.

Наиболее перспективным направлением в области формализации знаний, которое дает возможность использовать накопленные знания для предвидения состояния ЛО, является использование онтологии. Применение этого подхода обосновано при решении задач управления сложными системами с большими объемами разнородной информации и необходимостью оперативного извлечения ее частей.

Применение онтологии позволяет упорядочить знания о среде ЛО за счет их систематизации, создания единой иерархии понятий, унификации терминов и правил интерпретации. Онтологии среды ЛО будем называть онтологией предметной области.

Онтология предметной области (ПрО):

$$\text{Onto} = (C, I, R, V)$$

где Onto – онтология, C – классы онтологии, I – экземпляры онтологии, R – свойства классов или экземпляров классов, V – значения свойств (данные) [4].

Разработка онтологии предметной области состоит из 2 этапов:

Этап I. Разработку концептуальной структуры онтологии и предварительная идентификация классов, таксономий, связей. Включает следующие подэтапы:

1. Приобретения знаний о предметной области. В данном случае к исходным данным для разработки онтологии предметной области ЛО отнесены – математические разработки в области энергопотребления ЛО [1], пожелания пользователя, наборы датчиков и нагрузок.

2. Концептуализация: анализ знаний о предметной области, идентификация предварительного списка онтологических классов в рассматриваемой ПрО, а также свойств и отношений между ними.

Формирование онтологии верхнего уровня описания ЛО включает описание следующих основных классов: *активность, пользователь, окружающая среда, помещение, компоненты сети, сервис, платформа.*

Пользователь – общий класс, содержащий основные атрибуты всех людей в ЛО. Это основной класс в ЛО, приложения и сервисы должны настраиваться под требования человека.

Окружающая среда - класс, описывающий физическое состояние как внутри так и вне ЛО.

Сервис – класс, обеспечивающий определенные функции для комфорта пользователя. Сервисы предоставляются платформой.

Платформа- этот класс посвящен аппаратному и программному обеспечению ЛО. Он включает особенности операционной системы, промежуточного слоя (middleware) и т.д.

Помещение – класс предоставляет информацию о всех комнатах ЛО.

Компонент сети - класс, содержащий набор всех нагрузок и датчиков.

Активность – пользователя ЛО могут иметь различную активность (действия), например, может быть запланированная (праздник), так и логически выведенная (например, что пользователь спит).

Рассмотрим основные ассоциативные отношения связывающие классы онтологии предметной области. Каждое свойство показывает бинарную связь экземпляра одного класса с экземпляром второго класса (см. табл.1).

Этап II. Формализация знаний и структуризация экземпляров классов.

Использование знаний полученных с помощью пространственно распределенных датчиков ЛО становится возможным благодаря применению методов Semantic Web. Нижний уровень стековой архитектуры Semantic WEB представляет собой язык XML (Extensible Markup Language - расширяемый язык разметки), предназначенный для представления данных. Следующему уровню в Semantic Web соответствует язык RDF (Resource Description Framework). Он является языком описания онтологий для Web-приложений. Создан организацией W3C (World Wide Web Consortium). Базовым строительным блоком в RDF является триплет «Объект-предикат-значение» [5]. Позволяет описать классы и свойства.

– Под объектом понимается концепт контекста, например – пользователь, активность, компонент сети и т.д.

– Под предикатом понимается свойство объекта, например - Имя_Пользователя, находится_V, содержит и т.д.

– Значением объекта могут быть – открыто, закрыто, пусто и т.д.

Например, (комната_1, текущий_статус, закрыто) – информация, заключенная в контексте показывает, что статус комнаты – закрыто.

Расширением RDF является язык Web Ontology Language (OWL) [6]. В качестве синтаксиса OWL использует синтаксис XML/RDF. Семантика и логический вывод основан на дескриптивной логике (DL).

Математической основой языка веб-онтологий OWL является дескриптивная логика (description logics, DL). Дескриптивная логика – это семейство языков представления терминологического знания о предметной области [7].

Дескриптивная логика оперирует двумя видами отношений – унарными, называемыми классами, и бинарными, называемыми свойствами. Свойства принято делить на абстрактные свойства, связывающие объекты, и атрибуты (конкретные свойства), связывающие объекты со значениями типов данных.

Онтология в дескриптивной логике определяется как $v = \{T | A\}$, где:

– T – терминология (англ. TBox), множество

терминологических аксиом, т. е высказывания о терминах онтологии - концептах и ролях.

– A – множество фактов (англ. ABox), высказываний об объектах онтологии [8].

Интерпретацией \mathcal{I} онтологии $v = \{T | A\}$ называется пара $(\Delta^{\mathcal{I}}, \cdot^{\mathcal{I}})$ где $\Delta^{\mathcal{I}}$ - непустое множество объектов, называемое областью определения интерпретации \mathcal{I} , а $\cdot^{\mathcal{I}}$ - функция интерпретации, которая сопоставляет каждому концепту терминологии T некоторое подмножество $\Delta^{\mathcal{I}}$, а каждой роли – подмножество декартова произведения $\Delta^{\mathcal{I}} \times \Delta^{\mathcal{I}}$.

Применение дескриптивной логики и трансляция в язык OWL

Онтология верхнего уровня предметной области состоит из 7 основных классов и 21 свойства, которые описывают основные взаимосвязи между классами (рис.2).

При помощи дескриптивной логики описываем структуру показанную на рис.2 и транслируем фрагмент знания в логический язык OWL-DL, как показано в табл.2.

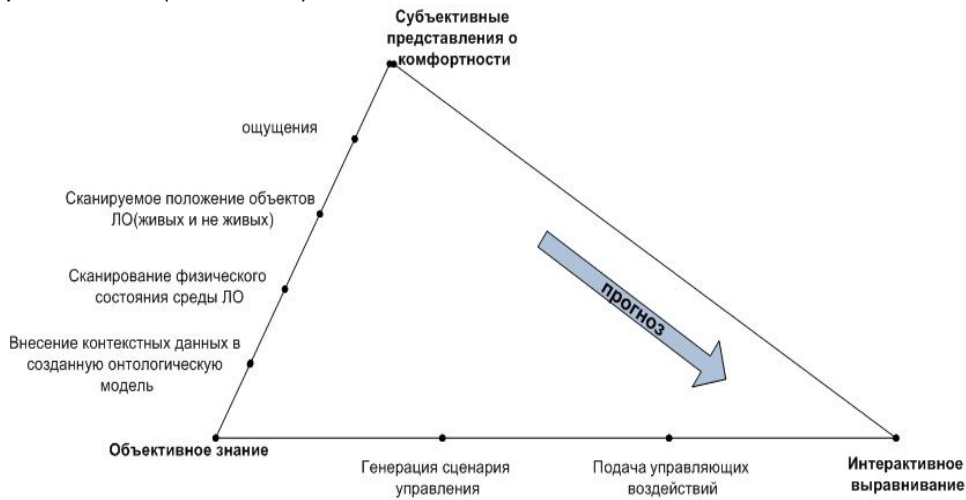


Рис.1. Треугольник предвидения состояния среды ЛО

Таблица 1

Свойство	Класс 1	Класс 2	Значение
находится_в	пользователь	помещение	задает связь человека с местом пребывания
содержит	помещение	пользователь	связывает место в ЛО с человеком
связан_с	активность	пользователь	связывает активность с пользователем в области ЛО
используется	компонент сети	пользователь	описывает что нагрузка использована кем-то в ЛО
...

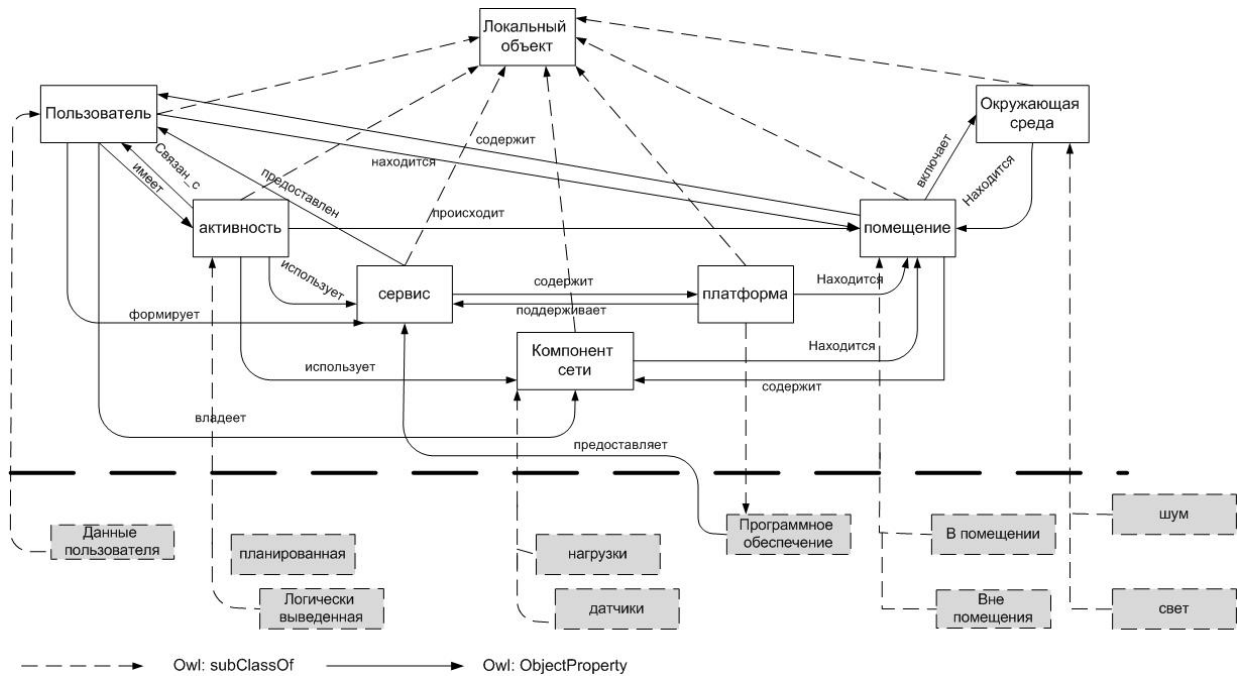


Рис. 2. Основные классы КЗСУ

Таблица 2

Синтаксис OWL	DL (синтаксис)	Семантика	Пример	Пояснение
A	A	C.Δ	пользователь	класс
Nothing	.	.	.	нижний концепт
Thing	T	Δ	<Пользователь rdf:ID="Anna">	объекты
Object Properties	R	R.Δ×Δ	<owl:ObjectProperty rdf:ID="происходит_активность"> <rdfs:domain rdf:resource="#Помещение"/> <rdfs:range rdf:resource="#Активность"/> <owl:inverseOf rdf:resource="#активность_в"/> </owl:ObjectProperty>	имя свойства
Datatype Property	A	A.Δ×D	<owl:DatatypeProperty rdf:ID="имя_помещения"> <rdfs:domain rdf:resource="#Помещение"/> <rdfs:range rdf:resource="&xsd:string"/> </owl:DatatypeProperty>	тип данных

Описание онтологии предметной области на языке OWL-DL для примера приведенного на рисунке 2, семантика которого дана в таблице 2, дается ниже:

```
<rdf:RDF xmlns="http://www.owlontologies.com/Ontology.owl"
xml:base="http://www.owl-ontologies.com/Ontology.owl"
xmlns:xsd="http://www.w3.org/XMLSchema#"
xmlns:rdfs="http://www.w3.org/rdf-schema#"
xmlns:owl="http://www.w3.org/owl#">
  <owl:Class rdf:ID="Пользователь"/>
  <owl:Class rdf:ID="Помещение"/>
  <owl:Class rdf:ID="Компонент_сети"/>
  <owl:Class rdf:ID="Активность"/>
  <owl:Class rdf:ID="Сервис">
  <owl:Class rdf:ID="платформа">
  <owl:Class rdf:ID="окружающая среда">
</owl:Class>
```

```
<owl:ObjectProperty rdf:ID="Связан_с">
  <rdfs:domain rdf:resource="#Пользователь"/>
  <rdfs:range
  rdf:resource="#Активность"/>
</owl:ObjectProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:ID="Находится_в">
  <rdfs:domain rdf:resource="#Помещение"/>
  <rdfs:range rdf:resource="#Компонент_Сети"/>
</owl:ObjectProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:ID="Находится_в">
  <rdfs:domain rdf:resource="#Пользователь"/>
  <rdfs:range rdf:resource="#Помещение"/>
</owl:ObjectProperty>
```

</rdf:RDF>

Использование дескриптивной логики позволяет программно реализовать работу с формально описанными онтологиями предметной области. Формальные языки описания онтологий являются необходимым средством для работы с ними, но они не предоставляют возможностей выполнять требуемые запросы к используемым онтологиям. Для этой цели необходимо использовать систему логического вывода.

Выводы

В статье предложен новый подход к построению онтологии предметной области контекстно-зависимой системы управления ЛО, сущность которого состоит в том, что предлагается разработать единую информационно-управляющую среду, в которой интегрируются данные и знаний о состоянии ЛО на основании технологии Semantic Web. При продолжении работ планируется применить методы объектно-когнитивного анализа для создания онтологической базы знаний, в которой интегрируется онтология предметной области и логические правила принятия решений для моделируемых ситуаций.

Литература

1. *Петергеря Ю.С., Кисельова А.Г., Контекстно-зависимая система управления электропотреблением локального объекта: материалы с девятой международной конференции [«интеллектуальный анализ информации»], (Киев, 19-22 мая 2009г.)/ Министерство образования и науки Украины, НТУУ «КПИ»[и др.]. – К.: НТУУ «КПИ», 2009.— 309 с.*
2. *Згуровский М.З. Системный анализ: проблемы, методология, приложения / М.З. Згуровский, Н.Д. Панкратова; НАН Украины; НТУУ "КПИ"; Ин-т прикладного системного анализа.- К.: Наукова думка, 2005. - 743 с.*
3. *Петергеря Ю.С. Об'єктно-орієнтоване моделювання системи керування електроспоживанням локального об'єкту / Ю.С. Петергеря, А.Г. Кисельова, С.О. Мудрієвський // Електроніка і зв'язь. – 2009. – № 4-5. – Част. 2. – С. 264 – 270.*
4. *Черняховская Л.Р. Онтологический подход к разработке систем поддержки принятия решений / Л.Р. Черняховская, Р.А. Шкундина, К.Р. Нугаева//Вестник УГАТУ.2006. Т8, №1 (17).*
5. *Dan Brickley, R.V. Guha, RDF Vocabulary Description Language 1.0: RDF Schema, World Wide Web Consortium, January 2003.*
6. *M.Smith, C. Welty, and D. McGuinness, Web Ontology Lanugauge (OWL) Giude, August 2003.*
7. *Бездушный А.А. Математическая модель системы интеграции данных на основе онтологий // Журнал «Вестник НГУ», серия «Информационные технологии» – Новосибирск, 2008. – Т.6, вып.2. – С 15-40.*