

Резниченко Валерий Анатольевич

Лекция **6.** Дескриптивная логика

Институт программных систем НАНУ

1

Лекция 6. Дескриптивная логика

Дескриптивная логика

- 4 Это наука (теория) о концептах (понятиях)
- 4 Семейство языков представления знаний, позволяющих описывать понятия предметной области в формализованном виде
- 4 Имеет развитые выразительные возможности и хорошие вычислительные свойства,
- 4 Фрагмент логики предикатов
- 4 Свое современное название ДЛ получили в 1980-х. Прежние названия:
терминологические системы, логики концептов.
- 4 Изначально ДЛ зародились как расширение фреймовых структур и семантических сетей механизмами формальной логики
- 4 В настоящее время ДЛ являются важным понятием в концепции семантического веба, где она используется при построении онтологий.

Языки веб-онтологий **OWL-DL** и **OWL-Lite** языка основаны на ДЛ

Лекция 6. Дескриптивная логика

Концептуальные положения

- 4 Знания предметной области описываются в виде концептов (классов, сущностей), ролей (свойств, связей) и индивидов.
- 4 Имеется возможность задания базовых (атомарных) концептов и ролей и формирования из них составных (производных) концептов и ролей с помощью соответствующих конструкторов

(Например: концепт множества всех индивидов, которые являются

ЖЕНЩИНАМИ и имеют хотя бы одного РЕБЕНКА)

- 4 Имеются утверждения общего вида (Мужчины являются Живыми существами) (терминологии - $T \text{ Вох}$) и частного вида (Иван есть Мужчина) (утверждения - $AB \text{ ох}$).

ИПС НАНУ

- 4 Совокупность таких утверждений составляют базу знаний и

Лекция 6. Дескриптивная логика

ДЛ ALC - **Attributive Language with Complement (1991)**

Синтаксис

Пусть $CN = \{C_1, \dots, C_m\}$ и $RN = \{R_1, \dots, R_n\}$ - конечные непустые множества *атомарных концептов* и *атомарных ролей* (называемых также именами концептов и именами ролей). Тогда а:

4всякий атомарный концепт является концептом;

4выражения \top и \perp являются концептами;

4если C есть концепт, то его дополнение $\neg C$ является концептом;

4если C и D есть концепты, то их пересечение $C \sqcap D$ и объединение $C \sqcup D$ являются концептами;

4если C есть концепт, а R есть роль, то выражения $\forall R.C$ и $\exists R.C$ являются концептами.

Лекция 6. Дескриптивная логика

ДЛ **ALC** - **Attributive Language with Complement (1991)**

Семантика

Интерпретация есть пара $I = (\Delta, \cdot^I)$, Δ - область интерпретации \cdot^I - интерпретирующая функция которая сопоставляет:

4 каждому атомарному концепту $A \in \mathbf{CN}$ некоторое подмножество $A^I \subseteq \Delta$

4 каждой атомарной роли $R \in \mathbf{RN}$ некоторое подмножество $R^I \subseteq \Delta \times \Delta$

Если $(d, e) \in R$ то говорят, что d — R -преемник, а e — R -последователь

Интерпретирующая функция распространяется на составные концепты логики **ALC** по следующим правилам:

$$(C \sqcap D)^I = C^I \cap D^I \quad (C \sqcup D)^I = C^I \cup D^I$$

4 $\top^I = \Delta$, $\perp^I = \emptyset$ $(\neg C)^I = \Delta - C^I$

4 $\forall R.C$ интерпретируется как множество тех индивидов, у которых **ВС** e R -последователь, принадлежат интерпретации концепта. Формально:

$$(\forall R.C)^I = \{e \in \Delta^I \mid \forall d \in \Delta^I : (e, d) \in R^I \Rightarrow d \in C^I\}$$

4 $\exists R.C$ интерпретируется как множество тех индивидов, у которых **имеется** R -последователь, принадлежащий интерпретации концепта C . Формально:

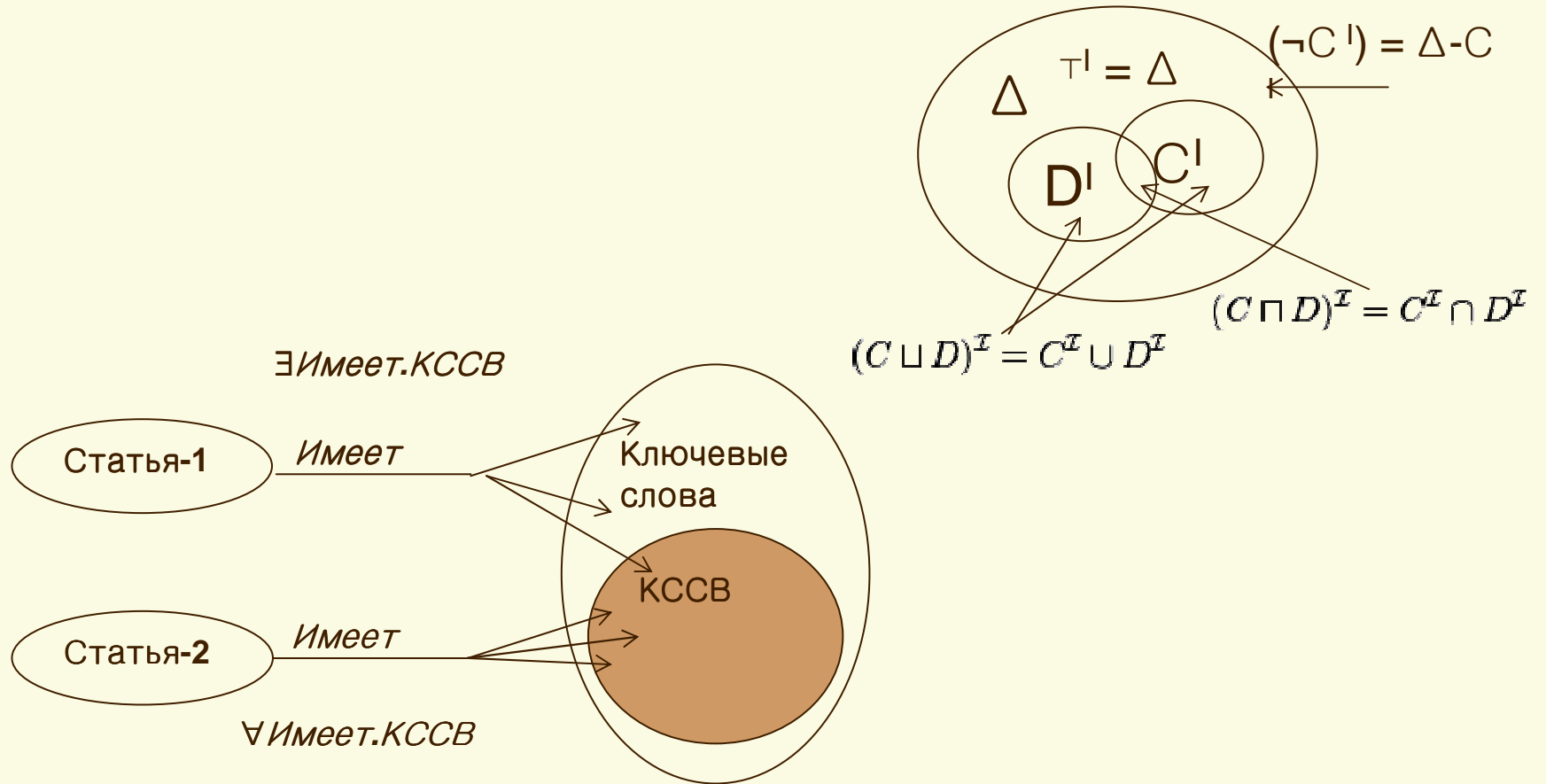
$$(\exists R.C)^I = \{e \in \Delta^I \mid \exists d \in \Delta^I : (e, d) \in R^I \wedge d \in C^I\}$$

ИПС НАНУ

Лекция 6. Дескриптивная логика

дл **ALC** - **Attributive Language with Complement (1991)**

Семантика - пример



Лекция 6. Дескриптивная логика

Примеры

Δ – Живые существа

Животное, Кошка, Человек, МужПола, ЖенПола – атомарные

концепты

имеетРебенка, имеетРодителя – атомарные

роли

Человек \sqcap ЖенПола – люди женского пола – женщины

Кошка \sqcap МужПола – множество котов (мужские особи)

\neg имеетРебенка. \rightarrow ЖенПола – особи, все дети которых НЕ женского пола

МужПола \sqcap \exists имеетРодителя. (Человек \sqcap \neg МужПола)

– множество индивидов мужского пола, у которых имеется

хотя бы

один родитель, являющийся человеком не мужского пола.

\exists имеетРебенка. \top - - индивиды, у которых имеются дети

Человек \sqcap \exists имеетРебенка. \top - множество людей, у которых имеются дети (родитель)

\exists имеетРебенка. МужПола – множество индивидов, которые имеют

~~сыновей~~
СЫНОВЬЯ

\forall имеетРебенка. МужПола - множество индивидов, у которых все дети

Лекция 6. Дескриптивная логика

Терминологии (**TBox**), утверждения (**ABox**) и БЗ

Концепты ДЛ интересны как инструмент для записи знаний об описываемой предметной области. Эти знания подразделяются на:

- 3 общие знания о понятиях и их взаимосвязях (так называемые интенциональные знания)
- 3 знания об индивидуальных объектах, их свойствах и связях с другими объектами (так называемые экстенциональные знания).

Первые более стабильны и постоянны, тогда как вторые более подвержены модификациям. В соответствии с этим делением, знания, записываемые с помощью языка ДЛ, подразделяются на:

3 набор терминологических аксиом (терминологий) или **TBox**
ИПС ИАНУ

3 набор утверждений (фактов) об индивидах или **ABox**

Лекция 6. Дескриптивная логика

Терминологии (T-Box)

- 4 Терминологической аксиомой (или прост аксиомой) называется выражение вида $C \sqsubseteq D$ или $C \equiv D$, где C и D - произвольные концепты.
- 4 Терминологией (или TBox) называется произвольный конечный набор аксиом данного вида.
- 4 Пример терминологии:
 - Человек \equiv Мужчина \sqcup Женщина
 - Человек \sqsubseteq \exists имеетРебенка.Человек
 - Родитель \equiv Человек \sqcap \exists имеетРебенка. \top
 - Врач \sqsubseteq Человек
 - Мужчина \sqsubseteq Человек

Лекция 6. Дескриптивная логика

Терминологии (Т-Box) – семантика аксиом

Аксиома $C \sqsubseteq D$ истинна в интерпретации I , если $C^I \subseteq D^I$

При этом I называют моделью этой аксиомы и пишут: $I \models C \sqsubseteq D$

Аксиома $C \equiv D$ истинна в интерпретации I , если $C^I = D^I$

При этом I называют моделью этой аксиомы и пишут: $I \models C \equiv D$

Интерпретация I называется моделью терминологии T ($I \models T$), если I является моделью всех аксиом из T

Терминология T называется выполнимой, если она имеет модель

Концепт выполним, если существует такая интерпретация, в которой он непустой

ИПС НАНУ

Лекция 6. Дескриптивная логика

Факты, индивиды и ABox

Терминологии позволяют записывать общие знания о концептах и ролях. Однако помимо этого обычно требуется также записать знания о конкретных индивидах: к какому классу (концепту) они принадлежат, какими отношениями (ролями) они связаны друг с другом. Это делается в той части базы знаний, которая называется системой фактов об индивидах или **ABox**. С этой целью, помимо

- 3 множества **CN** атомарных концептов и
- 3 множества **RN** атомарных ролей, т.е. имен для классов и отношений,
- 3 вводится также конечное множество **IN** имен индивидов.

Факты об индивидах бывают двух видов:

4 утверждение о принадлежности индивида **a** концепту **C** записывается как **a: C (C(a))**

4 утверждение о связи двух индивидов **a** и **b** ролью **R** записывается как

aRb, (R(a, b), (a, b):R)

4 Соглашение об уникальности имен обычно НЕ предполагается

Лекция 6. Дескриптивная логика

Факты, индивиды и **ABox** - примеры

База фактов (ABox):

Мария: Женщина \sqcap \neg Врач;

Мария имеетРебенка Петр;

Мария: \exists имеетРебенка.Женщина;

Петр: Врач \sqcap \forall имеетРебенка \perp

Запросы: Пусть задана БЗ (TBox+ABox)

Человек \equiv Мужчина \sqcup Женщина

Мария: Родитель

Человек \sqsubseteq \forall имеетРебенка.Человек

Мария имеетРебенка Анна

Родитель \equiv Человек \sqcap имеетРебенка. \top Анна: \neg Мужчина

Следует ли отсюда, что Мария: \exists имеетРебенка.Женщина?

Получить всех таких индивидов, что \exists имеетРебенка.Женщина

Лекция 6. Дескриптивная логика

Ключевые алгоритмические проблемы ДЛ

- 4 **Выполнимость концепта**: является ли заданный концепт выполнимым относительно заданного **ТBox**?
- 4 **Вложенность концептов**: верно ли, что один заданный концепт вложен в другой относительно заданного **ТBox**?
- 4 **Эквивалентность концептов** – результат предыдущего
- 4 **Совместимость ТBox**: имеет ли заданный **ТBox** хотя бы одну модель?
- 4 **Совместимость базы знаний**: имеет ли заданная пара (**ТBox**, **АBox**) хотя бы одну модель?

Лекция 6. Дескриптивная логика

Дополнительные алгоритмические проблемы ДЛ

Важное практическое значение имеют нестандартные алгоритмические проблемы, в частности:

4**Классификация терминологии**: для данной терминологии (то есть ТВох) построить концептов.

4**Проверка принадлежности индивида концепту** – является ли индивид экземпляром концепта

4**Выборка экземпляров концепта**: найти все экземпляры заданного концепта относительно заданной базы знаний.

4**Наиболее узкий концепт для индивида (классификация индивидов)**: найти все минимальные (по вложению) концепты, содержащие данный индивид.

4**Ответ на запрос к базе знаний**: выдать все наборы индивидов, которые удовлетворяют заданному запросу относительно заданной базы знаний.

Лекция 6. Дескриптивная логика

Фундаментальными логические проблемы той или иной ДЛ

4 Выполнимость

4 **Разрешимость**: обычно рассматривают разрешимость проблем выполнимости концепта (относительно $TBox$), совместимости базы знаний, ответа з апросы.

4 **Вычислимость (вычислительная сложность)**: .