

Основы логического вывода

ОСНОВЫ ЛОГИЧЕСКОГО ВЫВОДА

Понятие логического вывода

Логический вывод – процесс получения новых утверждений (заключений) из имеющихся утверждений (посылок) на основе правил логики.

Компоненты логического вывода:

- **Посылки (предпосылки)** – исходные утверждения
- **Правила вывода** – логические правила
- **Заключение** – выводимое утверждение

ОСНОВЫ ЛОГИЧЕСКОГО ВЫВОДА

Типы логического вывода

Прямой вывод (дедукция)

Вывод от общего к частному, от посылок к заключению.

Пример:

- Посылка 1: Все люди смертны
- Посылка 2: Сократ – человек
- Заключение: Сократ смертен

Обратный вывод (абдукция)

Вывод наиболее вероятного объяснения наблюдаемых фактов.

Пример:

- Наблюдение: У пациента высокая температура
- Объяснение: Пациент болен инфекционным заболеванием

Пропозициональная логика

Основные понятия

Пропозиция (высказывание) – утверждение, которое может быть истинным или ложным.

Примеры пропозиций:

- "У пациента температура выше 38°C"
- "Пациент принимает антибиотики"
- "Симптомы указывают на пневмонию"

Пропозициональная логика

Логические связи

Конъюнкция (И, AND, \wedge)

$A \wedge B$ – истинно, когда оба высказывания истинны

A	B	$A \wedge B$
И	И	И
И	Л	Л
Л	И	Л
Л	Л	Л

Пример: "У пациента кашель И температура"

Пропозициональная логика

Логические связи

Дизъюнкция (ИЛИ, OR, \vee)

$A \vee B$ – истинно, когда хотя бы одно высказывание истинно

A	B	$A \vee B$
И	И	И
И	Л	И
Л	И	И
Л	Л	Л

Пример: "Пациент принимает антибиотики ИЛИ противовирусные препараты"

Пропозициональная логика

Логические связи

Отрицание (НЕ, NOT, \neg)

$\neg A$ — истинно, когда A ложно

A	$\neg A$
И	Л
Л	И

Пример: "НЕ (у пациента аллергия на пенициллин)"

Пропозициональная логика

Логические связи

Импликация (ЕСЛИ...ТО, \rightarrow)

$A \rightarrow B$ – истинно, когда из истинности A следует истинность B

А	В	$A \rightarrow B$
И	И	И
И	Л	Л
Л	И	И
Л	Л	И

Пример: "ЕСЛИ у пациента пневмония, ТО у него кашель"

Пропозициональная логика

Логические связи

Эквивалентность (ТОГДА И ТОЛЬКО ТОГДА, \leftrightarrow)

$A \leftrightarrow B$ – истинно, когда A и B имеют одинаковое значение истинности

A	B	$A \leftrightarrow B$
И	И	И
И	Л	Л
Л	И	Л
Л	Л	И

Пропозициональная логика

Правила логического вывода

Правило модус поненс (утверждающий модус)

Форма:

Если А, то В

А

Следовательно, В

Пример:

Если у пациента пневмония, то у него кашель

У пациента пневмония

Следовательно, у пациента кашель

Пропозициональная логика

Правила логического вывода

Правило модус толленс (отрицающий модус)

Форма:

Если А, то В

Не В

Следовательно, не А

Пример:

Если у пациента пневмония, то у него кашель

У пациента нет кашля

Следовательно, у пациента нет пневмонии

Пропозициональная логика

Правила логического вывода

Цепное правило (силлогизм)

Форма:

Если A, то B

Если B, то C

Следовательно, если A, то C

Пример:

Если у пациента инфекция, то повышается температура

Если повышается температура, то назначают жаропонижающие

Следовательно, если у пациента инфекция, то назначают жаропонижающие

Пропозициональная логика

Законы логического вывода

Закон тождества

$A \rightarrow A$ – любое высказывание следует из самого себя

Закон непротиворечия

$\neg(A \wedge \neg A)$ – высказывание не может быть одновременно истинным и ложным

Закон исключенного третьего

$A \vee \neg A$ – высказывание либо истинно, либо ложно

Закон контрапозиции

$(A \rightarrow B) \leftrightarrow (\neg B \rightarrow \neg A)$ – импликация эквивалентна контрапозиции

Пример:

"Если пневмония, то кашель" эквивалентно

"Если нет кашля, то нет пневмонии"

Пропозициональная логика

Ограничения пропозициональной логики

1. Недостаточная выразительность
 - Нельзя выразить количественные отношения
 - Нельзя работать с переменными
2. Отсутствие структуры
 - Нельзя выразить отношения между объектами
 - Нельзя работать с предикатами

Пример проблемы:

- В пропозициональной логике: "Пациент1 болен" и "Пациент2 болен" – разные пропозиции
- Нужна логика предикатов: "Болен(Пациент1)" и "Болен(Пациент2)"

Логика предикатов первого порядка

Основные понятия

Предикат – функция, которая принимает аргументы и возвращает истинность или ложность.

Примеры предикатов:

- $\text{Болен}(x)$ – "x болен"
- $\text{Выше}(x, y)$ – "x выше y"
- $\text{Принимает}(x, y)$ – "x принимает лекарство y"

Логика предикатов первого порядка

Кванторы

Квантор всеобщности (\forall)

$\forall x P(x)$ – "для всех x выполняется $P(x)$ "

Пример: $\forall x (\text{Человек}(x) \rightarrow \text{Смертен}(x))$ "Все люди смертны"

Квантор существования (\exists)

$\exists x P(x)$ – "существует x , для которого выполняется $P(x)$ "

Пример: $\exists x (\text{Пациент}(x) \wedge \text{Болен}(x))$ "Существует пациент, который болен"

Логика предикатов первого порядка

Примеры использования в медицине

Пример 1: Правило диагностики

$\forall x (\text{Пациент}(x) \wedge \text{Температура}(x, \text{высокая}) \wedge \text{Кашель}(x) \rightarrow$
 $\text{Возможна_пневмония}(x))$

Пример 2: Правило лечения

$\forall x \forall y (\text{Пациент}(x) \wedge \text{Диагноз}(x, \text{пневмония}) \wedge$
 $\text{Аллергия}(x, \text{пенициллин}) \rightarrow$
 $\text{Назначить}(x, \text{альтернативное_лекарство}(y)))$

Логика предикатов первого порядка

Преимущества логики предикатов

1. Выразительность – можно описать сложные отношения
2. Структурированность – работа с объектами и их свойствами
3. Универсальность – применима к различным доменам

Применение логических методов в СППР

Экспертные системы

Экспертные системы – системы, использующие знания экспертов в виде правил.

Структура:

- База знаний – набор правил
- База фактов – текущие данные
- Механизм вывода – логический вывод

Пример правила:

ЕСЛИ температура $> 38^{\circ}\text{C}$

И кашель = да

И рентген показывает затемнение

ТО диагноз = пневмония (уверенность = 0,8)

Применение логических методов в СППР

Системы правил

Система правил – набор правил вида "ЕСЛИ условие ТО действие"

Преимущества:

- Понятность и интерпретируемость
- Легкость модификации
- Возможность объяснения решений

Недостатки:

- Сложность работы с неопределенностью
- Проблема конфликтов правил
- Сложность масштабирования