

Логическое моделирование динамики знаний

Надежда Козаченко

Криворожский национальный университет

22 марта 2013 г.

Знание и убеждение

Знание

Эпистемическая
логика

Belief revision

Убеждение

Доксастическая
логика

Задачи BR

- построение формальных моделей систем знаний и убеждений
- прояснение механизмов их изменения
- реконструирование познавательных действий
- исследование формальных свойств познавательных действий

Основные понятия

Эпистемическое состояние

совокупность всех убеждений субъекта

Множество убеждений

- совокупность высказываний, в которых субъект уверен
- непротиворечиво
- замкнуто относительно логического следования

Простейшая модель состояния убеждений

Пропозициональная бинарная модель

- каждое убеждение может быть представлено высказыванием
- каждое высказывание представляет потенциальное убеждение

Критерии рациональности

приоритетность
новой
информации

непротиворечивость

МИНИМАЛЬНОСТЬ
ИЗМЕНЕНИЙ

Эпистемические действия

Расширение +

Статус высказывания меняется из неопределенного на определенный

Неопределено — принято

Неопределено — отвергнуто

Эпистемические действия

Сокращение ÷

Статус высказывания меняется из определенного на неопределенный

Принято — неопределено

Отвергнуто — неопределено

Эпистемические действия

Ревизия *

Статус высказывания меняется из определенного на определенный

Принято — отвергнуто

Отвергнуто — принято

Основные вопросы BR

- Какое познавательное действие первично?
- Какое познавательное действие может существовать в чистом виде?
- Какое познавательное действие обеспечивает возможность изменения состояния убеждений?
- Как взаимосвязаны познавательные действия?
- Как обеспечить восстановление эпистемического состояния после выполнения познавательного действия?
- Как реализовать сам процесс выполнения познавательного действия? и др.

Проблема моделирования динамики убеждений

Динамичность

- как может быть представлено состояние убеждений в момент выполнения действия?
- какие процессы происходят в состоянии убеждений в момент осуществления познавательного действия?
- какой синтаксис даст возможность выразить динамику познавательных действия, не будучи при этом слишком громоздким?

AGM

Алчуррон, Карлос
Герденфорс, Питер
Макинсон, Дэвид

Постулаты расширения AGM

Замыкание $K + A = Cn(K + A)$ **E 1**

Успешность $A \in K + A$ **E 2**

Включение $K \subseteq K + A$ **E 3**

Пустота Если $A \in K$, то $K + A = K$ **E 4**

Монотонность Если $K \subseteq H$, то $K + A \subseteq H + A$ **E 5**

Постулаты сокращения AGM

Замыкание	$K \div A = Cn(K \div A)$	C 1
Успешность	Если $\not\vdash A$, то $K \div A \not\vdash A$	C 2
Включение	$K \div A \subseteq K$	C 3
Пустота	Если $A \notin K$, то $K \div A = K$	C 4
Экстенциональность	Если $A \Leftrightarrow B$, то $K \div A = K \div B$	C 5
Восстановление	$K \subseteq (K \div A) + A$	C 6

Особенности AGM

Преимущества

- Высокий уровень абстрактности и формализации
- Концептуальная разработанность проблемы в целом
- Мощный аксиоматический базис
- Обоснованность и разработанность основных познавательных операторов
- Простота языка
- Интенсивность развития

Недостатки

- Статичность
- Слабая выразительность языка
- Однозначность результата

Динамическая докстическая логика DDL

Динамическая докстическая логика DDL

Сегерберг, Кристер

Операторы DDL

Термообразующие операторы

$+\phi$ — расширение посредством ϕ

$\div\phi$ — сокращение посредством ϕ

$*\phi$ — ревизия посредством ϕ

Операторы DDL

Динамические операторы $[]$ и $\langle \rangle$

$[+\phi]\psi$ — в результате выполнения $+\phi$
обязательно будет получено ψ

$\langle +\phi \rangle \psi$ — в результате выполнения $+\phi$
возможно будет получено ψ

Динамизация эпистемических логик DEL

Й. ван Бэнтем, Х. Дитмарх, Б. Коои, Й. ван дер Хойек

Алгоритм DEL

- 1 Выбор базовой доксистической логики
- 2 Анализ информационных событий — триггеров
- 3 Описание события как динамического расширения базовой логики
- 4 Описание информационного состояния после влияния действия на доксистический базис
- 5 Введение аксиом редукции — сведение динамического расширения к пропозициональным выражениям

Особенности DDL

Преимущества

- Высокий уровень выразительности
- Детальная разработанность конкретных проблем
- Мультисубъектность
- Разделение знания и убеждения
- Разработанность разнообразных познавательных действий

Особенности DDL

Недостатки

- Сложность языка
- Редуктивная динамизированность

Динамическая модальная логика DML

Объединение сильных сторон AGM и DDL

- Применение методологии DEL
- Соответствие вводимых операторов постулатам AGM

Представление убеждений в DML

- A — убеждение (множество убеждений)
- некто убежден в A
- A присутствует во множестве убеждений субъекта
- $A \in K$
- A

Динамические формулы DML

⊗**A** **Доксастические формулы,**
выражающие выполнение некоторого действия

Расширение: $+A$ — происходит добавление A к фиксированному множеству убеждений

Сокращение: $\div A$ — происходит удаление A из множества убеждений

Ревизия: $*A$ — происходит ревизия фиксированного множества убеждений за счет A

Докастические обязательства в DML

Докастические обязательства субъекта

поддержание непротиворечивости множества убеждений и принятие всех следствий своих убеждений и выполненных докастических действий

- $+A \rightarrow A$
- $+(A \& B) \rightarrow A$
- $+\sim A \rightarrow \div \sim A$

Общие правила для всех динамических логик DML

PC Любая аксиома пропозиционального исчисления
есть аксиомой DML

MP Если $\vdash A$ и $\vdash A \rightarrow B$ то $\vdash B$

US Пусть выводима ППФ A и p_1, \dots, p_n — переменные,
входящие в A , тогда выводима формула A' ,
полученная в результате одновременной
правильной подстановки ППФ B_1, \dots, B_n вместо
каждого вхождения p_1, \dots, p_n .

Динамическая логика расширения DML-E

PC Аксиомы PC

MP Правило Modus Ponens

US Правило допустимой подстановки

N Если $\vdash A$ и A — булева формула, то $\vdash +A$

K $\vdash (A \rightarrow B) \rightarrow (\vdash A \rightarrow \vdash B)$

T $\vdash A \rightarrow A$

Динамическая логика сокращения DML-C

PC Аксиомы PC

MP Правило Modus Ponens

US Правило допустимой подстановки

C Если $\vdash A \rightarrow B$ и $A \rightarrow B$ — булева, то $\vdash \div B \rightarrow \div A$

U $\sim A \rightarrow \div A$

DM1 $\div(A \& B) \rightarrow (\div A \vee \div B)$

Логика расширения с оператором сокращения DML-EC

Общие правила:

PC, MP, US

Правила введения докастического оператора расширения:

N Если $\vdash A$ и A — булева формула, то $\vdash +A$

Аксиомы:

K $+(A \rightarrow B) \rightarrow (+A \rightarrow +B)$

T $+A \rightarrow A$

EC $\sim +A \rightarrow \div A$

Критерий минимальности изменений

Постулат восстановления AGM: $K \subseteq (K \div A) + A$

$$\text{DML6 } (\div A \rightarrow \div B) \rightarrow (+B \rightarrow +A)$$

Сравнение AGM и DML

AGM

- Бинарные операции над теориями
- Рассмотрение свойств результата операции
- Конструктивное построение операций
- Постулатное определение свойств операций
- Приоритетность сокращения и ревизии

DML

- Унарные модальные операторы
- Рассмотрение свойств операции
- Формальное определение операций
- Выводимость свойств операций на основе свойств операторов
- Приоритетность расширения

Сравнение DDL и DML

DDL

- DDL язык
- Термообразующие операторы
- Пропозиционально зависимые операции
- Аксиомы редукции
- Мультитриггерность
- Разработка разнообразных познавательных действий

DML

- РС язык
- Формулообразующие операторы
- Независимые операторы
- Докастические обязательства
- Универсальность
- Сосредоточение на простейших познавательных операциях

Перспективы развития DML

- итерируемость докстических операторов
- реализация комплексных познавательных операций (апдейт, консолидация и т.д.)
- выполнение множественных операций
- реализация и обработка внутренних входов
- работа с базами убеждений
- обработка действий нерационального субъекта