

Всероссийская научная конференция
«Творчество в современном мире: человек, общество, технологии»
Москва, ИП РАН, 26-27 сентября 2020

Моделирование индивидуальных различий в исследованиях категориального научения

Роман Тихонов, Алексей Котов

roman.tikhonov@me.com



Санкт-Петербургский
государственный
университет



ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ в рамках научного проекта № 19-313-51010

ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ РАЗЛИЧИЯ В КАТЕГОРИАЛЬНОМ НАУЧЕНИИ

Когнитивные функции

- Объем рабочей памяти (Lewandowsky, 2011; Lloyd et al, 2019)
- Внимание (распределенность, устойчивость)

Стратегии и стили обучения

- Запоминание примеров *vs.* поиск закономерности (McDaniel et al., 2014; Little, McDaniel, 2015)
- Формат репрезентаций (Roebuck, Lupyan, 2018)

УРОВНИ ОПИСАНИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ (MARR, 1982)



Концептуальный
Computational theory

- Общая логика и стратегия вычислений



Алгоритмический
Representation & algorithms

- Форматы репрезентаций и конкретные алгоритмы



Физический
Hardware implementation

- Физическая реализация заложенных алгоритмов

УРОВНИ ОПИСАНИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ (MARR, 1982)



Концептуальный
Computational theory

- Общая логика и стратегия вычислений



Алгоритмический
Representation & algorithms

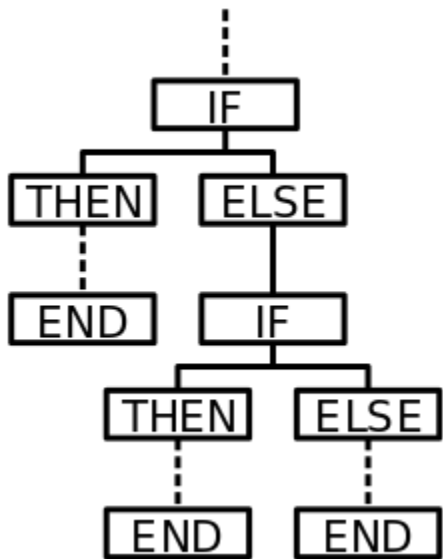
- Форматы репрезентаций и конкретные алгоритмы



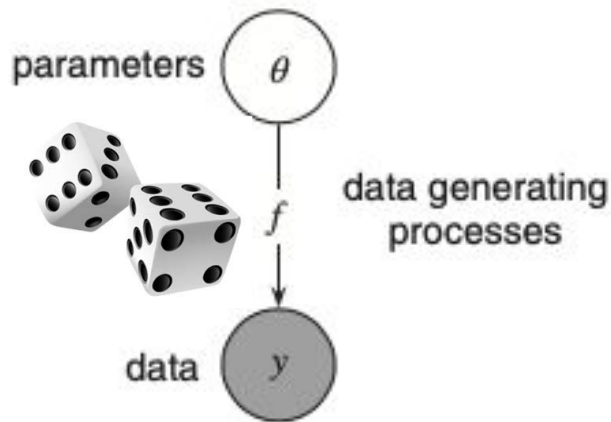
Физический
Hardware implementation

- Физическая реализация заложенных алгоритмов

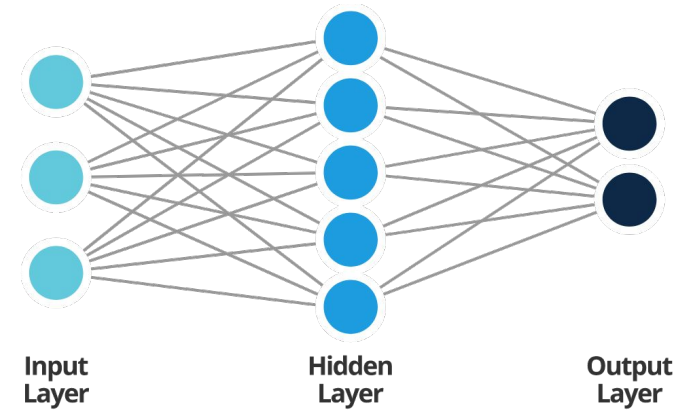
ТИПЫ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ



Детерминистские



Вероятностные



Нейросетевые
(напр., ALCOVE)

ПОДХОДЫ К МОДЕЛИРОВАНИЮ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ РАЗЛИЧИЙ

- Индивидуальные различия как **шум**
→ автоматический подбор оптимальных параметров
- Индивидуальные различия как **интерпретируемые параметры** в модели
→ подбор на основе независимых измерений или предыдущих работ

Способы определения значений параметров:

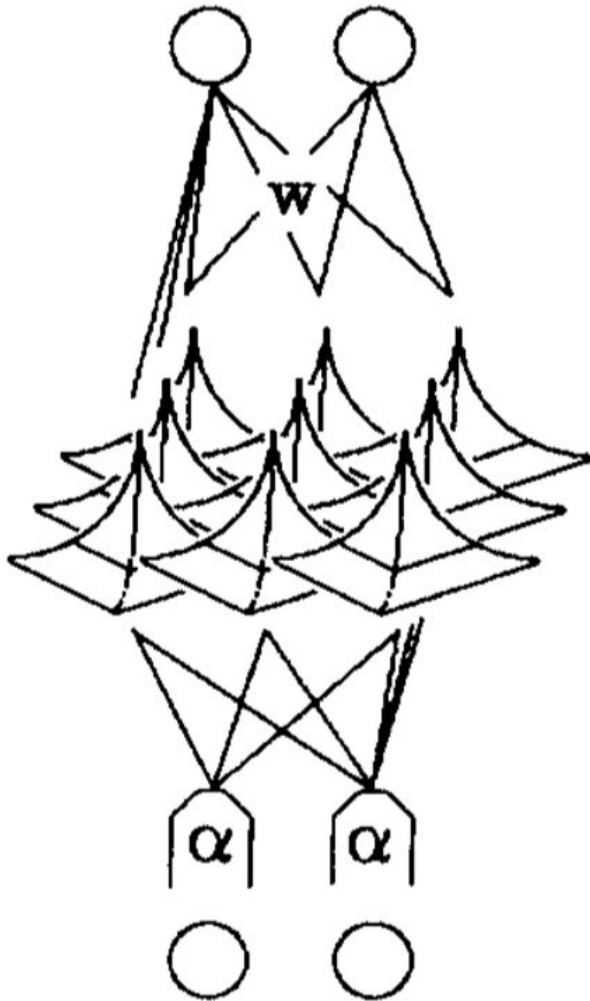


индивидуальный: подбор для отдельного участника



групповой: подбор параметров для подгрупп участников

ALCOVE (Kruschke, 1992)



Выходной слой
(нейроны = категории)

Ассоциативные связи
(результат научения)

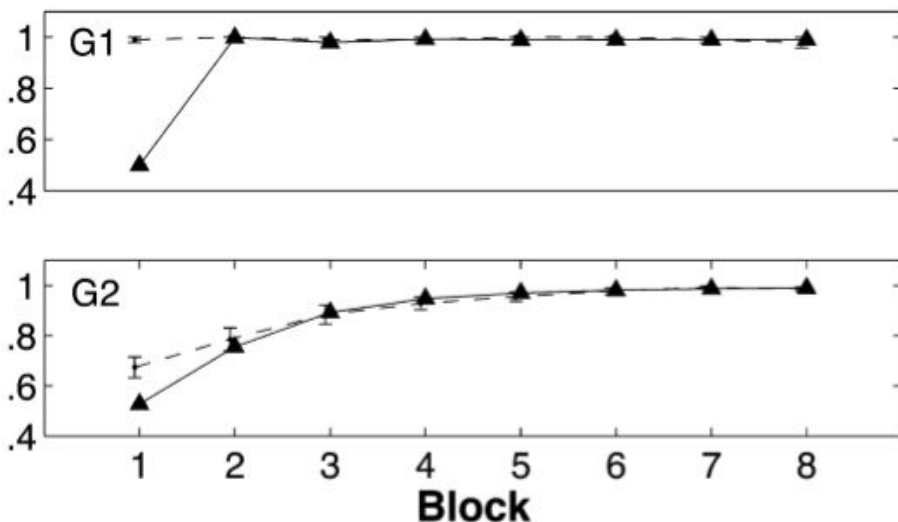
Скрытый слой
(экземпляры стимулов)

Распределение внимания
(результат научения)

Входной слой (нейроны =
перцептивные признаки)

ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ РАЗЛИЧИЯ В МОДЕЛИ ALCOVE

а) Выделение двух подгрупп участников и подбор оптимальных параметров модели для каждой из них (Lee, Webb, 2005)



б) Вычисление латентной переменной для каждого участника на основе четырех методик для измерения **объема рабочей памяти** и **успешности** в задачах на категоризацию шести разных типов (Lewandowsky, 2011)

COVIS (Ashby et al., 1998; 2003; 2011)

Вербальная (эксплицитная):

Проверяет гипотезы, перебирая все возможные правила категоризации

- Хранит правила, обладающие разной вероятностью быть выбранными
- Оценивает эффективность правила на основе обратной связи
- Переключается на другое правило, если эффективность предыдущего была низкой

Процедурная (имплицитная):

Ассоциативное обучение: взаимосвязь моторного ответа с перцептивными паттернами

- Реализована с помощью трехслойной нейросети прямого распространения
- Чем больше дофамина, тем выше обучаемость (ассоциация между перцептивным входом и моторным ответом)

ВОЗРАСТНАЯ СПЕЦИФИКА В COVIS

Вербальная (эксплицитная) система:

Будет менее эффективна у детей, т. к. у них меньше объем рабочей памяти и хуже развиты исполнительные функции.

- ↓ Склонность выбирать необычные правила (λ)
- ↑ Склонность придерживаться выбранного правила (γ)
- ↑ Перцептивный шум (σ^2_E)

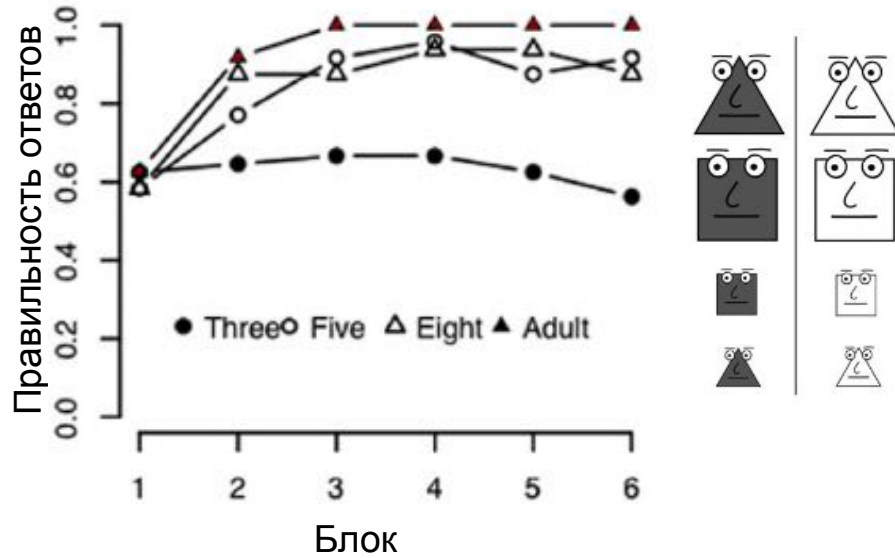
Процедурная (имплицитная) система:

Будет более эффективна у детей, чем у взрослых, т. к. с возрастом снижается общий уровень дофамина, что негативно сказывается на обучении с помощью имплицитной системы

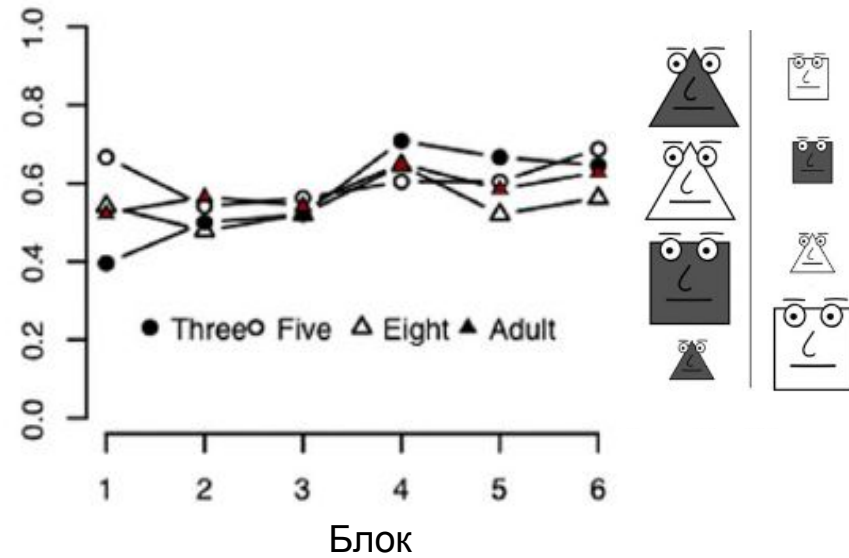
- ↑ Уровень дофамина (D_{base} , D_{max} , D_{slope})

Экспериментальные данные (*Minda, Desroches, & Church; 2008*)

Одномерное правило

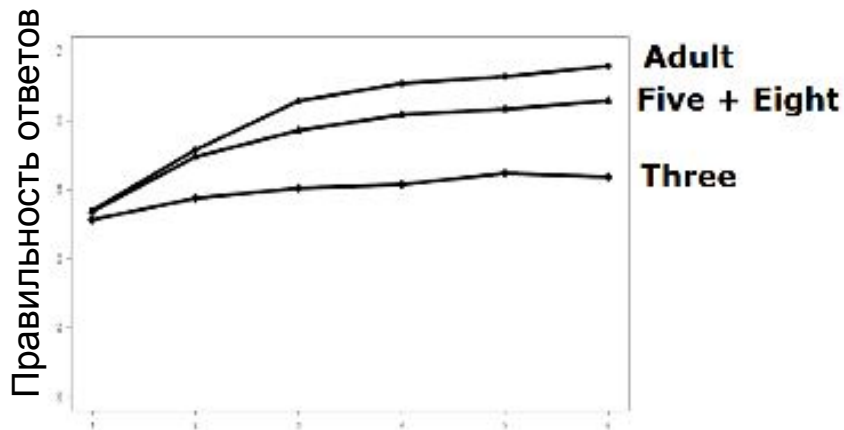


Фамильное сходство

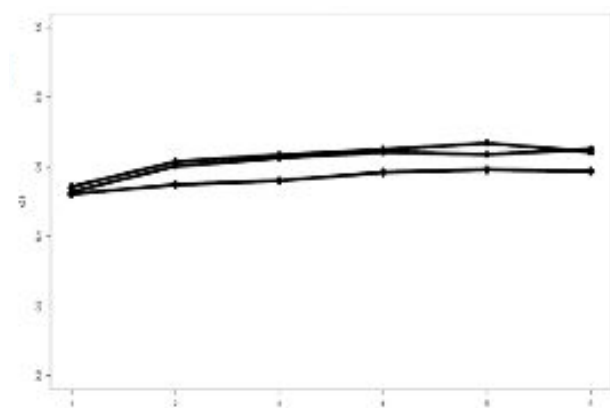


Смоделированные в COVIS данные (*Rietbergen, 2013*)

Одномерное правило



Фамильное сходство



БАЙЕСОВСКИЕ МОДЕЛИ КАТЕГОРИЗАЦИИ

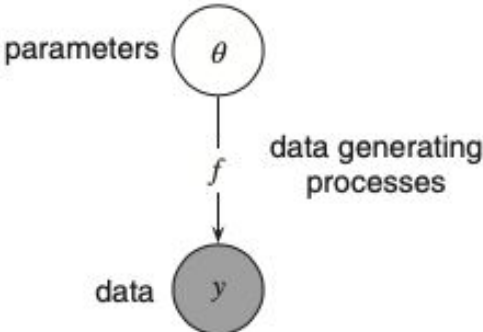
Как человеку удастся категоризовать объекты в условиях неопределенности и неполноты информации?

“Рациональный анализ” (J.R. Anderson, 1990):

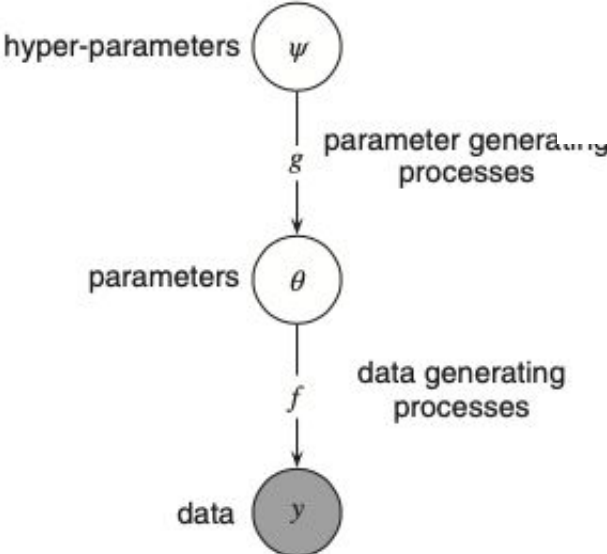
- Психика оптимальным образом адаптируется к среде
- Нет ограничений на вычислительные операции
- В основе лежат правила байесовского вывода

ВИДЫ БАЙЕСОВСКИХ МОДЕЛЕЙ

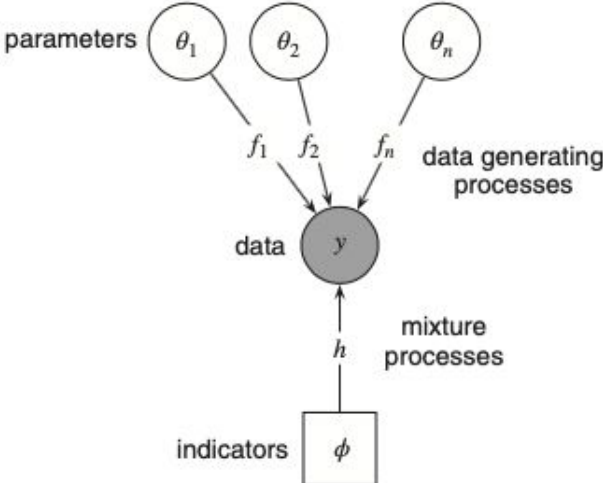
Standard



Hierarchical



Latent Mixture



(Lee, 2018)

ПОДХОДЫ К МОДЕЛИРОВАНИЮ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ РАЗЛИЧИЙ

- Индивидуальные различия как **шум**
→ автоматический подбор оптимальных параметров
- Индивидуальные различия как **интерпретируемые параметры** в модели
→ подбор на основе независимых измерений или предыдущих работ

Способы определения значений параметров:



индивидуальный: подбор для отдельного участника



групповой: подбор параметров для подгрупп участников

Всероссийская научная конференция
«Творчество в современном мире: человек, общество, технологии»
Москва, ИП РАН, 26-27 сентября 2020

Моделирование индивидуальных различий в исследованиях категориального научения

Роман Тихонов, Алексей Котов

roman.tikhonov@me.com



Санкт-Петербургский
государственный
университет



ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ в рамках научного проекта № 19-313-51010