

# Знаковые схемы Роя

Александр Панов

ИСА РАН

10 июня 2015 г.

- Деб Рой, 43 года — специалист по социальным коммуникациям, развитию и нейрофизиологическим основаниям речи.
- Профессор Массачутского технологического института, директор лаборатории социальных процессов, научный консультант в Twitter.
- Scopus: 75 статей, 1737 цитирований, h-индекс — 16.
- Основные публикации:



D. Lazer et al. "Social science: Computational social science". In: *Science* 323.5915 (2009). cited By 564, pp. 721–723.



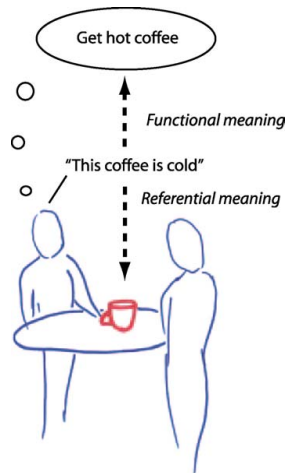
D. Roy. "Semiotic schemas: A framework for grounding language in action and perception". In: *Artificial Intelligence* 167.1-2 (2005). cited By 97, pp. 170–205.



D.K. Roy and A.P. Pentland. "Learning words from sights and sounds: A computational model". In: *Cognitive Science* 26.1 (2002). cited By 220, pp. 113–146.

# Цель работы

- Разработка вычислительной модели связи восприятия, моторных действий и системы языка (речевых актов).
- Создание целостного (holistic) подхода к определению лингвистического значения.
- Решение проблемы оснований символа (*symbol grounding problem*).
- Реализация модели на роботе, способном к выполнению простых действий и простой коммуникации с человеком.



Референтное vs  
функциональное значение

# Базовые принципы

- Использование **теории схем** (М. А. Арбиб, Г. Дрешер, М. Минский, У. Найссер, Дж. Пиаже, Р. Шэнк) для представления знаний.
- Идеи **семиотики** (Ф. Дретск, Р. Г. Милликан, К. К. Одген, К. С. Пирс) для определения значения схем.
- **Каузально-предиктивный цикл** «действие — восприятие» для «заземления» представлений агента.
- Статистические **методы машинного обучения** для реальных систем «заземлённого языка».
- Использование **обратной связи** для генерации устойчивого целенаправленного поведения.

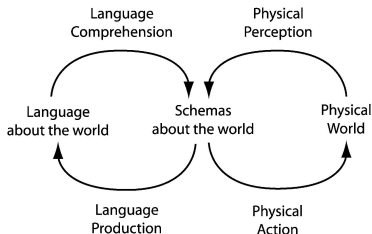
# Недостатки символьного подхода



Stevan Harnad. "Symbol Grounding Problem". In: *Physica* 42 (1990), pp. 335–346.

- Многие графы (семантические сети, онтологии и т. п.), используемые для определения значения, имеют циклы.
- Знание, заложенное в робота разработчиком, не является *собственным* знанием робота, что не позволяет ему эффективно решать задачи.
- Системы обработки языка, которые опираются только на символьное представление, не имеют встроенных средств фальсификации и проверки.

# Вычислительная семиотика Роя



- Схемы — это информационные структуры, принадлежащие агенту, модифицируемые перцептивными сигналами и направляющие действия агента.
- Агент использует схемы для описания своих представлений (beliefs) об окружающем мире.
- Процесс обоснования знака (symbol grounding) используется как **каузальные**, так и **предсказывающие** отношения между референтом и представлением агента.

# Принципы вычислительной семиотики

- Описания объектов, свойств, событий и ситуаций строятся с использованием одних и тех же примитивов.
- Кроссмодальная трансформируемость представлений из восприятия в язык и обратно.
- Моторные и речевые действия должны принадлежать одному пространству действий.

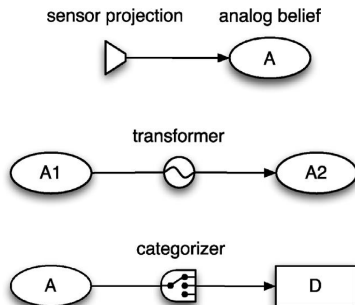
# Знаки о отношения на множестве знаков

- Знак понимается в смысле Пирса: имя, референт и представление.
- Знак является абстракцией и содержит только значимую информацию о референте.
- Знаки классифицируются в три типа:
  - физические (natural) — фотоны от летящей птицы (определяются физическими законами),
  - произвольные (intentional) — фраза «это птица!» (высказывания с какой-либо целью) и
  - индексные (indexical) — положение птицы относительно субъекта (пространственно-временные параметры действия).
- Аналоговые знаки — конкретный образ, составленный сигналами сенсоров (например, пара значений высоты и ширины объекта — это аналоговый знак).
- Аналоговое **представление** — это распределение по всем возможным значениям аналоговых знаков (вероятностная функция на парах высота—ширина). Используется как история наблюдений и предсказание будущего наблюдения.



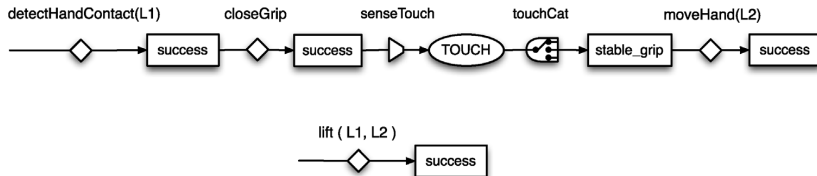
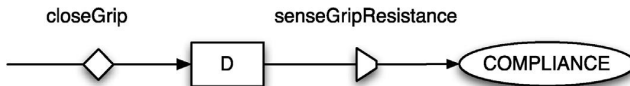
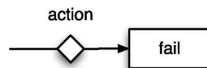
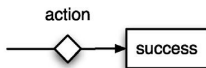
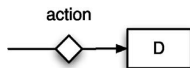
# Проекции

Схема — это структурированная сеть представлений, соединённых проекциями.

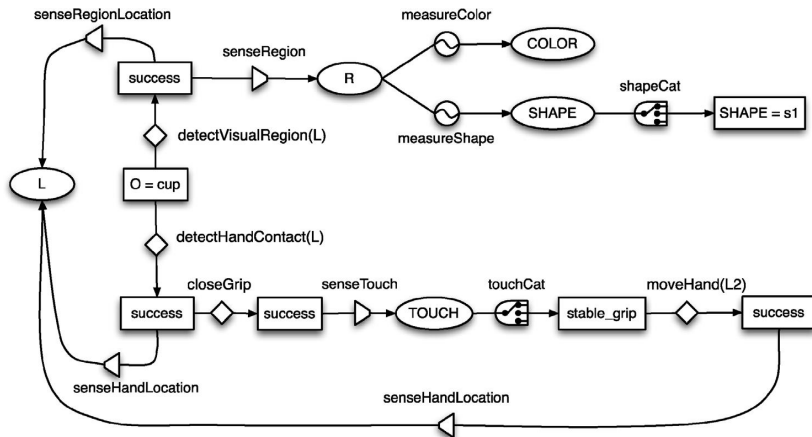


Категорное представление — дискретное распределение на конечном множестве выходов.

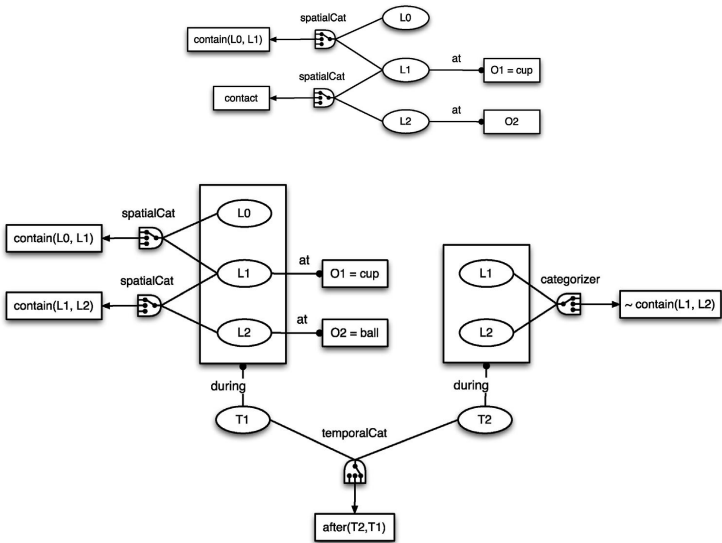
# Схема действия



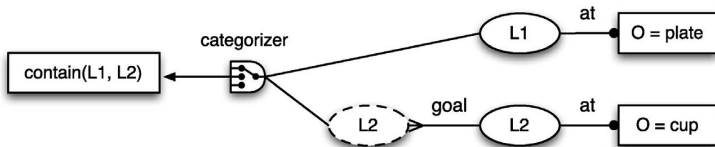
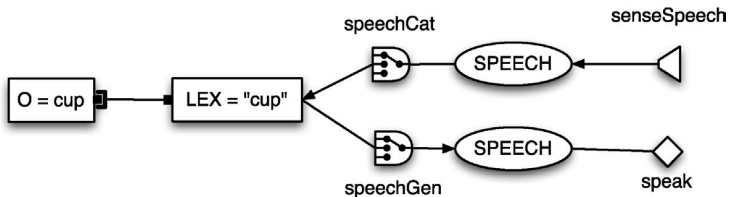
# Схема объекта



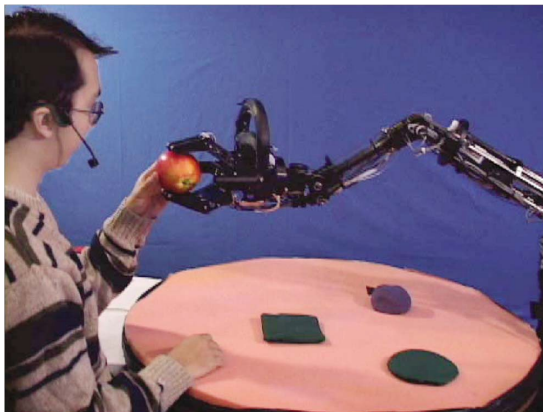
# Схема ситуации



## Цель и планирование



# Робот Рипли



Put the cup on the plate.  
Hand me the heavy one.

# Социальная сеть и произвольные знаки

