



Курс: Цифровые технологии в научных исследованиях

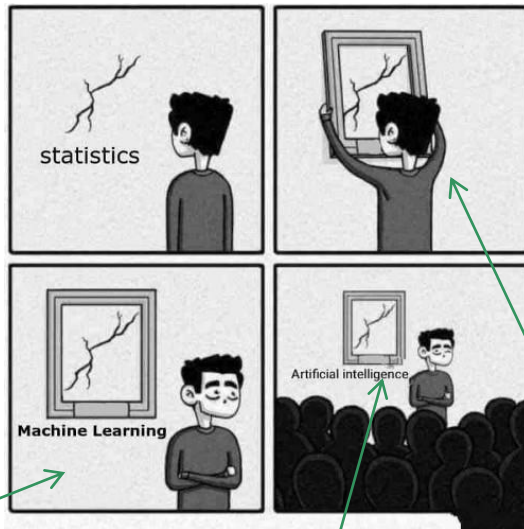
ЛЕКЦИЯ 5 : ЦИФРОВЫЕ МОДЕЛИ КАК ОБЪЕКТЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

12.10.2020



ЧТО ОБСУЖДАЛИ НА ПРОШЛОЙ ЛЕКЦИИ

- **Проблематика** : Трансформация сферы интеллектуальной собственности в современных условиях



Hiring
(свертка) logistic regression
(интерпретация)



Fundraising (сбор
данных)

Машинное обучение - это класс вычислительных алгоритмов. Во многих случаях эти алгоритмы совершенно **бесполезны** для **понимания данных**, но помогают в определенных типах задач **моделирования**.

- **Методология ИИ**: программирование компьютеров-классификаторов с помощью **примеров-изображений** для вычисления логистической регрессии (glorified statistics)



Человеческий ум есть нечто большее, чем **машина**
К. Гедель



«осадок» Гёделя

Формальное **решение** задачи сравнения объектов, которое может быть выражено через «цифровые» коды, всегда **неполно**, т.к. к.п.д. формализации $< 100\%$



Теорема Геделя (свободная формулировка) : Всякая формально аксиоматизируемая теория первого

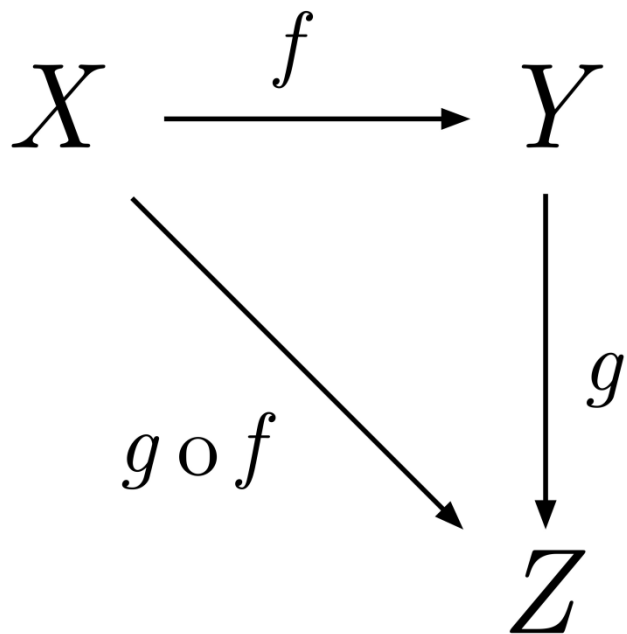
- Можно ли производить вычисления с составными математическими объектами: с «кольцами», конкретными группами, полями. ..

или с совокупностью элементов со строго очерченными свойствами, для которых важна структура группы, а не особенность элемента группы.

- В принципе можно рассматривать «сеть» отношений между группами – это уже новый математический объект – категория. Сети взаимосвязей (групп, полей, пространств и т. д.) –универсальны.
- Если Мир представить как некую алгебраическую систему, то связи между объектами можно свести к новой категории, назвав ее «реальность». Это будет множество объектов, которые преобразовываются с помощью «законов» физики.

- Если окружающий Мир – это мир процессов, а не мир объектов, поэтому для его адекватного описания нужен «язык описания процессов».

- В рамках теории множеств считается, что любой объект исследований должен принадлежать некоторому множеству. При выполнении операций с объектами несущее множество не меняется.
- В теории категорий **преобразования** объектов (объекты – аналоги множеств, преобразования – аналоги отображений) входят в аксиоматическое определение наравне с объектами. В итоге объекты оказываются предельным случаем (результатом) преобразований. Предметом исследования становятся совокупности способов преобразований объектов, т.е. процессы.



$$\begin{array}{ccc}
 \Phi(X) & \xrightarrow{\Phi(f)} & \Phi(Y) \\
 \eta_X \downarrow & & \downarrow \eta_Y \\
 \Psi(X) & \xrightarrow{\Psi(f)} & \Psi(Y)
 \end{array}$$

- Особенность категорий – возможность **оперировать сразу всей совокупностью одинаково структурированных множеств**, которые позволяет отождествить эту совокупность с пространством всех возможных состояний системы.
- В категорию наряду со структурированными объектами входят все допустимые этой структурой способы **изменения** объектов, т.е. преобразования состояний системы. Это позволяет заменить теоретико-множественное идеализированное представление Мира в виде "застывших" объектов на адекватное **представление Мира с помощью процессов**.

- Теоретико-категорный язык богаче языка теории множеств. Для одного и того же набора множеств – объектов категории – может существовать много различающихся наборов морфизмов, т.е. преобразований объектов этих множеств.
- Категории с одинаковыми объектами, но различающимися морфизмами – это уже различные категории.
- Неразличимые как множества объекты могут быть различимы по возможностям преобразования этих объектов.

- Согласно современным представлениям, время – это свойство открытых систем. Описание меняющихся систем, строго говоря, не доступно теоретико-множественной математике, поскольку для этих систем в различные моменты времени не выполняется аксиома экстенциональности, требующая, в частности, тождественности множества самому себе во все моменты времени.
- Формально проблемы времени решают введением структур, в которых помимо самих множеств-объектов фигурируют некое априорное абстрактное базовое множество, играющее роль "оси времени".
- Во временном описании все состояния системы альтернативны.

- Время – это специальное множество состояний, в котором истинность одних состояний из них исключает "одновременную" истинность других.
- В этом смысле пространство состояний динамического объекта как множество обладает "вневременными" свойствами: все состояния сосуществуют в нем (независимо от момента времени, в который они реализуются), находясь в абстрактной суперпозиции, а не альтернативе.
- Поиск реально осуществляющихся состояний систем среди всех потенциально возможных состояний в методологии экстремальных принципов требует умения, во-первых упорядочить состояния между собой на шкале "больше-меньше", "сильнее-слабее" и т.п. и, во-вторых, – выбрать экстремальное из этих состояний в полученном упорядочении

- На языке математических структур умение упорядочить структурированные множества, описывающие систему, и выбрать наиболее "сильную" (или наиболее "слабую") структуру в качестве той, что реализуется в действительности— есть умение ввести на множестве не только тривиальную количественную меру , которая есть производная от понятия «количество элементов».
- Необходимо обобщение понятия «количество» для структурированных множеств. Такое обобщение дает метод функторного сравнения структур в теоретико-категорном описании систем.

- Законы функционирования (они же – законы динамической изменчивости, уравнения обобщенного движения) сформулированы далеко не для всех объектов научных исследований.
- Методология поиска таких законов составляет важную проблему теоретического знания, не решенную до настоящего времени. Пока в методах научного описания мира существует крайне ограниченный набор формальных способов вводить основные законы изменчивости исследуемых систем.
- В настоящее время законы физики даются в форме «уравнений движения» или в форме некоего экстремального принципа.

- Умение сравнивать структурироавнные множества на языке теории категорий позволяет: сформулировать на этом языке экстремальный принцип, рассчитывать (а не угадывать) соответствующие функционалы и применять обобщение вариационного формализма Джейнса для самого широкого круга задач моделирования

- многообразии аксиоматических систем (число их типов) ограничено: структуры порядка, топологические и алгебраические структуры
- если задана математическая структура, то всегда возможно задать сохраняющие ее морфизмы.
- Необходимость обратного утверждения для приложений не обязательна: если заданы морфизмы, то может и не существовать математической структуры с известной аксиоматикой, которую они "сохраняют".

- Все началось с группы гомологий.
- теория категорий и функторов является универсальной формой математического описания свойств реального Мира, которое формулируется в терминах математических (алгебраических) структур.

- Познание основано на «опыте распознавания структур»,

- принцип суперпозиции (запутанные состояния),
- локальность,
- причинность

- нетривиальные результаты квантовой теории (например, теорема о невозможности клонирования квантового состояния, квантовая телепортация и т. п.) становятся очень естественными в категорной формулировке

- категории являются гибким «шаблоном», с уже готовыми конструкциями и теоремами, по которому можно строить самые разные физические теории