



Санкт-Петербургский
Государственный
Политехнический
Университет

Институт прикладной
математики и механики

КАФЕДРА ТЕЛЕМАТИКА

Семинар по специальности на английском языке (Workshop in English)

тема **Whether there are computer technologies that calculate new algorithms**

занятие 2

9 февраля
2022 г.

Что обсуждали на прошлой лекции

В окружающем человека мире есть вещи/объекты/предметы, которым можно сопоставить **мыслимые понятия**.

Предметы, о которых люди ничего не **мыслят** или не знают находятся **за границей возможностей их** целенаправленного использования.

При этом вещи по другую сторону **границы мыслимого** по определению являются **немыслимыми**.

Упорядочить представления о мыслимой и немыслимой частях реальности можно путем введения понятия информация, считая ее атрибутом **лишь той части реальности**, которая для людей является **мыслимой**.

Мыслимое - «символьный код физического процесс»



Интеллектуальный
субъект,
«понимающий» код

Инструмент
«расшифровки»
кода



Код физического
процесса

физический
«процесс»

Атрибутивный характер **понятия «музыка»** очевиден. Ни каждый набор частот колебаний струн можно связать с **понятием музыка**, а только если свойства набора колебаний струн инструмента, отвечают пропорции, порождаемой гармоническим рядом. Каждому музыкальному произведению сопоставляется некий дискриптор – название и автор

Проблема субъективности вероятностных мер - парадокс д Финетти или relationship between independence and exchangeability

4

С точки зрения статистического описания системы ее состояния могут образовывать статистически независимые во времени, но не заменяемые последовательности. У таких последовательной одинаковые распределения, но разные информационные сущности:

Definition: An infinite sequence

$$X_1, X_2, X_3, \dots$$

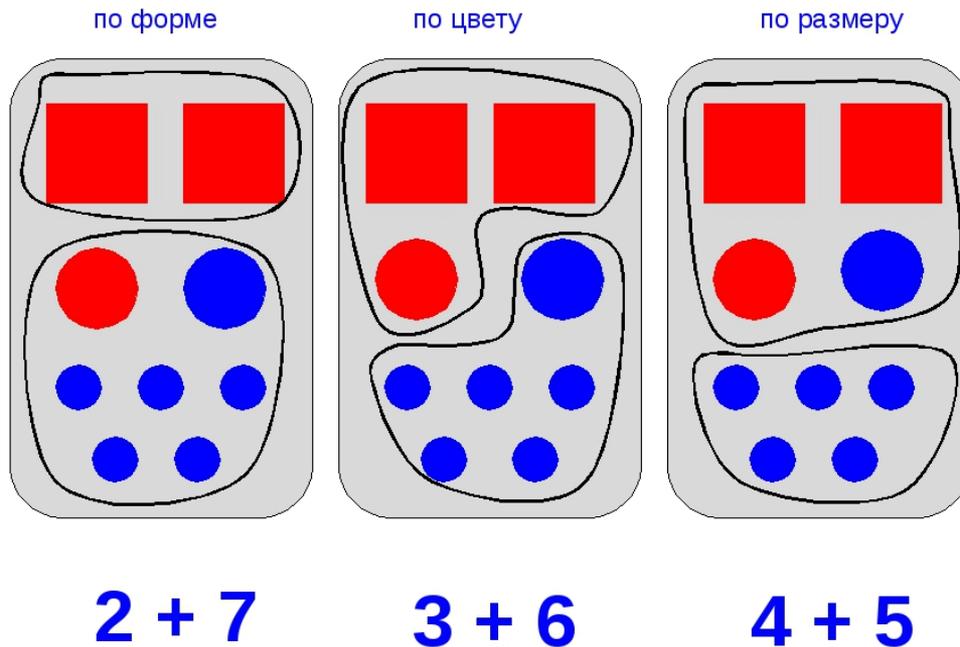
of random variables is said **to be exchangeable** if for any

$$X_{i_1}, \dots, X_{i_n} \text{ and } X_{j_1}, \dots, X_{j_n}$$

both have the same joint probability distribution

However, the converse is false—there exist exchangeable random variables that **are not statistically independent**, for example the Pólya urn model. **Questions of interest** are the evolution of the urn population and the sequence of colors of the balls drawn out.

Модель урны Джорджа Поли,



в модели урны Поли наблюдаемое значение с большей вероятностью будет наблюдаться снова, а акт измерения влияет на результаты будущих измерений

Вопрос: как можно использовать понятие «информации» в рамках

математических законов, характерных для (... физики, химии, биологии....) компьютерных наук ...

Попробуем понять (используя методы, характерные для «патологической анатомии», но применительно к современным вычислительным технологиям) - как нужно рассуждать об информации, чтобы эти рассуждения имели смысл с точки зрения компьютерных наук, т.е. в рассуждениях использовались такие понятия как

1. число,
2. операция,
3. алгоритм ,
4. вычислимая функция
5. процессы вычислений....

Что известно о связи физики и информации с точки зрения Computer science

- Perception (восприятие) - obtaining **physical** signal through sensors or communication channels:
 -> **reality** – perception - data as a signal
- Understanding of the subject or signal (понимание) – соотнесение полученных данных с какой-либо субъективной **концепцией** реальности:
 -> **physical signal** -> context-dependent reflection operator "signal to data" - words or numbers or even both
- Matching (согласование) data with the **utility function** in use - obtain knowledge concerning signal' source, value and classes
 -> **functional programming** or synthesis (solve inverse problem) of a logically consistent model, which is a computational function of perceived (perceptual) data and can be used as arguments (input data) of the **utility function** along with the encoded characteristics of the perceptual signals - «функциональное программирование» природы!!! а почему не императивное программирование ?
- Computer modeling (компьютерное моделирование) of nature is a process that reflects the skill or ability to use the acquisition of data and models to construct a coherent and consistent "digital picture" of the environment that is consistent with the primary physical principles. способность использовать получение данных и модели для построения целостной и последовательной "цифровой картины" окружающей среды, которая соответствует первичным физическим принципам
 -> data– (**алгоритм**) algorithm - data

Actual CS problems:

- Fundamental: “**data 1-algorithm-data 2----> ??? Understanding data 2**” .
- Application: extract a subset of the state space of models on which utility (goal oriented) function **achieves maximum** .

Инструментарий КН: Императивное / Декларативное / Функциональное программирование

- **Императивное программирование** (от англ. imperative — приказ, языки C, Fortran, Java) — это парадигма, которая описывает процесс вычисления в виде набора инструкций, изменяющих состояние данных так, чтобы решать задачу (подвиды и.п..... процедурное и объектно-ориентированное программирование) **от машины к человеку** (>>> 3-4, >>>3*4)
- **Декларативное программирование** (языки SQL, Prolog)— это парадигма, в которой задается спецификация (описание) цели (что хотим получить в результате) задачи, которые не содержат переменных и операторов присваивания... **от человека к машине** (CREATE TABLE if NOT EXIST staff...)
- **Функциональное программирование** — программирование которое использует результаты вычисления функций, аргументы которых есть данные или другие функции (**от функции к функции**... что-то получает на вход и всегда что-то возвращает ... `const f = (x) => x * Math.sin(1 / x)`.
 - знак = в функциональных языках называется “связывание“, что есть специальная форма записи функций, ликвидирующая неоднозначности типа функция/значение функции...

We need more

Perception flexibility:

Understanding accuracy :

Computer modeling efficiency :

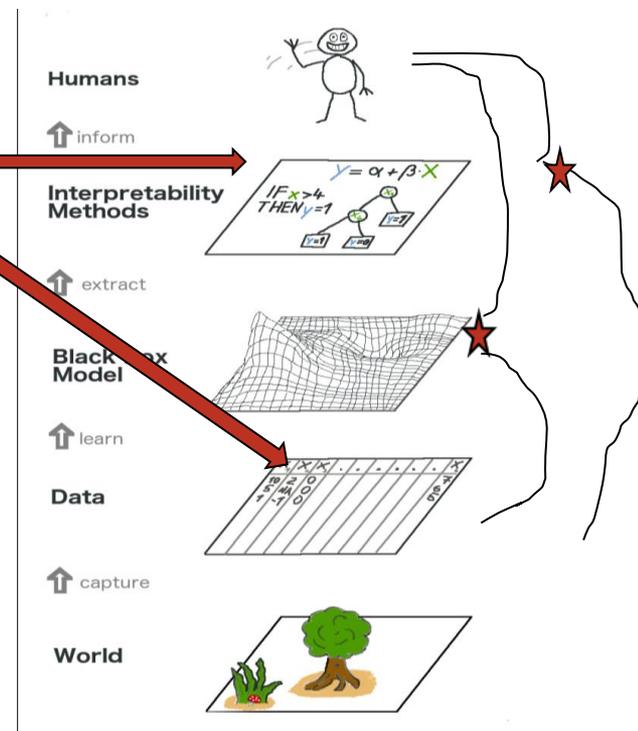
What is flexibility from CS point of view ?

In this context, flexibility means the dynamic **relevance** of the data used

Relevance is the concept of one topic being connected to another topic

Example: **relevance pre-process** the inputs data - to **remove** those that are deemed **irrelevant** (считаются неактуальными).

- Classical statistic deal with algorithmic oriented process extracting data (**explicit knowledge**) for goals like planning, estimation, predictions, etc.
- Modern Machine learning deals with data-driven black-box model (**implicit knowledge**) .
- Interpretable **surrogate model** - merge statisticians and machine learning aspects .



Фундаментальная проблема – описание «закрытых» и «открытых» физических систем

11

- Современная физика основана на моделях, которые не учитывают процессы информационного взаимодействия, а знания выражаются через математические формулы.
- Поэтому моделирование физических процессов и моделирование процессов восприятия реальности существенно отличаются....
 - Одна и та же реальная система может «демонстрировать» различные физические свойства в зависимости от режимов работы и той информации о ее свойствах (при каких условиях система способна совершить работу, а при каких нет ?) которая доступна «внешним системам».

Почему так ?

- Имеющаяся информация о свойствах системы меняет то, как не систему влияет внешняя среда.
- При этом, очевидно, что мера информации должна быть согласована с общефизическими понятиями, такими как энергия и энтропия
- Информация о системе, доступная наблюдателю наравне с другими объективными характеристиками может влиять на взаимодействие с другими системами:
 - в зависимости от имеющейся информации о системе ее, например, либо можно либо нельзя использовать для «совершения работы».

Вопрос: Какую «работу» совершает компьютер, проводя вычисления (на что тратиться энергия, когда человек думает ?)

Зачем нужны МОДАЛЬНЫЕ логики?

сделать *точными* и *недвузначными* рассуждения на естественном языке, включающие различные понятия.

- Рассуждения с использованием знаний должны быть **ЛОГИЧНЫМИ**, т.е. **последовательными, непротиворечивыми и убедительными**, интуитивно **согласованными с пониманием** причинно-следственных связей, с пониманием того, **ЧТО** является истинным в различных областях.
- Например, НЕ противоречат интуиции:
 - формула $K(p \wedge q) \rightarrow Kp \wedge Kq$ - это *тавтология* модальной логики **знаний** очевидно, что *если я знаю и p, и q, то это значит, что я знаю p и я знаю q*;
 - В логике знаний - деонтической логике обязанности и запрещения могут быть *выражены* друг через друга очевидным образом:
 - норма “*платить налоги **обязательно***” должна быть эквивалентна норме “*не платить налоги **НЕ разрешено***”;

Операции простейшей логики знаний

- $O(q) = F(\neg q)$ “выполнение некоторого действия обязательно – это то же самое, что запрещено его невыполнение”
- $F(\neg q) \rightarrow O(q)$ “если невыполнение некоторого действия запрещено, то его выполнение является обязательным”

Например:

- $\neg (Pa \wedge Fa)$ “выгуливание собаки без намордника не может быть одновременно **И разрешено**, **И запрещено**”
- $\neg (Oa \wedge \neg Pa)$ “выгуливание крокодила без намордника не может быть одновременно **И обязательным**, **И не разрешенным**”

Можно ли построить вычислимую функцию генерации новых знаний (алгоритмов) в области компьютерных наук ?

- Тема сообщения для занятия №3:
 - Какие проблемы теории алгоритмов (computer science) могут решаться в рамках деонтической логики?
 - источники
 - Discursive Input/Output Logic: Deontic Modals, and Computation, глава 1
 - De Finetti's theorem see DE FINETTI'S THEOREM IN CATEGORICAL PROBABILITY by TOBIAS FRITZ, TOMÁŠ GONDA, AND PAOLO PERRONE