



Санкт-Петербургский
Государственный
Политехнический
Университет

Институт прикладной
математики и механики

КАФЕДРА

ТЕЛЕМАТИКА

Семинар по специальности на английском языке

Лекция 7

**PROBLEMS OF COMPUTABILITY OF FUNCTIONS,
NUMBERS, AND PARAMETERS...**

**(ПРОБЛЕМЫ ВЫЧИСЛИМОСТИ
ФУНКЦИЙ, ЧИСЕЛ, ПАРАМЕТРОВ...)**

7 October
2020 г.

THE DIFFERENCE MEASURE

Reality is what "can find" itself in "space-time". All objects of reality have distinctive features. These features can be found both in "pure" positions, directly accessible for perception, and

- **in a "mixture" of states** - в «смеси» состояний, т.е. конкретном состоянии, параметры которого зависят от параметров «чистых» состояний составных частей (описываются т.н. матрицей плотности)
- **in superposition** - в суперпозиции – линейной комбинации «чистых» состояний, т.е. находиться **одновременно во всех** «чистых» состояниях, но ... с различной вероятностью, а результат измерения «коллапс» волновой функции дает случайный результат.
- **entangled superposition** - запутанной (взаимозависимой) суперпозиции чистых состояний, которая не факторизуется (разделяется) на тензорные произведения «чистых» состояний.

Clarification: content and scope of concepts / knowledge (Уточнение: содержание и объем понятий/знаний)

- **concept content** (содержание понятия) или **intension** - интенционал : совокупность признаков (не доступных для непосредственного наблюдения), но связанных с конкретным **понятием** о предмете или явлении

возможно identity of object intensions - совпадение интенциональных признаков, характеризующих предмет или явление

(intentional isomorphism интенциональный изоморфизм)

- **concept scope – extensional** –(объём понятия) или **extensional** - экстенционал : число или множество предметов, имеющих конкретный набор признаков (наименований признаков с помощью данной языковой единицей - категории)

Фундаментальная проблема–кодирование знаний для «переноса» их во времени и пространстве.

Вплоть до XX века приборы, используемые физиками, давали информацию лишь о **экстенциональных** или внешних признаках проявления отличий объектов природы. Экстенсивная мера информации **кодируется конечным набором цифр**, которые легко переносятся на:

- чернила на бумаге;
- электромагнитное поле;
- костяшки на счетах;
- положение стрелки прибора на шкале значений;

Однако объекты природы наделены также **интенциональными** (скрытыми) характеристиками, **которые не могут непосредственно воздействовать на органы чувств**

- проницаемость мембран в нейронах;
- электрический потенциал;
- намагниченность;
- и т.д.

Можно ли кодировать **скрытые** характеристики ?

Информационная суть физической реальности

«Физичность" информации заключается в том, что она:

- отражает свойства физической системы, которые доступны для непосредственного измерения с помощью приборов (**экстенционал в форме температуры, проводимости....**) , например

$$\Delta S_{ph} = \Delta Q/T \text{ [дж/К]} - \text{энтропия термодинамическая}$$
$$\Delta Q = k * T * \ln 2 - \text{предел Ландауэра}$$

- выражается через число микросостояний системы (**интенционал**) :

$$S_{inf} = \Omega * (k * \ln 2) - \text{энтропия информационная}$$

где функция состояния равновесной системы $\Delta S_{ph} = \Delta Q/T$ [дж/К] , которая выражается числом;

характеристика микроскопических состояний $S_{inf} = \Omega (k \ln 2)$, где Ω - число **микросостояний** (способов), с помощью которых можно составить рассматриваемое **макроскопическое** состояние

Физическое vs информационное

Тезис 1. Если имеется два физически тождественных состояния системы, но в одном случае **мы** ничего не знаем о ее состоянии, а во втором имеем какую-то информацию об этом, то эти два состояния системы различаются **фундаментально**.

Суть различия: Во втором случае мы можем «заставить» систему совершать «работу», а в первом – нет!

Принцип Ландауэра:

в процессе потери информации о состоянии может совершаться работа.

Поэтому информация материальна: связана с физическими объектами (носителями)

Материя информационна: информация атрибут структуры материи, которая является носителем отличий физических объектов – difference that make the difference.

Тезис. 2 (антропный принцип). То что называется **объективные** характеристики физического мира связано с **существованием наблюдателя**, который воспринимает различия между объектами материального мира или информацию

Принцип Ландауэра

Формулировка: в процессе потери информации о состоянии системы совершается работа.

Потеря (стирание) одного бита информации сопровождается «потерей» свободной энергии по крайней мере $kT \ln 2 = 0.693kT$ [Дж/К] ... ($2.87 \cdot 10^{-21}$ Дж = 0.018 эВ при 300 К, где постоянная Больцмана k равна $1,38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К.)

Одновременно с потерей одного бита информации происходит увеличение энтропии окружающей среды на $k \ln 2 = 0.96 \cdot 10^{-23}$ Дж/К. [$S=Q/T$]

При этом в окружающую среду «передается» определенное количество теплоты

Diffwrence/Различие: Изоморфизм vs равенство в «некотором СМЫСЛЕ»

На практике строгое тождество $2 + 2 = 4$ оказывается излишне “строгим” и не учитывает контекст:

На языке **Haskell** это равенство можно написать :

Программа 1

```
add :: (a, a) -> a (объявление)
```

```
add (x, y) = x + y (реализация)
```

а на языке **C#**:

Программа 2

```
int Add(Tuple<int, int> pair) {  
    return pair.Item1 + pair.Item2;  
}
```

Эти программы **«изоморфны»**, а не равны, т.к. всегда можно 1) взять программу 1 и синтаксически **преобразовать** ее в программу 2 и затем обратно программу 2 **преобразовать** в программу 1.

«Классическая» теория информации

- **Формула Шенона:**
- Формула Хевисайда
- Формула Больцмана

Простой пример

Вход		Выход
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Вход		Выход
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Количество информации по Шеннону

$$I = -\sum_{i=1}^N p_i \log_2 p_i$$

Пусть на входе гейта имеется 4 **равновероятных** состояния

Тогда, входная информационная **емкость** гейта $I_{in} = 2$ бита

На выходе гейта: состояние 0 появляется с вероятностью $3/4$, а состояние 1 - с вероятностью $1/4$

Выходную информационную **емкость** гейта можно оценить

$$\begin{aligned} \text{так: } I_{out} &= -[(3/4)\log_2(3/4) + (1/4)\log_2(1/4)] = \\ &= -[(3/4)\log_2 3 - (3/4)\log_2 4 - (1/4)\log_2 4] = \\ &= -(3/4)\log_2 3 + 2 \end{aligned}$$

Потерянная информация $(I_{in} - I_{out}) = (3/4)\log_2 3 = 1.1887$ бит

Выделенная при этом **энергия**:

$$\Delta E = kT \ln 2 \cdot (I_{in} - I_{out}) = kT \ln 2 (3/4) \log_2 3 = 0.824 kT$$

Машины числений vs нейросети мозга



Мозг – система управления «химической машиной» организма человека.

Научный факт: эмоции - производит в организме химический фермент. Это есть «механизм» преобразования «мысли» в физическую реальность.

Однко (согласно Джо Диспенз (Joe Dispenza): мозг как «машина» не отличает **физические переживания от душевных (виртуальных)**. Т.е. клетки «серого вещества» абсолютно не отличают реальное, т.е. материальное, от воображаемого, т.е. виртуального или от мыслей!

Фундаментальная проблема компьютерных наук: физика мышления/механика сознания/вычисления интеллекта



Так, **чтение или письмо** – есть тренировка для головного мозга, в особенности если при этом вы узнаете или выражаете нечто новое. Это стимуляция гиппокампа – основной части , отвечающая за память

Итого: Изменение сознания в процессе мышления приводит к изменениям и в физическом теле.



«Общие умственные способности зависят от сети внутри мозга, это связь серого вещества, или клеток мозга, с белым веществом, или соединительными волокнами между нейронами

Proceedings of the National Academy of Sciences

Гипотеза: «мозг формирует совокупность виртуальных нейросетей, которые создают воображения и формируют эмоции.

Вопросы:

- Сознание существует в мозге или мозг воображаем сознание?»...
- Является ли человек воображаемой конструкцией сознания- > (следуя теореме Геделя «система познать саму себя не может»)

1. Надо ли всегда и как исправлять ошибки...чтобы получить правильный результат вычислений ?
2. Можно ли создать «новую» математику, с помощью которой используя много ошибочных результатов можно получить практически верный результат ?
3. Как можно «автоматизировать» процесс сравнения между собой «сложных» объектов, используя
 - интенционал – смысл понятия, сопоставляемого объекту
 - экстенционал – объем понятия, сопоставляемого объекту