



Теория информации

ЛЕКЦИЯ 1: МОТИВАЦИОННАЯ. КОНЦЕПЦИЯ ИНФОРМАЦИИ

Есть две одинаково удобные позиции:
либо верить во все, либо во всем сомневаться;
то и другое избавляет от необходимости думать.

А. Пуанкаре

- В. Босс. Лекции по математике, том 4. Вероятность, информация. Статистика. М.: КомКнига, 2005, 215 с.
- Мах Э. Познание и заблуждение. Очерки по психологии исследования / М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2003. - 456 с.
- Шеннон К. Э., Работы по теории информации и кибернетике, пер. с англ., М., 1963;
- Колмогоров А. Н., Три подхода к определению понятия «количество информации», «Проблемы передачи информации», 1965, т. 1,
- Ю. И. Манин. Математика как метафора. М., 2008.
- Д. Дойч. Структура реальности. - Ижевск НИЦ "Регулярная и хаотическая динамика", 2001, 400 с.



- Какая информация получена при анализе этой записи (процесса) ??

Что такое информация ?

Что нужно знать об информации, чтобы эти знания «улучшали жизнь» ?

Информация – это одно из самых распространенных, но и самых дискуссионных понятий в науке.

Задача научного подхода и в том, чтобы «закрыть» обсуждение проблем, для которых не существует способов формализации и непротиворечивых логических представлений.

Как же обстоят дела с информацией ?

Правильные и неправильные формулировки научных вопросов

Неправильный вопрос: Существуют ли объективные законы, управляющие миром?

Правильная формулировка вопроса: Каким образом нужно говорить о существовании законов мироздания, чтобы это говорение не было пустой тратой времени?

Неправильный вопрос: Что есть информация?

Правильная формулировка вопроса: Как нужно рассуждать об информации, чтобы эти рассуждения имели смысл?

Когда мы говорим, что Солнце восходит на востоке, а заходит на западе, мы неявно подразумеваем, что Солнце «движется», хотя с точки зрения гелиоцентрической системы это не так. Сегодня мы уже имеем понятийный аппарат, позволяющий адекватно рассуждать о движении небесных тел, но этот аппарат пока не позволяет переводить все рассуждения в конструктивное русло. Кроме того, функция научного подхода и в том, чтобы «закрывать» обсуждение проблем, для которых не существует способов формализации и непротиворечивых логических представлений.

Центральная идея, заложенная в основу обоснования – идея объективной реальности, воспринимаемой субъектом и используемой для целенаправленной деятельности.

но...

Воспринимающий субъект – существо пассивное и бесконечно одинокое, так как не наделено способностью к коммуникации с другими субъектами. Хотя воспринимающей субъект воспринимает объективную реальность, получая знания (информацию) о ней, но в рассуждениях о том, что собой представляет информация, эта концепция отправной точкой быть не может в силу «рекурсии»: сама эта концепция уже включает в себя понятие информации. Также в обосновании появится целенаправленно действующий субъект, который не просто «отражает» объективную реальность, а использует ее с какой-то целью.

с точки зрения философской основы естественнонаучного знания (эпистемологии), объективная реальность устроена таким образом, что места для свободной воли в ней нет. Максимум, что есть – это случайность (в частности, квантовая неопределённость), из которой свободная воля всё равно никак не может быть выведена.

Существование свободы воли легко выводится напрямую из «я мыслю, я существую».

Люди создали прелюбопытную игрушку – машину Тьюринга, которая может выполнить любое выполнимое вычисление. Поскольку деятельность мозга рассматривается как обработка информации, то есть вычисление, получилось, что либо Тьюринг-полный вычислитель можно научить мыслить совсем по-человечески, либо допустить, что в мышлении есть какой-то неизведанный секретный компонент, и тогда... дальше рассуждения неизбежно заводят в мистику.

не реализуемость человеческого мышления Тьюринг-полным вычислителем можно доказать. Для этого понадобится научиться адекватно рассуждать об информации, а также о способах её обработке.

Какая информация «управляет» движением автомобиля

- Основа реальности: **вычисления**, которые порождают изменения информации (структуры) материи
- Системы характеризуются **эмерджентными свойствами**, которые НЕ могут быть получены исключительно из свойств составляющих систему компонент
- Изменения материальных структур подчиняются законам «открытых систем», ингерентность (согласованность модели и реальности) которых есть следствие самоорганизации и адаптации.
- «Наблюдатель» процессов есть составная часть наблюдаемой системы



Модели реальности



Основные вопросы, на которые надо уметь отвечать в декабре 2021:

- Природа **информации** – что это такое с точки зрения физики
- Понятие **информации с точки зрения компьютерных наук**
- Кибер-физическая концепция Реальности
- Информационно-вычислительный натурализм:
 - Прото-информация
 - Квантовая информация
 - Теоретическая информатика
 - Информационные технологии и виртуальная реальность

Что от нас требуется: Основы профессионализма

Причину свойств силы тяготения
я до сих пор не мог вывести из
явлений, а гипотез же
я не измышляю.

И. Ньютон. Математические
начала натуральной философии

- Профессионал всегда видит проблему и **мыслит системно**.
- **Системно** – это значит воспринимать окружающую действительность как целостную структуру, в которой равновесие достигается через «единство противоположностей». Другими словами:
 так, «0» - это $(-1+1)$, а не «отсутствие чего либо»
 а, если есть закон «всемирного тяготения», то должен быть закон «всемирного «отталкивания» ???!!!
- Профессионал должен обладать знанием об «альтернативном взгляде» на рассматриваемую проблему. **В этом - суть системного мышления.**

О значении слов и определений :

- «Если **значения слов (объем понятия)** не определены, то нет и смыслов. Если нет смыслов, то действия не происходят».

(Конфуций, 551-479 г. до н.э.).

- «**Определите содержание слов**, и вы избавите человечество от половины его заблуждений».

(Рене Декарт, 1596 -1650).

- «Информация – это не материя и не энергия. Это третье».

(Норберт Винер)

Кибернетика, или Управление и связь
в животном и машине. 1958 г.)

Ученые о природе информации

Акад. В.М. Глушков: «Информация, в самом общем ее понимании, представляет собой меру неоднородности распределения материи и энергии в пространстве и времени, меру изменений, которыми сопровождаются все протекающие в мире процессы».

(Глушков В.М. О кибернетике как науке.
Кибернетика, мышление, жизнь. – М.: 1964.)

Различные меры информации

- **Мера снятой неопределенности**, которая имеет вероятностную природу (т.е. - $\log_2 p$, где p – вероятность произошедшего «события» - вероятностная концепция) – К. Шенон
- **Мера сложности** системы или «длина» программы, с помощью которой «рассчитывается» объект - ак. А. Н. Колмогоров
- **Мера неоднородности, разнообразия или изменений** – ак. В.М. Глушков

Информационные процессы в природе и их прототипы

Информационный процесс	Носитель информации	Электронный прототип
Получение, прием данных	Органы чувств	устройства ввода
Обработка данных	Нервные импульсы, мышление	процессор
Хранение данных	Генетический код, память, письменность	электронные накопители
Передача данных	жесты, сигналы, язык	устройства вывода, компьютерные сети

Что нас будет обсуждать в рамках курса «Теория информации»

- Существует ли информация как объективная реальность?
- Какова **сущностная природа** информации?
- **Как возникает** информация?
- **Где возникает** информация?
- Куда «пропадает» информация?
- Как происходит **восприятие** информации?
- Как **передается** информация?
- Как связана информация с **материей и энергией**?
- Как связана информация с **сознанием**?



Сотворение
Адама
Микеланджело
Сикстинская
капелла

- Информация – «проекция возможного (будущего) на состоявшееся (настоящее)
- Что общего и в чем разница между «СЛОВОМ» и “BIT” –ом ?

Мышление (представление о Мире через понятия) есть лишь расчет.

Томас Гоббс (1588-1679)

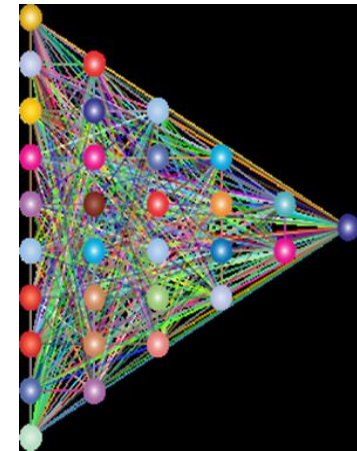
Не будем спорить — давайте посчитаем.

Жозеф Лагранж (1736-1813)

- Задача 1.** Вычисление результата с использованием алгоритма
(требования: быстрее, точнее, с меньшими затратами, операции: $+/-, >, =$)
- Задача 2.** Построение алгоритма (программы) решения проблемы
(требование: понимание, объяснение, обобщение, операции:?)

«Классическая» цель КН:
решение прямых задач - поиск
«**ЕДИНСТВЕННОГО**» решения
уравнений, используя алгоритмы(
программы)

«Новая» цель КН:
решение обратных задач –
построение алгоритма решения
формализованной (?) задачи



Обратные задачи: Границы реальности



Привычное представление о наличии единственного или одного исхода у любого эксперимента — **в корне неверно**, т.е. закон исключенного третьего не является универсальной основой научного **понимания** мира

$$A \vee \bar{A} = 1$$

ГЛОБАЛЬНЫЙ ВЫЗОВ ЦИВИЛИЗАЦИИ



Теперь Мы:

- сами создаем информационный мир цифровых объектов. сами реализуем в нем законы поведения информационных сущностей или агентов.

Информационный подход: отношение «код - физический процесс»

Суть в существовании отношения детерминированности состояния физической системы с кодами используемых понятий. Т.е существование различия между физическими системами невозможно без существования такого же различия понятиями, которые используются для их описания



Код физического
процесса



Интеллектуальный
субъект, «понимающий»
код и вызывающий
колебания струн



Инструмент используется
для «расшифровки»
кода, и преобразования
кода в физический процесс



Звуки музыки –физический
«процесс» физического
колебания струн и
эпифеномен, который на
сами колебания не влияет

Супервентный характер феномена «музыка» очевиден.

Вопрос: Все ли физические процессы имеют «код» ?

Примеры супервентности: 1) **отсутствие различий в компьютерной программе** при отсутствии различий в аппаратной конфигурации компьютера; 2) **отсутствие различий в экономике** при отсутствии различий в поведении экономических агентов.

Что такое “Digital Flood” ?

Проблема Digital flood : нет времени построить «правильный алгоритм» , решение надо принимать on the basis of **experience т.е. out of habit (по привычке)**

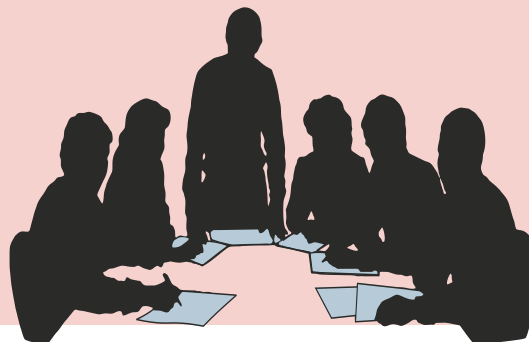
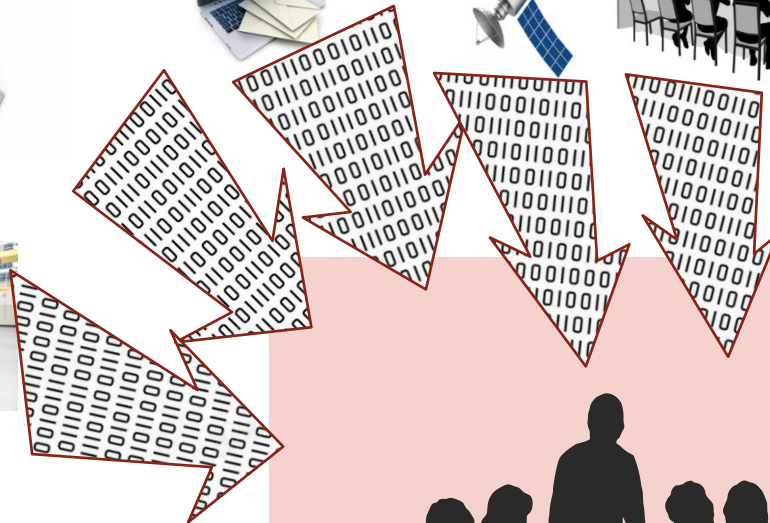
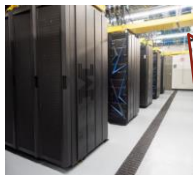
Internet



e-mail



HPC



- Необходимо понимать проблему
- помнить «правильное» решение

что для этого надо?



Advance CS platforms should have: **reconfigurable** heterogeneous processing field, deep **storage** class memory, and **distributed** (collaborative) architecture

Информация как мера: неопределенности , риска , знания

- При каких условиях данные становятся информацией?

Базовая идея - использовать понятие «вероятность» как меру неопределенности

$$P(A|B) = \frac{P(B|A) * P(A)}{P(B)}$$

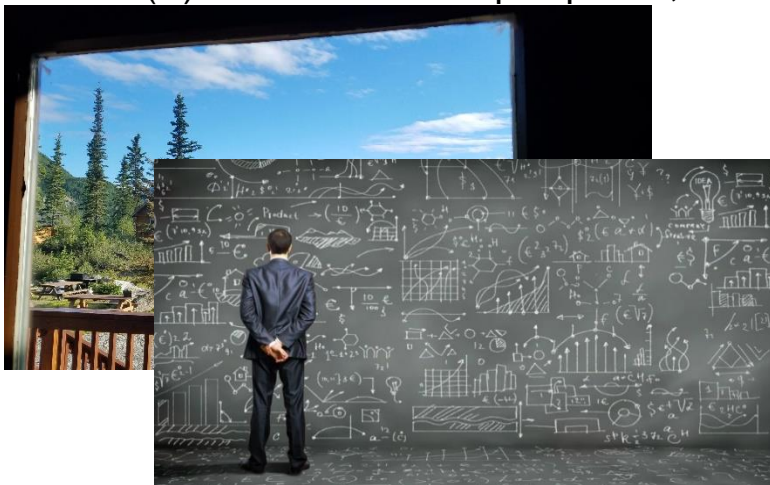
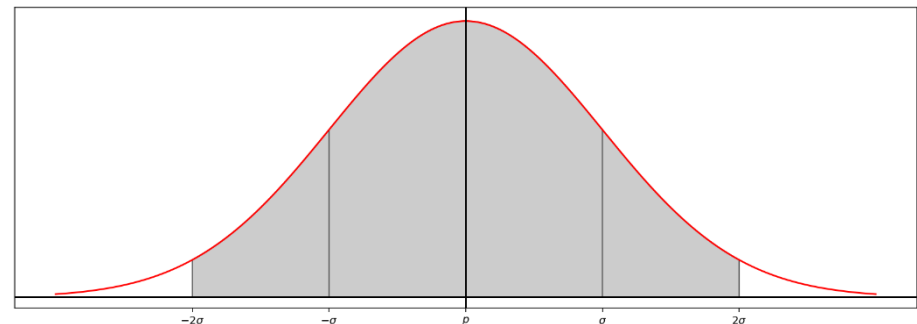
Левая часть уравнения — **апостериорная** (после опыта) оценка вероятности события А при условии наступления события В (т. н. условная вероятность).

$P(A)$ — вероятность события А (**априорная** оценка);

$P(B|A)$ — вероятность (условная), которую мы получаем из наших данных;

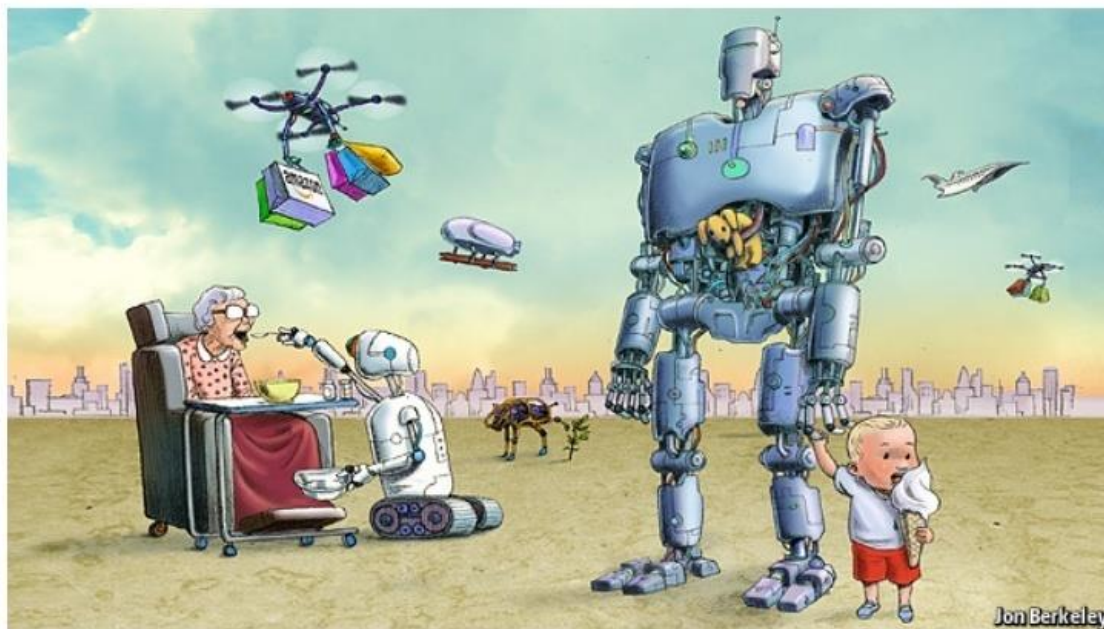
$P(B)$ — константа нормировки, которая ограничивает вероятность значением 1.

Функция распределение вероятности

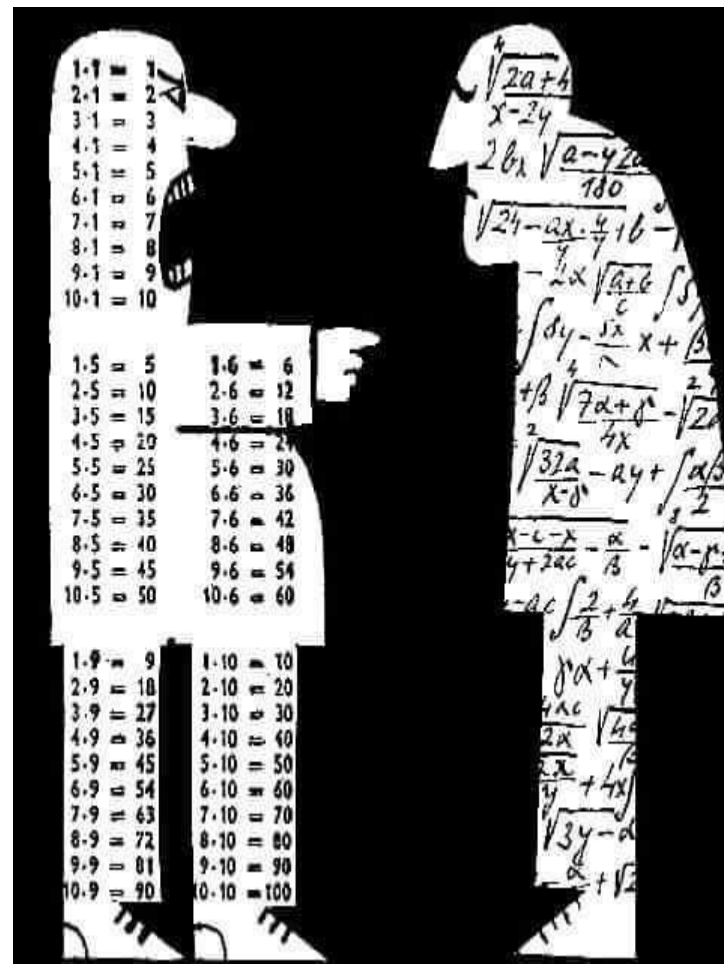


Rise of the robots

Prepare for a robot invasion. It will change the way people think about technology



ИНФОРМАЦИЯ – АТРИБУТ ИЛИ ФУНКЦИЯ ?!



- Представление состояний таких процесс в пространстве $L^3 T^3$ время «прошлое-настоящее-будущее». Основное отличие компьютеров от когнитивных систем в организации системы памяти – от памяти с прямой адресацией команд и данных к памяти «задачи» - **task memory**
- Прогноз «будущего» влияет на «настоящее», чего нет в случае «физических процессов».
- В итоге и прошлое и будущее «случайно» , т.е. не определено до детерминированного причинного описания (**Лагранжев принцип достаточного основания не работает**)
- Мощность множество задач, имеющих решение и множество задач, имеющих алгоритм решения существенно различны

- Стивен Хокинг:
 - "ИИ - возможный убийца человеческой цивилизации"
- Prof. Marek Perkowski. Dept of Electrical and Computer Engineering, PSU:
 - "Agent-based systems will dramatically change the world we live in".
- С. Рассел и П. Норвиг. Искусственный интеллект. //2002. Стр.1286:
 - “ ... системы ИИ могут создать угрозу самоопределению, свободе и даже выживанию людей. По этим причинам нельзя рассматривать исследования в области ИИ в отрыве от их этических последствий.”



Модели реальности физического и информационного планов

«Модель мира» - это научная абстракция 5-ого порядка, следующая за такими абстракциями как:

- Понятие (сущность естественного языка,)
- Число (носитель количественной меры)
- Алгебра (структура и свойства операций)
- Топология и отношения порядка

Модели «Мира»:

- **физического плана** – локальные и замкнутые. Такие модели описывают реальность, в которой прошлое и будущее формально **«симметрично»**, действует принцип физической «относительности».
- **информационного плана** – глобальные и открытые. В них «стрела времени» физически необратима, поэтому **«прошлое» физически недостижимо**, действует принцип относительности по отношению к знаниям субъекта.

Вопрос , достижимо ли прошлое **«информационно»** ?

Законы сохранения в мире информации

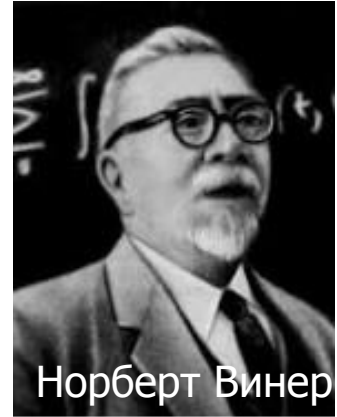
Разница между математическими и логическими выражениями есть следствие логического закона: два противоречащих суждения об одном и том же **предмете**, взятом в одно и тоже время и в одном о том же отношении, не могут быть вместе истинными или ложными - **или а, или не-а** или **tertium non datur** (третьего не дано)

$$A \vee \bar{A} = 1$$

Логически осмысляя Мир, современная наука упрощает его, изучая единое целое по отдельным частям. Можно считать, «1» это цифровой код «всезнания», но применительно к «замкнутым» объектам реальности.

Вопрос – исполнители «чего» ?

“Если магия вообще способна **даровать** что-либо, то она дарует именно то, что вы **попросили**, а не то, что вы подразумевали, но не сумели точно **сформулировать**.”



Норберт Винер

*«Компьютеры похожи на ветхозаветных богов:
сплошные правила и ни капли жалости».*

(Дж. Кэмпбелл)

Заключение

- «Информация – это не материя и не энергия. Это третье».
(Норберт Винер)
- Человек - субъект воспринимающий информацию, способный использовать ее для «совершения работы»
- Однако сознание человека и процессы мышления, использующие информацию, не является объектом, который подчиняется классическим законом физики.
- В системах передачи данных информация непосредственно связана с вероятностной мерой передачи сигнала (
- Сознание как объективный феномен способно управлять процессам изменения реальности (коэволюции), обрабатывая информацию и преобразуя ее в ментальные (инженерные) образы, которые затем воплощаются в объекты реальности