



Санкт-Петербургский
Государственный
Политехнический
Университет

Институт прикладной
математики и механики

История и методология компьютерных наук

Лекция 4

**Развитие научных знаний – от
дедуктивных основ к созданию
«совершенных систем».**

4 Октября 2016 г.

Дедуктивные принципы развития науки

Под термином «наука» понимается сфера деятельности людей, функцией которой является выработка и теоретическая систематизация объективных знаний о действительности.

Термин «знание» употребляется в трех основных смыслах:

- способности, умения, навыки создавать те или иные объекты;
- любая познавательно значимая информация;
- теория, существующая во взаимосвязи с практикой.

Дедуктивная система знаний – (дедукция - от лат. deductio – выведение, переход от общего к частному согласно правила логического вывода) совокупность принципов и законов, которые логически выводимы из принятой системы аксиом.

Составляющие дедуктивных теорий:

- Исходные понятия (объекты теории);
- Исходные утверждения, связывающие понятия в теорию;
- Правила логического вывода, формирующие законы теории

Требования к аксиомам:

- Непротиворечивость – два принятых исходных положения не должны противоречить друг другу.
- Независимость – аксиому нельзя доказать с помощью других аксиом.
- Полнота - все формулы данной системы выводимы по ее правилам и с использованием существующих в ней аксиом.

Пример аксиоматической системы и ее альтернатива - познание от частного знания к общему

- Механика И.Ньютона: закон инерции, закон пропорциональности силы и ускорения при постоянной массе, закон равенства действия и противодействия
- Альтернатива - индукция (от лат. *inductio* – наведение) –переход в процессе познания от частного знания к общему или «механизм» возникновения общего знания.

В перспективе принципы *inductio* – наведение и *deductio* – выведение должны использоваться совместно, создавая основу «индустрии знаний» или новой киберфизической реальности.

«Сингулярность» , которая близка.....



- «Мы» - **последнее** поколение людей, возможности которых ограничены естественной морфологией человеческих тел и органов чувств и **первое** поколение, для которого расстояние – есть «время доставки сигнала» .
- Технологическая «сингулярность – это ближайшее будущее, когда скорость технического развития будет настолько высока, а изменения окружающего мира будут настолько фундаментальными, что кардинально изменят среду существования людей». В итоге «ментальность» будет управлять реальностью - **киборгизируйся или умри ; -)**

Парадигма «сингулярности» – результат любого процесса должен быть **заранее** вычислен ?!



Итак, в точке сингулярности цивилизация, вычисляет свое будущее и становится «человеко-машинной». «Решительное» изменение мира будет связано с развитием технологий считывания и записи информации в мозг человека напрямую из компьютера

Вопрос - Сингулярность – это актуальный процесс бесконечного роста, за конечное время, или Сингулярность – это только асимптота, к которой стремятся прогностические кривые ?

Суть «спасения» - создать «совершенную кибер-физическую систему»

Аспекты «совершенства»:

- Системный аспект – интеллектуальное и физическое слияние людей с небиологическими формами «жизни».
- Технический аспект – совершенная кибер-физическая система должна обладать:
 - Функциональной полнотой (применима для всех объектов выбранного класса вещей)
 - Логической непротиворечивостью (не создавать алгоритмически неразрешимых конфликтов)
 - **Саморазвитием** (способность к улучшениям под воздействием внутренних и внешних факторов)
 - Открытойстью(обмениваться материей, энергией, информацией)

Ключевое «несовершенство» дедуктивных или формальных систем

Теория алгоритмов построена на доказательстве того, что «объект» или выражающая его формула должна быть

- **Вычислима**

При этом число элементов , из которых состоит объект

- **Перечислимо**

А порождающие этим объектом условия

- **Разрешимы,**

НО

Ключевое «несовершенство» формальных систем

Теория алгоритмов построена на доказательстве того, что «объект» или выражающая его формула д.б.

- **Вычислима**

При этом число элементов такого объекта

- **Перечислимо**

А порождающие условия

- **Разрешимы,**

НО

.... В настоящее время

только **человек** есть единственная «совершенная система», способная эффективно **разрешать противоречия, изменяя цели или условия задачи**. Технологии осуществления таких манипуляций науке не известны. Мышление человека (рассудок – следование правилам и разум – создание правил) не может быть полностью заменен компьютером, так как

- В природе **существуют «невычислимы» истины**, которые не могут быть разрешены с помощью «механических» вычислений, т.е. с помощью логических или арифметических операций с исходными данными (свойство эмергентности, становления, события)
- Компьютер может «доказать» истинность того или иного утверждения, **вычисляя некоторое «значение»**, но если вычислить не удастся, то нельзя утверждать, что данное утверждение неверно.
- Компьютерное мышление: «Существует то, что можно вычислить».

Направления развития компьютерных технологий

создания систем, которые

- «думают» **как люди**
- действуют как люди

или

- «думают» рационально – **алгоритмически**
- действуют рационально - алгоритмически

Алгоритмические принципы управления «машинами»

Принцип 1. Машины могут изменять свое «поведение» в ответ на изменение состояния окружающей среды (**принцип обратной связи**) или программы «вычислений».

Принцип 2. Устойчивость сложной системы может быть обеспечена с помощью «обратной связи», т.е. за счет образования ошибки.

Компьютеры как «совершенные системы»

Совершенство достигнуто не тогда, когда нечего добавить, а когда нечего убрать.

© Антуан де Сент-Экзюпери,

1. Когнитивные технологии и науки

Компьютеры **могут** дублировать **только часть того**, что может делать мозг человека, решая **неформализованные** задачи с помощью модели (алгоритм поиска алгоритмов).

2. Алгоритмическое «мышление» в форме совокупности вычислительных операций

Компьютеры **должны** дублировать то, что должен делать мозг человека при решении **формализованных**, т.е. имеющих алгоритмом выполнения вычислительных операций

Примеры «компьютерного мышления - КМ»

Основной вопрос «совершенствования» КМ: Как сложная проблема может быть решена с помощью простых вычислительных операций?

- Принципы «совершенствования»

Думать рекурсивно.

Переформулировать сложную проблему в более простую,

Редукция, вложенность, моделирование

Представить данные как код и код как данные

Использовать абстракции и декомпозицию

Исходить из того, что процесс развивается наихудшим образом , а ошибки коррелированы

Локализовать данные, обеспечивая пространстве-временную связанность

Основная проблема на пути создания «совершенных систем» - проблема сложности

- Пути «борьбы» со сложностью:
 - Абстракции
 - Редукции
 - Метафоричность
- Основные уровни, где можно использовать абстракции :
 - Физические процессы (механика, термодинамика..)
 - Функциональных связи (математика, топология..)
 - Информационные модели (энтропия, эмерджентность - от англ. emergent — возникающий ..)

Основной вопрос : можно ли создать совершенные системы

- Имеются соображения, ставящие под сомнение возможность в принципе создать «совершенную систему» с помощью современной системы знаний
- теоретически, естественной компонентой **совершенных систем** должен стать «**разумный субъект**»

Итак, Совершенный - значит разумный

Вопрос, Как создать «разумный субъект»? –вызов современной науке

Путь №1: "ждать ответа от братьев по разуму"

Аргумент «За»

- Во Вселенной не обнаружено никаких препятствий для неограниченного распространения разумной жизни.

Аргумент «Против»

- Разные цивилизации могут иметь системы понятий, принципиально отличающиеся друг от друга. Их взаимопонимание в принципе может быть невозможно
- Не ясно Что искать не ясно (Тест Тьюринга?)

Путь №2: развивать «земные» технологии

Аргумент «За»

- «Совершенство» не является уникальным свойством лишь биологических систем
- Существует функциональное определение «сложности», в рамках которого на первом месте находится понятие «системности», то есть наличие такой **структуры связей** между элементами (информация), при которой у нее возникают качественно новые свойства, которых нет у отдельных элементов (эмерджентность...)

«Системный - значит разумный»

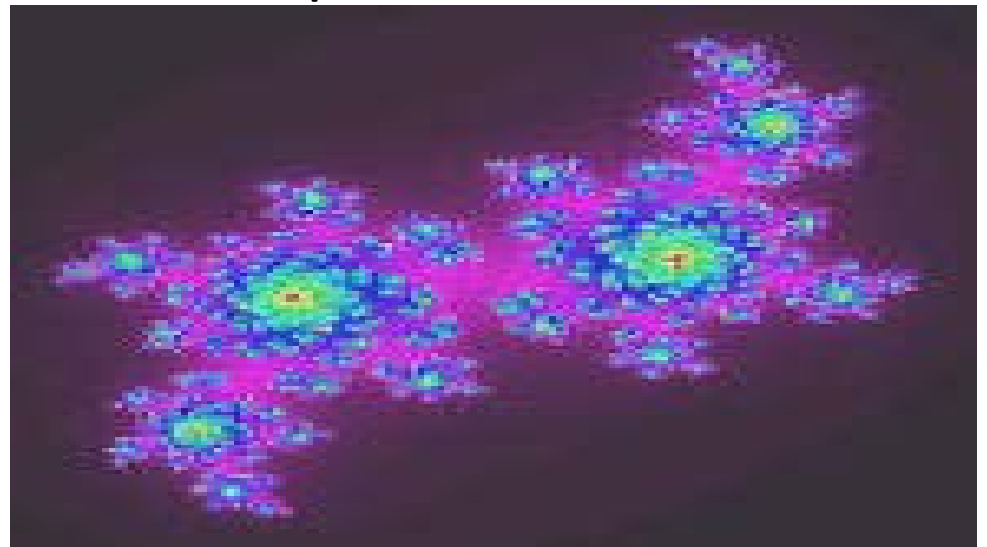
- «разумные» системы совершенны, так как могут менять физическую природу своих тел, сохраняя такую структуру связей между элементами и накапливая информацию, необходимую для своего функционирования, что позволяет им потенциально способны существовать вечно (it from bit)

«Инварианты» совершенных систем

- Совершенный субъект обладает **образом** себя, который, в свою очередь обладает образом себя и т.д.
- Совершенные системы могут **менять** физическую природу своих тел и потенциально способны существовать вечно (Инвариант системы – его структура)
- Совершенная система имеет **субъекта-наблюдателя**, который обладает двумя «точками зрения»: внешней (**отражение**, образ) и внутренней (**строение**, структура) моделями системы

Свойства «совершенных систем- СС»

- СС обладают «субъективным» миром и способностью его многократно отражать, накапливая информацию
- СС способны хранить информацию (структуру) и использовать ее для оптимизации



Модель СС и "информационный парадокс",

- Фрактальность (структурное самоподобие и обратимость) означает, что информация при развитии системы не теряется, ХОТЯ
- в ОКРУЖАЮЩЕМ нас Мира справедлив второй закон **термодинамики** – энтропия систем возрастает и информация теряется
- Потеря информации несовместима с требованием к СС, поэтому требуется новая парадигма, связанная с развитием идеи термодинамики «закрытых» систем в сторону «инфо-энергетической открытости».

Есть ли в природе СС

- L.Susskind, Black holes and information paradox // Scientific American, April 1997, p. 52). В «голографическую» модель Мира включена новая сущность – «черная дыра».



«Граница моего мира – граница моего языка»

- В голографической модели мира информация "оседает" на оболочке – горизонте черной дыры - ЧД.
- Количество информации на оболочке ЧД всегда в точности равно количеству информации в веществе, прошедшем через горизонт «черной дыры»
- Таким образом, оболочка дыры представляет собой **особый "текст"**, фиксирующий сложность потока вещества, прошедшего через горизонт черной дырой.

Итак, Оболочка черной дыры вместе с записанной на ней информацией и есть «реальность» для внешнего наблюдателя. Для внутреннего наблюдателя она не существует

Тезисы «новой научной парадигмы» - в начале было ...

слово или текст

Информационная сущность реальности

- Тезис 1 Все есть **текст**
- Тезис 2 Все из **текста**
- Тезис 3 Все из **бита** (кубита)

Модель совершенного объекта реальности (1)

- У СС появляется новая сущность – модель отражения, которая создается **субъектом-наблюдателем** (СН)
- С точки зрения **внешнего** субъекта-наблюдателя существует термодинамическое описание совершенной системы
- С точки зрения **внутреннего** субъекта-наблюдателя – рефлекторная модель

Итого

- СС способна к многократному **осознанию** (отражению) самого себя и хранению информации, накопленной в процессе своего развития
- Модель отражения СС («воображение») не имеет статуса реальности для внешнего наблюдателя

Модель совершенного объекта реальности (2)

- «Субъект» СС способен к саморазвитию и, более того, к саморепродукции; другими словами, одни СС могут порождать другие сверхличности
- Модель СС фрактал , а физический прототип – «черная дыра»

Как это выглядит



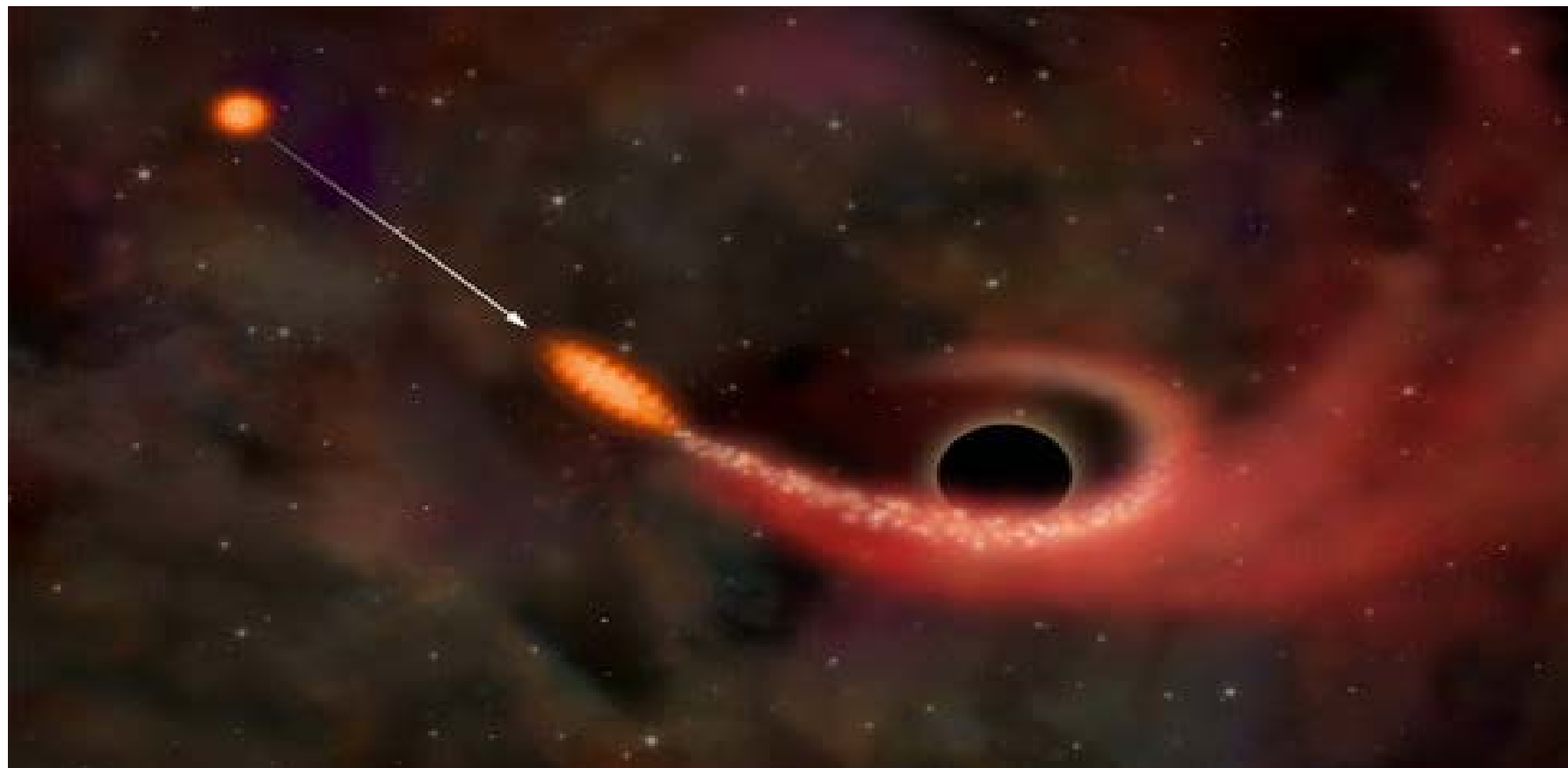
Daniel López IAC (Isaac Newton Telescope, INT)



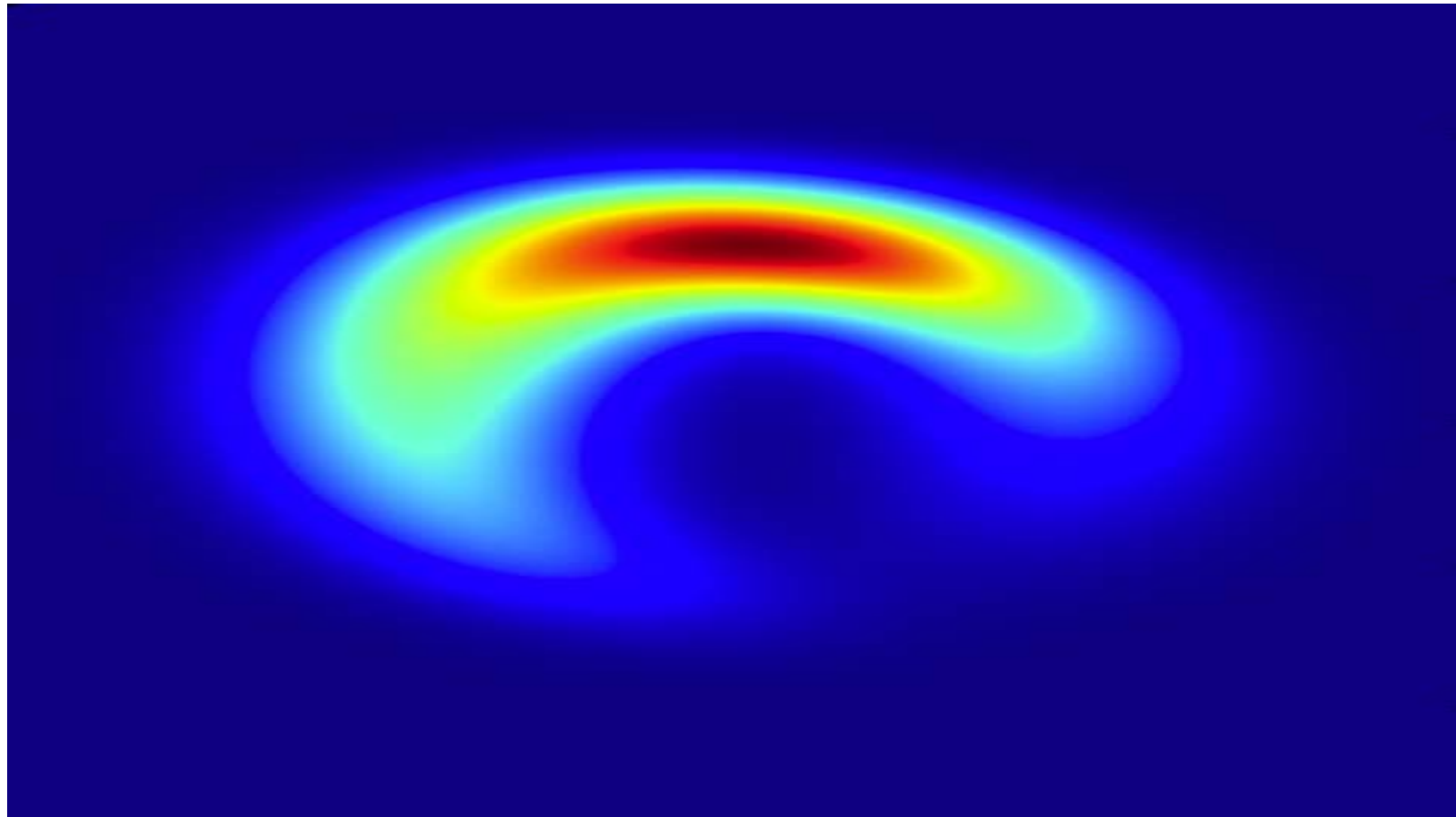
Исчезновение информации в черной дыре



Поверхность черной дыры хранит информацию структуре реальности



Снимок ЧД в рентгеновском диапазоне длин волн



Компьютерная модель «горизонта»

