



Санкт-Петербургский
Государственный
Политехнический
Университет

Институт прикладной
математики и механики

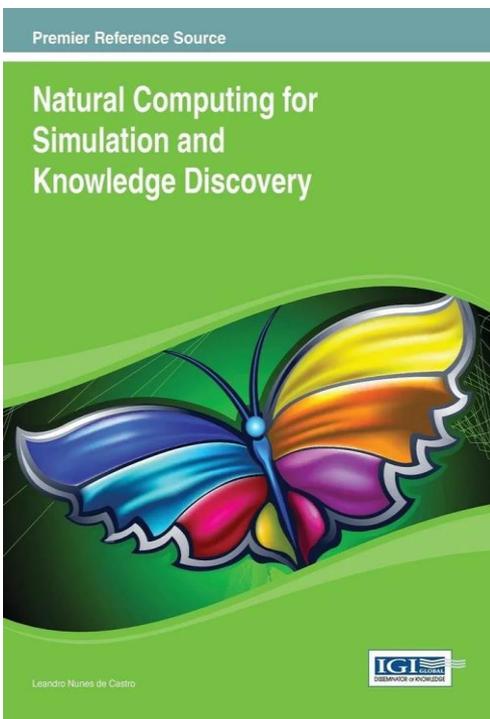
КАФЕДРА
ТЕЛЕМАТИКА

Методы исследовательской работы

анализ проблемы сложности вычислений, АЛГОРИТМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ (занятие 6)

17 марта
2022 г.

Что обсуждали на прошлой лекции



Компьютерное моделирование Природы опирается на ряд положений:

- абстрагирование или **семантическая** фильтрация сущностей - путь представления физических явлений через процессы вычислений.
- применение вычислительных технологий не должно нарушать «презумпцию непрерывности» физических явлений.
- использование человеческого сознания, чтобы формировать классы эквивалентности мыслимых сущностей, **суть которых заключена в** сентенции «*Computo ergo sum*» - **существует то, что можно вычислить.**

Вопрос: если сознание - реальное свойство живых организмов, имеет ли оно вычислительную природу?

Что планируется обсудить на этой лекции

1. **Какие методы исследования описывают вычислительный феномен сознания ? Какое "число" участвует в этих вычислениях**
2. Почему разум не может контролировать сложные переходы от ансамбля молекул к ансамблю организмов?
3. Как разум решает задачи комбинаторной и NP (недетерминированной полиномиальной) сложности.
4. Является ли феномен жизни необходимым условием для появления Разума.

Что мы знаем сейчас:

- Mind (Consciousness) = Разум (сознание) - это феномен, при котором информация интегрируется в мозг таким образом, что не может быть разбита на части:

информация ? (difference that make the difference...- $\log P...$

интегрируется ? (+, *,

разбита на части ? ($S=\Delta Q/T$, $Q= -kT\ln 2^* (I_{in}-I_{out})$

- Сознание - это сохраненный информационный опыт....
сохранено - где, как, когда, объем....

Что нам нужно знать в будущем:

Можно ли смоделировать процессы сознания математически, используя современные методы физики, теории алгоритмов и информатики?

Является ли сознание чисто вычислимым феноменом!?

1. Опыт сознания **интегрирован** со всем тем, что человек знает о реальности (что реально видел, осязал, слышал или изучал теоретически).
2. Поэтому механизм "опыта сознания" **радикально отличается** от методов автоматического распознавания образов, реализованных в современной компьютерной технике.
3. Суть отличия в том, что опыт сознания **не сводится к идентификации "математического" объекта** - формального набора заранее заданных параметров или свойств.

Если «вы чему то научились», то полученный опыт (знания) будет интегрирован со всеми видами других знаний и переживаний, хотя доступ к конкретным «знаниям» может быть со временем затруднен

Можно ли такие свойства описать МАТЕМАТИЧЕСКИ ?

«Сознательный опыт» можно рассматривать как своего рода процесс сжатия информации. «Сознательное» сжатие информации позволяет сформировать «семантический базис» топологического пространства понятий, в которое отображаются воспринимаемые (опытные) данные.

Так,
рассмотрим последовательность чисел:
4, 6, 8, 12, 14, 18, 20, 24.... Это бесконечный ряд, определяемый как:
нечетные простые числа
3, 5, 7, 11, 17, 19, 23.....
плюс 1.

Такое объяснение не содержит все множество простых чисел, но оно позволяет точно воспроизводить ряд, поэтому может рассматриваться как смысловое сжатие информации, полученной в предъявленной последовательности данных .

Психологи.... утверждают, что поведение интеллектуального субъекта в конкретной ситуации не может быть смоделировано независимо от всего его сознательного опыта.

Это означает, что в мозгу субъекта происходит нечто такое, что не может быть представлено в виде "фиксированного" алгоритма. **Формальное различие между истиной, сознанием и вычислениями заключается в том, что вычисления можно сопоставить с определенным алгоритмом, а сознание - нет.**

Итак, сознательный опыт должен позволить **реконструкцию** полученных ранее данных (данные опыта), но без явного хранения всех частей.

Такая форма представления задачи математически формулируется как «обратная» и допускает «множество решений».

Вопрос: можно ли такие процессы смоделировать «вычислительно» ?

Перспектива моделирования сознания с точки зрения компьютерных наук

Вопросы, требующие ясного ответа:

1. Почему законы физики вычислимы, насколько нам известно, а законы сознания – нет
2. Почему законы физики, насколько нам известно, вычислимы, а законы сознания - нет?

Мы можем предположить, что сознание не является "объективно" вычислимым, а лишь вычислимо только "субъективно", т.е. вычислимо непосредственно сами "носителем конкретного сознания".

$P=NP=....=P$ local complexity

Заметим, что в математике идея вычислимости не зависит от наблюдателя, но так же как в квантовой механике, в теории сознания аналогично нельзя избавиться от «наблюдателя».

Современные спекуляции в области искусственного интеллекта.

- **Почти весь человеческий интеллект** можно рассматривать как некую форму вычислений или ввода/вывода/хранения данных.
- **Человеческий интеллект «исходит»** не только непосредственно от мозга, почти каждая часть человеческого тела играет определенную роль в интеллекте человека.
- **Интеллект имеет синергетическую природу** - целое намного больше, чем сумма его частей. Так, каждая клетка сама по себе обладает ограниченным интеллектом, но вместе можно достичь большого интеллекта.
- **Интеллектуальные вычисления распределены, параллельны на нескольких уровнях и децентрализованы** - нет централизованного программного каркаса, аналога центрального процессора, управляющего всеми вычислительными процессами и поведением мозга.
- **Рекурсия или самосовершенствование процесса** на нескольких уровнях основные функции механизмов внимания и абстракции, которые значительно уменьшают объем необходимых интеллекту вычислений.
- **Интеллект использует как подход машинного обучения (статистика), так и логические (формальные) рассуждения (символические вычисления и т.д.)**

Гипотез: Интеллект реализуется не только как функция мозга

... имеет ли организм и его микробиом значительное влияние на мозг и поведение человека?

Факты:

Даже одна клетка обладает вычислительным ресурсом для решения специфических задач информатики, таких как выбор пути в лабиринте.

В результате встраивания вычислений клетки выбирают направления, выделяют химические вещества и реплицируются, следуя программе ДНК, которая аналогична программе цифровых компьютеров.

В этом случае не имеет значения, что клетки не обладают тем, что называется развитым сознанием, но каждая клетка вносит свой вклад в общий интеллект человека.

- **муравьиная колония** в совокупности гораздо более интеллектуальна, чем сумма интеллекта каждого входящего в нее муравья
- **Концепция "мудрости толпы"** и концепция компьютерной науки имеют много общего. Таким образом, набор транзисторов или многослойные нейронные сети могут быть более "умными", чем один транзистор или однослойная сеть нейронов.
- Если предположить, что большинство клеток человеческого организма обладают некоторыми вычислительными возможностями, то это означает, что "тело" как живая структура может одновременно (параллельно) выполнять десятки триллионов согласованных вычислений.
- При этом традиционный процессор может обрабатывать только одну команду за выделенный интервал времени, а суперкомпьютер - миллионы разнородных вычислительных операций.

Какой объем вычислений производит мозг человека ?

- **Параллельные вычисления** позволяют быстро реагировать на происходящие события, формируя результат вычислений "не по отдельным его частям, а рассматривая его как единое целое.... ", хотя это "целое" может включать в себя множество компонентов. Такие возможности существуют не для произвольных вычислений, а для определенных типов задач, ориентированных на обработку заранее подготовленных и обученных абстрактных данных.
- **Децентрализованные вычисления** для тела в целом и мозга в частности позволяет рассматривать каждую вычислительную единицу (например, клетку, орган, часть мозга) как отдельный агент, который как конкурирует, так и сотрудничает друг с другом.

Например, кишечник может конкурировать с функциями мозга, чтобы принять решение о следующем действии, а одна часть мозга может сотрудничать с другой частью, чтобы сформировать более точную последовательность операций/действий.

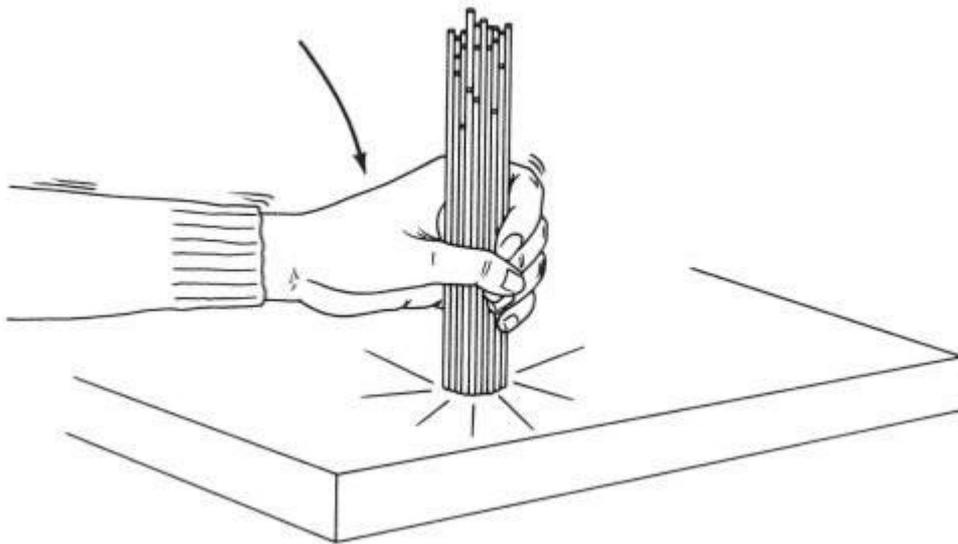
В мозге реализуются механизмы лежат в основе синергии, которая позволяет целому быть больше, чем сумма его частей.

Люди умеют сводить **к минимуму бесполезные вычисления**. Так, в поле зрения человека может находиться 10 объектов и 10 деталей о каждом из них. Но человек, естественно,

1. ограничит свое внимание только одним из этих объектов (например, опасным камнем, летящим в его сторону) и
2. сделает простую абстракцию объекта, игнорируя детали (например, для опасного, быстро движущегося объекта нет необходимости думать о точной форме или узорах на камне).

Механизмы внимания и абстрагирования иногда имеют недостатки (например, люди иногда делают преждевременные выводы или упускают важные детали), но в большинстве случаев они вносят положительный вклад в человеческий интеллект.

Компьютеры могут использовать аналогичные подходы. "Внимание - это все, что вам нужно" эта идея привела к огромным достижениям в обработке естественного языка и описывает успехи в использовании нейронных сетей для создания абстрактных моделей мира, которые поддаются вычислению, и комбинирования их с другими природными явлениями для успешного выполнения задач.



Преимущества ДНК-вычислений обусловлены их способностью выполнять одну и ту же операцию одновременно по заданной кодовой цепочке без дополнительных затрат на синхронизацию.

Алгоритм "Spaghetti Sort" может быть легко реализован человеком, но не компьютером без физического тела.

Человек может отсортировать стержни по длине с временной сложностью $O(n)$. В отличие от этого, самый быстрый компьютерный алгоритм сортировки списка чисел - $O(n \log n)$, что еще хуже. Таким образом, компьютер не может воспользоваться преимуществами гравитации, которая постоянно действует на все стержни одновременно (параллельно). Гипотеза "P=NP", по-прежнему имеет большое значение

Вычисления - это процесс, который реализует отображение между некоторыми символическими структурами (доменами). Реализованное отображение может принимать форму

функция,
оператора,
Алгоритмы
Понимание
или
отношения.

Любая символьная структура может быть
числа: $3 + 2$ равно 5,
а может и нет.

Все зависит от ума!!!

- Появлению топологии предшествовал длительный период развития математической мысли. Основная гипотеза в современном анализе данных, заключается в том, что данные «имеют форму,» или, другими словами, данные отбираются из некоторого базового многообразия — в этом суть “гипотезы многообразия”.
- С точки зрения топологии выделяются *количественные и качественные* (собственно топологические) свойства пространства. К количественным свойствам относятся кривизна, измерение углов, измерение площадей. Качественные свойства пространства представлены размерностью, ориентированностью, связанностью.

- топология разделяет такие понятия, как бесконечность и безграничностью
- *Безграничность* – это топологическое свойство пространства, указывающее на то, что у него нет границ ни в каком направлении.
- *Бесконечность* – это метрическое свойство, согласно которому можно продвигаться как угодно далеко. Примером безграничного, но не бесконечного пространства является шар. Перемещаясь по шару, мы не встретим никаких границ при своём движении, но это пространство метрически конечно, так как имеет вполне определённую площадь.
- Плоскость – это пример бесконечного и безграничного пространства. В целом для топологических характеристик пространства необходимо применять понятия, характеризующие их свойства как замкнутое (метрический признак «конечное») и «открытое» (метрический признак «бесконечное»), ориентированное и неориентированное, а также показатель связности.