

ВСИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Введение в профессиональную деятельность

## ЛЕКЦИЯ 6 : ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ СЛОЖНОСТЬ – АЛГОРИТМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

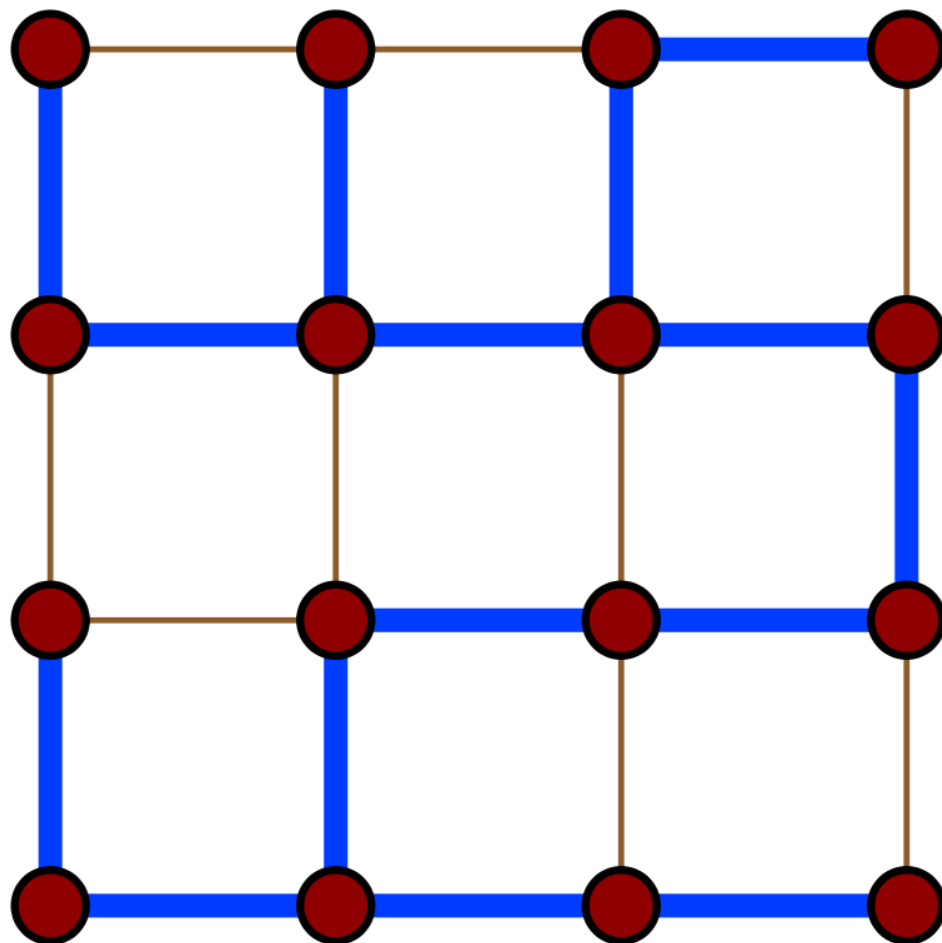
17.03.2022

- Существует два основных класса сложности вычислительных задач -  $P$  и  $NP$ . Существует ли алгоритм, позволяющий «быстро» найти решение  $NP$  задач - **этого пока никто не знает!**
- Однако, для задачи коммивояжера существует несколько эффективных (т.е. полиномиальных) алгоритмов, которые позволяют **найти «хорошие» решения**, но не гарантируют получение «точного оптимума»..
- **Вопрос, на который надо уметь отвечать: нужны ли в принципе «оптимальные» решения рассматриваемой задачи? Как можно изменить алгоритм решения, чтобы сложность вычислений была  $P$  ?**

- Суть задачи. Найти наилучшее распределение некоторого числа работ между **таким же** числом исполнителей.
- Формализация задачи: Имеется  $n$  работ и  $n$  исполнителей. Любой исполнитель может быть назначен на выполнение любой (но только одной) работы, но с неодинаковыми затратами. Нужно распределить работы так, чтобы выполнить работы с минимальными затратами.
- Доказано, что задача имеет полиномиальное решение. Почему ?

- Математическое понимание, которое превращает задачу о назначении в «полиномиально решаемую», заключается в следующем:
- Лемма: Пусть  $U \subset V$  - любое подмножество вершин  $G = (V, E)$ , и пусть **e - ребро** с наименьшим весом из всех ребер, соединяющих  $U$  и  $V - U$ . Тогда **e** является частью минимального «остовного» дерева.

Комментарий: «остовное» дерево получается из исходного графа удалением максимального числа рёбер, входящих в циклы, но без нарушения связности графа. «Остовное» дерево включает в себя все  $n$  вершин исходного графа и содержит  $n-1$  ребро.



Пример решетчатого графа с 16 вершинами

Один из вариантов выделения остовного дерева этого графа, где рёбра дерева изображены утолщёнными синими линиями.

## Определение:

«Остовное» дерево — ациклический связный подграф данного связного неориентированного графа, в который входят все его вершины.

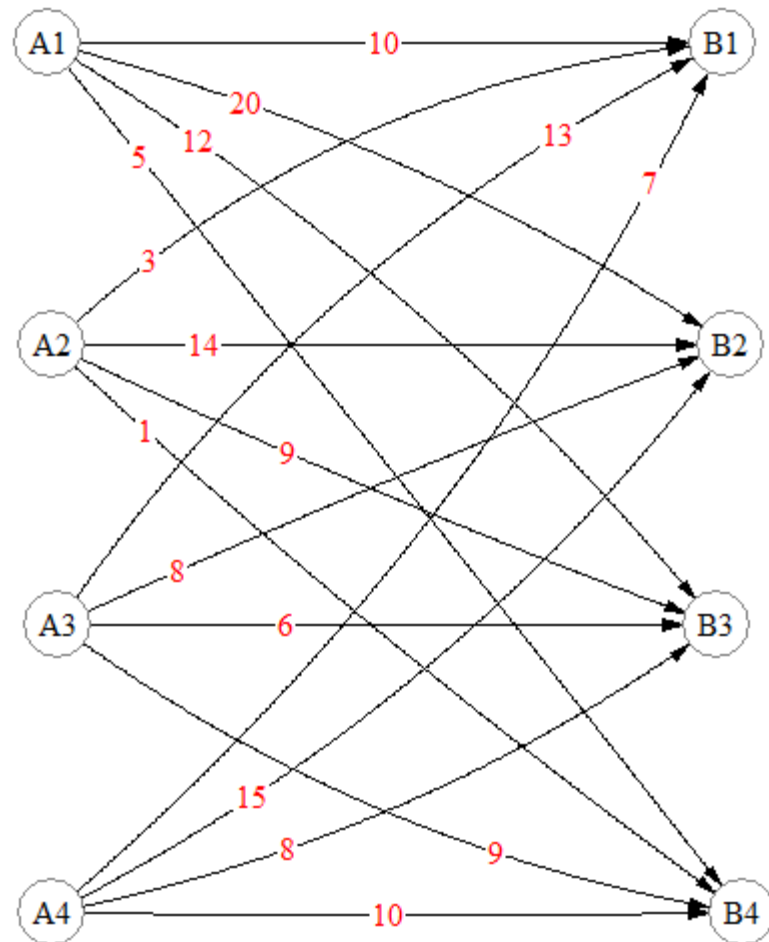
Имеется 4 склада A1, A2, A3, A4 и 4 магазина B1, B2, B3, B4. расстояние от каждого склада до магазина задана матрицей

$$\begin{pmatrix} 10 & 20 & 12 & 5 \\ 3 & 14 & 9 & 1 \\ 13 & 8 & 6 & 9 \\ 7 & 15 & 6 & 9 \end{pmatrix}$$

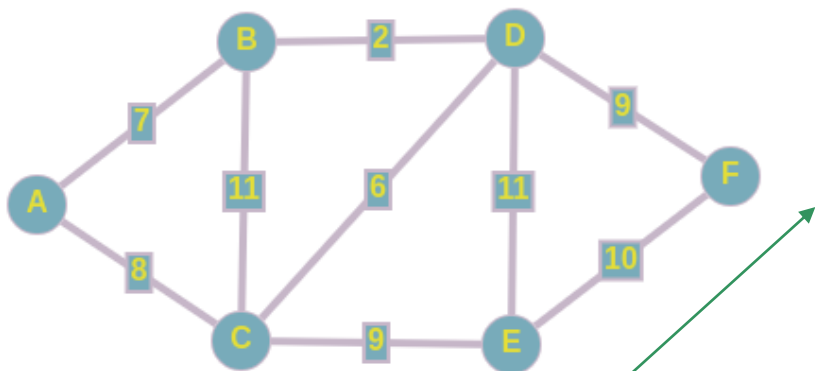
**Требуется:**

«Прикрепить» склады к магазинам, чтобы суммарное расстояние доставки товаров было минимальным.

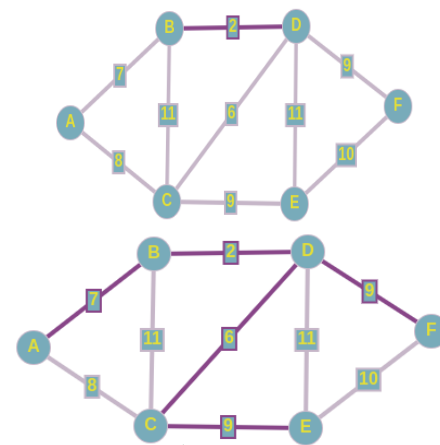
**Решение.** Построить «оставное» дерево.



Дано неориентированный взвешенный граф. Найти такое остовное дерево, сумма рёбер которого минимальна.



- 1)  $D \leftrightarrow B; w = 2$
- 2)  $D \leftrightarrow C; w = 6$
- 3)  $A \leftrightarrow B; w = 7$
- 4)  $A \leftrightarrow C; w = 8$
- 5)  $C \leftrightarrow E; w = 9$
- 6)  $D \leftrightarrow F; w = 9$
- 7)  $F \leftrightarrow E; w = 10$
- 8)  $B \leftrightarrow C; w = 11$
- 9)  $D \leftrightarrow E; w = 11$



Шаг 1. производим сортировку **рёбер по неубыванию** их весов.

Шаг 2. Добавляем  $i$ -ое ребро в подграф только в том случае, если данное ребро соединяет две разные компоненты связности, одним из которых является подграф.

Шаг 3. На каждом шаге добавляется минимальное по весу ребро, один конец которого содержится в подграфе, а другой - еще нет.

Шаг 4. Алгоритм завершит свою работу после того, как **множество вершин** подграфа совпадет с множеством вершин исходного графа.

$P_{\text{PRIM}}(G)$

**Input:** weighted graph  $G(V, E)$

**Output:** minimum spanning tree  $T \subseteq G$

**begin**

Let  $T$  be a single **vertex** (вершина)  $v$  from  $G$

**while**  $T$  has less than  $n$  vertices

find the **minimum edge** (ребра) connecting  $T$  to  $G - T$

add it to  $T$

**end**

**End**

**Вывод.** сложность алгоритма зависит от структуры данных. Проблема поиска остовного дерева полиномиальной сложности разрешима.....



- Не существует доказательства, **исключающего существование** полиномиального алгоритма для конкретной NP задачи.
- **Но не исключено**, что когда-нибудь, кто-нибудь придумает такой алгоритм...
- Заметим, что «почти» аналогичные по формулировке вычислительные задачи уже становятся P сложны . **Свойство NP сложности неустойчивое ?**
- Так, **различие** задачи **о назначении** от **задачи коммивояжера** заключается в том, что первая допускает **все перестановки** из  $n$  элементов, а не только **циклические**.
- Эффективный способ «бороться» со сложностью – понять суть задачи и сформулировать ее так, чтобы принимаемое решение было P сложности.
- Основа «умных» решений – **интеллект....( наличие у субъекта - СОЗНАНИЯ)**

- Разум (Mind)|Сознание (Consciousness) - это феномены, при котором информация и возможные решения интегрируются таким образом, что .... образуют «единое целое», которое не может быть разбито на части:

информация ? (difference that make the difference,  $-\log P...$   
интегрируется ? ( какие операции  $+$ ,  $*$ , ....)  
разбита на части ? ( растет  $S=\Delta Q/T$ , .... $Q = -kT \ln 2 * (I_{in} - I_{out})$ )

- Можно ли так реализовать процессы решения, чтобы в используемых алгоритмах явно присутствовал «аспект понимания» и объяснения полученного решения ?

1. Феномен сознания **интегрирован** со всем тем, что человек знает о реальности (что реально видел, осязал, слышал или изучал теоретически).
2. Поэтому возможность использования "опыта сознания" **радикально отличается** от алгоритмов автоматического распознавания образов, реализованных в современной компьютерной системе с ИИ.
3. **Суть отличия** современных компьютерных технологий от технологий, основанных на использовании феномена сознания, в сущности решаемых задач – компьютерные алгоритмы это решение прямых задач, «умные» алгоритмы – это решение «обратных задач».



«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» ?**

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».

- **Человеческий интеллект** можно рассматривать как некую форму вычислений или ввода/вывода/хранения данных. При этом **интеллект «исходит»** не только непосредственно от ресурсов мозга, при этом каждая часть человеческого тела играет определенную роль в интеллекте человека.
- **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.)**

ГИПОТЕЗА: ЯВЛЯЕТСЯ ЛИ ТЕЛО ЧАСТЬЮ НАШЕГО ИНТЕЛЛЕКТА? (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 ресурса вычислений клетки выбирают направления, выделяют химические вещества и реплицируются, следуя программе ДНК, которая аналогична программе цифровых компьютеров.**

**При этом 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 - набор транзисторов или многослойные нейронные сети могут быть более "умными", чем один транзистор или однослойная сеть нейронов.
- Большинство клеток человеческого организма обладают реальными вычислительными возможностями, то это означает, что "тело" как живая структура может одновременно (параллельно) выполнять десятки триллионов согласованных вычислений.
- Традиционный процессор может обрабатывать только одну команду за выделенный интервал времени, а суперкомпьютер - миллионы разнородных вычислительных операций. **Вопрос:** какими вычислительными ресурсами обладает человеческое сознание ?



- **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.
- **Децентрализация вычислений** 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.

Мозг настроен на выполнение задач, требующих рекурсивной логики.

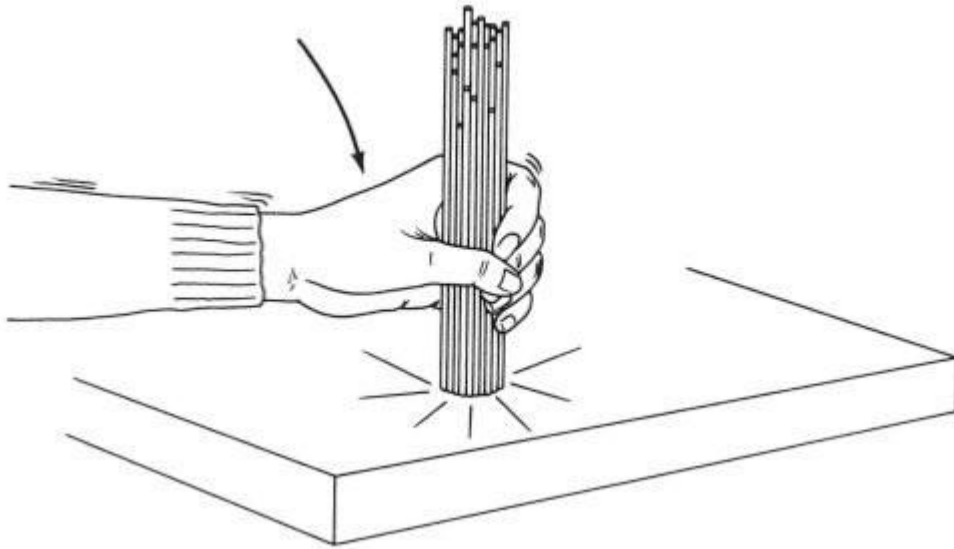
При этом мозг способен к самосовершенствованию, т.е. возможности нейропластичности реализуются через изменение самого мозга. Появление определенных ОЩУЩЕНИЙ может привести к высвобождению определенных ферментов, которые затем вызывают изменения в количестве синапсов и синаптических связей.

Таким же образом, самосовершенствующиеся компьютеры с искусственным интеллектом - это ключ к новым компьютерным технологиям.

Абстракция 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).

Компьютеры могут использовать аналогичные подходы. "Внимание - это все, что вам нужно" эта простая идея приводит к серьезным последствиям. 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. Реализованное отображение может принимать различные формы, например

функция,  
оператора,  
алгоритмы  
понимание  
отношения.

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

**Все зависит от сознания !!!**