Древо компьютерных наук

Эдуард Пройдаков
e.proydakov@yandex.ru

Науки компьютерные и некомпьютерные

- Существует утверждение, что все науки можно разделить на компьютерные и некомпьютерные (noncomputer science). **Н**екомпьютерные науки – науки, в которых не изучаются вопросы, связанные с компьютерными дисциплинами. (Например, noncomputer science background – некомпьютерное образование.) Тенденция пока такова, что некомпьютерных наук становится всё меньше. Рассмотрим, что же из себя представляют компьютерные науки.

Компьютерные науки (computer science, CS)

- **Компьютерные науки** – общее название для совокупности дисциплин, связанных с конструированием компьютеров и их использованием в обработке информации. Объединяет теоретические и практические аспекты многих наук, таких как электроника, программирование, математика, искусственный интеллект, человеко-машинное взаимодействие, конструирование ЭВМ и др. Имеет много направлений, некоторые из которых ставят во главу угла конкретные результаты (пример – компьютерная графика, *computer graphics*), некоторые – свойства вычислительных задач (пример – теория сложности вычислений, *complexity theory*), а некоторые фокусируются на проблемах реализации вычислений. Так, теория языков программирования (*programming language theory*) изучает подходы к описанию вычислений, а программирование для компьютеров (*computer programming*) предусматривает применение конкретных языков для решения конкретных задач. В целом компьютерные науки относятся к физическим наукам (*physical sciences*).

Компьютерные науки (продолжение)

- Для CS предлагаются и другие названия, например “компьюника”, однако они пока не получили широкого распространения.
- Считается, что CS соответствует название “информатика”, однако этот термин я не использую из-за того, что ранее он толковался иначе, а также из-за его перегруженности другими смыслами.

Проектирование ЭВМ и программотехника

- Основные составляющие computer science – **computer engineering** и **software engineering**. Первая дисциплина по-русски называется “Конструирование компьютеров (вычислительных машин)”, другое её название – “Проектирование ЭВМ” – дисциплина, занимается вопросами архитектуры и методами разработки компьютеров.
- Вторая составная часть – software engineering – у нас называется программотехника, или инженерия разработки ПО. Программотехника – прикладная наука, занимающаяся оптимизацией и повышением эффективности разработки ПО; совокупность научно обоснованных методов проектирования (анализа), разработки, внедрения и сопровождения ПО. Термин появился в середине 1960-х годов и стал широко использоваться в начале 1970-х годов.

Базис компьютерных наук

- Т**еория информации** (**information theory**) – научная дисциплина, основоположником которой является Клод Шеннон (Claude Shannon), опубликовавший незадолго до Второй мировой войны статью “A Mathematical Theory of Communication”. Теория информации задаёт количество информации, которое может быть переслано от передатчика к приёмнику, как функцию уровня шума (*noise level*) и других характеристик среды;
- Т**еория автоматов** (automata theory) – научная дисциплина, занимающаяся изучением абстрактных вычислительных устройств, или “машин”. Зародилась в 1930-е годы с работ А. Тьюринга. На базе теории автоматов начала развиваться теория сложности вычислений (*complexity theory*) и математическая лингвистика (*mathematical linguistics*).
- **Теория алгоритмов** (theory of algorithms**)** – математическая дисциплина, изучающая алгоритмы и их общие свойства.
- – алгоритмика **(**algorithmics**)** – научная дисциплина, занимающаяся изучением алгоритмов, их правильности, сложности и эффективности.
- **Анализ алгоритмов** (algorithm analysis, analysis of algorithms) –
- у нас это часто именуется “Алгоритмы и структуры данных”.

- Из математических дисциплин в компьютерных науках широко используется также:
- **теория графов** (graph theory),
- **теория вероятностей** (probability theory) и математическая статистика,
- **теория игр** (game theory),
- **численный анализ** (numerical analysis**)** – научное направление, изучающее алгоритмы решения задач непрерывной математики (в отличие от дискретной математики, discrete mathematics). Некоторые из этих задач связаны непосредственно с линейной алгеброй, решением дифференциальных уравнений, а также с физическими науками и инженерными дисциплинами.
- **исследование операций** (operations research, OR) – научная дисциплина, исследующая методами математического моделирования такие проявления человеческой активности, как, например, военные операции (действия).
- **теория массового обслуживания** (queueing theory, queuing theory) – область прикладной математики, использующая методы теории вероятностей и математической статистики.
- **теория множеств** (set theory),
- **теория квантификации (**quantification theory) – формальная система логики, известная также под названием “исчисление предикатов” (*predicate calculus*); языки логического программирования.
- **теория чисел** (number theory), и др.

Ветви computer science

- **программирование** (*computer programming*)
- **компьютерная графика** (*computer graphics*)
- **проектирование ЭВМ**, вычислительная техника (*computer engineering*)
- **искусственный интеллект** (*artificial intelligence*)
- **робототехника** (*robotics*)

Искусственный интеллект (artificial intelligence, AI, ИИ)

- **Искусственный интеллект (**artificial intelligence, AI, ИИ) – междисциплинарное направление научных исследований и понятие, используемое в связи с разработкой интеллектуальных компьютерных систем, такими направлениями как экспертные системы, автоматическое доказательство теорем, распознавание образов, машинное зрение, робототехника, понимание естественных языков и др., т. е. систем, обладающих возможностями, которые мы традиционно приписываем человеческому разуму, – хранить знания и эффективно их применять. Термин ввёл разработчик языка *Lisp* Джон Маккарти (John McCarthy) летом 1956 г. на конференции в Дартмутском колледже (шт. Нью-Гемпшир) вместо предложенного в 1950 г. Аланом Тьюрингом термина computer intelligence (компьютерный интеллект). Современный ИИ делится на множество различных направлений, из которых два стратегические – прикладной, или слабый, ИИ (*applied AI*) и сильный ИИ (*strong AI*).

Прикладной ИИ (applied AI)

- **Прикладной ИИ** – изучает использование компьютеров и ПО для исследования возможностей решения (или для решения) конкретных научных или логических задач, которые не выходят за рамки познавательных способностей человека. Большинство современных систем ИИ относится к этой категории. Синонимы – узкий (ограниченный) ИИ (*narrow AI*) и слабый ИИ (*weak AI*).

Сильный ИИ (strong AI)

- **Сильный ИИ** – направление в развитии ИИ (*AI, artificial intelligence*), ставящее своей целью создание искусственного интеллекта, сравнимого с интеллектом человека или превосходящим его; компьютер с сильным ИИ должен быть в состоянии решать любую интеллектуальную задачу, которую только способен решить человек. Это также любимая тема авторов научно-фантастической литературы и футуристов. Сильный ИИ называют также искусственным общим интеллектом (*artificial general intelligence*) или способностью решать общие интеллектуальные задачи (*general intelligent action*).

Искусственная жизнь (artificial life)

- **Искусственная жизнь** (artificial life, AL, A-life, ALife) – научная дисциплина, которая создаёт и изучает компьютерные модели живых организмов или синтетических систем, по своему поведению похожих в определённых аспектах на естественные живые биологические системы. Задача такого исследования – найти основные принципы организации живых систем на Земле и в других мирах. Как направление исследований сформировалась с 1986 г., базируется на биологии, физике, химии и математике. Термин ввёл Крис Лангтон (Crith Langton). В AL различают два больших направления – жизнь, какой она может быть (Life-As-It-Could-Be), и жизнь, какой мы её знаем (Live-As-We-know-it). Жизнь, какой она может быть, AL рассматривает как жизнь, синтезированную в искусственной среде, а также проводит исследования над искусственными моделями биологического феномена. Методы и алгоритмы искусственной жизни могут помочь развитию теоретической биологии, а также находят применение в экологическом и финансовом моделировании, сетевых коммуникациях, робототехнике.

Машинное зрение (computer vision)

- **Машинное зрение**, техническое зрение – направление искусственного интеллекта, занимающееся обработкой и распознаванием динамических изображений реальной действительности.

Распознавание образов

- **Распознавание образов** (pattern recognition) – научная дисциплина, занимающаяся анализом, описанием, идентификацией и классификацией образов и других значимых сущностей с помощью компьютерных технологий. Используется, например, в биометрических методах контроля доступа для распознавания голоса, отпечатков пальцев, фотографий и т. п., включает в себя распознавание изображений.
- **Распознавание изображений** (image recognition**)** – занимается идентификацией объектов на введённом в компьютер изображении. Этот процесс начинается с обработки изображения, удаления шума, выделения линий, контуров и областей текстур. Распознавание образов и изображений традиционно относятся к задачам искусственного интеллекта**.**

Анализ изображений

- Анализ изображений (image analysis, image understanding) – область, находящаяся между обработкой изображений (image processing) и машинным зрением (*computer vision*); занимается идентификацией объектов на введённом в компьютер изображении (фотографии или движущемся видео). Требует высокой вычислительной мощности и сложных алгоритмов.

Обработка изображений (image processing

- **Обработка изображений** – изучает любые комплексные программные и/или аппаратные операции по компьютерной обработке (преобразованию) изображений, например повышение чёткости, коррекция цветов, сглаживание, уменьшение шумов и т. д.

Другие направления ИИ

- **automated reasoning** (машинный (автоматизированный) поиск логического вывода) – в ИИ – одно из направлений машинного доказательства теорем (доказательство истинности некоторого утверждения исходя из декларированного множества аксиом).
- 2. **machine learning** (**ML**) (обучение машин) – направление ИИ. Обобщает результаты и идеи, связанные с нейросетевыми вычислениями, эволюционными и генетическими алгоритмами, нечёткими множествами и др. Термин ввёл K. Samuel в 1963 г. Позволяет автоматически получать набор правил и аксиом на основании входящей информации.
- 2. **computational linguistics** (вычислительная лингвистика, компьютерная лингвистика) – междисциплинарное научное направление, предусматривающее компьютерное статистическое и логическое моделирование элементов и форм естественного языка, т.е. понимание речи и генерация речи.

Эволюционные вычисления

- Эволюционные вычисления, ЭВ (evolutionary computation, evolutionary computing) – в ИИ – класс методов вычислений, использующих для нахождения оптимального решения принципы теории эволюции. К нему, в частности, относятся генетические алгоритмы (*genetic algorithm*) и генетическое программирование (*genetic programming*), эволюционное программирование (*evolutionary programming*), эволюционные стратегии (evolution strategy), искусственная жизнь (*artificial life*), автономное и адаптивное поведение компьютерных приложений и робототехнических устройств и др. На развитие направления оказали большое влияния инвестиции в нанотехнологии, так как ЭВ затрагивают практические проблемы самосборки, самоконфигурирования и самовосстановления систем, состоящих из множества одновременно функционирующих устройств.
- эволюционное программирование (evolutionary programming) –в ИИ – попытки разработки ПО с применением принципов теории эволюции.

Генетические алгоритмы

- Генетические алгоритмы (genetic algorithm) – класс эвристических алгоритмов оптимизации и поиска, базирующийся на принципах генетики и естественного отбора (natural selection), разновидность эволюционных вычислений (*evolutionary computation*). Суть GA заключается в перемешивании (рекомбинации, recombination) наиболее перспективных (“выживших”) вариантов решений из некоторого первоначального случайного набора вариантов. При этом получается следующее поколение вариантов. Периодически для моделирования мутаций (*mutation*) в наборы случайным образом вносятся изменения, например производится “скрещивание” (*crossover*) вариантов. Многократное повторение этого процесса в сочетании с процессом отбора (selection) лучших вариантов рассматривается как имитация процесса эволюции, что в ряде случаев позволяет найти эффективное решение задачи. Теоретические основы GA разработал Джон Холланд (John Holland) в 1975 г.

Генетическое программирование

- **Генетическое программирование** (genetic programming, GP) – программирование с использованием генетических алгоритмов и генетических операторов, таких, как скрещивание, мутация и отбор. Понятие GP сформулировал Джон Коза (J. R. Koza) в своих работах 1992—1994 гг. Изучает в том числе и гибридные генетические алгоритмы

(hybrid genetic algorithm) – генетические алгоритмы (*genetic algorithm*), объединённые с другими методами оптимизации.

Компьютерная графика (computer graphics)

- **Компьютерная графика** (computer graphics, CG, КГ), *уст.* название машинная графика – общий термин, обозначающий одно из трёх направлений обработки изображений с помощью компьютеров. Два других направления: собственно обработка изображений (*image processing*) и распознавание изображений (*image recognition*). Задача КГ – применение компьютеров для синтеза видимых изображений, т. е. для визуализации, а также для интеграции и/или обработки визуальной и пространственной информации, собранной с объектов реального мира. Саму КГ можно подразделить на несколько направлений: трёхмерная визуализация реального времени (часто используется в компьютерных играх), анимация, визуализация вводимых или генерируемых видеоизображений, создание специальных эффектов (часто используется для кино- и телефильмов), визуальное моделирование (часто используется для научных, инженерных и медицинских целей).

Компьютерная мультипликация (computer animation)

- **Компьютерная мультипликация**, или компьютерная анимация – наука, технология и искусство создания движущихся видеоизображений при помощи компьютеров, раздел компьютерной графики и анимации (КГА). Чаще всего при этом используется трёхмерная графика (*3D graphics*). Синоним – *computer generated imagery* (*CGI*).

Робототехника

- Робототехника как наука состоит из следующих направлений:
- 1. **Робототехника** (robotics) – междисциплинарное направление научных исследований и инженерных разработок, направленное на создание и изучение различных классов роботов. Термин ввёл в 1950 г. американский писатель и учёный Айзек Азимов (Isaac Asimov) в небольшом рассказе, опубликованном в 1942 г.; более известен его научно-фантастический роман “I, Robot” (Я, робот) (1950 г.), в котором он сформулировал три знаменитых закона робототехники (робототехники).

Направления робототехники

- 2. **Микробототехника** (microrobotics_ – занимается разработкой сверхминиатюрных робототехнических устройств.
- 2. **Нанобототехника** (nanorobotics) – направление исследований, ставящее целью создание нанороботов –устройств размером в единицы и десятки нанометров, которое сможет самостоятельно манипулировать отдельными атомами вещества. Переставляя атомы, нанороботы смогут самовоспроизводиться, создавать из произвольного материала любые предметы или любое существо. Нанороботов условно разделяют на два вида: ассемблеры (сборщики) – способные конструировать что-либо, в том числе и новых нанороботов, и дизассемблеры – способные разбирать молекулярные структуры.
- (с другой стороны нанобототехника входит в **nanoscience** – науки о наномире, нанонауки).
- 2. **Персональная робототехника** (personal robotics) – ставит своей целью создание персональных роботов – небольших, недорогих, простых и удобных в использовании. Это может быть, например, специальный вибротактильный костюм, с помощью которого можно обучить человека любым двигательным навыкам или ускорить выздоровление пациентов, которые проходят реабилитацию после различных неврологических травм, – либо универсальный личный слуга-гуманоид (humanoid robot, *personal robot*).

Направления робототехники

- 3**. Бытовая робототехника** (home robotics) – направление робототехники, целью которого является создание домашних роботов.
- 2. **Медицинская робототехника** (medical robotics) – направление робототехники, целью которого является создание медицинских роботов.
- 2. **Планетарная робототехника** (planet exploration robotics) – создание роботов для исследования планет.
- 2. **Военная робототехника** (military robotics) – занимается развитием БПЛА (*UAV*), НМР (*UGV*) и морских роботов (*UMS*) военного назначения.

Типы военных роботов

- **БПЛА** – беспилотный летательный аппарат (UAV, Unmanned Aerial Vehicle) – класс роботов, активно развивающийся в настоящее время, в основном для военных применений. Среди военных БПЛА могут быть выделены тактические БПЛА (tactical unmanned aerial vehicle, TUAV), малые БПЛА (small unmanned aircraft system, SUAS), малые тактические БПЛА (small tactical unmanned aircraft system, STUAS) и сверхмалые БПЛА (*MAV*).
- **НМР** – наземный мобильный робот (Unmanned Ground Vehicle, UGV) – автоматически управляемое (роботизированное) наземное транспортное средство; среди военных НМР различают тактические НМР (tactical unmanned ground vehicle, TUGV) и малые НМР (small unmanned ground vehicle, SUGV), а также роботизированные транспортные средства для эвакуации раненых (robotic evacuation vehicle, REV).
- **Морские роботы** (unmanned maritime system, UMS) – автоматически управляемое (роботизированное) морское транспортное средство; роботы этого класса (в основном военного назначения) делятся на надводные и подводные (*UUV*).

Направления робототехники

- 2. **Телеробототехника** (telerobotics) – направление робототехники, целью которого является создание телероботов (роботов, дистанционно управляемый телеоператором). Роботы для МЧС, МО и т.п.
- 2. **Промышленная робототехника** (industry robotics) – направление робототехники, целью которого является создание промышленных роботов, число видов которых весьма многообразно (industrial robot).
- 3. **Эволюционная робототехника** (evolutionary robotics) – изучает методы эволюционных вычислений (*evolutionary computation*) для разработки искусственных нервных систем роботов.
- Среди вспомогательных научных направлений:
- 3. **Взаимодействие человека с роботом** (людей с роботами) (human-robot interaction, HRI) – многодисциплинарная область современных научных исследований, включающая методы и средства таких направлений, как человеко-машинное взаимодействие (*HCI*), искусственный интеллект (*artificial intelligence*), робототехника (*robotics*), понимание естественных языков (*natural language understanding*) и социология (*social science*).

Направления робототехники

- **Полевая робототехника** (*field robotics*) – занимается исследованиями и созданием автономных подвижных роботов для выполнения тех или иных работ в естественных, иногда (часто) экстремальных, условиях.
- **Когнитивная робототехника** (cognitive robotics, CR) – раздел робототехники, занимающийся созданием роботов с интеллектуальными возможностями и интеллектуальным поведением (intelligent behavior): его вычислительные возможности должны позволять роботу самообучаться и выбирать линию своего поведения для решения сложных задач (например, задачи выживания) в сложном окружающем мире.
- **Биометрическая робототехника** (*biometric robotics*) – занимается исследованиями и созданием роботов с биометрическими возможностями – например, с реакцией на прикосновения.
- **Биомехатроника (***biomechatronics***)** = биология + механика + электроника; направление робототехники, цель которого – объединение биологического организма и робота. Потенциальные применения – ортопедические протезы, “усилители” физических возможностей человека (силы, выносливости, скорости) и др.

Направления робототехники

- **Биологическая робототехника** (biological robotics**)** – занимается исследованиями и созданием биологических роботов (биороботов, или биоботов); полностью биологические роботы не имеют в своей основе кремниевых компонентов, представляют собой искусственный интеллект на базе органической субстанции, способны расти за счет появления новых микроорганизмов, размножающихся под влиянием света, тепла и питательных веществ, способны решать некоторые вычислительные и логические задачи. В перспективе возможно создание более сложных биороботов, способных самоорганизовываться, работать в военных, производственных и медицинских целях

Направления робототехники

- Нейророботототехника (*neurobotics*) – междисциплинарное направление в науке (на стыке искусственного интеллекта, биомеханики, неврологии, робототехники, био- и психофизики), занимающееся проблемами связи между центральной нервной системой и мускульной активностью человека, разработкой бионических интерфейсов, созданием искусственных частей тела (протезов), вживлением их в организм взамен утраченных и управлением ими, созданием вспомогательных устройств (например, экзоскелетов, *external skeleton*) для реабилитации после травм и расширения физических возможностей человека.

Проектирование ЭВМ

- 1. **Проектирование ЭВМ**, вычислительная техника (computer engineering) – дисциплина, занимающаяся вопросами архитектуры и методами разработки компьютеров.
- 2. **Архитектура компьютеров** (вычислительных систем) (computer architecture**)** –дисциплина, занимающаяся внутренней организационной структурой компьютеров (вычислительных систем), включая потоки и представление данных, интерфейсы (организацию ввода-вывода), набор команд, системы адресации, регистры, аппаратное и программное обеспечение; более глубокие уровни относятся к термину “устройство компьютера”. Термин введён корпорацией *IBM* при создании семейства совместимых ЭВМ System/360.

Проектирование ЭВМ

- 2. **Устройство компьютера** (computer organization) – научная дисциплина, которая рассматривает компьютер как иерархическую совокупность уровней аппаратуры и ПО, каждый из которых реализует некоторую функциональность; родственное ему понятие архитектура компьютера главным образом касается структуры и взаимодействия его аппаратных и программных частей.
- 2. **Теория параллельных систем** (parallel systems theory).

Классификация компьютеров

- Аналоговые
- Цифровые
- общего назначения и специализированные
- суперкомпьютеры
- серверы
- настольные компьютеры
- Мобильные компьютеры
- Микроконтроллеры
- Системы на кристалле (SoC)
- Гибридные (цифро-аналоговые)
- Нейрокомпьютеры
- Генетические компьютеры
- Квантовые компьютеры (Quantum computing theory).

Человеко-машинное взаимодействие

- 1. **Человеко-машинное взаимодействие** (HCI, Human-Computer Interaction) – эта научная дисциплина изучает мотивацию человеческого поведения при работе с компьютерными системами. Объединяет в себе работы в области компьютерных наук (*computer science*), антропологии, социологии, эргономики и психологии; служит основой для проектирования интерфейсов пользователя.

Символьная математика

- 1. Symbolic mathematics, *symbolic computing, symbolic computation* (символьные вычисления, символьная математика) – к символьным вычислениям относятся как решение на компьютере математических задач в символьном (аналитическом), а не в числовом виде (компьютерная алгебра), так и работа программ из области ИИ с нечисловыми данными.

Обратная инженерия (reverse engineering)

- 1. Обратная инженерия (reverse engineering, reversing) – анализ, разбор (расшифровка) конструкции, структуры, построения программного или аппаратного изделия; восстановление структурной схемы и алгоритма работы; проектирование по [готовому] образцу; воспроизведение недокументированного изделия, обратная инженерия, *разг.* передёр # процесс систематического разбора программы (восстановления её исходного текста и структуры) или микросхемы для изучения алгоритмов её работы с целью имитации или повторения некоторых или всех её функций в другой форме или на более высоком уровне абстракции, снятия защиты, изучения алгоритмов, добавления новых возможностей, восстановления протоколов или исправления ошибок и др. Чаще всего термин используется применительно к ПО (software reverse engineering). Здесь различают обратную инженерию по двоичным кодам (binary ~) и по данным (data ~). Широко используется в современной индустрии – от чистого копирования до скрытого.

Информационная безопасность

- **Информационная безопасность** (information security) – научное направление, объединяющее в себе все виды защиты данных в системах, основанных на компьютерных технологиях.

- **Криптология** (cryptology) – наука о создании и анализе систем безопасного хранения и передачи информации по открытым каналам. Термин используется для обозначения всей области секретной связи. Происходит от слов cryptos – тайный и logos – сообщение. Делится на три направления: криптографию (*cryptography*), стеганографию (*steganography*) и криптоанализ (*cryptoanalysis*).

Биометрия

- **Биометрия (**biometrics, biometry) – прикладная область знаний, занимающаяся разработкой совокупности способов автоматической верификации и идентификации пользователя (для защиты от несанкционированного доступа) при входе в компьютерную систему по биологическим свойствам (признакам) тела человека. Идентификационными биологическими признаками являются его индивидуальные особенности, называемые биометрическими характеристиками. Биометрическая идентификация и аутентификация заключается в считывании одного или нескольких биометрических признаков пользователя и их сравнении с предварительно полученными шаблонами. Осуществляется по отпечаткам пальцев (*fingerprints*), сетчатке или радужной оболочке глаз (*iris recognition*), геометрии руки (hand geometry), подписи (signature verification), внешнему виду (*face recognition*) или голосу (voice verification), термограмме лица (схеме кровеносных сосудов), фрагменту генетического кода (*genetic code*) и т. д. либо по поведению (behavioral characteristics), например форме и способу выполнения подписи. В зависимости от вида используемых биологических признаков биометрические системы делятся на статические и динамические: первые используют данные, получаемые при измерении анатомических особенностей человека, а вторые осуществляют анализ совершаемых человеком действий.

Инженерия разработки ПО (software engineering)

- Это прикладная наука, занимающаяся оптимизацией и повышением эффективности разработки ПО; совокупность научно обоснованных методов проектирования (анализа), разработки, внедрения и сопровождения ПО. Термин появился в середине 1960-х годов и уже активно популяризировался на конференции NATO по программированию в 1968 г. в Германии
- В ней выделяют:
  - программотехнику приложений, инженерию разработки приложений (application engineering) – это методология создания приложений, состоящая из трёх основных этапов: анализ, проектирование и реализация.
  - программотехнику предметной области (domain engineering, product line engineering**)** – методология применения знаний конкретной предметной области для создания новых программных систем; ключевая концепция для обеспечения возможности систематического повторного использования ПО (*software reuse*). Процесс идентификации предметных областей, определения их границ, выявления общностей и различий между системами конкретной предметной области называется анализом [ПО] предметной области (*domain analysis*). Результатом подобного анализа являются модели, на основе которых можно эффективно и экономично создавать новые системы и приложения этой предметной области. Программотехника предметной области, подобно программотехнике приложений (*application engineering*), состоит из трёх основных этапов: анализ, проектирование и реализация, но её цель – создание не одного отдельного приложения, а целого семейства систем данной области.

Разработка программного обеспечения

- 1. Разработка программного обеспечения (computer programming).
- 2. Теория языков программирования (programming language theory).
- 2. Параллельные вычисления (parallel computing)
- 2. Распределённые вычисления (Distributed computing) сюда входят GRID- и облачные вычисления.
- 2. Операционные системы (operating system).
- 2. Базы данных (DBMS).

Интеллектуальный анализ данных

- 2.1. Хранилища данных (Data Warehouse, DW).
- 2.2. – интеллектуальный анализ данных, извлечение информации [из данных], добыча данных (data mining, DM) – технология анализа хранилищ данных с целью выявления скрытых правил и закономерностей в наборах данных, базирующаяся на методах ИИ и инструментах поддержки принятия решений. В частности, сюда входит нахождение определённых паттернов, трендов, корреляций и коммерчески полезных зависимостей. Может выполняться автоматически (automatic data mining) либо интерактивно. Автоматические, или машинные методы, интеллектуального анализа данных – это методы поиска зависимостей между данными с помощью чисто аналитических подходов, используя генетические алгоритмы, нейронные сети и экспертные системы. Интерактивные методы базируются на научном направлении, получившем название визуальный анализ данных (*visual data mining*). Для решения конкретной задачи существует проблема выбора метода, который даст лучшие результаты, а также способа представления их в форме оптимальной для восприятия пользователем.

Анализ неструктурированных данных

- 2.3. Анализ неструктурированных данных (text mining).
- 2.4. Оперативная обработка транзакций (Online Transaction Processing) – вид управления базами данных, связанный с выполнением транзакций в режиме реального времени.
- 2. Поисковые системы.
- 2. оперативный анализ данных, онлайновая аналитическая обработка [данных] (OLAP, Online Analytical Processing) – оперативный анализ данных для поддержки принятия важных решений. Исходные данные для анализа представлены в виде многомерного куба, по которому можно получать нужные разрезы – отчёты. Выполнение операций над данными осуществляется OLAP-машиной. По способу хранения данных различают *MOLAP, ROLAP* и *HOLAP*. По месту размещения OLAP-машины различаются OLAP-клиенты и OLAP-серверы. OLAP-клиент производит построение многомерного куба и вычисления на клиентском ПК, а OLAP-сервер получает запрос, вычисляет и хранит агрегатные данные на сервере, выдавая только результаты. Термин OLAP был предложен Е. Коддом (E.F. Codd) в 1993 г. вместе с 12 правилами для реляционных СУБД.

Научные вычисления (Scientific computing).

- **Биоинформатика (**bioinformatics**)** – научная дисциплина, объединяющая молекулярную биологию (molecular biology), клиническую медицину (clinical medicine), биохимию, компьютерные науки (*computer science*), математику и другие имеющие влияние на все области биологии науки с целью изучения живых систем. В строгом смысле биоинформатика – это изучение того, как информация представлена и передаётся в биологических системах, начиная с молекулярного уровня. На практике, поскольку биоинформатика это наука, требующая сбора, обработки, анализа и пересылки громадных объёмов данных, она часто отождествляется с вычислительной биоинформатикой (*computational bioinformatics*).
- ***computational biology*** *(*вычислительная биология*)*
- ***Computational neuroscience*** *(вычислительная нейробиология)* Моделироваание работы мозга.
- ***Computational chemistry*** (вычислительная химия)
- ***computational biochemistry*** *(*вычислительная биохимия*)*
- ***computational linguistics*** (частично в ИИ)
- ***computational psychology*** *(*вычислительная психология*)*
- ***computational geometry*** (вычислительная геометрия, компьютерная геометрия) – наука, занимающаяся разработкой алгоритмов преобразования геометрических объектов.
- ***computational physics*** (вычислительная физика) – изучает компьютерные методы решения задач физики, возникающих в различных её областях, в том числе таких современных, стремительно развивающихся областях, как биофизика, теория открытых систем, нелинейная динамика.

Как быть с кибернетикой?

- История вопроса. Разное понимание в СССР, России и на Западе. Множество определений.
- Чтобы избежать спекуляций, следует принять западное понимание кибернетики как науки об управлении в сложных системах.
- Кибернетика (*cybernetics*) не компьютерная наука.

Перечисленным данная область не далеко исчерпывается.

Спасибо за внимание!