人工智能领域的未来发展

李建成

武汉大学

信息技术时代特征

分析国内外技术发展，未来相当长时间将处于以先进信息技术为驱动的信息时代。重要特征：

- 最近十年，学科之间、技术之间的界限模糊，交叉融合成为显著趋势
- 新一代传感器技术、物联网、大数据技术、移动技术、云计算、知识工程技术为代表的新一代信息技术
- 掀起一场全新的智能化科技革命，表现为传统技术与信息技术的深度融合、高度分化后的再发展
- 信息技术革命的演化过程是随着技术革新、产业变迁、融合应用和制度变迁逐步发展起来的,信息技术的快速扩散，打破原有的经济模式，通过与经济和社会生活的重新组合，发展成为一种新的经济形态

新技术革命

科技成果由发现（发明）到应用的时间：

电动机 65年	雷　达 15年	核反应堆 4年
电　话 56年	喷气机 14年	集成电路 2年
无线电 35年	电　视 12年	激光技术 1年
真空管 31年	尼　龙 11年	

科技更新周期：

18世纪	19世纪	20世纪	21世纪
80-90年	70-40年	5-10年	更短

数字技术革命

在拍照从“胶卷时代”进入“数字时代”之后，昔日影像王国的辉煌也似乎随着胶卷的失宠，而不复存在。造成柯达危机产生有各方面的原因：首先，柯达长期依赖相对落后的传统胶片部门，而对于数字科技给予传统影像部门的冲击，反应迟钝。其次，管理层作风偏于保守，满足于传统胶片产品的市场份额和垄断地位，缺乏对市场的前瞻性分析，没有及时调整公司经营战略重心和部门结构，决策犹豫不决，错失良机。

数字技术革命

网络信息推送

信息技术应用

航旅纵横
Umetrip.com

GPU、KNL和CPU计算速度比较

7".5x7".5 SRTM DTM 地形直接影响计算结果

	单核CPU	16核CPU	68核KNL	GPU
时间(秒)	6901.0	576.0	39.0	15.0
加速(倍)		12.0	177.0	460.0
			15.0	38.0
				2.6

注1: CPU Intel(R) Xeon(R) E5-2670 ;
Intel(R) Xeon Phi(TM) 7250;
NVIDIA Tesla P100, Intel(R) Xeon(R) E5-2697A v4

注2: 积分半径: 500km, 一行数据，计算结果长度为480x40

主要内容

01 计算机的发展

02 人工智能的进展

03 应用与展望

主要内容

01 计算机的发展

量子计算机发展历史

2007年

加拿大计算机公司D-Wave展示了全球首台量子计算机“Orion(猎户座)”。虽然当时只是一台能通过量子力学解决部分问题的原型机，不过也让我们看见了量子计算机的曙光。

2011年

D-Wave自豪地宣布，全球首台真正的商用量子计算机D-Wave One终于诞生了!其采用了128-qubit(量子比特)的量子处理器，性能是原型机的四倍，理论运算速度远远超越现有所有的超级计算机。

2012年

制造量子计算机最流行的办法是电路模型或门级模型，其处理器架构跟传统计算机类似。

量子计算机最新动态

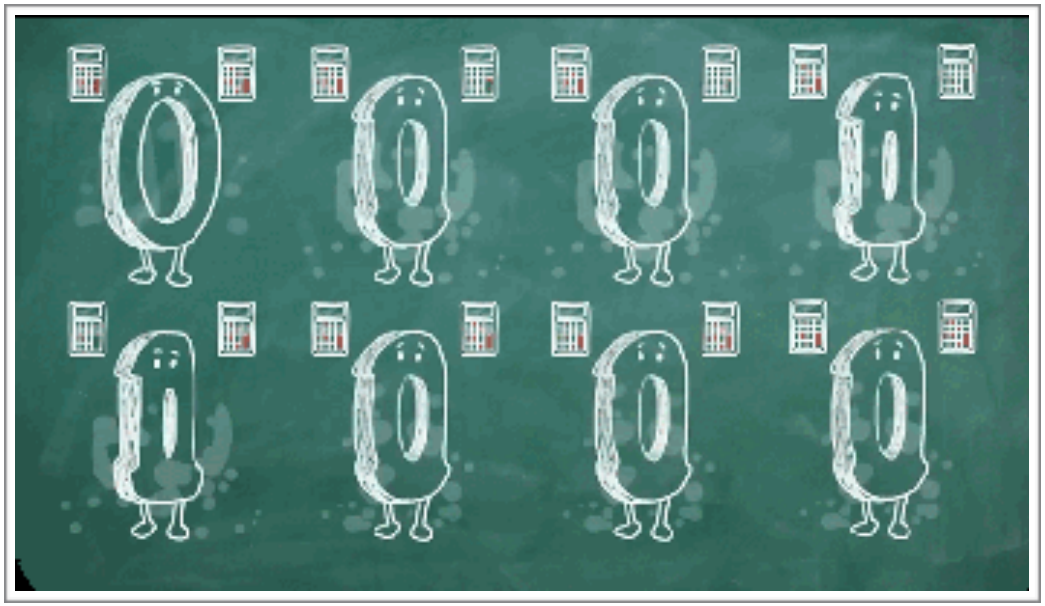
2017年11月，在美国电气和电子工程师协会（IEEE）近日召开的计算机未来行业峰会上，IBM人工智能（AI）和量子计算机部门副主席达里奥·吉尔宣布一项里程碑式的进展：IBM已成功建成并测试全球首台50个量子比特的量子计算机原型，向验证量子计算机超越传统超级计算机的“量子霸权”时代迈出了关键一步。

IBM50量子位量子计算机原型

4 量子计算机特点

❖计算速度成几何飞跃

从电子计算机飞跃到量子计算机，整个人类计算能力、处理大数据的能力，就将出现上千上万乃至上亿次的提升。



一台计算机，一下子化身成千千万台台计算器，同时开工做算术题

4 量子计算机特点

❖计算速度成几何飞跃

50量子比特的量子计算机，一步就能进行2的50次方运算，等于1125899906842000，即一千万亿次计算。

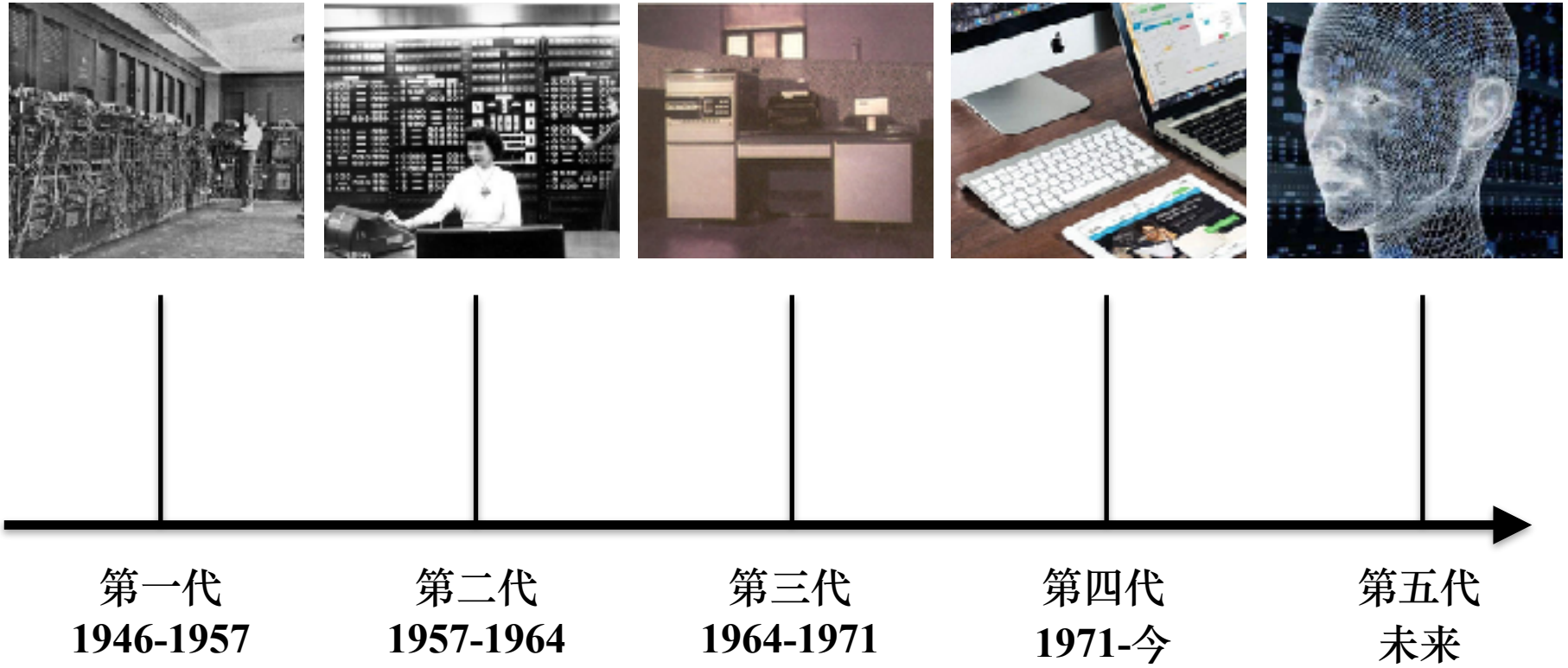
一台台式机电脑大小的量子计算机，或能达到今天最先进的中国天河一号超级计算机的计算能力。

量子计算机引发的问题

❖量子计算机对数据安全造成了巨大的威胁

要破解现在常用的一个RSA密码系统，用当前最大、最好超级计算机需要花60万年，但用一个有相当储存功能的量子计算机，则只需花上不到3个小时！

计算机的发展


电子管计算机
晶体管计算机
中小规模集成电路计算机
大规模和超大规模集成电路计算机
人工智能计算机
第一代
1946-1957
第二代
1957-1964
第三代
1964-1971
第四代
1971-今
第五代
未来

计算机的发展

第一代 1946-1957	计算速度：5千~1万次 机器语言、汇编语言
第二代 1957-1964	计算速度：几万~几十万次 监控程序、高级语言
第三代 1964-1971	计算速度：几十万~几百万次 操作系统、编辑系统、应用程序
第四代 1971-今	计算速度：几千万~千百亿次 操作系统、数据库、应用软件等
第五代 未来	计算速度：…… 计算机、网络、通信三位一体化

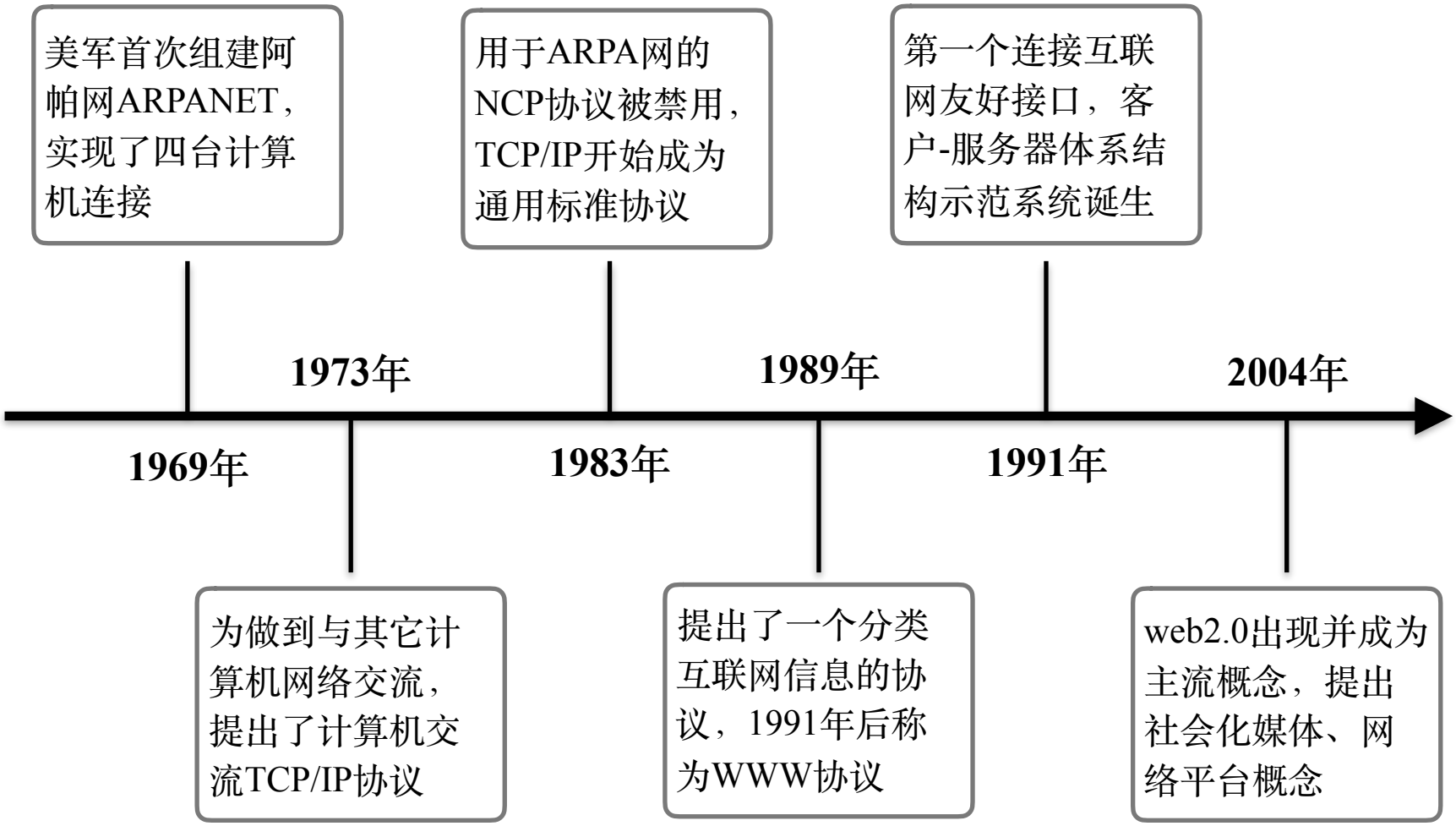
计算速度大大提高

应用范围不断扩大

计算机网络迅速发展

互联网的发展

- 能彼此通信的设备组成的网络就叫互联网



超级计算机的发展

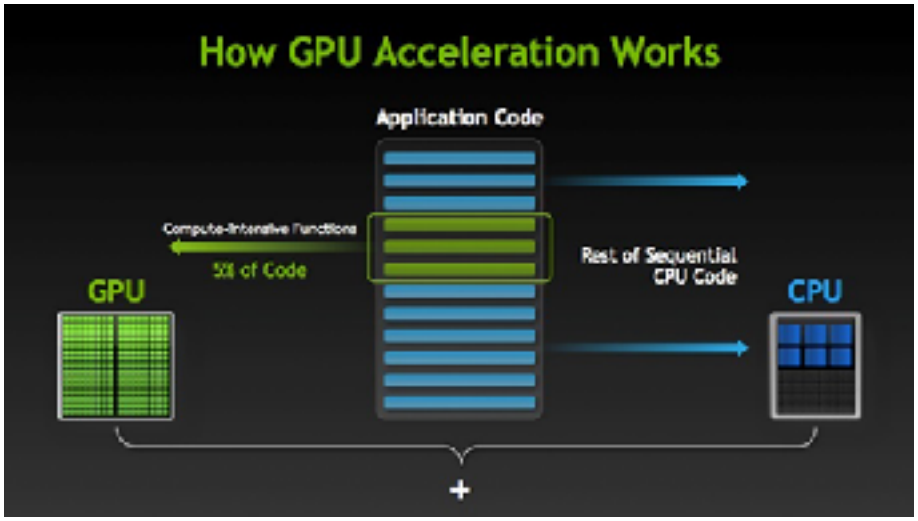
年份	超级计算机	FLOPS（实测性能）	地点
1942年	Atanasoff–Berry Computer (ABC)	30 OPS	美国衣阿华州立大学
1943年	TRE Heath Robinson	200 OPS	英国帕雷屈里庄园
1944年	FlowersColossus	5 kOPS	英国Dollis Hill Post Office Research Station
1946年	UPennENIAC	100 kOPS	美国马里兰州战争部阿伯丁试基地
1954年	IBMNORC	67 kOPS	美国维珍妮亚州海军试验基地
1956年	MITTX-0	83 kOPS	美国麻省理工大学
1958年	IBMAN/FSQ-7	400 kOPS	美国空军23号基地
1960年	UNIVACLARC	250 kFLOPS	美国加州罗兰士利物摩亚国家实验室
1961年	IBM 7030 "Stretch"	1.2 MFLOPS	美国新墨西哥州洛斯阿拉莫斯国家实验室

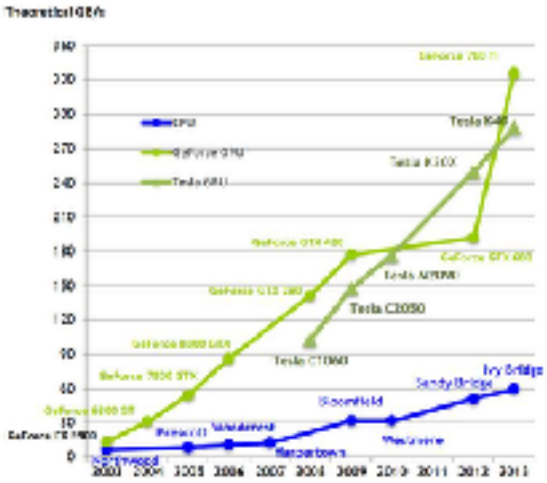
超级计算机的发展

Rank	Site	System	Cores	Rmax (TFlop/s)	Rpeak (TFlop/s)	Power (kW)
1	National Supercomputing Center in Wuxi China	Sunway TaihuLight - Sunway MPP, Sunway SW26010 260C 1.45GHz, Sunway NRCPC	10,649,600	93,014.6	125,435.9	15,371
2	National Super Computer Center in Guangzhou China	Tianhe-2 (MilkyWay-2) - TH-IVB-FEP Cluster, Intel Xeon E5-2692 12C 2.200GHz, TH Express-2, Intel Xeon Phi 31S1P NUDT	3,120,000	33,862.7	54,902.4	17,808
3	Swiss National Supercomputing Centre (CSCS) Switzerland	Piz Daint - Cray XC50, Xeon E5-2690v3 12C 2.6GHz, Aries interconnect , NVIDIA Tesla P100 Cray Inc.	361,760	19,590.0	25,326.3	2,272
4	DOE/SC/Oak Ridge National Laboratory United States	Titan - Cray XK7, Opteron 6274 16C 2.200GHz, Cray Gemini interconnect, NVIDIA K20x Cray Inc.	560,640	17,590.0	27,112.5	8,209
5	DOE/NNSA/ LLNL United States	Sequoia - BlueGene/Q, Power BQC 16C 1.60 GHz, Custom IBM	1,572,864	17,173.2	20,132.7	7,890

并行计算与GPU计算

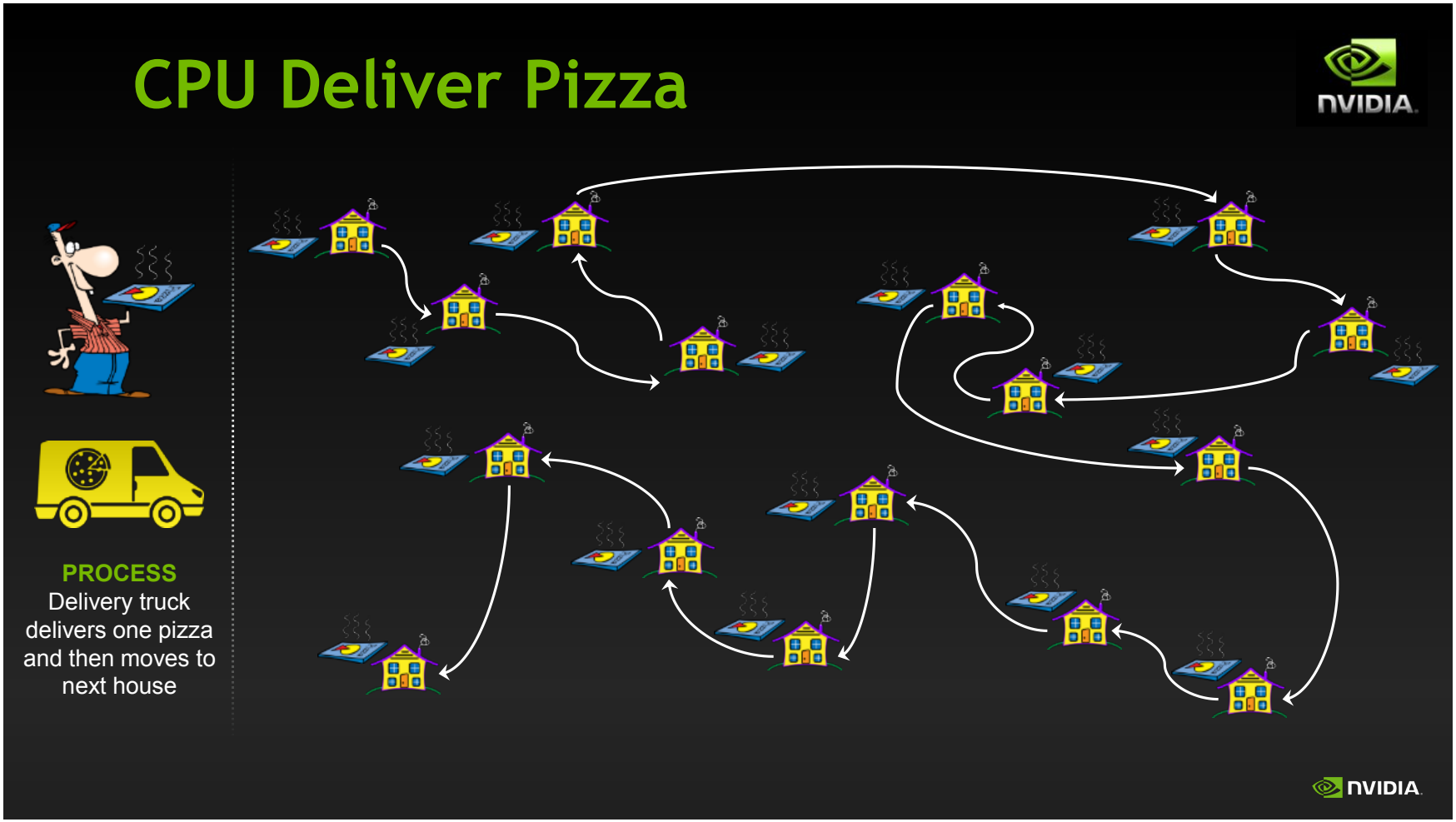
CPU并行计算	GPU并行计算
MPI、OpenMP、OpenCL 、Intel IPP、Intel TBB	CUDA、Open CL、Open ACC



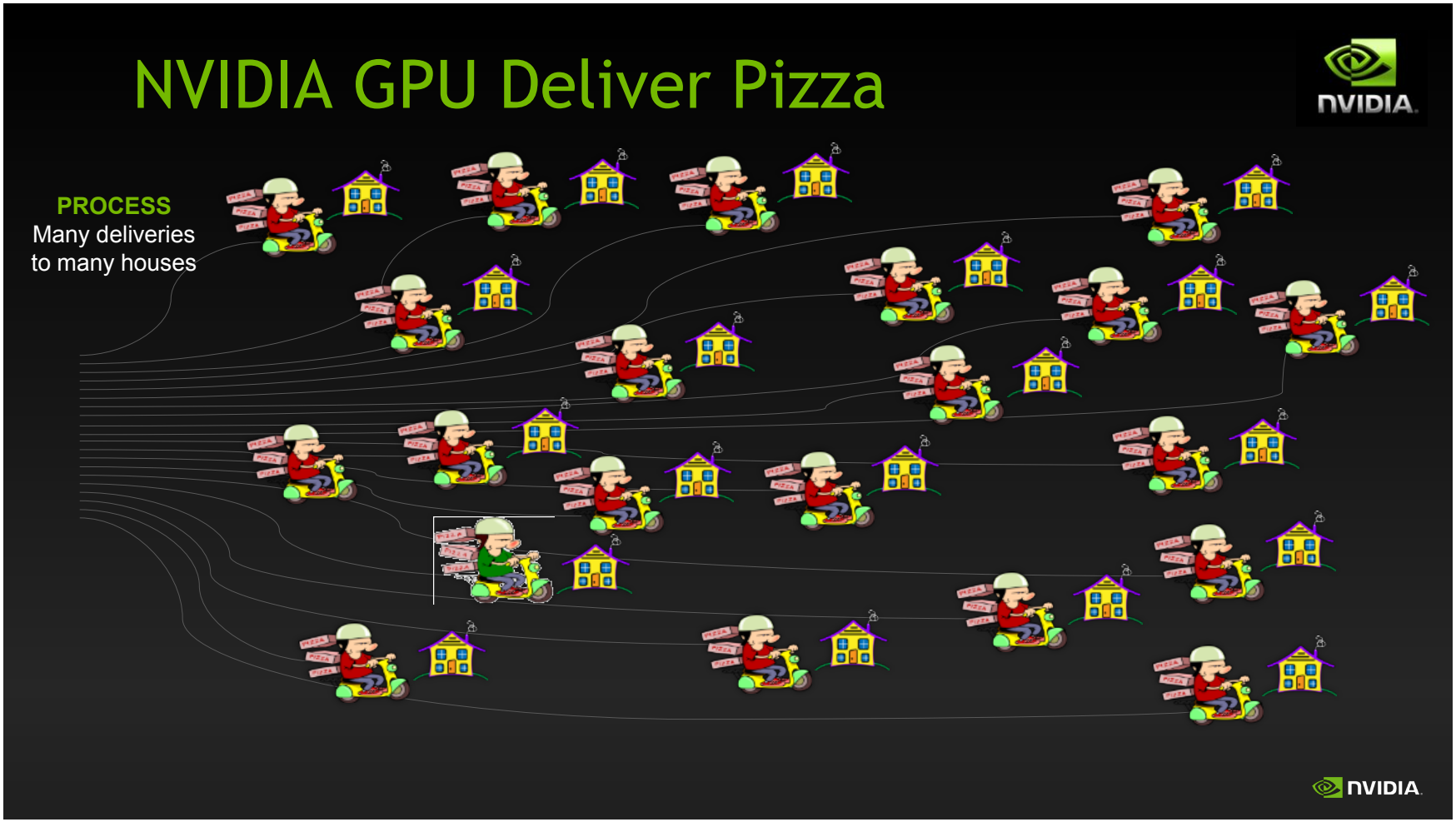


CPU与不同GPU带宽比较

CPU原理


CPU Deliver Pizza
NVIDIA
PROCESS
Delivery truck delivers one pizza and then moves to next house
NVIDIA

GPU原理


NVIDIA GPU Deliver Pizza
NVIDIA
PROCESS
Many deliveries
to many houses
NVIDIA

计算机硬件性能的发展

- **2016年4月，NVidia发布Pascal架构，峰值性能达到11TFLOPS/s**
- **2017年5月，NVidia发布Volta架构，峰值性能达到120TFLOPS/s**
- **2017年5月，Google公布TPU二代，峰值性能达到180TFLOPS/s**

- CPU存在的问题：使用了很多复杂的技术来隐藏内存的延迟，绝大多数硅片面积用来制造“内存访问近乎零延迟”这一假象，真正用来做运算的逻辑，所占面积甚至不到1%
- GPU存在的问题：虽可同时运行数十万个小程序，但大多数程序会因为等待访问内存而卡住，真正执行的程序只有数千个，并彼此抢占存储带宽，管理代价相当高
- TPU代表了未来的方向：针对线性代数做优化，深度学习所使用算法，绝大多数可以被映射为底层的线性代数运算，其两大特点：Tensor的流动非常规整且可预期；计算密度很高，即每个数据都会历经非常多次的计算，使得线性代数运算特别适合做硬件加速

主要内容

02 人工智能的进展

人工智能的发展

1997年，卡斯帕罗夫与‘深蓝’对弈

深蓝	AlphaGo
穷举	深度学习
11.38 GFLOPS	分布式/谷歌云、TPU

2016年，阿尔法围棋程序挑战李世石

2017年，阿尔法围棋程序挑战柯洁

人工智能引发的技术革命

- 围棋AlphaGo的启示——可能性10的171次方
  - 两大主要挑战：搜索空间非常大；不可能写估值函数来决定谁赢

深度卷积神经网络

输入3000万盘人类围棋对战棋谱，让AlphaGo学习，自主提炼规律，仅凭此达到业余6段的水平。后期制造两个AlphaGo对下，快速持续进化。

MCTS，蒙特卡洛搜索树及左右互搏

MCTS算法，蒙特卡洛搜索树用于持续改进下棋方法。

评价函数v(s)

学会评估局势，确保选择全局最优的策略，培养大局观

高性能计算：利用176个GPU和1202个CPU并行计算上深度学习，前期训练过程中模仿人类、自我对弈不断进化、实战时的模拟对局可以实时进化

AI：MCTS结合了经过训练的“策略网络”和“价值网络”。“价值网络”负责减少搜索的深度，“策略网络”主要是减少搜索的宽度。

人工智能引发的技术革命

- 围棋AlphaGo的启示

AlphaGo = $\sum$

深度学习

大数据

高性能计算

➢ 20世纪还认为是一个不可能解决的复杂的、人工智能问题，21世纪初取得惊人突破

➢ 本质上：搜索算法和深度学习结合的高性能实现

➢ **启示：**

✓计算机智能超越人类智能？搜索与优化、机器自学习的突破

✓群体智能：3000万棋谱的智慧，从大数据中发现知识

✓更深层次：AI改变世界？

人工智能引发的技术革命

- 影像定位PlaNet系统的启示

目的：利用机器学习技术，随机一张照片（无地理位置），辨别照片的拍摄地方

原理：

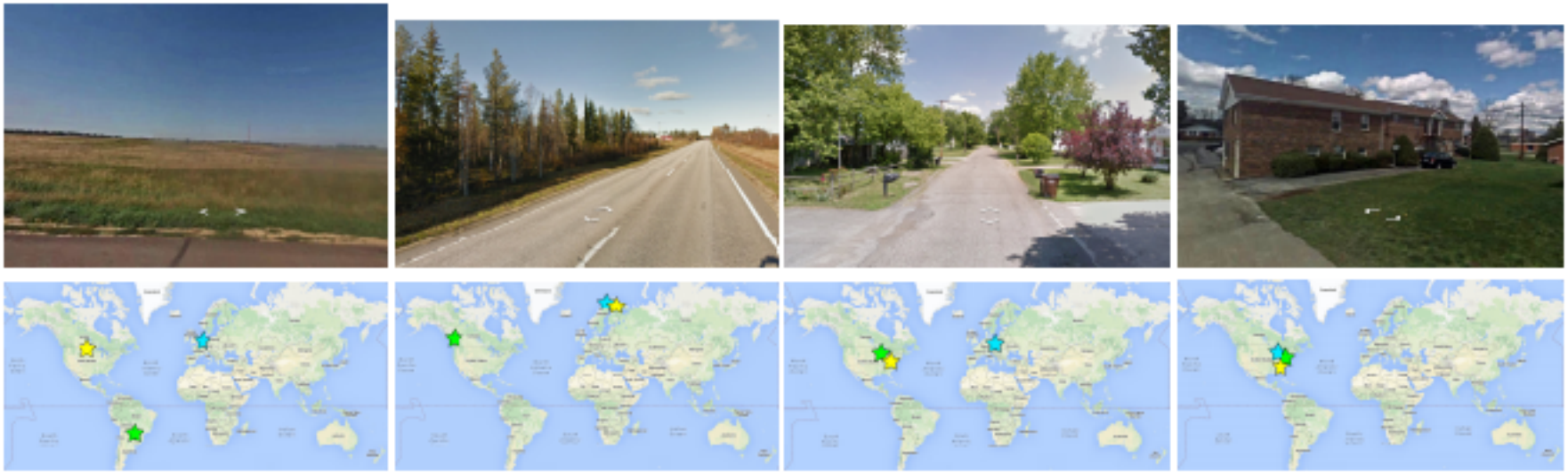
➢ 将世界划分为一个网格，其中包含2.6万个方格，每个方格代表一个具体的地理区域，在每个方格建立了一个图片数据库，所有图片均来自互联网、并以各自的“地理定位”（即显示照片拍摄地的数字签名）为标识符；

➢ 数据库包含1.26亿张图片

➢ 训练一个神经网络——模拟大脑皮层神经元交互的计算机系统——学会如何把每张图片对应一个具体的地点

人工智能引发的技术革命

- 影像定位PlaNet系统的启示
  - ✓ 用230万张在线图片库Flickr的包含地理位置标签的图片，开展验证



黄色：真实位置；绿色：人工预测位置；蓝色：PlaNet预测位置

- ➢ PlaNet神经网络普适性更强，可以对地貌、代表物体甚至动物和植物进行地理定位，实验表明，该网络识别定位能力超过人脑
- ➢ 里程碑：人工智能将机器识别图像的能力超过人类

人工智能引发的技术革命

- 突破动因
  - 数据时代
  - 计算能力、大数据
  - 深度学习

几千年来 科学实验

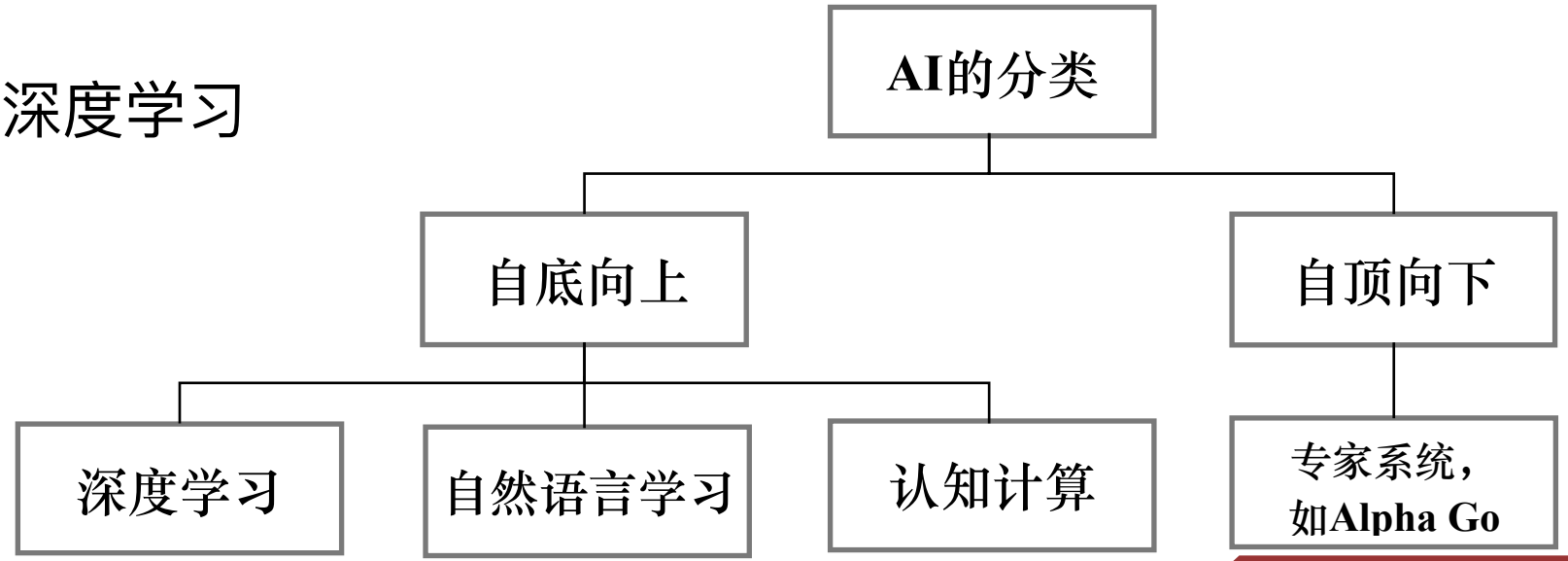
数百年来 模型归纳

数十年来 模拟仿真

今天 数据密集型

符号主义：追求通过彻底的仿生工程使机器掌握人类的思维机制

统计机器学习：利用快速提高的计算能力，实现在具体问题上的智能分析



人工智能引发的技术革命

- AI发展综述
  - 用人工的方法在机器（计算机）上实现的智能，称为人工智能或机器智能

AI诞生于1956年夏季达特莫斯 (Dartmouth) 大学的一次历史性聚会

目　的：为使计算机变得更“聪明”，或者说使计算机具有智能

发起人：

麦卡锡(J.McCarthy），Dartmouth年轻数学家、计算机专家，后为MIT教授

明斯基(M.L.Minsky），哈佛大学数学家、神经学家，后为MIT教授

洛切斯特(N.Lochester)， IBM公司信息中心负责人

香农(C.E.Shannon)，贝尔实验室信息部数学研究员

参加人：

莫尔(T.more)、塞缪尔(A.L.Samuel)， IBM公司

塞尔夫里奇(O.Selfridge)、索罗蒙夫(R.Solomonff)， MIT

纽厄尔(A.Newell)，兰德(RAND)公司

西蒙(H.A.Simon)，卡内基(Carnagie)工科大学

人工智能引发的技术革命

- AI发展综述
  - ✓ 孕育期（1956年以前）
  - ✓ 形成期（1956----1970年）
  - ✓ 知识应用期（1970---- 20世纪80年代末）
  - ✓ 从学派分离走向综合（20世纪80年代末到本世纪初）
    - ◉ 随着人工神经网络的再度兴起和布鲁克（R.A.Brooks）的机器虫的出现，人工智能研究形成了符号主义、连接主义和行为主义三大学派。 三个学派各有所长，三大学派走向综合集成。
  - ✓ 智能科学技术学科的兴起（本世纪初以来）

人工智能引发的技术革命

- AI发展综述
  - 目前，一个以人工智能为核心，以自然智能、人工智能、集成智能为一体的新的智能科学技术学科正在逐步兴起并引起了人们的极大关注。主要特征有：

    (1) 由对人工智能的单一研究走向以自然智能、人工智能、集成智能为一体的协同研究；

    (2) 由人工智能学科的独立研究走向重视与脑科学、认知科学等学科的交叉研究；

    (3) 由多个不同学派的独立研究走向多学派的综合研究；

    (4) 由对个体、集中智能的研究走向对群体、分布智能的研究。

人工智能引发的技术革命

- AI 2.0： 中国工程院提出

概念：基于重大变化的信息新环境和发展新目标的新一代人工智能

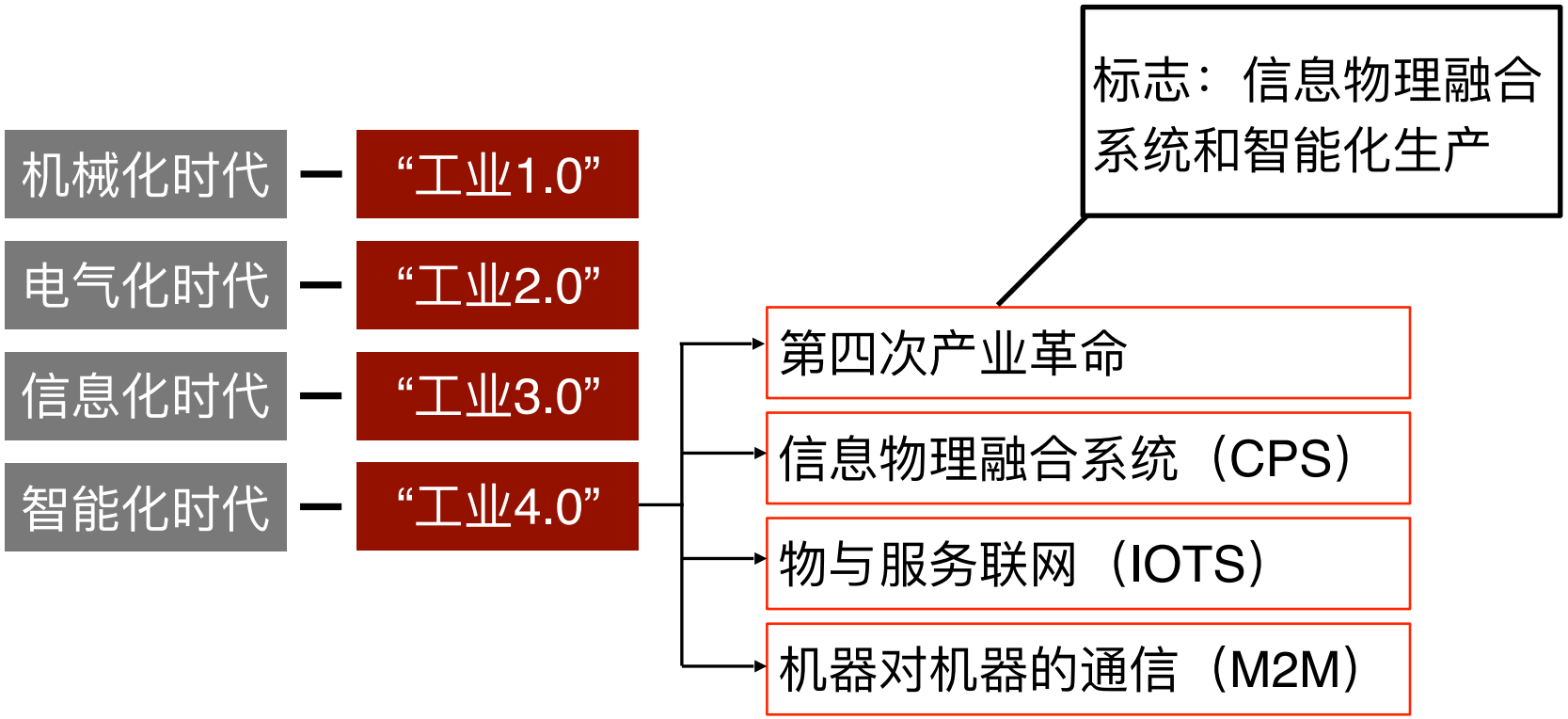
- 信息新环境是指：互联网与移动终端的普及、传感网的渗透、大数据的涌现和网上社区的兴起等等。
- 新目标是指：智能城市、智能经济、智能制造、智能医疗、智能家居、智能驾驶等从宏观到微观的智能化新需求。
- 可望升级的新技术有：大数据智能、跨媒体智能、自主智能、人机混合增强智能和群体智能等。

人工智能引发的技术革命

- AI 2.0 主要特征
  - 从传统知识表达技术到大数据驱动知识学习，转向大数据驱动和知识指导相结合方式，其中机器学习不但可自动，还可解释，更广泛
  - 从分类型处理多媒体数据 (如视觉、听觉、文字等)，迈向跨媒体认知、学习和推理的新水平
  - 从追求“智能机器”到高水平的人机协同融合，走向混合型增强智能的新计算形态
  - 从聚焦研究“个体智能”到基于互联网络的群体智能，形成在网上激发组织群体智能的技术与平台
  - 将研究的理念从机器人转向更加广阔的智能自主系统，从而促进改造各种机械、装备和产品，走上智能化之路

人工智能引发的技术革命

- 国外发展战略
  - 德国的“工业4.0”



人工智能引发的技术革命

- 国外发展战略
  - 美国“先进制造”

采用信息技术和网络技术，并利用新材料等新兴技术生产新产品的系列活动

美国工程院认为当前正在发生的数字革命有三个特征：

- 计算能力的持续增长
- 通信和分析能力迅速提高
- 机器人技术和控制系统快速进步

人工智能引发的技术革命

- 中国国家战略

《中国制造2025》：加快新一代信息技术与制造业融合为主线，以推进智能制造为主攻方向

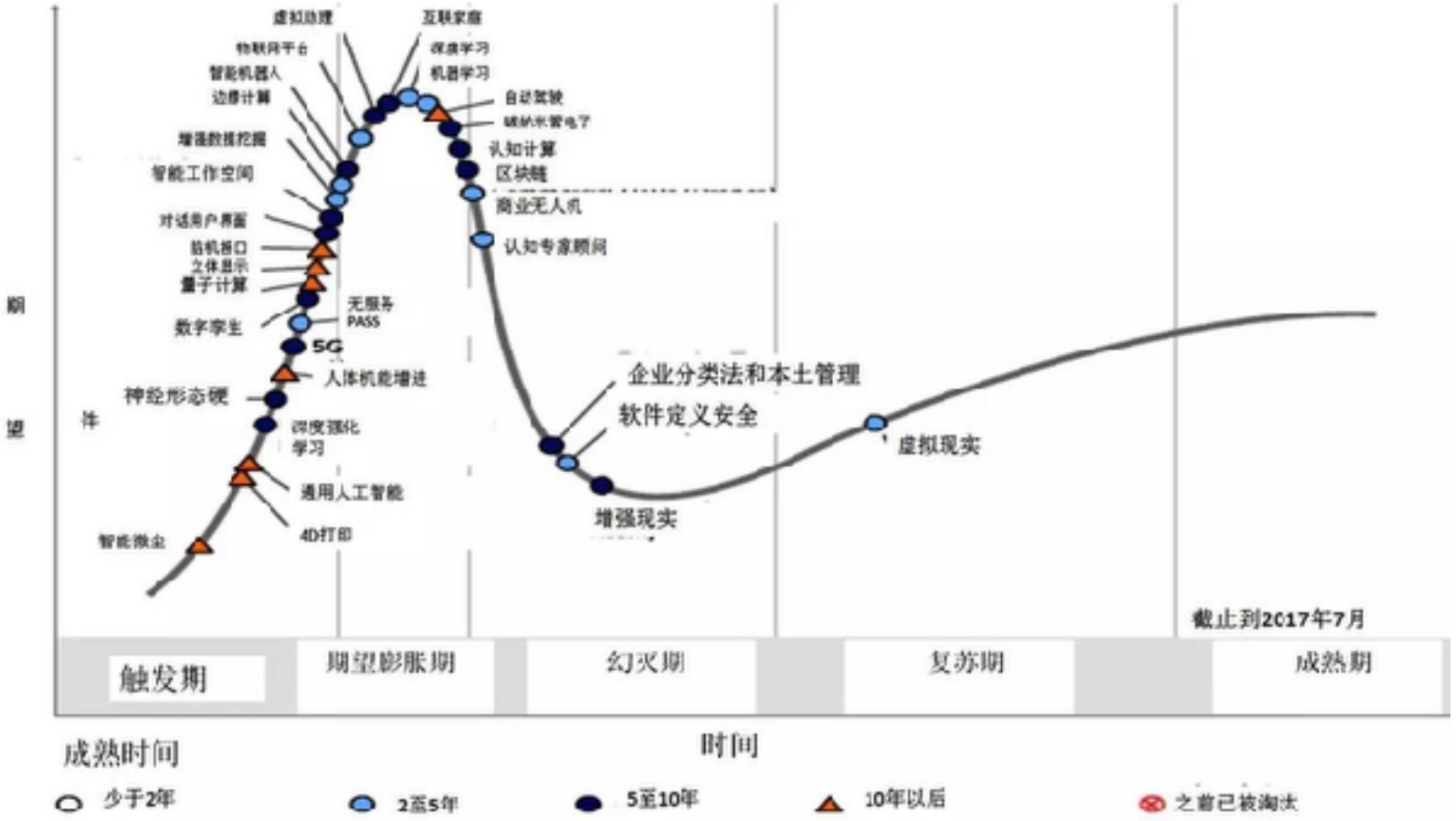
2017年7月国务院发布《新一代人工智能发展规划》，8项共性关键技术：

- ➢ 知识计算引擎与知识服务技术
- ➢ 跨媒体分析推理技术
- ➢ 群体智能关键技术
- ➢ 混合增强智能新架构和新技术
- ➢ 自主无人系统的智能技术
- ➢ 虚拟现实智能建模技术
- ➢ 智能计算芯片与系统
- ➢ 自然语言处理技术

与测绘、遥感、导航学科高度相关

人工智能引发的技术革命

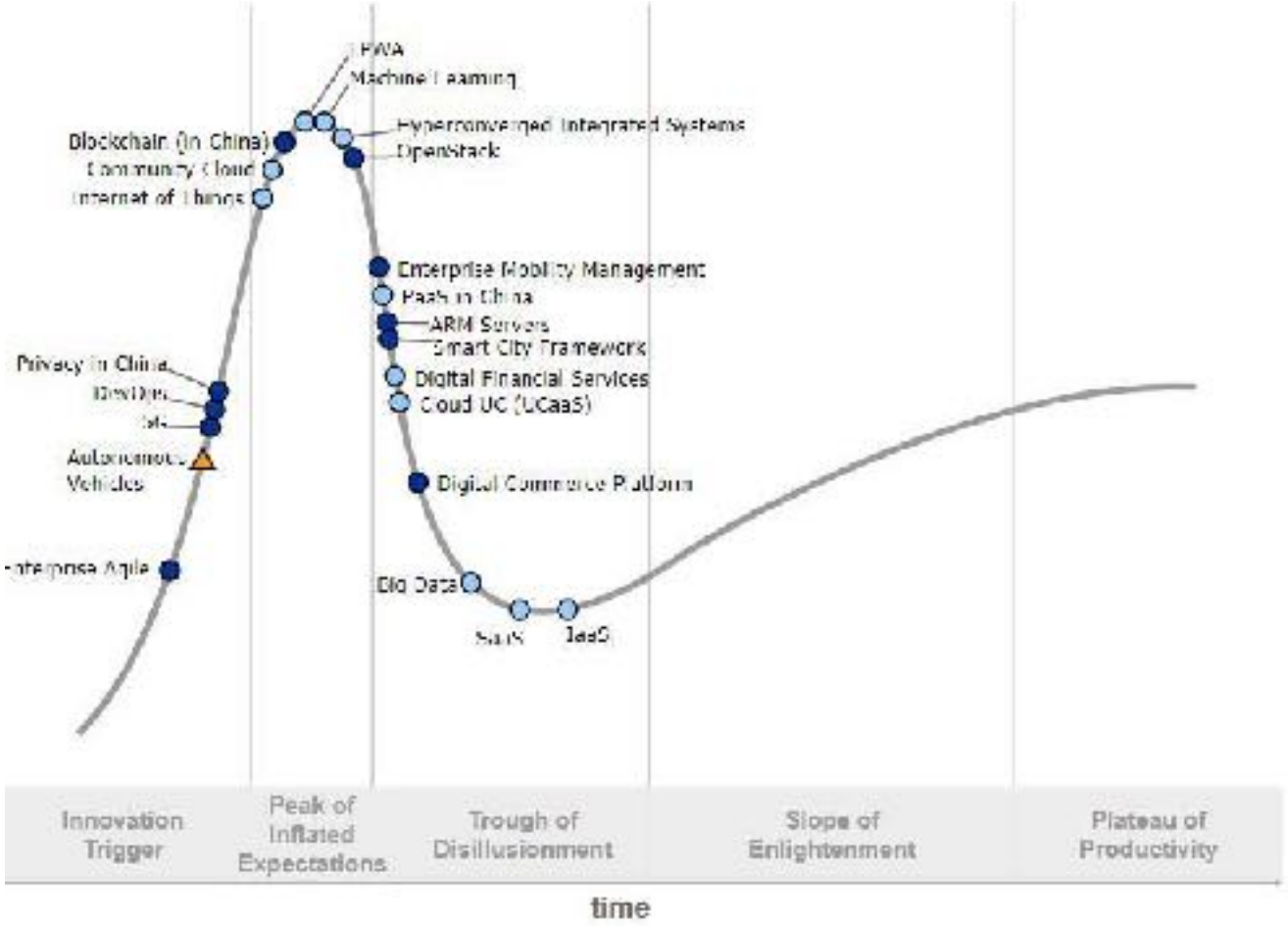
- 国内外发展对比



Gartner公布的2017全球新兴技术成熟度曲线（2017年7月）

人工智能引发的技术革命

- 国内外发展对比



Garner中国新兴技术成熟度曲线（2017年7月）

人工智能引发的技术革命

- 国内外发展对比——主要结论

- 5G技术都尚处于科技诞生触发期，需要5-10年的发展才能进入成熟期
- VR和AR技术，中国都是跟随者，看全球的发展趋势即可。Gartner指出，2017年虽然VR能够展示令人惊讶的内容，但定制的价格和成本依旧高昂
- 在云计算技术上，PaaS，SaaS和IaaS目前国内尚处于技术发展阶段，在技术采用和服务成熟度等方面距离国际先进水平还有距离
- 在机器学习方面，中国和全球都处于期望膨胀的高峰期。机器学习会在自动化领域、操作效能、自动驾驶、资源优化等领域展现大量的商业和社会场景
- 无人驾驶技术距离成熟还需要至少10年时间，在全球和中国都是如此。但在全球的报告中，无人驾驶已经进入到期望膨胀期，而在中国则处于技术的促动期
- 这次报告中的大多数新兴技术，中国和全球的差距大概是一个周期。“但是一个周期的差距也就是1-2年，最多不超过5年，中国在技术方面的追赶非常快。”

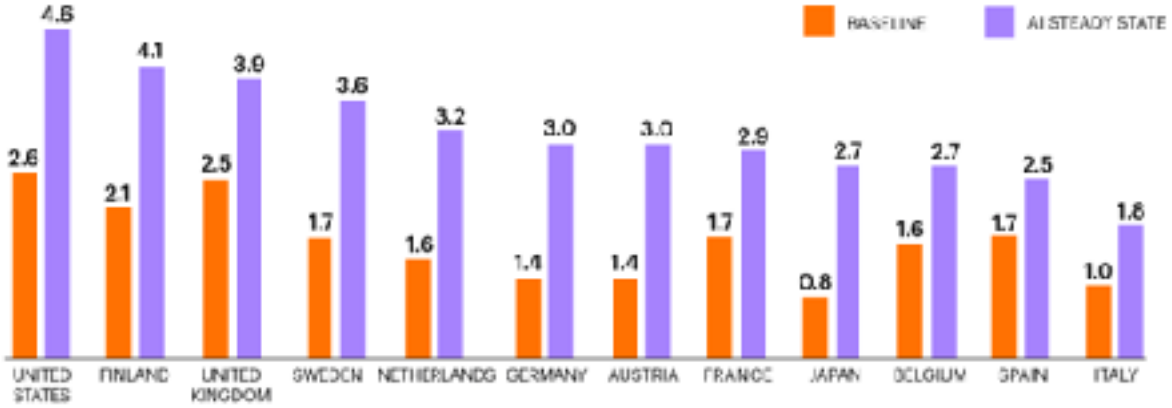
人工智能引发的技术革命

- 对社会发展的影响

正面影响

- ➢ 人工智能可更好在预测模型中应用，提高模型的准确性和实时性
- ➢ 人工智能可以极大的提升某些需要大量人力的任务的效率
- ➢ 人工智能会给那些需要快速实施决策的地理空间产业带来大量的机会，如保险行业，采矿业，边境管制和智慧城市建设等

埃森哲预测



负面影响

- ➢ 使用人工智能做出的决策很难解释
- ➢ 人工智能的出现使得人们需要掌握更多的与人工智能有关的技能，如读数据，使用和分析数据及共享数据等
- ➢ 人工智能会引起工作岗位的变动，可能会导致失业

人工智能引发的技术革命

- 智能化发展趋势

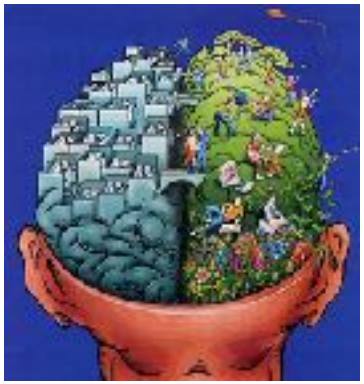
总体趋势： 互联网+、大数据+、到AI+，会成为未来各行各业数字化转型的重要方向

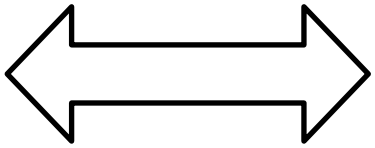
主要内容

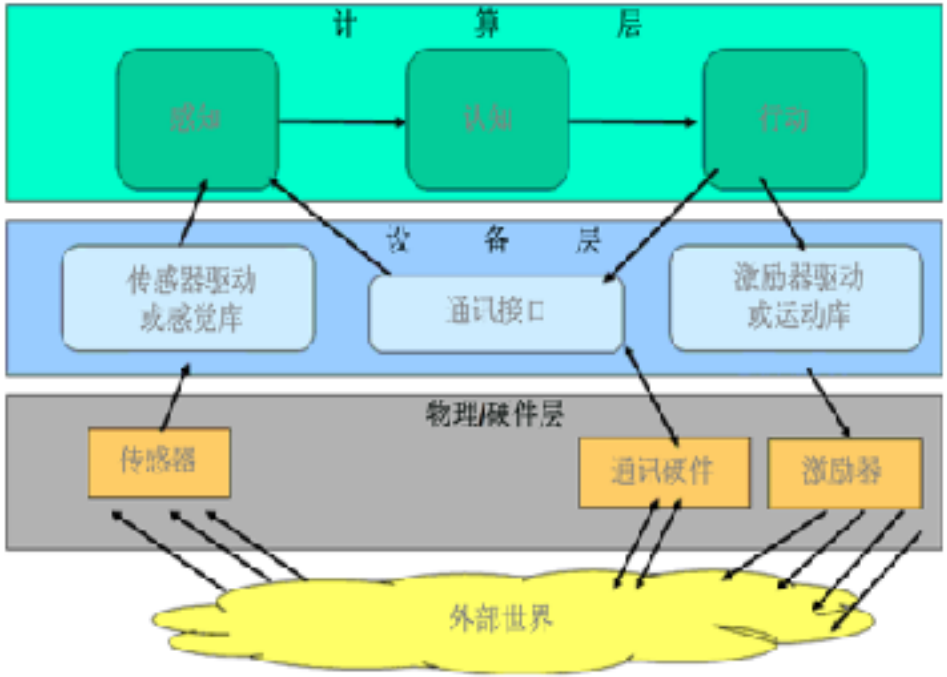
03 应用与展望

需求分析

- 机器人
  - Application in 4D environments
    - ✓ Dangerous
    - ✓ Dirty
    - ✓ Dull
    - ✓ Difficult
  - 4A tasks
    - ✓ Automation
    - ✓ Augmentation
    - ✓ Assistance
    - ✓ Autonomous





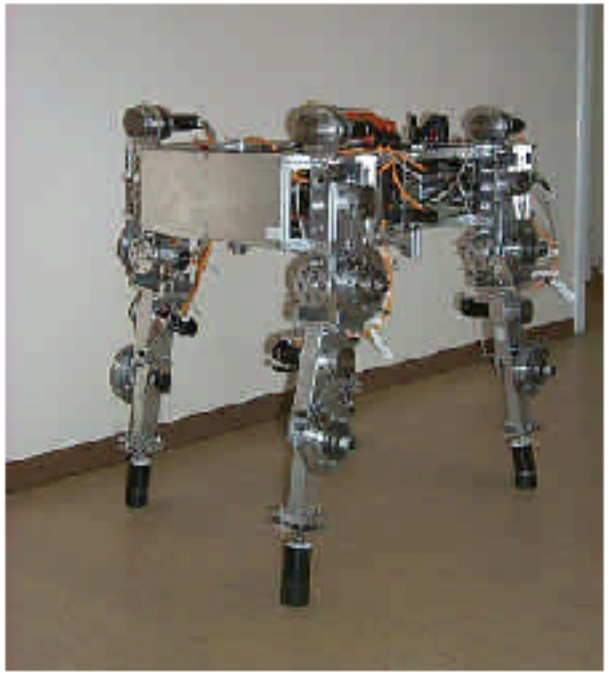


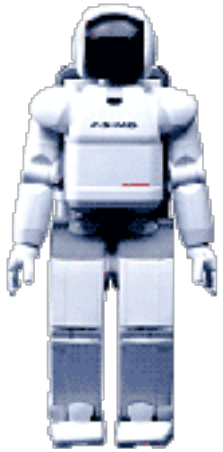
需求分析

- 机器人

Aerial Robots

Wheeled mobile robots





Humanoid

Underwater robots

Legged robots

需求分析

- 机器人——IPB(University of Bonn)

Agriculture Robotics

Autonomous Exploration

Multi-Robot Coordination

Service Robotics

需求分析

- 认知计算
  - ✓ 研究并通过计算机模拟人类对客观世界的认识
  - ✓ 以对信息、数据认知及价值发现为主要目标

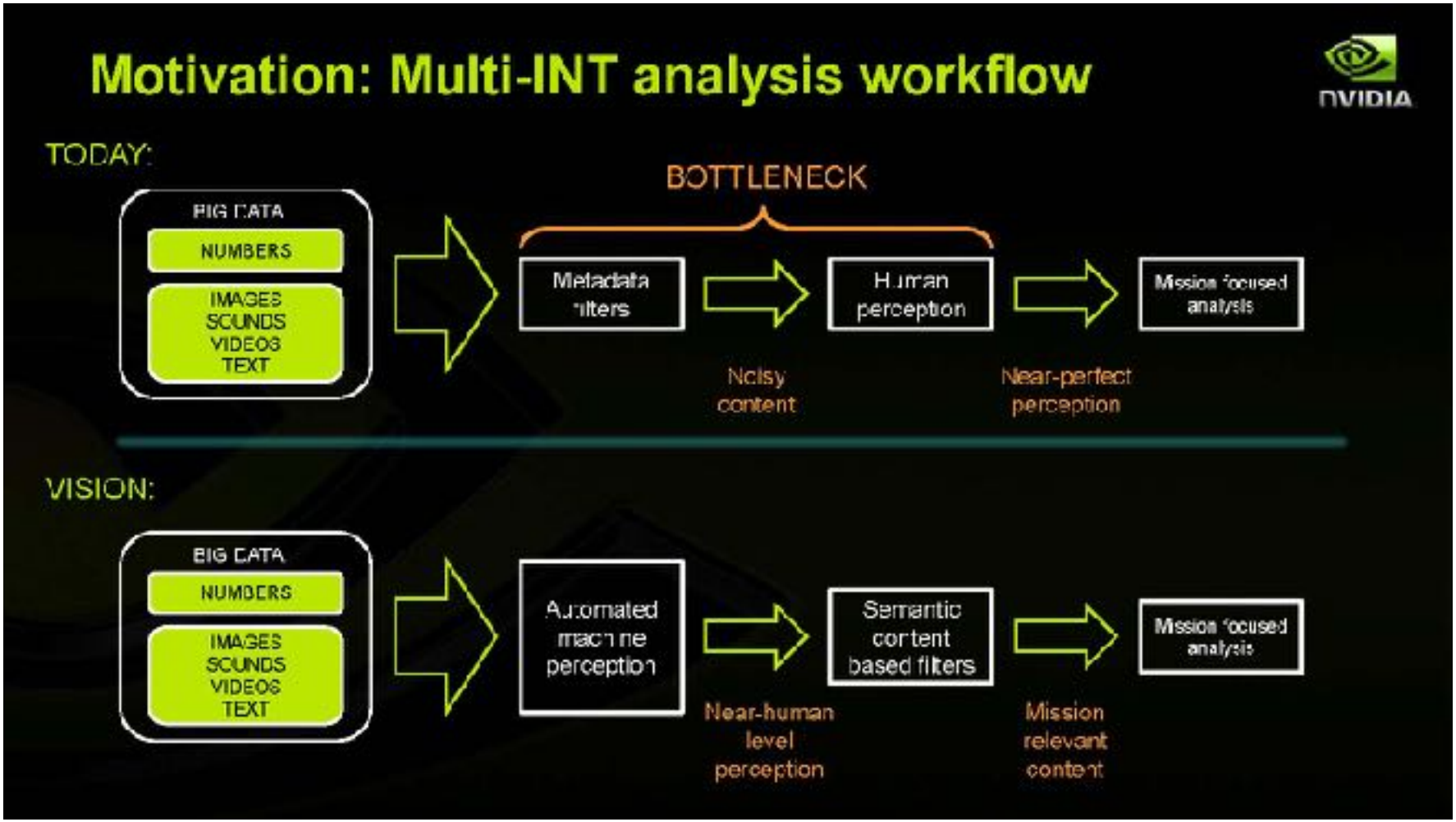
是人工智能面向具体解决问题的表达，通过人工智能、模式识别、机器学习等技术实现机器对现实世界各类数据及现象之间内在关系的理解，进一步开发出各类工具及系统，实现生产力提高、环境保护及社会治理的目的

是人工智能技术的再发展，其通过进行数据本质含义的理解，进而解决数据价值的发现问题；其外在表现是人工智能，使用机器实践人类已经对世界的认识成果，代替人类重复定义好的工作

从信息-知识-智慧转化的理论和技术支撑

典型应用

- NVIDIA公司：全球视觉计算技术的引领



典型应用

- 农业
- 国防
- 智慧城市
- 交通设施
- 能源建设
- 土地管理
- 健康
- 水资源

✓ 研究水稻的分布并预测水稻的全球分布

✓ 监测种植模式的可持续性

✓ 保险、财政和进出口贸易需要更精确的预测结果

典型应用

- 农业
- 国防
- 智慧城市
- 交通设施
- 能源建设
- 土地管理
- 健康
- 水资源

- ✓ 卫星、无人机等传感器用于监控现场状况及预测
- ✓ 现代化城市战争需要从实时的数据和分析中进行情境感知
- ✓ 通常上述平台可以实现自动化操作
- ✓ 预测性的分析可以帮助减少作战风险

典型应用

- 农业
- 国防
- 智慧城市
- 交通设施
- 能源建设
- 土地管理
- 健康
- 水资源

✓ 在城市间安置传感器用于通信

✓ 数据网络用于向政府传输数据

✓ 云端使得数据容易获取与分享

✓ 自动化抽取数据

✓ 通过控制面板和分析实现人工智能

典型应用

- 农业
- 国防
- 智慧城市
- 交通设施
- 能源建设
- 土地管理
- 健康
- 水资源

✓ 形成了连接通信的自动驾驶汽车

✓ 融合交通传感器可以得到更好的预测结果

✓ 铁路枢纽可以通过连接的器件进行驱动

✓ 通过收集和分析实时交通数据实现预测的可持续性

典型应用

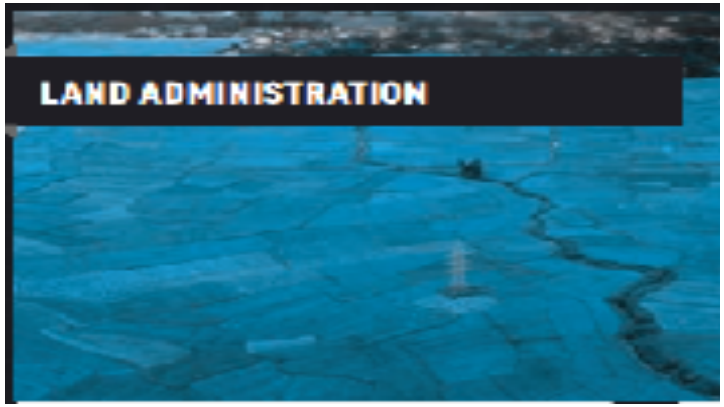
- 农业
- 国防
- 智慧城市
- 交通设施
- 能源建设
- 土地管理
- 健康
- 水资源

✓ 监测全球石油储备和运输

✓ 通过地理空间数据预测全球的可再生能源

✓ 通过分析地震和环境数据探寻更好的能源开发地址

典型应用



- 农业
- 国防
- 智慧城市
- 交通设施
- 能源建设
- 土地管理
- 健康
- 水资源

✓ 土地管理系统的开发

✓ 可以探寻使用非结构化地籍数据

✓ 可以管理大量的非结构化数据

✓ 结合人工智能理解土地变化

典型应用

- 农业
- 国防
- 智慧城市
- 交通设施
- 能源建设
- 土地管理
- 健康
- 水资源

✓ 理解某些传染病的起源，传播方式和相关趋势

✓ 对环境和城市的地貌进行监测

✓ 预测数据将驱动基于定位服务的健康产业

典型应用

- 农业
- 国防
- 智慧城市
- 交通设施
- 能源建设
- 土地管理
- 健康
- 水资源

- ✓ 通过传感器监测水质
- ✓ 研究全球水体的历史模式并对未来的趋势进行预测
- ✓ 建立实现2030议程的可持续发展生态监测系统

敬请各位领导、专家批评指正！

武漢大學測繪學院

SCHOOL OF GEODESY AND GEOMATICS