

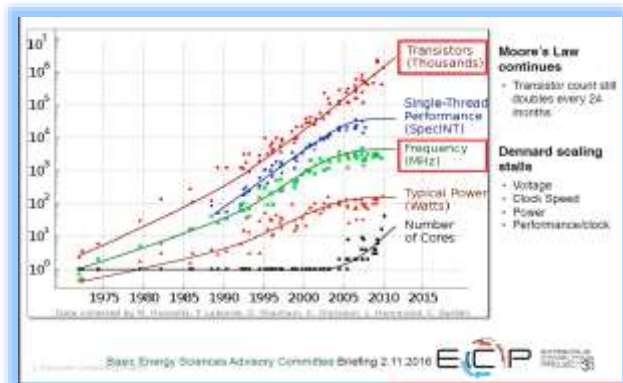
# HPC 与 AI 的融合

罗华平, NVIDIA

Mar 16, 2018



# 影响HPC变化的历史因素



Dennard Scaling 的结束对单线程性能进行了限制。

提高应用程序性能需要具有重要计算强度的细粒度并行代码

人工智能和数据科学成为科学发现的重要新组成部分。

在准确性、完整性和响应时间方面的显著改进提高了大量数据的洞察力

基于云的使用模型，现场执行和可视化作为新的工作流程，对科学过程和生产至关重要。

交互式仿真、可视化、数据分析/人工智能的紧密耦合。



# 亿级时代的 EX 因素

Multiple EXperiments Coming or Upgrading In the Next 10 Years

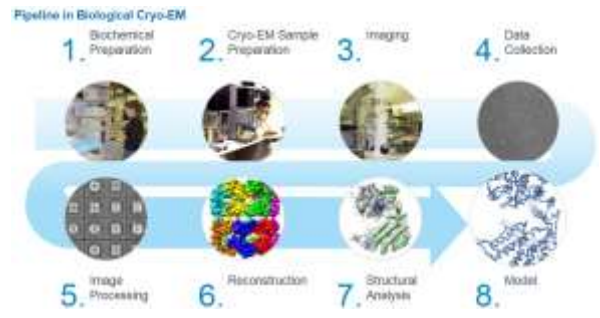
**How will SKA1 be better than today's best radio telescopes?**

**RESOLUTION**  
Thanks to the way SKA1 will use an array of antennas, it will be able to observe more of the sky in a given time and so make the sky better known.

**SURVEY SPEED**  
Thanks to its sensitivity and ability to scan a large area of the sky at once, SKA1 will be able to observe more of the sky in a given time and so make the sky better known.

**SENSITIVITY**  
Thanks to its radio antennas, SKA1 will be able to observe more of the sky in a given time and so make the sky better known.

**Exabyte/Day**



**A GIANT**  
23,000 Machine weight

**10X THE CORE OF THE SUN**  
150 million°C Plasma temperature

**FUSION ENERGY**  
500 MW Output power

**30X Increase in power**

**ITER TOKAMAK**  
ITER tokamak is an experimental machine designed to harness the energy of fusion. ITER, the world's largest tokamak, with a plasma radius (R) of 6.2 m and a plasma volume

**10X Increase in Data Volume**

**High Luminosity LHC**

**Personal Genomics**

**How the Box Works**  
The Personal Genome Machine looks like a piece of consumer electronics and it uses the same sort of technology as a smartphone. It can sequence the DNA of a sample, along with the fact that it can store the data on a hard drive, in the cloud, or on a USB drive.

# HPC + AI 的潜在应用领域

HPC

AI

40多年基于第一原理理论的算法

经过验证的统计模型在多个科学领域获得准确的结果

新方法提高了预测准确度、对新现象的洞察和对以前无法管理的数据集的响应时间。

商业上可行的聚变能  
了解宇宙的起源  
临床可行的精准医疗  
改进/验证标准的物理模型  
具有超高保真的气候/天气预报

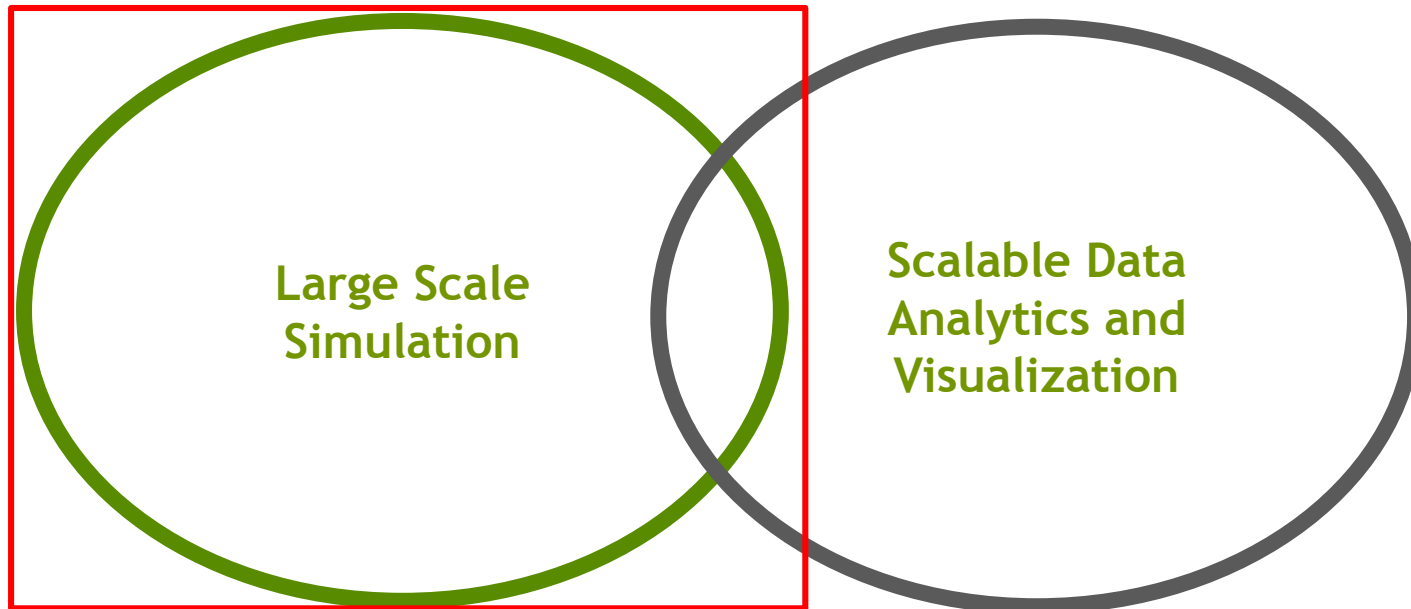
\*

\*

\*

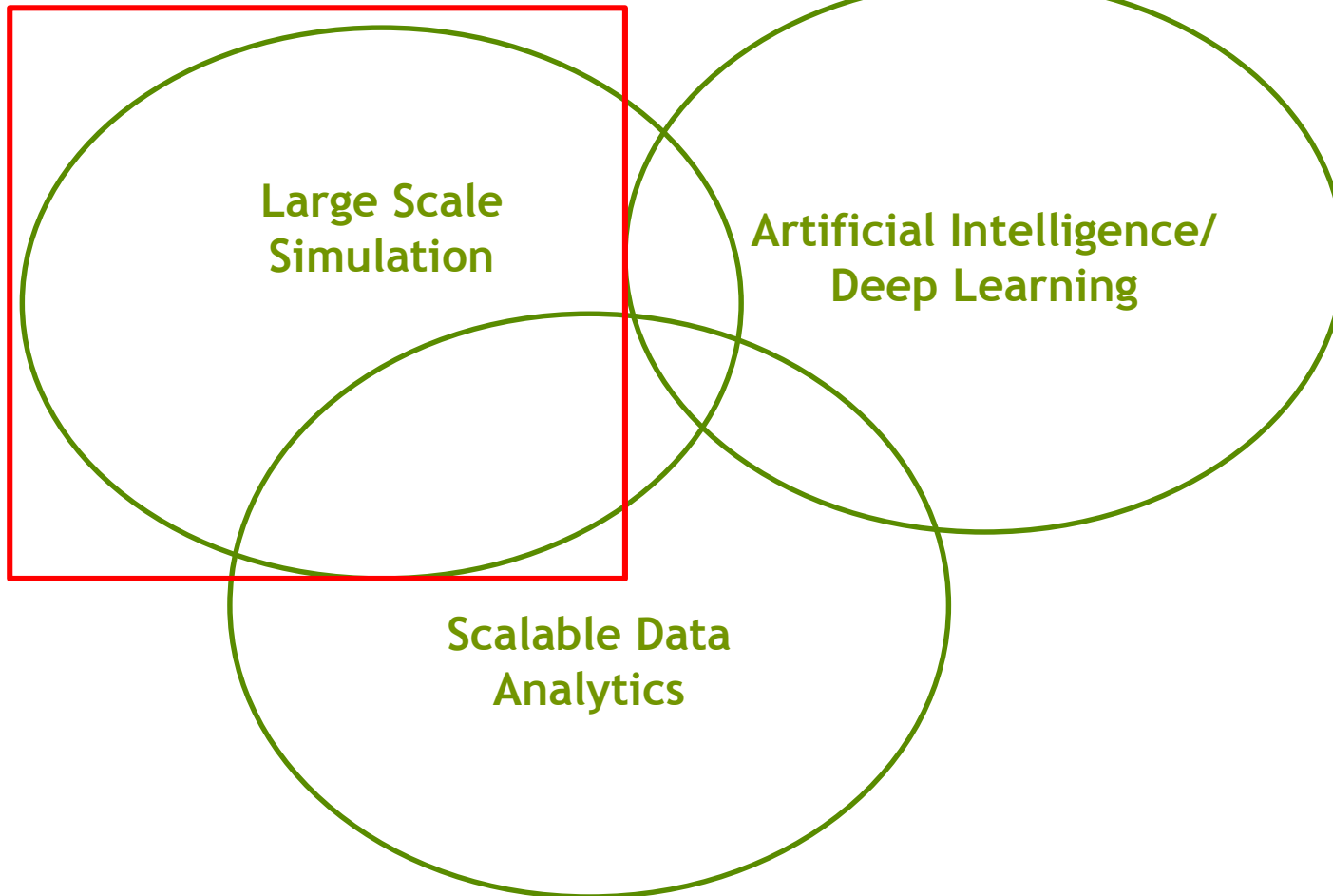
# 传统HPC的方法

Traditional HPC Systems



# 进化的方法

Traditional HPC Systems

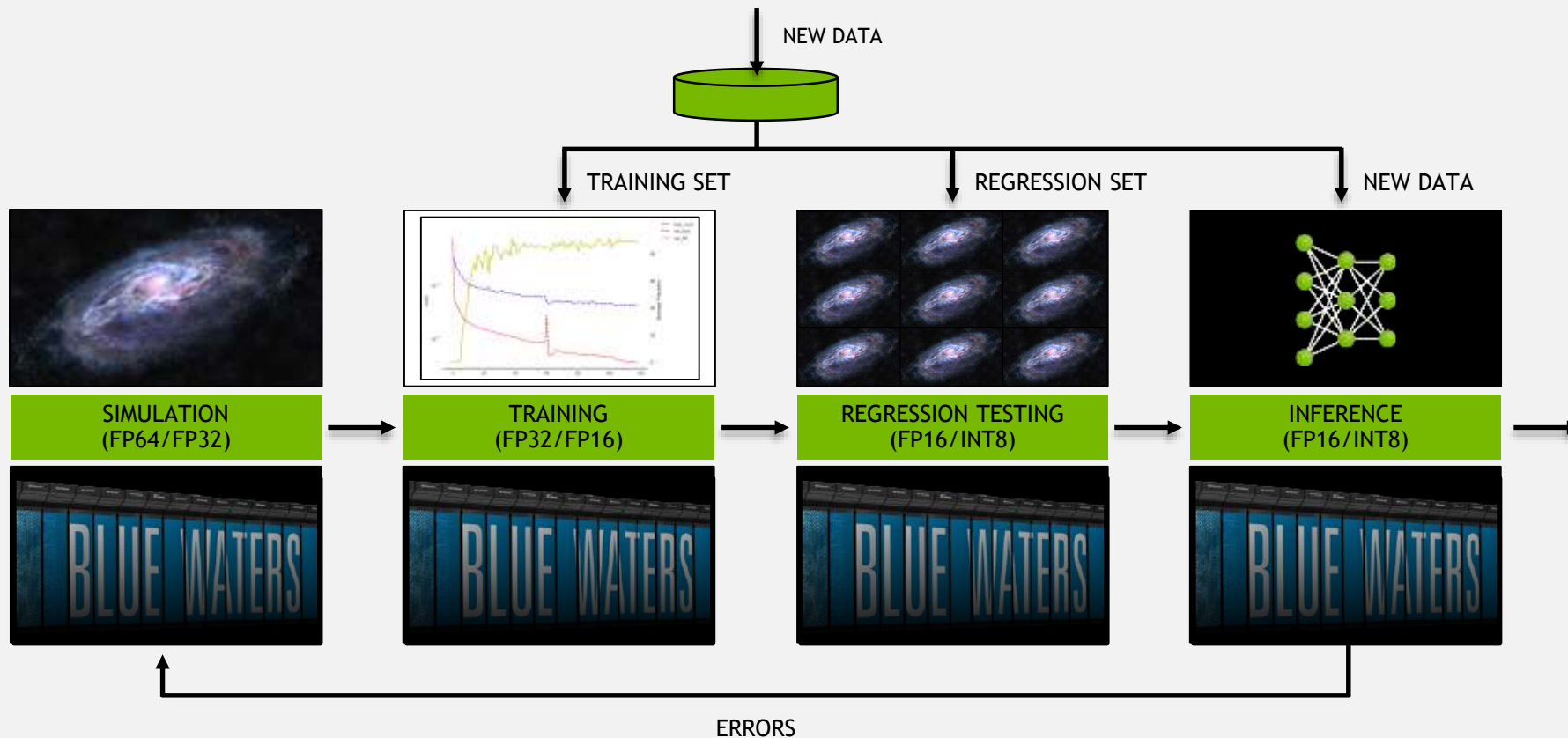


Large Scale  
Simulation

Artificial Intelligence/  
Deep Learning

Scalable Data  
Analytics

# 用户实例：深度学习 + HPC



# 未来融合的亿级系统

Traditional HPC System

Large Scale  
Simulation

Artificial Intelligence/  
Deep Learning

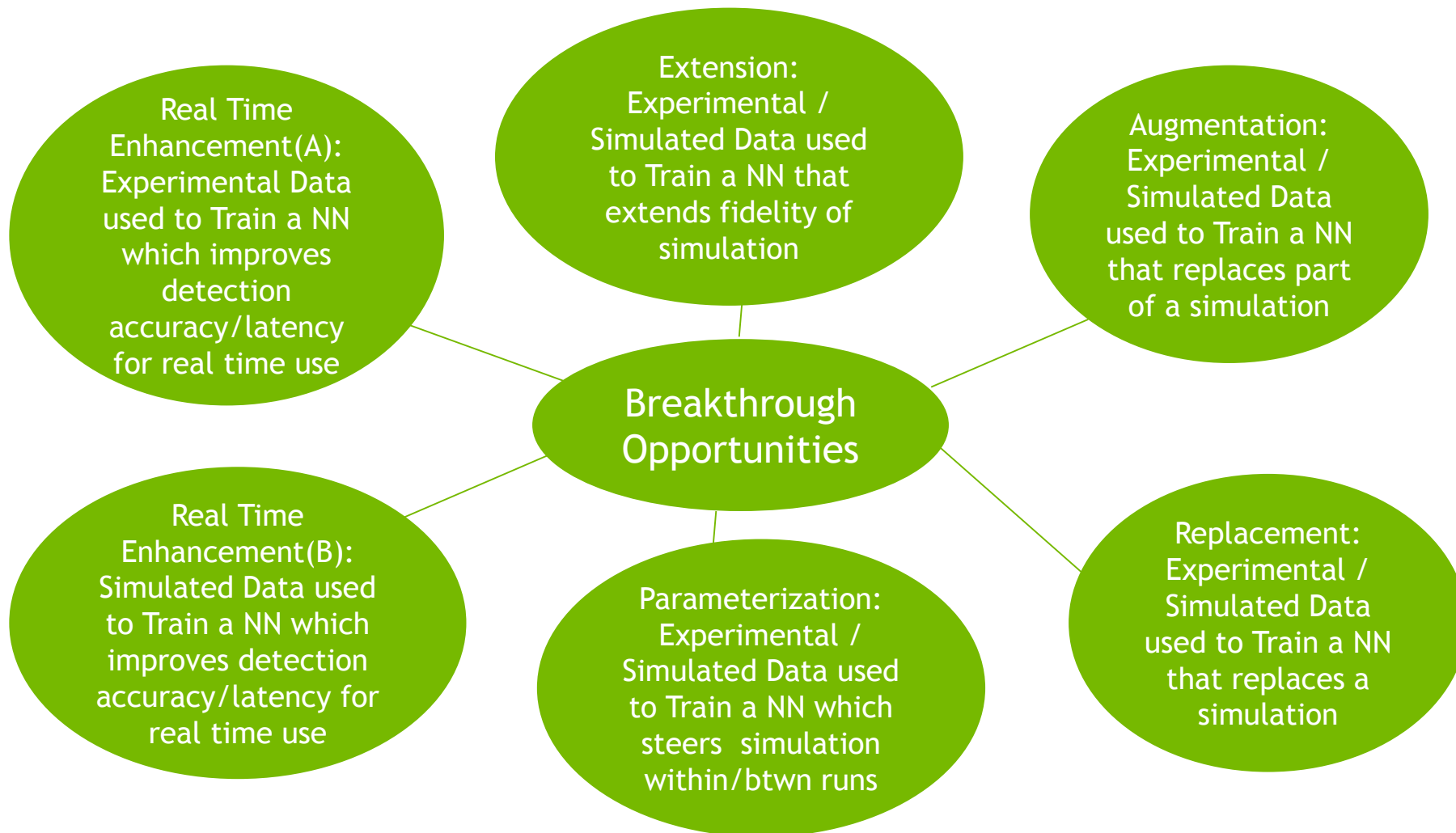
Scalable Data  
Analytics/Machine  
Learning

Concept plagiarized and slightly  
Modified from Rick Stevens CANDLE overview



# HPC + AI 融合的机会

## Examples of HPC + AI Convergence



# 多信息天体物理学

## 背景

aLIGO(高级激光干涉引力波天文台)实验成功地发现了证明爱因斯坦广义相对论和宇宙引力波存在的信号。虽然这一发现本身是非同寻常的,但它被认为是高度可取的,它将多个观测数据源结合起来,以获得对这一现象的更丰富的理解。

## 挑战

最初的LIGO发现是通过经典数据分析成功完成的。处理管道使用了数百个CPU,其中大部分的检测处理都是离线完成的,但延迟远远超出了激活资源所需要的范围,比如大型综合观测望远镜(LSST),它观察电磁波谱中的现象,以便“看到”aLIGO能够“听到”的东西。

## 解决方案

使用Enstein工具包的CACTUS模拟的数据集开发和训练一个DNN。结果显示,DNN比原始的基于CPU的波形检测结果更准确,延迟缩短1000倍。

## 影响

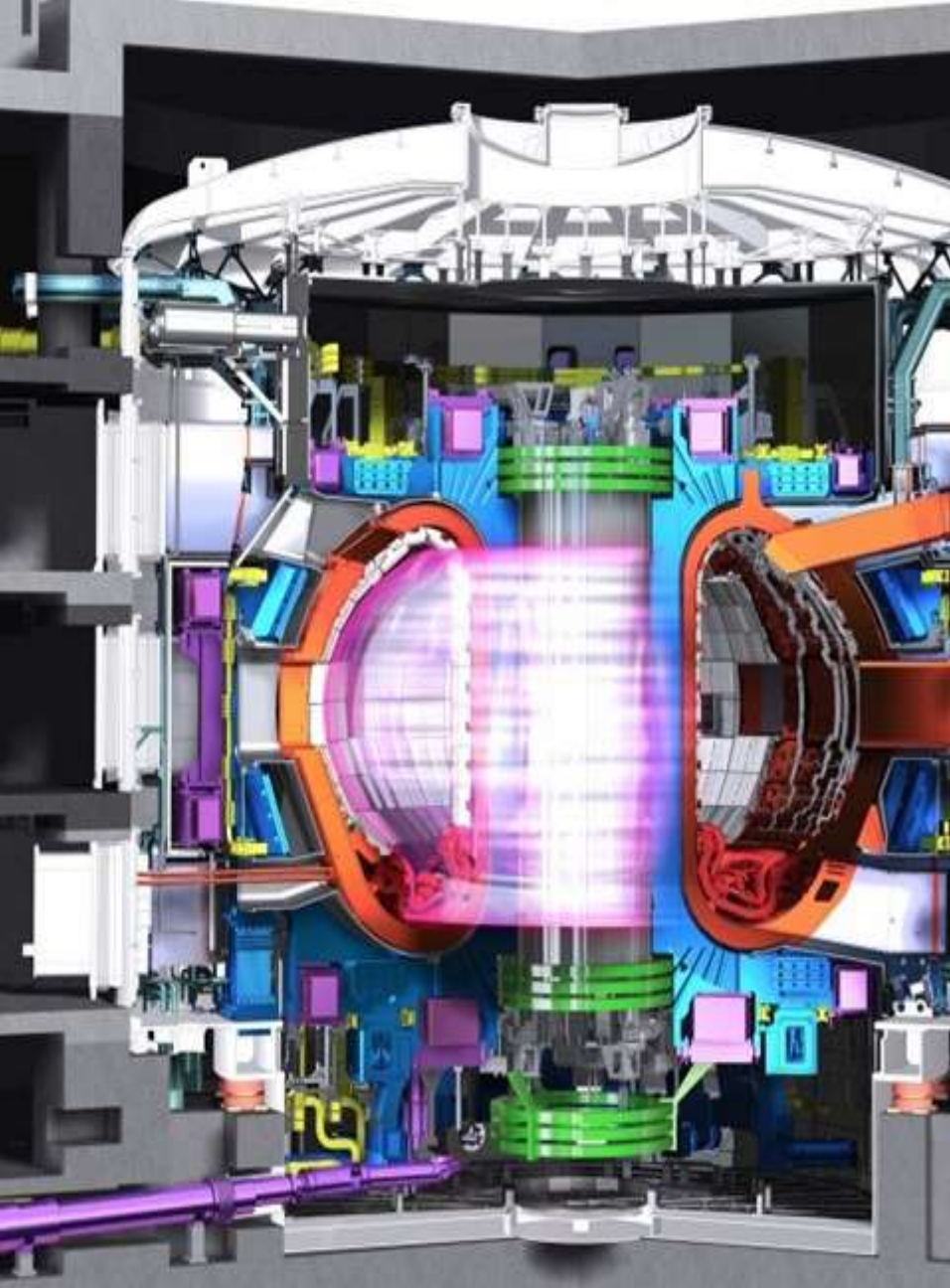
更快更准确地探测引力波,并有可能引导其他观测数据源。

尽管在计算能力上有了最新的发展,但在将相对论理论模型与观测相联系上仍然存在很大的差距。

*Max Plank Institute*

©NASA and The Hubble Heritage Team (STScI/AURA)

©NASA/ESA/Richard Massey (California Institute of Technology)



# 利用DL预测聚变反应堆的破坏

## 背景

核聚变能源的巨大挑战在于为人类提供千百万年清洁、安全能源的机会。ITER在核聚变反应堆上进行了25亿美元的国际投资。

## 挑战

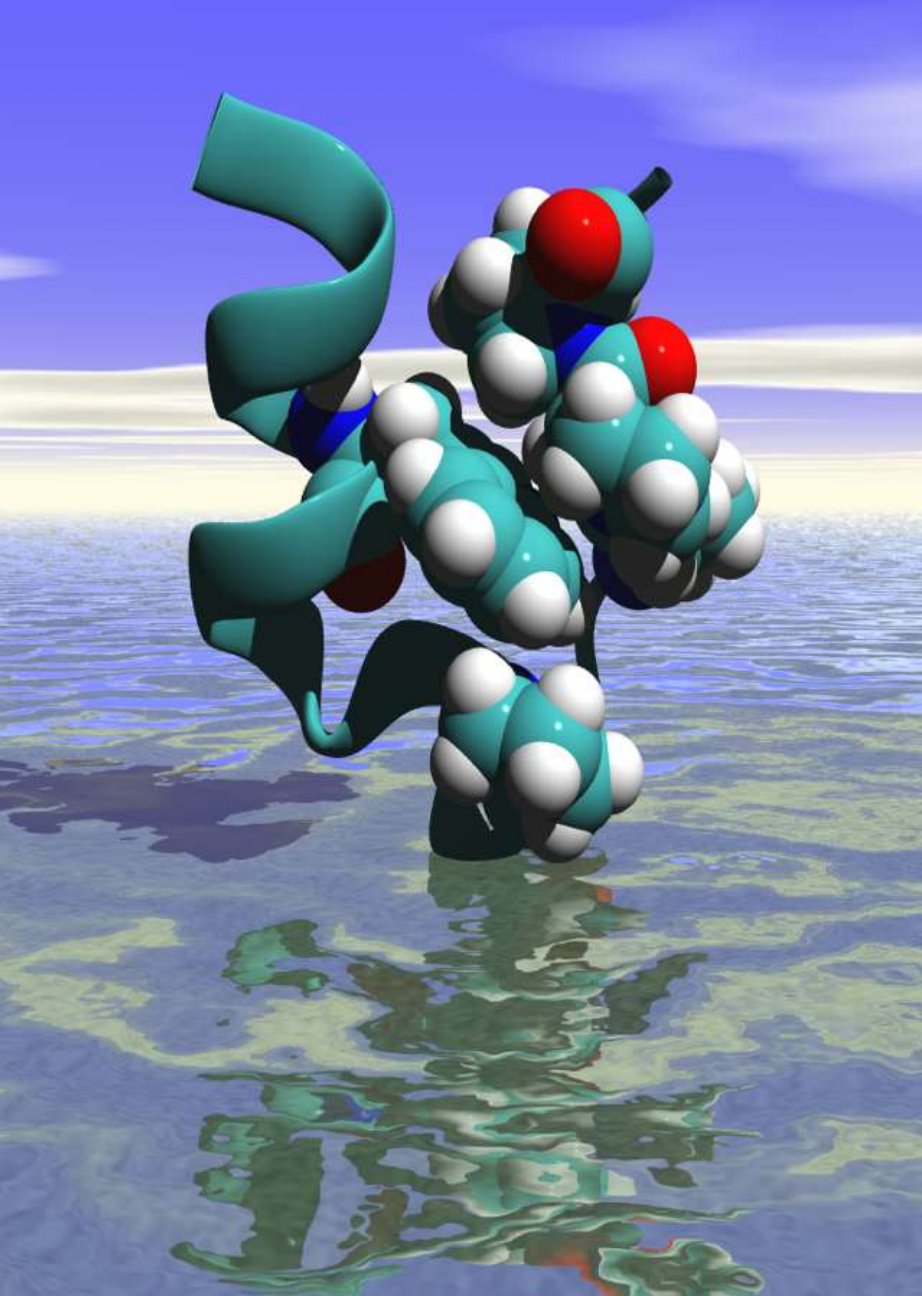
聚变是高度敏感的，任何对条件的破坏都会导致反应突然停止。挑战是预测何时会发生破坏，以防止对ITER的损害，并引导反应继续产生动力。传统的模拟和机器学习方法不能提供足够精确的结果。

## 解决方案

使用叫做FRNN的Theano的深度学习网络已经超过了今天的最佳精度。它的规模扩展到了200块Tesla K20s，并且如果拥有更多的gpu，可以提供更高的精确度。其目标是达到95%的准确率。

## 影响

愿景是使用FRNN操作ITER，实时操作和指导实验，以减少损失和停机时间。



# AI 量子的突破

## 背景

开发一种新药需要花费25亿美元，需要10-15年的时间。量子化学(QC)的模拟对于精确地筛选数百万潜在的药物到一些最有希望的候选药物是很重要的。

## 挑战

QC模拟计算非常昂贵，因此研究人员在精度上使用近似，折中的方法。要筛选1000万种候选药物，需要5年时间才能在cpu上完成计算。

## 解决方案

佛罗里达大学(University of Florida)和北卡罗莱纳大学(University of North Carolina)的研究人员利用GPU深度学习开发了ANAKIN-ME，以超高速(微秒与几分钟)、极高(DFT)的准确度，以及当前计算方法成本的千万分之一，再现了分子能量表面。

## 影响

更快、更精确的筛选成本更低

# 苏黎世机场预报雾

WORK IN PROGRESS

## 背景

意外的雾会导致机场取消或延误航班，有时会对飞行计划产生全球性影响。

## 挑战

当气象预报模型在气象预报模型中以2公里x 2公里的分辨率运行时，苏黎世机场的跑道不到2公里。因此，人类预报员通过40个参数(如风、压力、温度等)对大型模拟数据进行筛选，以预测机场的能见度。

## 解决方案

在苏黎世机场，气象部门正在研究如何利用深度学习来预测雾的类型和能见度。

## 影响



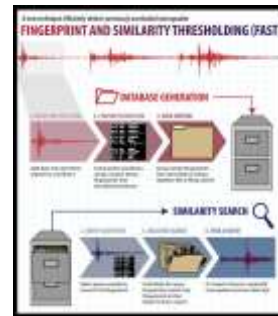


# 地震预测

WORK IN PROGRESS

Multiple Examples of AI for earthquake prediction are underway

Shaazam for Earthquakes



SCIENTIFIC AMERICAN

COMPUTING

## Can Artificial Intelligence Predict Earthquakes?

The ability to forecast temblors would be a tectonic shift in seismology. But is it a pipe dream? A seismologist is conducting machine-learning experiments to find out



我们没有理由去问这个问题

为什么HPC + AI很重要?

# TESLA GPU计算平台

## 世界领先的加速HPC和AI数据中心平台

### APPLICATIONS

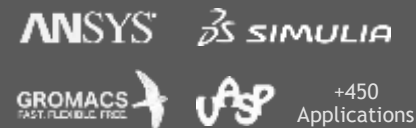


INTERNET SERVICES



ENTERPRISE APPLICATIONS

Automotive  
Retail  
Defense  
...



HPC

### INDUSTRY FRAMEWORKS & TOOLS



FRAMEWORKS

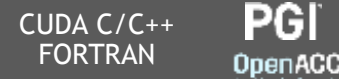


ECOSYSTEM TOOLS

### NVIDIA SDK



DEEP LEARNING SDK

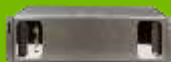


COMPUTEWORCS

### TESLA GPU & SYSTEMS



TESLA GPU



NVIDIA DGX-1



NVIDIA HGX-1



SYSTEM OEM

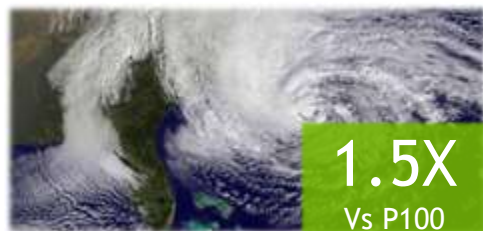


CLOUD



# 一个GPU加速各种应用

BOOSTS ALL ACCELERATED WORKLOADS



HPC



AI Training



AI Inference



Virtual Desktop

V100 UNIVERSAL GPU



