PPT 标题

PPT 子标题

作者

北京建筑大学智能科学与技术学院

2025 年 5 月 25 日

1 研究背景

2 研究内容

3 核心概念

4 成果展示

5 总结

1 研究背景
   优势
   研究现状

2 研究内容

3 核心概念

4 成果展示

5 总结

1 研究背景
优势
研究现状

2 研究内容

3 核心概念

4 成果展示

5 总结

Why Beamer

- LaTeX 广泛用于学术界，期刊会议论文模板

Microsoft® Word	LaTeX
文字处理工具	专业排版软件
容易上手，简单直观	容易上手
所见即所得	所见即所想，所想即所得
高级功能不易掌握	进阶难，但一般用不到
处理长文档需要丰富经验	和短文档处理基本无异
花费大量时间调格式	无需担心格式，专心作者内容
公式排版差强人意	尤其擅长公式排版
二进制格式，兼容性差	文本文件，易读、稳定
付费商业许可	自由免费使用

PPT VS Beamer

- Beamer 适合学术类演示文稿的制作，它在生成和展示复杂表格和数学公式等方面，优势非常突出。

Microsoft® Powerpoint	Beamer
演示文稿工具	演示文稿包
容易上手，简单直观	上手有一定门槛，模版修改不方便
所见即所得	所见即所想，所想即所得
高级功能不易掌握	进阶难，但一般用不到
花费大量时间调格式	无需担心格式，专心作者内容
公式排版差强人意	尤其擅长公式排版
付费商业许可	自由免费使用
手动整理参考文献	自动插入参考文献
容易花很多时间做花哨的动画	专于内容，简洁明了
不同平台显示不一致	易于跨平台迁移

1 研究背景
- 优势
- 研究现状

2 研究内容

3 核心概念

4 成果展示

5 总结

张量网络（TNs）的优势

- **高效处理高维数据**

  张量网络通过分解高维张量为低维张量的组合（如矩阵乘积态、树状张量网络等），显著降低了存储和计算的复杂度。

张量网络（TNs）的优势

- 高效处理高维数据

  张量网络通过分解高维张量为低维张量的组合（如矩阵乘积态、树状张量网络等），显著降低了存储和计算的复杂度。

- 物理可解释性

  张量网络的结构通常与物理系统的局域相互作用和纠缠结构直接对应，便于解释物理现象（如量子纠缠、相变等）。

张量网络（TNs）的优势

- **高效处理高维数据**

  张量网络通过分解高维张量为低维张量的组合（如矩阵乘积态、树状张量网络等），显著降低了存储和计算的复杂度。

- **物理可解释性**

  张量网络的结构通常与物理系统的局域相互作用和纠缠结构直接对应，便于解释物理现象（如量子纠缠、相变等）。

- **数学灵活性**

  张量网络具备丰富的数学结构（如张量收缩、分解、重整化群等），可灵活适配不同问题。

张量网络（TNs）的优势

- **高效处理高维数据**

  张量网络通过分解高维张量为低维张量的组合（如矩阵乘积态、树状张量网络等），显著降低了存储和计算的复杂度。

- **物理可解释性**

  张量网络的结构通常与物理系统的局域相互作用和纠缠结构直接对应，便于解释物理现象（如量子纠缠、相变等）。

- **数学灵活性**

  张量网络具备丰富的数学结构（如张量收缩、分解、重整化群等），可灵活适配不同问题。

- **计算效率与降维能力**

  通过低秩近似和稀疏化，张量网络能在保留关键信息的同时压缩数据规模。

张量网络（TNs）的优势

- 高效处理高维数据

  张量网络通过分解高维张量为低维张量的组合（如矩阵乘积态、树状张量网络等），显著降低了存储和计算的复杂度。

- 物理可解释性

  张量网络的结构通常与物理系统的局域相互作用和纠缠结构直接对应，便于解释物理现象（如量子纠缠、相变等）。

- 数学灵活性

  张量网络具备丰富的数学结构（如张量收缩、分解、重整化群等），可灵活适配不同问题。

- 计算效率与降维能力

  通过低秩近似和稀疏化，张量网络能在保留关键信息的同时压缩数据规模。

- 并行计算友好

  张量网络的核心操作（如张量收缩）天然适合并行计算架构（如 GPU、TPU），加速大规模计算。

张量网络（TNs）的优势

- **高效处理高维数据**

  张量网络通过分解高维张量为低维张量的组合（如矩阵乘积态、树状张量网络等），显著降低了存储和计算的复杂度。

- **物理可解释性**

  张量网络的结构通常与物理系统的局域相互作用和纠缠结构直接对应，便于解释物理现象（如量子纠缠、相变等）。

- **数学灵活性**

  张量网络具备丰富的数学结构（如张量收缩、分解、重整化群等），可灵活适配不同问题。

- **计算效率与降维能力**

  通过低秩近似和稀疏化，张量网络能在保留关键信息的同时压缩数据规模。

- **并行计算友好**

  张量网络的核心操作（如张量收缩）天然适合并行计算架构（如 GPU、TPU），加速大规模计算。

- **解决传统方法的局限性**

  传统方法（如蒙特卡罗模拟）在处理强关联或高纠缠系统时可能失效，而张量网络能有效规避“维度灾难”。

张量网络（TNs）的优势

- 跨学科通用性

张量网络是连接物理学、数学、计算机科学的桥梁，其方法论可迁移到多领域。

张量网络（TNs）的优势

- 跨学科通用性

  张量网络是连接物理学、数学、计算机科学的桥梁，其方法论可迁移到多领域。

- 噪声鲁棒性

  某些张量网络结构（如树状张量网络）对噪声和缺失数据具有鲁棒性，适合处理实际中的不完美数据。

张量网络（TNs）的优势

- 跨学科通用性

  张量网络是连接物理学、数学、计算机科学的桥梁，其方法论可迁移到多领域。

- 噪声鲁棒性

  某些张量网络结构（如树状张量网络）对噪声和缺失数据具有鲁棒性，适合处理实际中的不完美数据。

- 可扩展性

  张量网络可通过逐层优化或动态调整结构（如密度矩阵重整化群，DMRG）逐步逼近复杂系统的真实解。

张量网络（TNs）的优势

- **跨学科通用性**

  张量网络是连接物理学、数学、计算机科学的桥梁，其方法论可迁移到多领域。

- **噪声鲁棒性**

  某些张量网络结构（如树状张量网络）对噪声和缺失数据具有鲁棒性，适合处理实际中的不完美数据。

- **可扩展性**

  张量网络可通过逐层优化或动态调整结构（如密度矩阵重整化群，DMRG）逐步逼近复杂系统的真实解。

- **模型压缩与参数优化**

  在深度学习中，张量网络可通过低秩分解减少模型参数量，同时保持性能。

1 研究背景

2 研究内容

3 核心概念

4 成果展示

5 总结

公式也不是不可以

量子比特表示

$$|\psi\rangle = \alpha\,|0\rangle + \beta\,|1\rangle\,, |\alpha|^2 + |\beta|^2 = 1. \tag{1}$$

假如不要公式编号

公式不要编号也可以哦

Hadamard 门（H 门）：$H = \frac{1}{\sqrt{2}}\begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix}.$

双列布局呢?

$$H = \sum_{i=1}^{n} \sigma_x^{(i)} + \sum_{i<j} J_{ij} \sigma_z^{(i)} \sigma_z^{(j)}. \qquad (2)$$

符号说明

σ_x: Pauli$X$ 矩阵
σ_z: Pauli$Z$ 矩阵
J_{ij}: 耦合强度

LaTeX 给大家看看“田”字型布局

```
\begin{itemize}
  \item A \item B
  \item C
  \begin{itemize}
    \item C-1
  \end{itemize}
\end{itemize}
```

- A
- B
- C
  - C-1

LaTeX 给大家看看“田”字型布局

```
\begin{itemize}
  \item A \item B
  \item C
  \begin{itemize}
    \item C-1
  \end{itemize}
\end{itemize}
```

- A
- B
- C
  - C-1

```
\begin{enumerate}
  \item 巨佬 \item 大佬
  \item 萌新
  \begin{itemize}
    \item[n+e] 瑟瑟发抖
  \end{itemize}
\end{enumerate}
```

1. 巨佬
2. 大佬
3. 萌新
   - n+e 瑟瑟发抖

多行公式

量子纠缠的度量（von Neumann 熵）

定义

$$S(\rho) = -\mathrm{Tr}(\rho \log_2(\rho)). \tag{3}$$

ρ 是量子态的密度矩阵。

多行公式

量子纠缠的度量（von Neumann 熵）

证明.

（1）Bell 态的密度矩阵：

$$\rho = |\Phi^+\rangle\langle\Phi^+| = \frac{1}{2}(|00\rangle\langle 00| + |00\rangle\langle 11| + |11\rangle\langle 00| + |11\rangle\langle 11|). \tag{4}$$

（2）对第一个子系统取偏迹：

$$\rho_A = \mathrm{Tr}(\rho) = \frac{1}{2}(|0\rangle\langle 0| + |1\rangle\langle 1|) = \frac{I}{2}. \tag{5}$$

（3）Bell 态的密度矩阵：

$$\begin{aligned} S(\rho_A) &= -\mathrm{Tr}\left(\frac{I}{2}\log_2\frac{I}{2}\right) \\ &= -\left(\frac{1}{2}\log_2\frac{1}{2} + \frac{1}{2}\log_2\frac{1}{2}\right) = 1. \end{aligned} \tag{6}$$

于是，最大纠缠态的熵为 1（最大可能值），表明完全纠缠。 □

1 研究背景

2 研究内容

3 核心概念

子标题

4 成果展示

5 总结

1 研究背景

2 研究内容

3 核心概念
子标题

4 成果展示

5 总结

LaTeX 常用命令

命令

\chapter 章	\section 节	\subsection 小节	\paragraph 带题头段落
\centering 居中对齐	\emph 强调	\verb 原样输出	\url 超链接
\footnote 脚注	\item 列表条目	\caption 标题	\includegraphics 插入图片
\label 标号	\cite 引用参考文献	\ref 引用图表、公式等	

环境

table 表格	figure 图片	equation 公式
itemize 无编号列表	enumerate 编号列表	description 描述

定理

定理

量子不可克隆定理

$$\nexists \hat{U} \quad s.t. \quad \hat{U}\left|\psi\right\rangle\left|0\right\rangle = \left|\psi\right\rangle\left|\psi\right\rangle, \textit{for} \ \forall \left|\psi\right\rangle, \tag{7}$$

公式（7）是量子算法（如 *Grover* 搜索、*HHL* 线性方程求解）的理论基础。

证明.

略. □

定义

定义

量子 Fourier 变换定义如下：

$$\hat{U}_{\mathrm{QFT}} |y\rangle = \frac{1}{\sqrt{2^N}} \sum_{x=0}^{2^N-1} \mathrm{e}^{\mathrm{i}2\pi xy/2^N} |x\rangle .$$

1. 研究背景
2. 研究内容
3. 核心概念
4. 成果展示
   - 进阶内容
5. 总结

1 研究背景

2 研究内容

3 核心概念

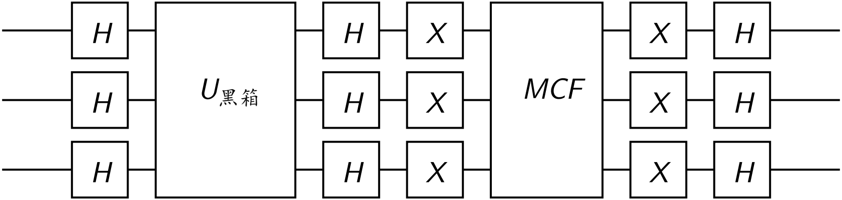
4 成果展示

进阶内容

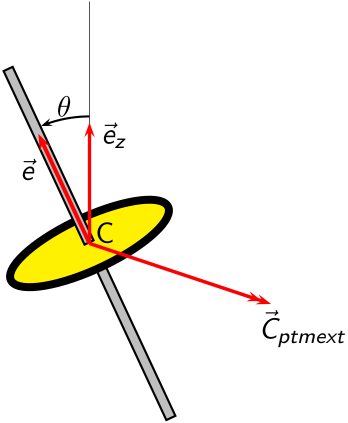
5 总结

关于使用 TikZ 作图

- 这是 Grover 搜索算法的量子门电路图：



图形与分栏



作图

- 矢量图 eps, ps, pdf
  - METAPOST, pstricks, pgf ...
  - Xfig, Dia, Visio, Inkscape ...
  - Matlab / Excel 等保存为 pdf
- 标量图 png, jpg, tiff ...
  - 提高清晰度，避免发虚
  - 应尽量避免使用

图 1: 这个校徽就是矢量图

1 研究背景

2 研究内容

3 核心概念

4 成果展示

5 总结

总结

1 研究背景

2 研究内容

3 核心概念

4 成果展示

5 总结

总结

总结

- 量子机器学习（Quantum Machine Learning, QML）是量子计算与经典机器学习交叉的前沿领域，其优势主要体现在利用量子力学特性（如叠加、纠缠和干涉）解决特定复杂问题。:

总结

- 量子机器学习（Quantum Machine Learning, QML）是量子计算与经典机器学习交叉的前沿领域，其优势主要体现在利用量子力学特性（如叠加、纠缠和干涉）解决特定复杂问题。:
  - 量子计算的理论加速潜力（量子线性代数加速、量子采样优势等）

总结

- 量子机器学习（Quantum Machine Learning, QML）是量子计算与经典机器学习交叉的前沿领域，其优势主要体现在利用量子力学特性（如叠加、纠缠和干涉）解决特定复杂问题。:
  - 量子计算的理论加速潜力（量子线性代数加速、量子采样优势等）
  - 高维特征空间的自然嵌入（量子特征映射、量子支持向量机（QSVM）等）;

总结

- 量子机器学习（Quantum Machine Learning, QML）是量子计算与经典机器学习交叉的前沿领域，其优势主要体现在利用量子力学特性（如叠加、纠缠和干涉）解决特定复杂问题。:
  - 量子计算的理论加速潜力（量子线性代数加速、量子采样优势等）
  - 高维特征空间的自然嵌入（量子特征映射、量子支持向量机（QSVM）等）;
  - 量子并行性与数据编码效率（量子并行计算、数据压缩编码等）;

总结

- 量子机器学习（Quantum Machine Learning, QML）是量子计算与经典机器学习交叉的前沿领域，其优势主要体现在利用量子力学特性（如叠加、纠缠和干涉）解决特定复杂问题。:
  - 量子计算的理论加速潜力（量子线性代数加速、量子采样优势等）
  - 高维特征空间的自然嵌入（量子特征映射、量子支持向量机（QSVM）等）;
  - 量子并行性与数据编码效率（量子并行计算、数据压缩编码等）;
  - 量子纠缠与模型表达能力（纠缠增强的表示学习、量子神经网络（QNN）等）;

总结

- 量子机器学习（Quantum Machine Learning, QML）是量子计算与经典机器学习交叉的前沿领域，其优势主要体现在利用量子力学特性（如叠加、纠缠和干涉）解决特定复杂问题。:
  - 量子计算的理论加速潜力（量子线性代数加速、量子采样优势等）
  - 高维特征空间的自然嵌入（量子特征映射、量子支持向量机（QSVM）等）;
  - 量子并行性与数据编码效率（量子并行计算、数据压缩编码等）;
  - 量子纠缠与模型表达能力（纠缠增强的表示学习、量子神经网络（QNN）等）;
  - 量子-经典混合优化框架（变分量子算法（VQA）等）;

总结

- 量子机器学习（Quantum Machine Learning, QML）是量子计算与经典机器学习交叉的前沿领域，其优势主要体现在利用量子力学特性（如叠加、纠缠和干涉）解决特定复杂问题。:
  - 量子计算的理论加速潜力（量子线性代数加速、量子采样优势等）
  - 高维特征空间的自然嵌入（量子特征映射、量子支持向量机（QSVM）等）;
  - 量子并行性与数据编码效率（量子并行计算、数据压缩编码等）;
  - 量子纠缠与模型表达能力（纠缠增强的表示学习、量子神经网络（QNN）等）;
  - 量子-经典混合优化框架（变分量子算法（VQA）等）;
  - 量子数据处理的天然适配性（量子生成对抗网络（QGAN）等）;

总结

- 量子机器学习（Quantum Machine Learning, QML）是量子计算与经典机器学习交叉的前沿领域，其优势主要体现在利用量子力学特性（如叠加、纠缠和干涉）解决特定复杂问题。:
  - 量子计算的理论加速潜力（量子线性代数加速、量子采样优势等）
  - 高维特征空间的自然嵌入（量子特征映射、量子支持向量机（QSVM）等）;
  - 量子并行性与数据编码效率（量子并行计算、数据压缩编码等）;
  - 量子纠缠与模型表达能力（纠缠增强的表示学习、量子神经网络（QNN）等）;
  - 量子-经典混合优化框架（变分量子算法（VQA）等）;
  - 量子数据处理的天然适配性（量子生成对抗网络（QGAN）等）;
  - 抗噪声与鲁棒性潜力（量子纠错与误差缓解等）;

总结

- 量子机器学习（Quantum Machine Learning, QML）是量子计算与经典机器学习交叉的前沿领域，其优势主要体现在利用量子力学特性（如叠加、纠缠和干涉）解决特定复杂问题。:
  - 量子计算的理论加速潜力（量子线性代数加速、量子采样优势等）
  - 高维特征空间的自然嵌入（量子特征映射、量子支持向量机（QSVM）等）;
  - 量子并行性与数据编码效率（量子并行计算、数据压缩编码等）;
  - 量子纠缠与模型表达能力（纠缠增强的表示学习、量子神经网络（QNN）等）;
  - 量子-经典混合优化框架（变分量子算法（VQA）等）;
  - 量子数据处理的天然适配性（量子生成对抗网络（QGAN）等）;
  - 抗噪声与鲁棒性潜力（量子纠错与误差缓解等）;
  - 新型学习范式的探索（量子强化学习（QRL）、量子拓扑数据分析等）。

参考文献

[1] Peter W Shor. “Algorithms for quantum computation: Discrete logarithms and factoring”. In: *FOCS*. 1994.

引用文献只需要 [1]。

结语

Thanks!