大纲

题目：dna计算的前沿发展

汇报的基本流程

1. 用5张以内的ppt来介绍基本的技术背景
2. 用一两张ppt来介绍溶液中的dna逻辑门
3. 用五六张ppt介绍现有的一些dna计算的成果
   1. 一个可以下井字棋的dna机器人 <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/nl0620684>
   2. 一个可以实现双输入变量的dna-based计算器<https://www.nature.com/articles/ncomms10089>
   3. 通过dna计算寻找最优的深度学习网络结构<https://arxiv.org/pdf/1810.10687.pdf>
   4. Dna 实现cnn

https://techxplore.com/news/2022-07-molecular-dna-based-artificial-neural-network.html

DNA计算的基本技术支持

1.1 dna合成：目前，化学合成和酶法合成是主要的DNA合成方法，它们可以在体外合成长达几千碱基的DNA分子

1.2 dna纯化:常用的DNA纯化方法包括凝胶电泳、离心、酚/氯仿萃取等。

1.3 dna测序：目前主要有Sanger测序、Illumina测序、PacBio测序、Oxford Nanopore测序等。

1.4 dna芯片：DNA芯片技术可以实现大规模的DNA分子操作和分析。

1.5 dna计算算法：DNA计算需要特定的算法和程序，以实现DNA分子之间的信息交换和计算操作。包括DNA序列设计、DNA结构设计、DNA引物设计、DNA杂交等。

2.dna纳米技术

2.1 dna tile组装技术

2.1.1早期成果

通过DNA分子的互补配对构建二维和三维结构，Seeman等人提出的通过同源重组形成的Holiday结构作为结构单元组装成更为复杂的二维结构的方法。其中，“四臂结”是一种瓦片结构单元，多个Tile可以通过粘性末端杂交组装成二维结构，这种组装方式称为Tile组装。

2.1.2改进

普通多臂结Tile稳定性较差，组装灵活度高，存在产物难以准确预测的问题。因此，人们在四臂结的基础上进行改进，提出了更稳定的Tile结构即“双交叉”(Double Crossover, DX)，并以此为基础首次组装带有条纹的二维平面网格结构。

除了经典多臂结Tile组装外，还有许多其他的Tile组装策略。比如，文献中提出了一种名为“单链瓦片”(Single Stranded Tile, SST)的自组装策略，每条单链Tile包含4个模块域，多个Tile之间通过碱基特异性识别，连接成交错的双链结构，进而组装出大面积的二维平面。

2.2 折纸自组装策略

DNA Tile自组装提供了一种自下而上的方法来构造所需的纳米结构和组织各种纳米材料。由于DNA Tile自组装涉及大量DNA短链之间的相互作用，完整结构的产率对DNA链的相对浓度比例要求很高。因此，复杂结构的组装需要多个反应和纯化步骤，而DNA纳米结构的复杂度必然受到低产量的限制。为了解决这一问题，研究者提出了“DNA折纸术”。

该策略利用长单链DNA作为骨架链，通过设计与骨架链互补的短链（订书钉链）来固定骨架链的形状，从而折叠成预设的二维或三维形状。这种策略已成功组装出方形、矩形、五角星、笑脸、三角形等多种形状，且产率超过60%。近年来，该技术得到了不断改进和丰富，例如使用长度超过2万个碱基的超长单链DNA作为骨架链，构建基于DNA折纸的蜂窝状实心三维DNA纳米结构，以及使用八面体DNA折纸框架组装DNA八面体多聚体一维阵列等。这些策略丰富了DNA纳米结构的多样性，并具有潜在的应用前景。

3.dna逻辑门

3.1溶液中的dna逻辑门

3.1.1基于dna酶的逻辑门

3.1.2基于链置换反应的dna逻辑门

3.2基于dna折纸模板的逻辑门

1. dna级联逻辑电路

4.1溶液中的dna计算机

* + 1. 通过逻辑门实现“井字棋”游戏的分子自动机

4.1.2基于DNA链置换反应的DNA机器计算策略

4.1.3基于跷跷板门和阈值门构造大规模的DNA回路

4.1.4利用dna链构造神经网络

4.2基于dna折纸模版dna回路

4.2.1分子“计算器”

4.2.2 DNA多米诺骨牌

4.2.3 用于布尔计算的“步行者”系统

1. 智能dna分子机器

5.1 dna分子机器人

5.2 基于DNA折纸平台开发的智能分子机器

5.3 可重新编程的通用自组装计算系统