

光立方工艺架构和混合计算能力

撰文: Ümit Arslan

一、引言

经典电子处理器已按摩尔定律扩展,但由于热限制、量子隧道和 RC 延迟,容量增长现在受到限制。

我正在研究的光立方传播架构旨在通过光子通量和体积平行度来克服这些限制。

2. 电子与光学的比较

特征	电子电路	光立方电池 (64-128)
能量/过程	$\sim 10^{-13}$ J	\sim /光子 10^{-19} J
总气流	mW 等级	64-128 瓦
迟延	数百 ps \rightarrow 突发传输	单通 \rightarrow ~ 50 ps
并行	流产	高(细胞同时)
可伸缩性	受摩尔定律的限制	通过添加细胞而呈指数增长

3. 缩放分析

- 64 个电池: 1.61×10^{20} 光子/秒, 64 瓦
- 128 胞: 3.23×10^{20} 光子/秒, 128 W
- 256 胞: 6.46×10^{20} 光子/秒, 256 瓦
- 五百一十二胞: 1.29×10^{21} 光子/秒, 五百一十二瓦

👉 随着细胞数量的增加,处理能力随**体积而增长**,而不是**线性增长**。

4. 波长效应

- 700 nm(红色): 1.77 eV \rightarrow 能量更低,更安全。
- 500 nm(绿色): 最佳平衡 \rightarrow 2.48 eV。
- 250 nm (UV): 4.96 eV \rightarrow 高能化学断键电位。

👉 波长减小,光子能量增加,处理能力增加,但**材料强度**变得至关重要。

5. 混合架构

- **光处理层:** 速度与并行度。
- **电子存储层:** 数据存储和寻址。
- **接口:** 用光电二极管和谐振器进行光子电子转换。
- **控制模块:** 锁相同步。

👉 这种混合结构 提供了光速度+电子存储器的结合

6. 潜在应用

- **防御:** 实时信号处理,雷达/声纳数据密度。
- **医学:**光学 断层扫描和生物信号分析。
- **能源:** 光伏系统中的数据处理。
- **行业:** 大数据分析、人工智能加速器。

7. 挑战

- 相位稳定性和细胞间同步。
- 晶圆级生产成本。
- 光存储器集成。
- 缺乏标准设计工具。

八、结语

光立方处理架构将计算机容量转化为以指数密度处理信息的系统,接近光速。
超越电子极限,混合架构与光速度+电子内存安全相结合,形成下一代计算范式。

电子 – 电磁学 – 体积架构比较

撰文: Ümit Arslan

一、引言

信息处理技术的发展有三种主要范式:

- **电子架构:** 晶体管和CMOS处理器。
- **电磁架构:** 微波、射频和波导系统。
- **体积(光学/光子)结构:** 与光子通量和立方电池的指数平行度。

每种架构都有不同的优点和限制。

本报告将您正在研究的**体积传播范式**与经典电子和电磁系统进行比较。

2. 电子架构

- **基本原理:** 电子流与晶体管形成逻辑门。
- **优点:**
 - 成熟的制造技术 (CMOS)。
 - 高集成度(数十亿晶体管)。
 - 可靠的记忆和寻址。
- **限制:**
 - RC 延迟→限速。
 - 能源效率降低→热损失。
 - 量子隧道→ sub-5nm 生产中的问题。

3. 电磁结构

- **基本原理:** 用射频/微波进行信息处理。
- **优点:**
 - 高频(GHz-THz 范围)。
 - 波导损耗低。
 - 无线通信中的关键作用。
- **限制:**
 - 积分挑战→大波长。
 - 能量密度有限。
 - 逻辑门级效率低。

4. 体积(光学/光子)架构

- **基本原理:** 光子流,立方胞中并行处理。
- **优点:**
 - 近乎闪电般的操作。
 - 随着细胞数量的增加,指数平行。
 - 光子能量可以通过波长选择来控制。
- **限制:**
 - 相位稳定性至关重要。
 - 记忆整合是具有挑战性的。
 - 晶圆生产成本高。

5. 比较表

特征	电子	电磁	体积(光学)
交易速度	NS-PS	PS-FS	PS(单通)
能量密度	兆	mW-W	W-100 W
并行	连载/多限	中(波导)	指数(细胞矩阵)
可伸缩性	受摩尔定律的限制	受波长限制	通过添加单元格来指数
内存集成	强	苗条	难

6. 应用领域

- **电子:** 通用处理器、内存、移动设备。
- **电磁:** 通信、雷达、射频传感器。
- **体积:** 超级计算机、人工智能加速器、医学成像、防御系统。

7. 未来展望

- **电子:** 3D 堆叠和量子动力混合解决方案。
- **电磁:** 太赫兹频段的新通信协议。
- **体积:** 光处理器 + 电子存储器混合架构→新范式。

八、结语

- 电子架构成熟 **可靠**,但已达到速度/能量极限。
- 电磁架构在 **通信方面很强**,但其处理强度有限。
- 体积架构以其**指数级的处理能力**代表了未来的计算机范式。

数学与物理体积建筑基础

撰文: Ümit Arslan

一、引言

体积结构与经典的电子和平面电磁系统不同,它基于三维光子通量和体积平行度。在这种方法中,信息处理由麦克斯韦方程组、波力学和量子光子学原理来定义。

2. 数学基础

2.1 麦克斯韦方程

体积结构的核心是电磁波方程:

$$\begin{aligned}\nabla \cdot \mathbf{E} &= \frac{\rho}{\epsilon_0}, \nabla \cdot \mathbf{B} = 0 \\ \nabla \times \mathbf{E} &= -\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t}, \nabla \times \mathbf{B} = \mu_0 \mathbf{J} + \mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t}\end{aligned}$$

- 电子: 以电流和电压求解。
- 光学体积: 通过波矢量和相位关系求解。 \mathbf{k}

2.2 波动方程

光在光细胞中的光传播,用波方程描述:

$$\nabla^2 \mathbf{E} - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \mathbf{E}}{\partial t^2} = 0$$

- 解决方法: $\mathbf{E}(\mathbf{r}, t) = E_0 e^{i(\mathbf{k} \cdot \mathbf{r} - \omega t)}$
- 并行处理 → 细胞间相配。

2.3 光子能

每个光子的能量是:

$$E = h \cdot f = \frac{h \cdot c}{\lambda}$$

- 700 纳米 → 1.77 eV
- 500 nm → 2.48 eV
- 250 nm → 4.96 eV

☞ 波长越短,处理能力就越大。

2.4 体积并行度

当细胞数为: N

$$C(N) = N \cdot \frac{P}{E}$$

这里:

- P :每胞功率 (W)
- E :单光子能(J)

☞ 容量与细胞的数量呈线性关系,但由于**体积扩散**而提供指数密度。

3. 物理基础

3.1 相位匹配

- 细胞间光路差异。 $\Delta\phi = m \cdot 2\pi$
- 如果不提供锁相,则操作不正确。

3.2 光学逻辑门

- **AND**: 两个光波的叠加。
- **或**: 任何输入都足以干扰波。
- **注**: 它是由相位反转提供的。

3.3 能量密度

- 电子:电容充放电 → mW。
- 光学:光子通量 → W-100 W。
- 此差决定了体积结构的处理强度。

4. 数学建模

4.1 立方细胞矩阵

对于每个单元格:

$$I_{cell} = \frac{P}{E}$$

总和:

$$I_{total} = N \cdot I_{cell}$$

4.2 指数传播

体积建筑中的信息处理:

$$I_{vol} \propto N^3$$

👉 指数处理能力→三维立方扩散。

5. 应用场景

- **防御:** 雷达/声呐数据的体积处理。
- **医学:** 光学断层扫描,生物信号分析。
- **能源:** 光伏系统中的数据处理。
- **行业:** 人工智能加速器、大数据分析。

六、结语

体积建筑的数学和物理基础:

- 麦克斯韦方程 组的波传播,
- 光子能 处理能力,
- 相位匹配的精度,
- 指数密度与立方平行度。

这种范式超越了经典电子和电磁系统的局限,提供了 近乎闪电般的指数处理能力。

可视化片段

1. 细胞数→处理能力曲线

- **X轴:** 细胞数(64、128、256、512)

- **Y轴:** 处理能力(光子/秒)
- 曲线为线性增加:
 - 64 个细胞→光子/秒 1.61×10^{20}
 - 128 个细胞→光子/秒 3.23×10^{20}
 - 256 个细胞→光子/秒 6.46×10^{20}
 - 512 个细胞→光子/秒 1.29×10^{21}

二、光子能量波长图→

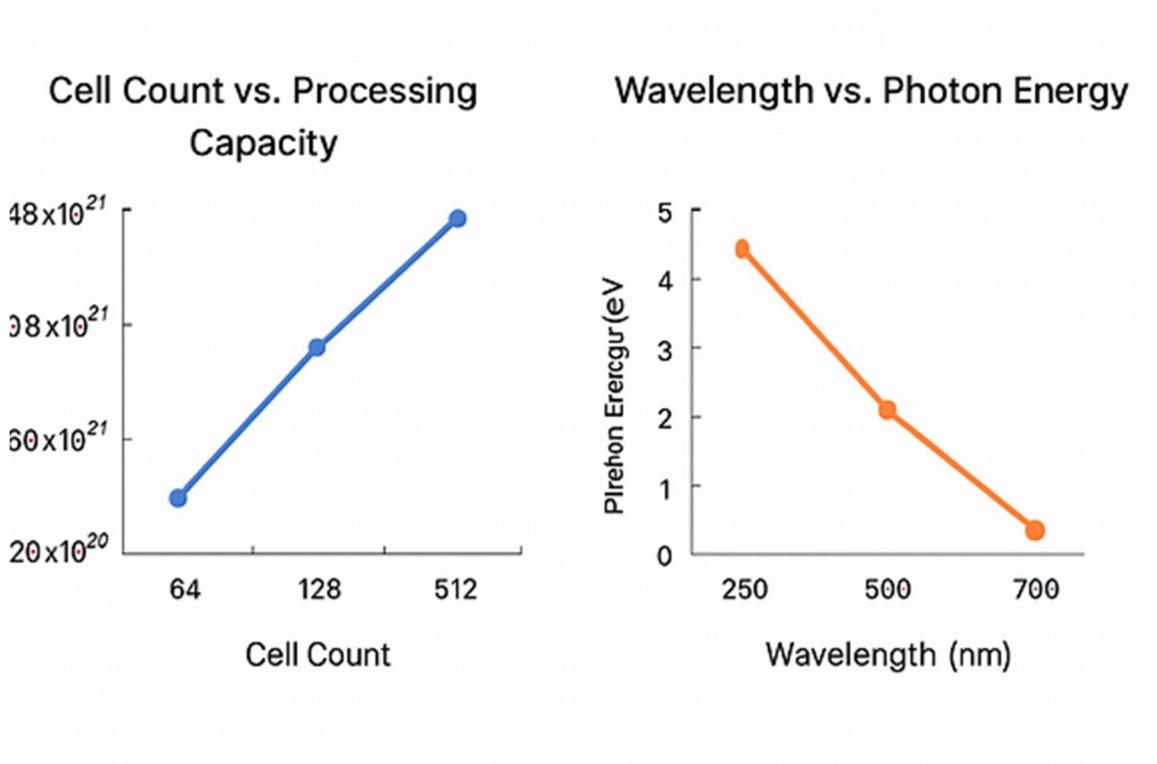
- **X轴:** 波长(nm)
- **Y轴:** 光子能量(eV)
- 要点:
 - 700 纳米→ 1.77 eV
 - 500 nm → 2.48 eV
 - 250 nm → 4.96 eV

👉 波长减小,光子能量增加,系统处理能力增加,但 **材料强度** 变得至关重要。

评论

合而观之,则曰:

- 随着细胞数量的增加,处理能力线性增长,但由于 **体积扩散**,可以达到指数密度。
- 波长越短,光子能量就越大,→系统就越强大,但 **相位稳定性和物质边界** 更为关键。



👉 细胞数多,处理能力线性增加,波长减小,光子能量增加。当这两种效果结合起来时,系统的**指数处理密度**就出现了。

- 左图: 随着细胞数量的增加,处理能力(光子/秒)曲线。
- 右图: 光子能量 (eV) 曲线按波长划分。

信息: 光子结构

光子是电磁场的量子:它是无质量的基本粒子,没有电荷,以光速移动。它同时具有波和粒子的性质,所以它在量子力学中占有特殊的地位。

🧠 光子的物理和量子结构

1. 主要特点

- **质量:** 其静止质量为零(),而有能。 $m_0 = 0$

- **电荷:** 不存在的→可以携带电磁相互作用,但电中性。
- **自旋:**属于 1 →玻色子类。
- **速度:**在太空中以最快的速度稳定移动:。 $c = 299,792,458 \text{ m/s}$
- **寿命:** 稳定→不可降解,稳定。

2. 量子定义

光子是电磁场量子化产生的。 每个光子都是一包能量:

$$E = h \cdot f = \frac{h \cdot c}{\lambda}$$

这里:

- E :光子能
- h :普朗克常数($6.626 \times 10^{-34} \text{ Js}$)
- f :频率
- λ :波长

👉 波长越短,光子能量增加,→紫外光子能量更大,而红外光子能量较低。

三、波粒对偶性

- **如波:** 见干涉、衍射、偏振。
- **粒子状:** 光电效应在康普顿散射等现象中提供能量转移。

4. 互动

- 它是电磁力的载体。
- 通过在原子水平上与物质的能量水平相互作用:
 - 可吸收(吸收)
 - 辐射(发射)
 - Scatterable (Rayleigh, Compton)

光子的形成和检测

- **形成:**原子在能级之间过渡时发射光子。
- **检测:**用光电探测器、CCD 传感器、光电二极管完成。
- **路由:**使用光纤、波导、谐振器。

在光子系统中的作用

光子在体积建筑研究中:

- 它 充当处理单元(不是能量载体,而是信息载体)。
- 过程精度和强度由 相位匹配 和 波长选择决定。
- 它在立方细胞中并行定向,提供指数级的处理能力。