

10^{12} 次/秒。而对于分子计算机,如果把两个DNA分子连接视为一次操作,又假定 4×10^{14} 个边的DNA片段有一半发生了连接反应,则分子计算机的运算速度为 10^{14} 次/秒。事实上,如果增加参与连接反应的DNA量时,甚至可以达到 10^{20} 次/秒或更高。这种速度远远高于现有的超级计算机。

(2)消耗的能量极少 在一次连接操作中 $\text{ATP} \rightarrow \text{AMP} + \text{焦磷酸}$ 的 $\Delta G = -8\text{Kcal/mol}$,则1焦耳的能量可以完成 2×10^{19} 次运算;而对于超级电子计算机,1焦耳的能量至多能完成 10^9 次运算。相比之下,即使考虑到核苷酸片段合成和PCR扩增的能量消耗,分子计算机也具有巨大的节能优势。

(3)能提供巨大的信息存储容量 使用DNA分子存储信息密度可以达到1比特/ 10^{-9}nm^3 ,而常规媒体只能达到1比特/ 10^{12}nm^3 。1立方米的DNA溶液可存储1万亿亿位的数据,超过目前世界上所有计算机的存储容量。

(4)可以真正实现并行工作 传统电子计算机主要是串行工作,而分子计算机可视为多CPU的并行工作,可以实现现有计算机无法真正实现的模糊推理和神经网络运算功能,是智能计算机的突破口之一。对于分子计算机,一个DNA分子相当于一个CPU,在1molDNA溶液中就含有 10^{23} 个分子,则可以实现 10^{23} 量级的并行计算。

三、分子计算机的发展

今天的电子计算机经历了半个世纪的发展,已经走向成熟;而分子计算机仅有两年的发展时间,正处于探索时期。它能否应用于现实的计算问题还有待研究,但至少在传统计算机难以解决的一些特

殊问题,如NP问题上,分子计算机显示出巨大的潜在优势。当然,在它的发展道路上还面临许多挑战:在生物学和化学方面科学家需要更好地理解和掌握细胞和分子反应机制,以期实现分子计算机的算法;在计算机科学和数学方面科学家需要找到合适的课题和有效算法,方可运用分子计算机;在物理学和工程学方面科学家需要发现更好的结果输出方法,才能构建更大规模和更可靠的分子计算机。

目前,分子计算机已经成为现代科学的热点问题之一,许多科学家都投身于此领域,不断取得惊人的成果。在Adleman用分子计算机解决了汉密尔顿路径问题后;Lipton又将此算法推广用于解决任何NP问题;而Rooß和Wagner则证明对于任何复杂性 $P^{\text{NP}} = \Delta_2^P$ 的问题都能用此算法解决。分子计算机正处于积极探索时期,亟需大力推动。

综上所述,分子计算机将扩展计算机发展的思路,加深对计算机和生命本质的理解。计算机本质上只是遵从物理定律的物理装置。未来的计算机或许将不再是电路板,而只是装在试管中的DNA。

参考文献

- [1]Leonard M. Adleman, Science Vol. 266, P1021~1024
- [2]Michal Linial, Science Vol. 268, P481~484
- [3]R. Lipton, Science Vol. 268, P542
- [4]David K. Gifford, Science Vol. 266, P993
- [5]S. Cheng, S. Y. Cheng, Nature 369, 684(1994)
- [6]邓少平, 科学(中文版), 1996. 10, P6~8
- [7]Diana Rooß and Klaus W. Wagner, Information and Computation, Vol. 131, P95~109
- [8]Ostrovsky—B Annual review of Biophysics & Biomolecular structure 1995, Vol 24, P239~267

(责任编辑 王宏章)

科技动态

美国研制用液氮推动的汽车

据英国《新科学家》1997年8月报道,美国西雅图华盛顿大学的荣誉教授阿贝·赫茨伯格领导的一个科研小组改装了一辆老式邮政车。它的发动机像老式蒸汽机一样工作,但其中的蒸汽不是用水,而是用液氮。传统的燃煤蒸汽机用锅炉将水烧成高压蒸汽,用来推动活塞式发动机发电。而赫茨伯格的发动机用的是液氮,它在 -196°C 就会沸腾,因此不需要外部的燃料源。液氮只要经过一个空气热变换器就能被气化,气化的液氮产生足够的压力就能推动活塞式发动机。

排气管排出的是纯净的低温氮气,不会产生任何污染,而且有助于消除温室效应。赫茨伯格说,生产液氮当然也要消耗能源,但生产成本较低。汽车每公里使用液氮的成本可能小于电动汽车的成本。液氮的另一个优点是,在冷却时,空气中的二氧化碳在氮变成液体之前早就冷凝成固体了,因此可以在生产液氮时从空

气中分离出这种温室气体,为防止全球变暖作出贡献。

赫茨伯格的实验性液氮发动机汽车,用180升液氮可以行驶约160公里。如果将液氮箱的容积增加到360升,估计可行驶400公里,和电动汽车行驶的距离相当。赫茨伯格在1997年8月上旬在圣迭戈举行的汽车工程学会讨论会上宣布了他们的研究成果。但有人怀疑这种汽车是否实用,因为液氮箱占用的体积太大了。比如,美国普林斯顿大学能源和环境研究中心的罗伯特·威廉斯说,如果一辆汽车的液氮箱就占了360升的空间,那这辆汽车大部分就是发动机和液氮箱的位置了,而且还可能出现液氮引起的冻伤,形成新的公害。

尽管有不同的意见,但赫茨伯格的设想仍不失为一种新颖的构想。

(刘光曙)