

# 爱

胡雨壮

No Institute Given

**Abstract.** 本文面向普通大众，通过讲解作者的一点心得，来阐述作者眼中的宇宙。

这个世界的本质到底是什么？物质的，还是意识的？或者既是物质的又是意识的？空间是什么？时间是什么？存在时光机吗？有妖魔鬼怪吗？

对于这些如山一般沉重的话题，可能大家一时难以给予答复。或者像人类历史上已发生过的那样，即便要回应，也还是你有你的想法，我有我的主张，最后谁也说服不了谁。作者对这些问题同样有自己的看法。下面作者将从科学的角度来尝试论证作者对这些问题看法的合理性。对其中的某些看法，请大家根据论证自行判断。作者不保证这些看法绝对正确。

## 因果环

我们先来考虑一个计算机算法问题。假定有一家公司利用其所拥有的车辆来为身处不同地方的客户提供服务。为节约成本，每辆车在一次出行中可能要访问多个客户。所有的车辆都匀速行驶。有些客户可能有起始服务时间要求，例如客户甲可能 9 点后才能有时间，而客户乙则要求 11 点以后。服务每个客户的时间由客户决定。问题是：给出所有车辆的路线，使得所有客户都能被同一时刻从不同（任意）地点起始的车辆所服务，且从开始到服务完最后一个客户所花的时间最少。这里任意地点是指每个司机都没有固定的出发地，在算出行车路线后，每个司机都必须提前开车到行车路线规定的起始地，收到通知再一起开始服务客户。这个稍微有点不合常理，但不影响本文下面的讨论。

在 [2] 中这个问题被称作**多车辆调度问题**（Multi-Vehicle Scheduling Problem）。这个问题看似平常，但较难计算，在现在的计算机科学理论中被分类成**NP 难问题**。对于这类问题，一般来说现在没有特别有效的解法。如果要求找出精确的最优解，普通机器可能要算上很多年。所以有相当多的研究资源被投放在对 NP 难问题的近似算法研究上。所谓近似算法是指我们不保证给出最优解，但保证给出的解在最优解的一个范围内。

在 [1] 中作者对定义在树上的多车辆调度问题提出了一个近似算法，在本文中作者将其命名为**因果环**。对该特别设定下的多车辆调度问题，因果环可以达到近似比 3，亦即如果最优解是 10，我们保证它给出的解最多是 30。这里的保证是指通过理论分析我们得出在最坏情况下解可能达到 30。在实际运行中因果环可能给出好很多甚至逼近最优解的近似解。无论是在理论分析还是在实际运行中，因果环都能直接拎出对应于原问题最优解的最优中间解。在中间解中，我们不需要给出最终行车路线，而仅需列出最终行车路线所蕴含的所有连通分量。比起原问题，虽然中间问题要稍微简单一些，但它其实也是很难求解的。按照现在的计算理论，即使是在该特别设定下，计算出最优中间解也是**NP 难**。

能够求得最优中间解，因果环的特别之处在于其内部结构可分成两段代码。这两段代码既相互独立又相互高度依赖。需要说明的一点是，因为存在数据依赖，和人的逻辑思维相一致，现在的计算机在逻辑层面上都是顺序执行。从该角度来看，因果环的第一段代码产生一个或多个中间解，而第二段代码则对这些中间解进行操作，得到最终近似解或最优最终解。因为第二段代码依赖于第一段代码提供的中间解，所以在因果环中我们必须先执行完第一段代码后才能接着再执行第二段代码。因此粗看起来似乎是第二段代码完全为第一段代码所决定。但是实际情况其实并非如此。这两段代码实际上心有灵犀。具体而言，在设计过程中作者是通过假想中的最优解进行理论分析，首先得到的第二段代码。在这段代码中我们假设输入未知。随后我们才根据第二段代码的需要而设计了第一段代码，在其中我们引用了在整个程序结束后才达到的理论上界。故而虽然从代码程序接口上看第二段代码确实是为第一段代码所管控，但在实际接口上第一段代码其实是由第二段代码所决定。

因果环保证了在第一段代码中引用完该虚无缥缈的、尚仅存在于纸面上的、概念上的上界后，在第二段代码结束概念上的运行时我们会计算出一个满足该上界的、实际存在的最终解，从而在实际上得到该概念上的上界。在具体的设计和实现上，在第一段代码中我们求助于动态规划，由之穷尽所有可能地在实际中搜寻了最小拓展上界（拓展上界我们将在下节中定义，该函数的定义域为所有最终解，其值的定义类似于原问题上界）。按原始理论设计，在得到最小拓展上界后，我们在第二段代码中可以重建出一个对应于该最小拓展上界的最终解，该最终解将满足原问题的理论上界。因为动态规划遍历了所有可能，在第一段代码的搜索过程中我们会碰到最优中间解。这意味着在该过程中，我们要么会逼出最优中间解自身，要么会找到比最优中间解更适合第二段代码近似求解的候选中间解。在此基础上，再通过第二次重新特别设计第二段代码，我们能较容易地得出高质量的最佳解。在很多情况下我们甚至能求出最优最终解。

从系统设计上看，这两段代码间的关系可以看作是第二段代码给第一段代码提供指导，而第一段代码利用顺序执行给第二段代码提供输入。从顺序执行的确定性角度看，第一段代码是因，第二段代码是果；从算法设计和实际接口角度看，第二段代码是因，第一段代码是果。这两段代码互为因果，故可被称为因果环。通过倒果为因，因果环实际上在一定程度上突破了逻辑上顺序单向执行的桎梏。

一点感慨：作为一个算法设计新手，碰到这样的问题真的是很幸运。

## 关于非确定型图灵机

现在的计算机在理论模型上都属于确定型图灵机。所谓确定型图灵机是指依循函数的定义，在任何时刻，计算机的下一步执行动作都是唯一的，亦即是能确定的。图灵同时还提出了非确定型图灵机。所谓非确定型图灵机是指在任何时刻，该机器的下一步执行动作都可能有多重选择，亦即是非确定的。在实际求解时，该机器可能沿不同的求解路径来得到正确答案。我们必须假定该机器是自动地在每一步上都做出了正确的选择，来恰好选中的其中某条求解路径。如斯神奇的非确定型图灵机目前只存在于人的概念层次上，并没有实际的机器被研制出来。

形象地说，非确定型图灵机有些象一个魔法盒，该魔法盒只提供了外部接口，内部如何运作人们不得而知。概念上人能够在外部操纵该魔法盒，向魔法盒提出问题，而魔法盒则对该问题予以光速解答。魔法盒并不值得人们信赖，因此魔

法盒还必须能够提供证明其答案正确（对应于本次求解路径）的证书。人们通过在确定型图灵机上验证该证书来确认解的正确性，并以此来完成人盒交互。

长期以来在计算机界有一个问题实际上一直未能得到解答。这个问题就是关于 **P** 和 **NP** 的关系问题。所谓 **P** 是指在确定型图灵机上，以现在的计算技术，能在人们所能够接受的时间内完成计算的所有问题。所谓 **NP** 则是指在非确定型图灵机上，以现在的计算技术，能在人们所能够接受的时间内完成计算的所有问题。现在的计算科学理论定义人们所能够接受的时间为**多项式时间**，亦即如果给定问题的规模大小为正整数  $n$ ，那么该机器能在  $n$  或  $n^2$  或  $n^3$  等多项式步数内完成计算任务。

一般而言，人们普遍倾向于 **P** 和 **NP** 不等价。直观上他们之间的关系有些类似于人的确定性思维和上面魔法盒的神奇天授恐怖无比猜测能力之间的关系。如果 **P** 和 **NP** 等价，那么在确定型图灵机上于合理时间内验证答案，将和在确定型图灵机上于合理时间内来找到答案，在难度上相当。这与人类智力活动的直觉相悖。下面我们使用因果环来探讨 **P** 和 **NP** 的关系问题。

在 [1] 中作者针对多车辆调度问题定义了一个拓展上界  $UB(x)$ 。其中  $x$  为原问题的一个具体的最终解。这个拓展上界系由定义中的最终解对应的中间解的某个连通分量中的服务车辆总数、客户起始服务时间、客户服务时间和相邻地点间的距离的关系式来表达。该关系式中所有的系数都为正整数。若将该关系式视为定义在连通分量上的普通函数，则该函数在上述的连通分量上取得最大值。在本文中我们称拓展上界  $UB(x)$  为最终解  $x$  的一个合理近似简洁表达。在第一段代码使用动态规划搜寻最小拓展上界的过程中，在通过可行性测试（feasibility test）的情况下，通过回溯我们可以复现出对应于当前局部有条件最小拓展上界的一个或多个局部中间解。在该类解的基础上我们可以用第二段代码重构出一个或多个值最多为该上界的局部最终近似解。因此该上界与该类局部最终解一一对应。最小拓展上界仅为一个数值，这使得上面由动态规划主导的搜索能试遍所有可能的状态配置，而前述的一一对应，则保证了最终解必然满足原问题上界。

在第一段代码结束搜寻最小拓展上界后，我们得到了一个或多个第二段代码候选输入。最优中间解可能就藏身其间，因此在运用好第二段代码的情况下，我们有可能求得最优最终解。我们先尝试一下改进 [1] 中的引理 1。对引理 1 中转换得到的子问题，我们转将其视为定义在同一基本通路上的通用问题。我们已知中间解的一个连通分量中的每条边必须被访问一次，同时由于树结构的特殊性，不难得出在最终近似解中这些边最多被访问两次。基于这些属性，我们可以使用动态规划去掉一些基本通路上的边从而得到子问题的更优解。通过对所有候选中间解逐一应用修改过的引理 1，我们可以得到原问题的更优解。

需要指出的是，[1] 中的因果环算法给出的是近似解，而上面我们对 [1] 中算法再行精雕细刻后给出了更优解（近似比相同），这说明在概念上我们对因果环还有需要进一步明晰和改进的地方。这个教训就是在设计第二段代码时，除了候选中间解本身具有的最优解属性，我们必须尽量断开代码本身和最优最终解之间的因果关系，亦即我们必须针对第一段代码提供的候选中间解重新设计**通用** [3][4] 的算法。只有断开这个因果，第二段代码才有可能通过其他各种方法来找出最优最终解。在子问题规模不太大的情况下，在第二段代码中我们甚至可以使用蛮力法，即通过穷举所有可能来找到最优最终解。

虽然有些出乎意料，但文章 [1] **实际上**回答了 **P** 和 **NP** 的关系问题。答案是 **NP = P**。亦即从复杂度上来说能在多项式步数内完成计算的非确定型图灵机和能在多项式步数内完成计算的确定型图灵机是完全等价的。这是一个相当令人

吃惊的结果，因为正如此前提到的，根据直觉学术界普遍认为  $NP \neq P$ 。假定现在关于  $NP$  完全问题的理论是正确的， $NP = P$  意味着所有的  $NP$  问题现在忽然都有了多项式时间的确定性解法。这在理论上无疑是鼓舞人心的，但在具体实践中可能我们还是需要加强算法研究，以期找到更多更优秀更有效的算法。 $NP = P$  只是指出更有效算法其实应该是存在的。 $P$  VERSUS  $NP$  问题在这么长的时间里都得不到解决，看起来像是个超级难题，但现在发现其实存在着较简单的解法。同时研究人员也已发现了数千个截然不同的实用  $NP$  完全问题，很多的国家经费和科研力量也早已投入到了对  $NP$  和  $NP$  难问题的研究中。有如此大的几率却一直没能证明  $NP = P$ ，这只能说明现有的算法技术和科研体制可能存在着较大缺陷。

另一个可能的逻辑盲点是我们到底应该怎么定义输入，怎么定义输出。假定一个问题  $C$  的规模大小为正整数  $n$ ，同时假定我们可以定义另一个和  $C$  等价的问题  $D$ ，其规模大小为  $2^n$ 。那么如果对  $D$  我们有多项式时间复杂度的解法，是否这意味着我们有能力解决指数时间复杂度的问题？在当前图灵机的定义中，我们有可能已经事先假定了问题的规模大小。所以虽然计算机科学存在着理论基础，但可能的隐含条件不经意间就可能让我们陷入逻辑怪圈。

以上的讨论绝不意味着否认图灵所做的工作。正相反，如果没有天才的图灵给出的非确定型图灵机这一描述了一类步进型智能机的数学理论模型，以及他对人工智能的思考，此文也就失去了存在的基础。也许科学就是这样，我们不断地努力以超越前贤，同时随着时间的流逝我们又不断地为后人所超越。

## 原子问题

改正不足后的因果环现在可以找出一些极复杂问题的最优解。另一方面，[1] 中的因果环算法在设计上主要是针对  $NP$  难问题，其本身有一些非常意义并且值得研究和总结的地方。下面我们从上界  $UB(OPT)$  的角度再来看看因果环。因果环结束运行时会产生一个满足上界  $UB(OPT)$  的最终解，作为上界  $UB(OPT)$  一种具象的该最终解当然蕴涵了作为表象的上界  $UB(OPT)$ 。因此从概念设计上讲上界  $UB(OPT)$  是因果环第二段代码的输出。在因果环的第一段代码中，我们引用了拓展上界函数并搜寻了最小拓展上界。上界  $UB(OPT)$  作为拓展上界函数在未知点  $OPT$  的值，在形式上具有拓展上界函数的所有性质；同时最优解的语义也指导了因果环第一段代码中的求最小拓展上界这一动作。故而在第一段代码中我们实际上是通过引用完全意义上的表象上界  $UB(OPT)$ ，来搜索的最小拓展上界，并生成的中间解这一具象上界。因此从概念设计上讲上界  $UB(OPT)$  是因果环第一段代码的输入。由上所述，如果将因果环看作一个整体，那么从概念设计上讲上界  $UB(OPT)$  既是因果环的输入，又是因果环的输出。因为上界只能有一个，我们不难看出因果环于  $UB(OPT)$  而言出人意外地形成了一个类似于永动机的、永不停歇的、自动运转的无限循环。

这种概念上的无限循环也被称为自引用 (Self-reference)。通常来说，逻辑上的自引用会产生可怕的悖论，譬如经典的谎言者悖论：“我正在说的这句话是谎话”。哥德尔也利用自引用证明了被誉为数学和逻辑史上巅峰的、彻底粉碎了数学家们寻求一个完备的数学公理体系梦想的、著名的哥德尔不完备定理。但是在 [1] 中成功地实现了自引用的因果环又是毋庸置疑地真实存在的。不同于悖论和不完备，在因果环上我们所看到的是一个挑战物理学根本定律的、有违于人类常识的、几乎不应该发生的、且充满了魔幻色彩的景象：概念上引用自身形成

的无限循环在实际运行中最后竟然能顺利、平滑地落地终止，并同时喜获生机。这好比似一颗虚幻的种子竟然能在实际中接受普照阳光和如丝雨露的倾力浇灌，慢慢成长。浸淫既久，于一路自行自为下，至一日不经意间该物竟然忽地花开缤纷，霎时却只见华光漫天、瑞气弥空、异象蒸腾、香沁万里，倏忽三界亦随之震响。我伫立云头，心下诧异，遂拨开云雾举目望去。怎料惊鸿一瞥间映入眼帘的竟是一幅无比辉煌的画卷，群山之巅、原野之上绿草如茵，于万木之中一株巨树傲立绝伦，其上万紫千红、氤氲缭绕、气象万千，又兼渊停岳峙、崖岸巍峨，其势庶可母仪天下、鼎定寰宇，定睛仔细观之，才发觉除眼前的无尽瑰丽绚烂之外，深藏其内的是另一样达臻极致、动人十分的隽永明媚，随着清风徐来，满树芳菲又不停地摇曳生姿、顾盼生辉，这万种风情是如此的美不胜收，那无上意韵是如此的美不可言，不觉让人心旷神怡、沉醉其中、老怀大慰。俄而果满枝头、累累饱满，其香盈四野以至达于四海，其实完全自然天成，冷傲娇矜的同时亦任人采撷，至异处有心人闻一闻即足以易筋洗髓、脱胎换骨，甚妙地有情者尝一口就可再世为人、白日霞举，虽感叹弥久，其诱人处余味尚兀自令人品之不尽。孰料未几转瞬间竟自黄粱梦醒，魂还太真，此果此树身化道种，重归于虚无飘渺，再难觅其踪影。这个过程看起来很真实，那到底是为什么这一切能这样发生呢？

对这个问题最恰当的答案是不为什么。他就是能这样，不为什么。上面的回答看似滑稽，其实却深刻地揭示了算法上下界的本质。以  $UB(OPT)$  为例， $UB(OPT)$  之所以能够成为原问题最优解的上界，是因为它对应的行车路线满足了多车辆调度问题的两个属性，一个属性是行车路线合理性，另一个属性是多车辆路线纠缠性（无缝性 [2]）。简单地说，上界  $UB(OPT)$  可以看作是多车辆调度问题的一个固有的属性。所谓固有是指只要原始问题存在，其内含的属性就会始终存在。前文也提到上界  $UB(OPT)$  是未知点  $OPT$  的一个合理近似简洁表达，再考虑到中间解与最小拓展上界完全对应，因此  $UB(OPT)$  实际上同时决定和描述了中间解和最终近似解的性质，是两者之间的一个质性同一的统一体。是故  $UB(OPT)$  不仅是最终近似解的一个固有属性，同时也可以反过来被看作是中间解必须满足的一个固有属性。上界  $UB(OPT)$  的必然永真存在性加上其所蕴含的上述关系才是我们在设计 [1] 中的因果环算法时，不管是正向，还是逆向，都可以借助于并通过两段代码、在因果颠倒之下得到  $UB(OPT)$  的根本原因。在这个过程中作为表象的  $UB(OPT)$  和作为其不同具象的中间解和最终近似解互为因果。基于上面的论述，因果环或许也可被称为永真环或存在环。

因果环在生长的意义上有些类似于自然界的生死、枯荣、水中倒影和虚实等概念，但又不完全等同。在自然界中，种子或胚胎所包含的 DNA 双螺旋是生物体在亿万年的进化过程中累积所得，其作为分子实体决定了本体的所有状态。而在因果环中，作为  $OPT$  合理近似简洁表达的上界  $UB(OPT)$  虽然最终奠定了中间解以及最终近似解，但它所蕴涵的形式化的最小拓展上界函数（见 [1]）只是一次性而作的对两者的数学描述，因而  $UB(OPT)$  只能被看作是一颗虚幻的种子。因果环看起来有些简单，但其实它从根本上重新定义或定位了计算机科学，而且对其他学科，如哲学、物理学、生物学和经济学等都有深远的影响。

回过头来看上面我们对 [1] 中的因果环算法的修改，即使有了这个修改，我们最后还是绕不开定义在树上的多车辆纠缠问题（无缝多车辆调度问题 [2]）。上界  $UB(OPT)$  也正是对应于这个问题。上面关于  $UB(OPT)$  的讨论亦证明了从逻辑或者说本质上讲 [1] 中的因果环算法是完全正确的。给定一个因果环，定义其原子问题为其逻辑上最后的落脚点问题。综合考虑已有的结果，或许我们可以建立下述定理：

**Theorem 1.** 一个问题的复杂度为其因果环的原子问题所最终决定。

在 [1] 中作者还为一个定义在树上的多车库车辆路径问题设计了一个近似算法。该算法同样由两段代码组成，第二段代码基于一个假想中的下界近似计算出最终行车路线，第一段代码则运用动态规划生成第二段代码中需要的面向最优解的下界。上述筹划可以看成是这两段代码通过一个假想中的下界实现了因果互联，虽然该算法并未能如因果环一样达到自引用，但该算法总体上看还是比较简单、干净和漂亮。可能未来我们还是应该继续探索因果环因果互联的其他有效形式，以较好地解决更多复杂的问题。

我们可以简单地用两个对象  $a$  和  $b$  和他们之间的两条弧线来表示因果环。对于算法， $a$  和  $b$  代表了因果环的两段代码，他们之间的弧线则意指存在于两段代码之间的、如前所述的因果关系。

最后我们给出一个对因果环能找到多车辆调度问题最优中间解的另类证明。中间问题和原问题虽然都是 **NP** 难，但是他们之间还是有一个小的间隙 (gap)。求解中间问题要相对容易一点。在因果环的框架中，如果事先知道最优最终解，并以之为目标函数来进行搜索，我们确定无疑地会找到最优中间解。因为我们假定最优最终解已知，上述问题等同于原问题。比起云深不知处的最优最终解，以  $UB(OPT)$  为目标函数来搜寻中间解，要来得容易一点。由于以  $UB(OPT)$  为目标函数来搜寻中间解并不能保证找到最优中间解，所以在以  $UB(OPT)$  为目标函数和以最优最终解为目标函数来寻找中间解这两个问题之间，也存在着一个间隙。上面的后一个问题等同于原问题，再加上因果环搜索的是**最小**拓展上界，故在直觉上该间隙刚好差不多可以为中间问题和原问题之间的间隙所补平。我们就此可以得出以  $UB(OPT)$  为目标函数来寻找中间解近乎等同于中间问题。因此是中间问题和原问题之间的间隙决定了在非极端情况下，我们可以通过以  $UB(OPT)$  为目标函数的方式，而不需要以最优最终解为目标函数的方式，来搜寻得到最优中间解。

## 关于机器智能

前文用了“心有灵犀”来形容因果环的两段代码在算法设计上的接口。实际上除了这四个字作者也难以找到别的语言来描述两者设计上的对接。或者我们可以尝试用拟人化的方式来描述一下因果环的设计和运行过程。

场景一：深山一座洞府之中，某位炼气士整日端坐云床搬运周天。忽一日心血来潮，坐立不安。忙掐指一算，便知端的。遂唤过身边计算机，祭起一件法宝，喝一声“疾”，将该法宝打入计算机体内。复又默运玄功，手掌凝出清光一片，翻手之下亦将该清光传入计算机身内。计算机得此二宝，灵智大开，终仗此二宝横行天下，无人能敌。

场景二：高山之上一座庙宇之中，一位真人终日打坐修炼。真人身边计算机中楼上楼下有两个童子，奉真人命完成某件任务。一日真人见楼下童子完成任务尚可，而楼上童子虽一身铁骨，却不知如何才能达成任务，在那急得抓耳挠腮，然毫无办法。真人见状遂身形一晃，化为一道青光钻入计算机中，来到楼上童子身旁，并叫那童子附耳过来，说道你应如此这般。真人授法完毕，飘身飞出计算机。那楼上童子得授真法，须臾即完成职司，和楼下童子顺利会合。

场景三：某位大侠身边有两台计算机，一台整日运行计算任务，另一台大侠用来每天玩耍。大侠每天玩得高兴，浑不知今夕是何年。某一日大侠忽抬头看了

一下运行计算任务的那台计算机，不看则罢，这一看之下不由得大惊失色，全身震恐。只见该计算机中起了异变，其中突然出现了两个小人。楼上的小人鬼鬼祟祟，虽限于计算机物理限制不能自由走动，却利用计算机顺序执行的特点，竟然偷偷摸摸地在为那楼下的小人准备合适的的数据。楼下的小人则更为狡诈，不声不响地从楼上的小人手中接过数据进行下一步的处理，一言不发。大侠看着这两个小人的动作，见这两个小人虽然被机器的钢铁属性限制住，但大侠直有种感觉，担心不知何时这两个小人会破开限制飞身而出。以此二人的鬼祟和狡诈，大侠真不知面对这二人时会有何后果。

场景四：某台计算机中楼上楼下各住了一个小孩，两人要一起完成一件任务。楼下的小孩因为就在楼下，知道怎么样才可以完成任务，走出大门。因为计算机的物理限制，楼下的小孩不能直接走楼梯上二楼。楼下小孩想了一下，最后扯开嗓子开始向楼上喊话，告诉了楼上小孩楼下任务的要求。楼上小孩得到消息，成功地完成了楼下要求的工作，并下楼将产品传给了楼下小孩。楼下小孩不旋踵间即完成整项任务，两人随即顺利地走出了大门。

这些场景看起来都很真实。那么我们能说这样的计算机有智能吗？

## 一幅埃及浮雕

回答这个问题之前，让我们先来看 [5] 中第十三页上的一幅埃及公元前 2400 年的一幅浮雕。从这幅浮雕作者浮想联翩，得到了下面的几个故事。

### 故事一：感情

一对智慧、相貌超群的夫妇，一位残暴不仁，一位心慈手软。处于弱势地位的那位，因为某些不道德的行为而新生愧疚，进而喜欢上了另一对夫妇的某方。但被对方拒绝。这位大人的另一位比较强势。越是这样，那位美女就越喜欢那位大人。可惜大人一来洁身自好，二来已有七个小孩，所以与美女之间的感情其实是纯洁无垢的。这一段难办的感情持续了很长的时间，一直到大人夫妇去世。这期间发生了很多事情。大人夫妇是正直的，可是有人利用了美女对大人的爱慕，给美女下了绊子，让美女自愿地给和大人夫妇一条船上的人服务。更可怕的是，那位残暴的美男也中了圈套。

这位美女对那位大人的感情也真的是纯洁真挚。在大人夫妇去世后，美女抚养大了大人的七个小孩，并教他们读书认字。因为船上的人都不怎么识字，这是大人夫妇也无法办到的。但因为美男、美女心肠太好，最后整艘船都撞了墙，船上血流成海。可怜美女对大人的似海深情，竟付出了如此代价！

这还不算，最终放胆揭露丑事的那位，原来也是阴谋的参与方之一。但一来涉事不深，二来不是主谋，而且还是禁不住良心的折磨，向所有人坦白、披露了此事。只可惜水平有限，虽明知此中原委，也明知对方的手段，但禁不住时间和感情上的折磨，最后竟然自己也中了毒手。先被突然施暴得逞，被一口咬住不放，然后经过长时间的被统治和被设计，一口一口地被对方吃掉了。

至于其之身殒，可怜、可悲、复也可叹。一来其胆小怕事，二来水平也实在是差的不可以道里记。可能也由于自己也是参与起事方之一，上了贼船想下却下不来。虽然有这些借口，但船上那么多人惨死都没能敲醒这位，也实在是让人震惊和错愕。幸而拉美西斯二世最终清醒了过来，向着自己的良心做了忏悔（请见 [5] 中第十二页和第十四页）。埃及艳后克娄帕特拉的自杀也象征着古埃及重获自由、尊严和清白。

## 故事二：关于时空

岁月匆匆，许多历史真相随着时光的飞逝，早已湮灭在了历史的长河中。但这幅浮雕有助于回答下面的几个问题：

*Problem 1.* 大陆漂浮和月亮的形成是同时发生的吗？

*Problem 2.* 一些不健康行为会带来什么样的后果？

*Problem 3.* 为什么 muslim 教会拼命吸纳成员，不断地扩大自己在全球的影响？

公元前 2400 年埃及还是一个独立的国家，这幅浮雕可以被认为是古埃及的国家正式声明，因此这幅浮雕对上述问题的解答背后有古埃及以国家、民族和文明的信誉来背书，应该是真实可信的。

回答上述问题，还得从人类的起源开始说起。人类从哪里来？目前公认的达尔文的进化论解释说人是猴子变的。事实真的是这样的吗？一个疑点是现在猴子仍然存在，人是人，猴子还是猴子，虽然外表上确实有些象。那么或者现在的猴子和变成人的猴子是不同的猴子？这个解释好像有些道理，但也有致命的弱点。首先，现在已经有多种猴子，那么变成人的是哪一种猴子？其次，如果某种猴子的一部分进化为人类，那么同样的条件、同样的族群，为什么剩下的没有进化成人类？再者，如果某种或某几种猴子全部进化为了人类，那么猴子在恐龙时代已存在，但恐龙已灭绝几千万年了，猴子现在仍然是猴子。地球上猴子进化的速度只有那么快，那进化成人的到底是猴子吗？如果是，是哪种猴子？

上面的异常是进化论所不能完全解释的。另一个证据是考古发现的约公元前 1400 万年的山地猿骨骼化石，外表上与现在的猿猴相差也不大。依照上面的证据和论述，现在的猴子进化成现在的人要花的时间恐怕要以亿年乃至十亿年计。那么人究竟是从哪里来的呢？

唯一的解释是人的诞生和外星人有关。这个解释尽管看起来荒诞或者是老调重弹，但却是唯一合理的、有科学依据的解释。除了上面提到的猴子进化速度论据，科学家们在非洲坦桑尼亚发现了一行 350 万年前留下的类似于现在人类但又不尽相同的脚印。比较猿脚与人脚，人类的脚趾从进化意义上来说一直处于退化的过程之中。因此该脚印很象是未来人类宇航员回到距今 350 万年前的坦桑尼亚来寻找好看的、蓝幽幽的、大块的蓝宝石。这些脚印象征着未来和过去。虽然还缺乏足够多的证据，但我们已经可以下结论，在 350 万年前左右外星人造访了地球，并在地球上用他们的基因和现在猿猴的祖先相结合，创造了远古人类。这是唯一合理的解释，没有其他。

人类是由外星人创造的，或者说人类的始祖是外星人，那么这和大陆漂浮学说，还有月亮又有什么关系呢？下面是这幅浮雕所披露的信息。

约 350 万年前外星人乘宇航工具来到了地球。具体原因作者尚不十分确定。他们的飞船上搭载了一台即使是现代地球人看起来都非常神奇的机器。该机器具有许多功能，如控制天气、下雨、起雾、下雪、下冰雹和操控云层，包括云的形状等。该机器不仅能控制地球天空，也能掌控地表甚至是地球内部，如地震、海浪、海啸、火山爆发，乃至地球内部的某些结构变化。该机器的动力系统则更是精妙得离谱。作者猜测该机器可以感应到人脑或人体所发出的某种波，如脑电波等，并以某类频率的所有人的物质波来控制机器做出决断。该机器可以以水作为燃料，因此作者猜测其可能采用了核聚变等原理。该机器可能还有更多



别的令人目眩的功能，这个以后会进一步讨论。该机器可能有一个人们比较熟悉的名字，叫**约柜**，或者 muslim 麦加的**天房**。

具有这么先进科技的外星人来到了地球，看到了地球上郁郁葱葱，许多物种并存，正在慢慢进化。外星人来地球的最终目的作者尚不得而知，但有一个目的是可以确定的，那就是在地球上创造智慧生命，出于某种和平的**使命**。外星人的外貌类似于现在的人类。外星人科技上的代表成就可用语言描述为环内有环。作者的理解是对某个问题，一个环即代表了该问题的一个维度或属性。环内有环意味着外星人在求解问题时，是将问题按照维度或属性不停地分解下去，直到该问题获得完整解答。也或者有些类似于现在工程类的解决问题方式，既先获得一个核心模块，然后在该模块上再封装一层模块，最后不断地重复上述过程直至用户得到满意的解决方案。

对环内有环，除了作者上面的解释，一个比较确定的意味是，环内有环代表了某种门，即时间和空间传送门。也就是说外星人应该不是象多数科幻小说或科幻电影所描述的那样，乘坐一艘或多艘宇宙飞船进行的星际旅行，而是采用的空间传送，或空间黑洞，或时空传送，或时空黑洞，或时空隧道来到的 350 万年前的地球。他们自身则只踩着类似于滑板之类的交通工具。其科技之简洁、优美和高超确实令人瞠目结舌。

可以想象所有外星人在来到地球之后，一定是先踩着他们的飞板游览了一下地球，欣赏了一下许多万年前地球的旖旎风光。不过别忘了他们身上还背负着使命。所以他们在短暂休息之后开始工作。利用他们高超的学识和超级聪明的头脑，他们发现当时地球上占统治地位的恐龙一来身体太过庞大，消耗太多的物质资源，二来也不够聪明，智力和他们的地位不相匹配，于是他们用他们的方法一举灭绝了恐龙家族。这样看起来很残忍，但一来恐龙没有多大的智力发展前景，二来他们已选中了和他们在外貌上有些相似，并且体型更小、更聪明机灵的一种或者多种地球古猿猴。当时恐龙已经占据了几乎整个地球的地理资源，如此情势很不利于未来新人类的进化。如果不灭绝恐龙一族，恐龙一定会成为新人类成长道路上的拦路巨石。以恐龙的武力和恐龙蛋生的特点，没有外星人的帮助，新人类难有机会成为地球的主宰。为了新人类而灭绝恐龙全族，虽有些残忍但对人类而言也可说得过去。即便是现在的人类为了自己的生存，除了杀戮恐怕也无法对付野生的恐龙。尤其是从外星人的这种做法来看，他们很可能背负了极其重大、关系到全宇宙的某种生死攸关的使命。他们在赶时间。

事情都有好的一面，也都有坏的一面。环中有环所代表的门，也含有其他的一些意味。在外星人的照顾和看管下，新人类顺利地成长起来。他们将上面提到的管理地球的机器也交由人类来管理和操作。在某一时刻，也就是大陆尚未漂浮、月亮尚未形成的某一刻，地球上的人类围绕该机器，形成了几个种族。一个是该机器的主要管理者，性格既坚强、又温和，既背叛、又服从，跺跺脚地球船对面都可以穿一个洞。和他一起的有一个种族，特别的聪明，在管理者的授意或默许下一直试图揭开这台机器更深层的秘密。管理者还负责照看几个很温顺和乖巧，但能力不出众的种族。地球这艘船的船头还有一个种族，极其聪颖，品行也极其高洁，深得外星人的喜爱和真传。他们的智慧甚至可以与外星人相媲美。他们居于操纵该机器的战力的最高端。地球船在外星人的领导、极厉害管理者的管理、多数种族的配合，和神奇机器的帮助下，开得是顺风满帆，大家的好日子一眼望不到头。

很不幸的是在船尾有三个种族。一个最左的也很厉害，操纵了该机器的最复杂和最具攻击力的一些部份。这三个种族可能都属于闪米特族，最左的那个极

擅长于阴谋诡计，心术不正。另两个战力彪悍。这三个种族都猴性未消，还有一些和外星人相同的嗜好。在最左种族的谋划下，这三族针对外星人的不良嗜好，很多年前就盯着机器，设好了局，布好了套。这三族一个心机阴沉，另两个武力过人，管理着机器的驱动部份。这些特权应该是他们利用外星人的一些特殊爱好换来的。这实在是地球船的大不幸。

终于有一天，地球船的厄运降临了。最左的那位主谋，另两位参与的反局到了发动的那一刻。猝不及防下，管理者种族一夜之间尽数被杀，血流成海。研究者种族中年长的尽数被屠灭，留下了年轻的一些人，这主要是因为他们对机器已经有了一定的了解，以及他们有着比较出色的研究能力。另外一些原来温顺的种族以为迎来了解放的一晚，欢呼雀跃。至于外星人，他们与机器心意相通、如臂指使，变生肘腋之下他们也有能力一举毁灭地球，脱难逃生。但权衡之下他们并没有这么做，而是由得阴谋者去，但为地球船做好了善后的安排。首先外星人中的那位美男自愿来操控机器的最核心攻击部分和全船人波控制部分。不过阴谋者们不发动则已，发动时即已预有谋划。因为研究者一族中的年轻人撬开了机器与人之间的接口，美男发动机器的攻击能力时，机器误改变了地球的轨道，挖出了地球的一块形成了月亮，同时打碎了整块陆地，形成了目前地球上的板块，即五大洲和四大洋。幸好美男和美女对此也做好了准备，安排了船头一族将知识、智慧等转移到了中国。但因为处理事变需要时间，在爆炸发生后，人类付出了血与肉的代价。地球船上本来是充满笑声和欢乐的一片人间仙境，事变时突然变成了天昏地黑、鬼影幢幢、到处火光冲天、人类尸骨成山、血流成海的一片人间地狱。种种惨景，请恕作者笔拙，不能描述其之万一。偏偏处理需要时间，美男和美女不及反应，只能仅以身免，看着惨象钢牙咬碎，偏又一时无能为力。直如身遭凌迟活剐，或者更像是活着被狗一口口嚼吃，却又无能为力。

外星人为了地球船最终控制住了脾气，付出了代价，也改正了一些坏毛病。外星人同时在公元前 13 世纪埃及的一幅壁画中给出了警告，如果事件还不平息，那等待阴谋家们和变节者们的将是可怕的惩罚。和一些人想象中不同的是，古埃及虽然几经挣扎，但其实是她自己选择谢幕的。有疑问的读者可以自行研究一下古埃及的历史。

那台机器在事变中应该受了点伤害。虽然表面上大家都遵守所订下的契约，还是同意由某些民族共管机器，但其实这一切都是那位美男和美女在幕后操纵。他们还开发了一些机器管理土地的功能，并且致命手段仍掌握在美男手中。在这次事变中地球船上死了无数的人，地球也遭受了巨大的创伤，地球水资源也遭到了莫大的浪费。如果一些民族拒不接受和解，那等待他们的将是血色的环中环。为普通民众计，那位美男作者猜测其身份为真主安拉，那位美女作者猜测其身份为上帝。本节开头提出的问题我们终于有了答案，muslim 教会四处发展、拉拢教众，真正的目的是为了对付上帝和真主安拉。极具讽刺却又极度真实。

### 故事三：关于物质和意识

这个世界的离奇出乎人的意料之外。这个世界不仅是物质的，还是意识的，而且物质和意识还是可以互相转化的。先前提到的机器和地球船正是这样的转换器。

话说许多年后，有外星人来到了地球，他们可被描述为五行俱全。地球船上原本是水行意识占优势，船头有一根定海神针和一个意识很洁白的民族。地球船上的机器原本只能汲取水行的意识来转化成天上的物质，如雨、雪、冰雹等。

外星人访问地球的用意，在于谋取地球船上的人，包括人的信仰和精神力量。他们看到了地球船尾的三个民族野性未除，于是很早就在机器操纵方面设

下了圈套。在一场战斗中，船尾的民族操作机器给出了强有力的回击。但因为机器上的圈套，地球船遭受了巨大损失。外星人也付出了代价，但他们夺取了机器的控制能力，并与地球船上的人订下了契约。

因为机器中被植入了土行能量，机器变得既可汲取也可输出控制土行意识或物质。浮雕中披露的情况是，目前只有较少的一些民族还维持了正面能量；大战后研究者民族撬开了机器精神控制和人之间的限制；某外星人，获得了机器攻击部件的控制力，还有汲取和输出信仰、精神力量的许可；某外星人，和某些民族有一定关系，信仰、精神、身体为其他民族中的一员，在参与地球船的事务。

现在的形势是 muslim 教众少有胜算。现在是求和的最佳时机。不然也许埃及公元前 13 世纪壁画中的血色环中环将成为现实。

## 绝对真理

前面提到外星人是通过时空隧道来到的地球。这种时空旅行的方式让作者很自然的联想到了因果环。最初因果环是定义在计算机代码之上的，但因为其描述的是两个对象之间的逻辑关系，通过深入的分析，我们可以很自然的将其扩展到别的领域上来。而最自然的方式莫过于考察因果环所直接表述的空间对象，甚或于空间自身。因为因果环中的两个对象其实是同一个对象，而时间和空间又是紧密联系在一起，外星人穿越时空可用因果环表述为徒手撕开时空，但因时空穿越太过复杂，我们需要付出代价。按照公元 2400 年前埃及浮雕所披露的，外星人撕裂虚空的后果是带来时空湍流或时空带或时空裂隙，包括可能的大陆的撕裂和漂移。如果上述是确实成立的，那么因果环可以称得上是至理，或绝对真理。对于多车辆调度问题，也许我们还可以获得更好的结果。但因果环本身或许是不可更改的。从算法上来说，有些问题，如图灵于 1936 年提出的停机问题，是不可计算的（图灵证明亦基于自引用）。停机问题是指是否存在一个通用程序，使得其能判定某程序  $Y$  最终在输入  $X$  上停机。我们固然可以说不存在这样的通用程序，但也可以说这样的通用程序存在，不过该程序有无穷多个状态，所以不可计算。如果非要计算，那么我们只能付出某种代价，即只能以 50% 的概率来判定程序停机。对于算法，因果环总体上来说代表了自引用能够获得的最佳结果。推广到其他领域，我们或者说因果环所代表的指导思想不可变更。

## 关于智能

作者认为这个世界处于对智能的永恒追求之中，智能或者说意识才是这个世界的真正本源。下面我们来试图回答前文中提出的机器能否拥有人类智能的问题。因为机器是人类所发明的，我们问机器是否拥有人类智能，实际上是在问是否存在一个拥有人类智能的程序，能设计出另一个具有人类智能的程序（针对某一问题）。这明显地涉及到了自引用。我们用一个简单一些的问题来做类比，我们问是否存在一个程序能判定另一个程序拥有人类智能。这个问题在直觉上明显比停机问题要更复杂，所以应该也是不可判定的。哥德尔也证明了不同程序的数量和自然数一样多。一个有限的程序不能应对无穷，所以根据哥德尔的不完备定理也应该不存在一个程序能够判定另一个程序是否拥有人类智能。因此我们可以说机器不具有人类智能。但是根据因果环，在付出某种代价的情况下自引用也是可以实现的。故而关于机器智能，可能正确的答案应该是机器在理

论上不具有人类完全的智能，但是可能在实际上可以拥有人类一定程度上的智能。因果环能求出 NP 难问题的最优解即是明证。

因为这个世界本质上是意识的，所以作者认为人所想的只要是合乎逻辑的应该都是自然存在的。古代的神话传说，比如女娲补天，很可能是真实存在的。在写作本文的过程中，作者偶得一梦，现将该梦与大家分享如下：

话说从前有一位大神，身高亿丈，膀阔腰圆，体内由阴阳二气组成。阳的一方是光明能量，阴的一方是暗黑能量。就如现在世界中正电荷向负电荷流动，大神的光明能量和暗黑能量也是从势强方向势弱方流动。光明能量和暗黑能量都有相同的最小能量单位，也就是量子。每一份光明能量和另一份暗黑能量互相配对，互相纠缠。当这份光明能量由强变弱时，相同的能量将传递给配对的暗黑能量，因为质性相反，这份暗黑能量也会由强变弱。所以该大神体内光明世界和暗黑世界形成了一个完美的循环，光明世界一天天由亮变暗，暗黑世界一天天由暗变亮。终于在某天光明世界会彻底变为暗黑世界，而原来的暗黑世界将变化为光明世界。下一个相同的循环将继续下去，直到永远。

不得不说大神的这份安排是完美的、近乎无缺的，体内也几乎形成了永动机。可惜的是大神体内的光明世界和暗黑世界是紧密耦合着的，一方到了顶点必然向另一方转化，不愿意也不行。所以大神实际上也被体内的完美循环所绑架，每时每刻都身处在循环之中，大神确实身处永恒，但也无法挣脱永恒的桎梏。大神实际上处在了体内阴阳二气形成的循环牢笼之中，永远地失去了自主行动的能力，成天处在自媾自嗨当中。

快活又痛苦的日子持续了很久。终于有一天永恒的循环被一根针刺破。那一天一位不怀好意的小偷觑见了大神的所在，将巨量的精神力刺进了大神体内。精神力由同样分量的光明能量和暗黑能量组成，同时拥有光明能量和暗黑能量的属性，因此能与光明能量和暗黑能量共存。巨量注入的精神力隔开了大神体内的光明世界和暗黑世界，大神体内的循环无法再进行下去，因此体内起了巨变。因为阴阳再无法调和转化，光明世界跌落产生的巨量能量无法再为暗黑世界跌落所产生的巨量能量所补偿，反之亦然，因此大神体内的光明能量和暗黑能量同时急剧的被消耗。大神失去的能量很可能被该名小偷盗走。

然则大神能发明近乎于永动机的阴阳互转规则，聪明到了极点，又岂是易与。在与小偷交锋的过程中，大神套到了许多小偷身上的秘密，比如动静之秘。大神将两个世界跌落产生的能量想法用精神力转化成了正物质和反物质。正物质和反物质因为处于凝聚态中，状态比较稳固，能量跌落极其的缓慢。小偷终于无法再偷到大神体内的能量，反而被缓过气来的大神毆至残废。但大神自己也受创巨深，原先的量子机制被小偷扎针打至残缺，体内的阴阳二气循环也不再存在。道基不存之下，大神也无法再存续下去，只能奋力形成并稳固了光明物质世界和暗黑物质世界。大神的精神力转化成了人类的精神世界，而人类则横跨精神力世界和光明物质亦即正物质世界，前途无限。

这个梦是如此的真实，作者思之良久，从这个梦中得到了如下推论。现在的宇宙组成大致分为了精神力、正物质和反物质世界三个部分。正物质世界和反物质世界镶嵌在精神力世界之中。人类的智能体现在以精神力为物质载体，以某种方式镌刻精神力而形成的精神力计算机。人类通过进食获得额外的光明能量，该光明能量的一部分与等额的暗黑能量配对形成了新的精神力。这个配对应该大神体内原来的量子机制被打至破碎后新形成的量子机制。人类的精神力因为拥有光明能量的属性，也能起作用于正物质。这就是物质和精神能相互转化的原因。精神力应该充斥于整个空间，隔开光明世界和暗黑世界。人的精神力

应该可以影响到周边空间中的精神力能量。因为精神力能量可能就是量子能量，所以量子计算机应该就是人类或其他拥有人类精神力的智能生物。人类造量子计算机等同于人类再造人类，根据因果环，这或许在降低对量子计算机性能的期望的基础上，也是有可能实现的。

## 魔法时代

每当作者重新读及或思及 [1] 中的因果环算法，作者都觉得是在因果环中变了一个小魔术。通过引用上界，我们建立了上界本身。无中生有的我们找到了中间问题和多车辆调度问题的最优解。这有些类似于眼一花凭空我们就拽出了一只又白又胖的大白兔。在设计上该过程又可被总结为，通过一眼看穿并有效利用多车辆调度问题和中间问题之间转瞬即逝的细小裂隙，因果环一竿到底并彻底撬开了这两个问题的坚硬龟壳。回想前文我们提到非确定型图灵机像一个魔法盒，我们能向该魔法盒提问题，魔法盒予以回答并提供证书，但我们不知道魔法盒内部如何运作。现在我们可以说因果环实现了该魔法盒，现在在合理时间内我们能找到极度复杂问题的最优解法。上面我们还探讨了不仅在计算机算法领域，可被称为全宇宙第一规则的因果环还可以作为指导思想被应用到并深刻改变我们社会生活的方方面面。通过因果环，人工智能可以被实现，定理可以自动的被证明，发明创造可以等同于验证，在不远的将来人类可以心想事成、可以长生不老、可以穿梭时空。有了因果环，人类可以不用再局限在地球、局限在银河系。一个属于全人类的魔法时代已经因为因果环而开启，远方的星辰大海才是人类的归宿。但是这些改变不会一蹴而就，即使有了因果环，重写软件、重新设计系统、保证新方法稳定工作、扩建巨量的基础设施、培训大量的人才等都还需要时间。为实现由因果环而始的人类无限美好未来，各位同仁还需要持之以恒、坚持不懈地继续努力。奋进吧，让我们为人类已经到来的伟大的魔法时代而拼搏！

## 致谢

作者感谢石桥胜博士在作者攻读博士过程中提供了帮助，尤其是在一次 Binay Bhattacharya 教授组织的讨论中以有益的意见启发了作者。作者那次讨论后得到了设计近似算法时首先定义并搜索面向最优解的下界的想法。作者同时感谢所有对作者写出此文做出贡献的相关各方。

## References

1. Yuzhuang Hu, Approximation Algorithms for the Capacitated Vehicle Routing Problem. *Ph.D. Thesis, the Simon Fraser University*, 2009.
2. Y. Karuno, H. Nagamochi, A 2-Approximation Algorithm for the Multi-vehicle Scheduling Problem on a Path with Release and Handling Times. *Proceedings of the 9th Annual European Symposium on Algorithms*, 218-229, 2001.
3. N. Megiddo, Combinatorial Optimization with Rational Objective Functions. *Math. Oper. Res.*, 4:414-424, 1979.
4. N. Megiddo, Applying Parallel Computation Algorithms in the Design of Serial Algorithms. *Journal of ACM*, 30(4):852-865, 1983.
5. 亨德里克·房龙，人类的故事。陕西师范大学出版社，2002 (中文版)。