

# 一个有趣的模拟宇宙 (一)

关键词:

#结构

#作用

#性质

#元胞自动机

笔者结合元胞自动机的思想, 提出了一个有趣的模拟宇宙。

我们的模拟宇宙遵循以下的基本事实:

- 结构决定性质
- 只有相邻的分子可以相互作用 (也就是说, 我们并没有模拟量子现象), 并且分子的作用是相互的
- 我们用**向量**来描述 结构、作用。

## 向量表示

用一个  $n$  维向量表示分子的结构, 用一个 3 维的向量 (至于为什么是 3 维, 我将在后面介绍) 表示分子的作用。

根据基本事实 '**结构决定性质**', 我们需要构造一个映射, 将分子的结构向量映射到三维的作用向量 (分子之间或许存在很多的作用, 我们需要映射到若干个三维向量)。这个映射就是这个模拟宇宙的**本质规律**之一, 我们不妨记为  $f_1$

这个映射应当满足一个基本的条件, 相似的结构向量 对应的 作用向量 应当是相似的。

我们可以用 向量差 的范数来形容两个向量的相似性。

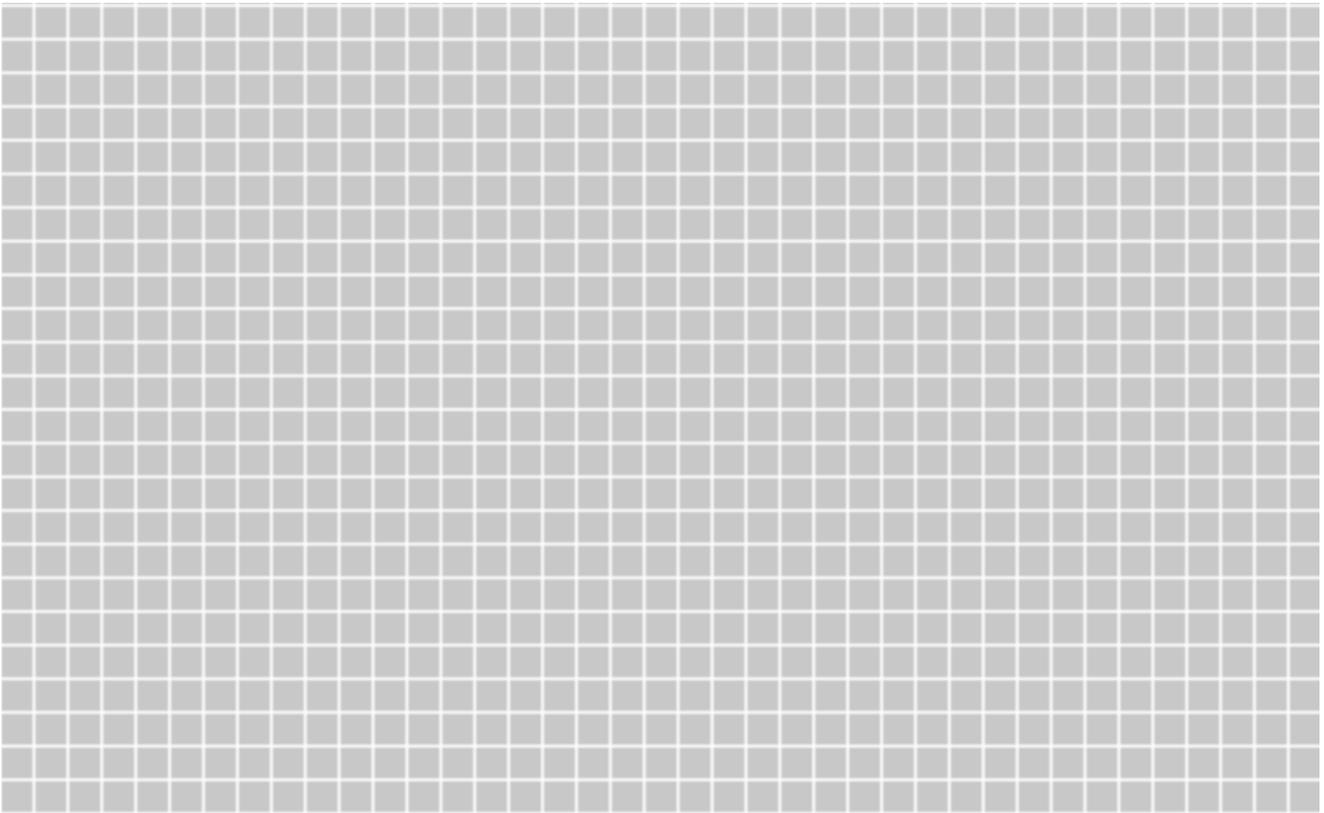
除此之外, 我们还需要构造一个映射, 将作用向量映射到  $n$  维用以表示某个作用对分子结构的影响。这个映射是模拟宇宙的**本质规律**之二, 我们记为  $f_2$

不同的作用应该有不同的映射规律, 而且相似的作用向量映射的影响向量也应该是相似的。

## 相互作用

每个分子只和相邻的分子相互作用。

我们将分子排列成一个二维阵面 (如下图所示)。



上图中的每一格都表示一个分子，分子又可以用结构向量完全形容，所以我们只需要一个三维矩阵就可以表示出一个世界。（我们当然也可以将分子排列在三维空间，或者更高维度的空间，而不是一个二维阵面上）

如果分子被排列在一个二维阵面上，我们规定 **一个分子的相邻分子是所处九宫格内的其他八个分子。**

因此，**一个分子会且仅会被八个分子影响。**

我们计算总作用向量的时候是将所有作用向量线性相加（这是我们的规定，模拟宇宙的又一个**底层规律**）。

这里我补充一点可能会产生疑惑的地方，由  $f_1$  所产生的作用向量（记为  $\alpha$ ）不直接作为  $f_2$  的原像。 $f_1$  产生的作用向量（ $\alpha$ ）是分子本身的一个属性，由分子的结构向量直接决定。而我们  $f_2$  的原像（或者说，自变量）是作用向量相互作用后得到的新的向量（记为  $\beta$ ）（也就是说， $\beta$  是通过相邻的两个分子的  $\alpha$  计算出来的），八个相邻的分子产生八个新的向量（ $\beta$ ），线性相加为最终的作用向量，将该向量通过  $f_2$  计算对分子结构向量的影响。

那么既然  $f_1$  产生的作用向量由结构向量直接决定，我们为什么还要  $f_1$  呢？直接将两个相邻分子的结构向量运算，得到  $\beta$  不就可以了吗，为什么还需要一个  $\alpha$  呢？

这里就不得不提我们的第二条假设，‘**分子的作用是相互的**’。

我们下面讨论

直接对两个分子的结构向量进行运算，得到  $\beta$

的想法是否可行。

不妨记两个结构向量分别为  $s_1, s_2$ ，运算记为  $*$  (不是乘法，而是一个新定义运算)， $s_1$ 对 $s_2$ 的作用  $\beta = s_1 * s_2$ 。

鉴于分子的作用是相互的， $s_2$ 对 $s_1$ 的作用应当满足  $s_2 * s_1 = -\beta$ 。也就是说， $*$  运算是一个针对向量的满足反交换律运算的运算。

我们可以将叉积运算推广到  $n$  维空间，构造这样一个运算。

令  $S = [s_1, s_2]$  (我们假设结构向量维度为  $n$ ， $S$  应当是  $n \times 2$  的矩阵)

记  $S^1, S^2, \dots, S^{\binom{n}{2}}$  为从  $S$  矩阵中选择两行构造的  $2 \times 2$  方阵 (由于  $n$  行中取两行共有  $\binom{n}{2}$  种，所以我们的上标是从 1 到  $\binom{n}{2}$ )

定义  $*$  运算为  $s_1 * s_2 = [|S^1|, |S^2|, \dots, |S^{\binom{n}{2}}|]^T$

我们可以验证这个运算的确满足反交换律

实际上，这个运算还有一些其他奇妙的性质，比如：满足乘法分配律、 $s_1, s_2$  线性相关时得到的结果是零向量。

但是我们会发现一个问题，我们最后得到的向量维数为  $\binom{n}{2}$ ，不同于参与运算的  $n$  维向量 (而且一般大于  $n$ )。我们为了使分子的种类比较多，性质比较丰富， $n$  不会设定的太小，这也导致  $\binom{n}{2}$  可能会非常大 (约等于  $n^2/2$ )，作用规律会极度复杂。

所以我们将结构向量压缩到低维的  $\alpha$ ，再按照上面的方式进行运算。

如何确定  $\alpha$  的维数呢？

我令  $\binom{n}{2} = n$ ，解出  $n = 3$ 。

最终决定设置  $\alpha$  的维数为 3。

我们会发现一个现象，无论我们的分子有多复杂，他对相邻分子的作用只有三个维度，正如不论两个物体有多复杂，他们之间的力必然只有三个维度。这也是我敲定  $n = 3$  的原因——也许我们可以在一定程度上模拟现实世界的作用，而且两个向量合成之后维数不变，这比较符合直觉。

至此，我们回答了前文疑问——‘至于为什么是 3 维，我将在后面介绍’

## 惰性分子

上面介绍了分子之间相互作用的概念，我想紧接着介绍一种可能的有意思的分子。这些分子的结构变量通过  $f_1$  映射得到的  $\alpha$  近似为零向量。

这样的话，这些分子无法对周围分子产生任何影响 (按照我们上面介绍的计算方法)。如果惰性分子聚成一团 (形成一个厚厚的空心球体) 的话，内部的分子无法被外界影响，就好像被隔绝了一样，而且外界一回合最多只能拨开一层球壳，内部分子被充分地保护起来。

这可能为生命的诞生提供条件，因为惰性分子可以保护一些重要的结构，或者说，将生物体与环境隔绝开来。

生命的另两个关键要素在于 繁殖、信息传递。

接下来我们将探讨我们构造的模拟宇宙是否允许上面两个关键要素。

