

任务：利用所给的未知形状，未知数量积木，搭出要求的3D模型（拼图）

三个阶段：

1. 抓取学习，聚类
2. 计算所给3D模型是否有可行解，若有，给出solution
3. 执行

第一阶段：

积木形状由若干个立方体构成，于是每个积木可以转化为一组点，每个点代表一个小立方体的中心。
所给的目标3D模型也可以由一组点构成，含有每个点的空间坐标。

1. 如何识别？

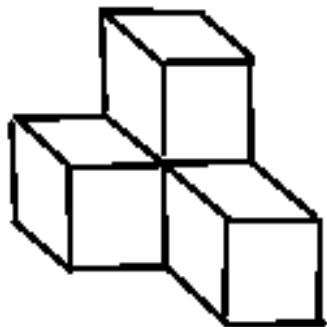
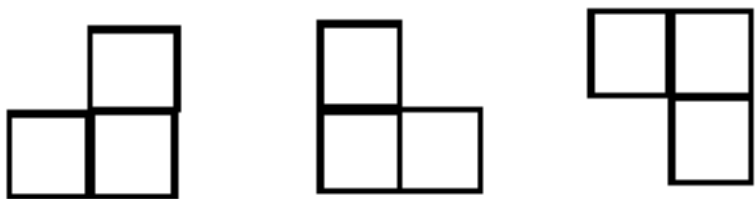
针对单个积木，可以通过手部相机拍得三视图，分析可得与积木等价的点集

如此得到一种较为低劣的输入方法：积木一个一个提供

是否有更加有效的方法，使得机器人能够将一堆杂乱的积木分离并聚类？

简单想法：利用所给积木的特性，拍的照片中若所有线都平行，则可判断当前已将单个积木分离。
否则，将积木打散，返回上一步。

F：三视图→点集？（如何赋予机器人空间想象力）



$$=\{(0,0,0),(0,-1,0),(-1,0,0),(0,0,1)\}$$

Why?

- 1.为什么是4个
- 2.相对关系怎么得到

第一阶段

2.如何聚类

因为摆放角度不同以及所选的作为原点 $(0, 0, 0)$ 的立方体不同，所以同一类的积木却得到了不同的点集，那么如何确定两个积木是相同的呢？（以及这样做有什么必要性吗？是否会给后面的工作带来方便）

目的：通过分类，可以将相同积木放在一起（相同方向），而实现不考虑目标方向，这边要求目标物体总是在相同方向上，之后利用Hu moments（opencv有实现）或者更好的形状分类器，来抓取物体。因为同一积木会被摆在同一个大致的位置，方向和距离大致确定，此处可以借鉴视觉伺服抓取乒乓球。

所以我认为分类必然是好的，虽然判定积木相同的方法有待考量，但会为后续阶段省去大量非必要的参数，争对积木模型大量重复的输入，分类则变得必要了。

至于判定方法：

点集 $A=\{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ ， $B=\{b_1, b_2, \dots, b_n\}$

1.点集的阶相同

2.利用线性代数的知识，能否找到一个 3×3 正交矩阵 E

使得：对于全部的 $1 \leq i \leq n$ ，有 $Ea_i = b_i$

因为 A 到 B 的变换只有平移和旋转，所以 E 本身具有良好的性质

第二阶段

假设已经取得了算法F，以及第一阶段的参数每种积木的点集 p_i 表示及其数量 n_i
与上述过程同理，依旧可以输入目标模型的三视图，通过F，将其转化为点集Q

(1)how to solve

可以从两个方向去考虑：

1.与上述同理，是否存在k个正交矩阵 E_i ， $1 \leq i \leq k$ ，使得 从第一阶段得到的参数中取k个积木 q_i ，有 $\sum_{i=1}^k E_i * q_i = Q$ (大致形式，意即针对Q中每个点都要有解)

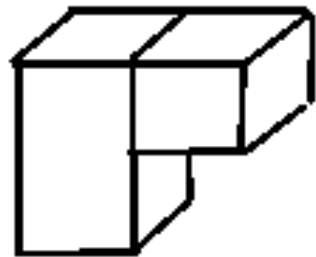
2.启发式搜索

先将一个积木 p_i 置入， $Q = Q - q_1$ ， $n_i = n_i - 1$

如此循环，直到Q为空，或者剩余空间无法再放入积木

此方法具有较大不确定性，针对解空间大的问题具有比较好的效果

(2) Is it a feasible solution?



(3) Which is the best

哪一种方案具有更加稳定的结构呢

对于每个可行解，我们可以给他一个score

最终可以训得一个模型，此模型用来从众多方案中挑选最佳方案

(猜测体积大的积木放在下面的solution会取得较高的score)

第三阶段

从第二阶段得到了一个最佳solution： $P=\{a_1, a_2, \dots, a_n\}$
且 $\sum_{i=1}^n a_i=Q$

接下来的问题归结于摆放顺序： (p_1, p_2, \dots, p_n) 共 $n!$ 种， np 类问题

1. 同样利用非确定性算法，验证阶段即实际操作，若中途倒塌，则不可行
2. 借鉴现实问题，按层搭，对于一些特殊的solution可能会失效
3. 是否可以训得一个模型，使其对积木的点的数量和空间坐标属性有一个偏好