

一种以准 DOG 分布为基元的体视匹配算法

刘 磊 郑竺英 姚国正

(中国科学院生物物理研究所, 北京)

体视的关键问题是匹配问题。本文提出一种新的体视匹配算法。其特点是: (1) 以准 DOG 分布 (distribution of quasi-difference of caussians) 作为匹配的基元, (2) 以同源性、唯一性、顺序性作为匹配的约束条件。对一维随机光栅的实际计算表明, 该算法是有效的, 计算结果与人的观察结果是一致的。我们认为, 以准 DOG 分布为基元的体视匹配算法对于解决体视匹配问题、了解人类的视觉信息处理具有重要的意义。这一算法的要点是:

一、根据现有的心理物理学和神经生理学证据定义准 DOG 分布并把它作为体视的匹配基元

用 DOG 型感受野对输入图像作卷积运算, 得出原始图像的“拷贝”, 它们分别代表视觉通路某一层面上的神经元的活动性分布。这种分布基本上是兴奋区和抑制区相间出现的, 即一个兴奋区的两侧各有一个抑制区出现, 反之亦然。我们把这种三相分布定义为准 DOG 函数。于是, 每个活动性分布都可以分解成一连串准 DOG 分布。对准 DOG 分布可以定义极性、波型、位置、宽度、高度等参数。可以证明, 这些参数对应于客观的物理现象; 还可以证明, 准 DOG 分布是相对稀疏的, 有助于消除伪目标。因此, 把准 DOG 分布作为体视匹配的基元是合适的。

二、约束条件和匹配过程

由于在成像过程中失去了许多信息, 因此对体视匹配必须辅之以某些先验知识, 它们是以约束的形式给出的。普遍成立的自然的约束

有: C1. 同源性——同一空间物体在两眼视网膜上的投影像大致相同; c2. 唯一性——在某一时刻, 空间中一个位置最多只能容纳一个物体; C3. 顺序性——空间中顺序排列的一系列物理现象经体视投影后, 其顺序关系在视网膜图像中一般保持不变。上述约束容易转换成相应的匹配规则, 据此就能准确而有效地完成匹配任务。具体的匹配过程是: 先使用同源性规则进行局部性的匹配, 得出“恰当的”配对, 再使用唯一性和顺序性规则进行整体性的匹配, 得到“正确的”配对。因此, 该算法本质上属于协同算法。

三、重建三维表面

设左眼中有一宽度为 ΔL 的准 DOG 分布, 与之匹配的是右眼中一个宽度为 ΔR 的准 DOG 分布。当它们位于视场中心附近时, 它们就对应于空间的一个小面元 ΔS 。由宽度差 $\Delta L - \Delta R$ 的符号可确定 ΔS 的倾斜方向, 而倾斜的角度则可由下式算出

$$\theta = \text{tg}^{-1} \left[- \left(\frac{Z + \Delta Z}{B/2} \right) \left(\frac{\Delta L - \Delta R}{\Delta L + \Delta R} \right) \right]$$

式中 $Z + \Delta Z$ 为小面元 ΔS 所在处的深度, B 为目间距。因此, 两个准 DOG 匹配可以确定空间中某一位置上具有一个朝向一定的小面元。如果匹配满足顺序性约束, 则它们所代表的小面元在空间上就彼此相邻, 连成一片。如果顺序性约束被破坏, 则小面元之间就有深度上的跃变, 跃变的方向和大小可由孤立的准 DOG 分布的性质求出。

[本文于 1987 年 5 月 10 日收到]