基于新型自组织模糊小脑神经网络的光镊操纵控制系统设计

一.成果完成人及所在单位： 侯辉，电气工程与自动化学院 指导教师：赵晶

二.成果简介：

为进一步提高全息光镊系统更精准且高效地操控生物细胞的能力，提出了一种基于新型的自组织模糊小脑神经网络（NSOFCMNN）的控制系统并应用在全息光镊细胞操纵中。该控制系统能够通过全息光镊系统产生的光阱精准地将细胞移动至期望位置，所提出的 NSOFCMNN 的层和块都可以根据新的自组织机制进行在线调整。同时，设定各细胞之间的间距能够进一步实现多细胞的协同控制。仿真结果表明，基于所提出的 NSOFCMNN 的控制系统能够有效地完成光镊的细胞操作任务，具有比其他神经网络控制器更好的控制性能。

三. 主要研究内容及创新点：

全息光镊操纵控制生物细胞的研究发现，单细胞操纵效率低下，同时细胞操纵要求较高的控制精度，而传统控制器很难满足细胞操纵控制的需要。因此，研究了一种新的高效、精准的全息光镊系统细胞操纵控制方法以改善上述问题。本文首先分析了受全息光镊光阱捕获的细胞的动力学模型。其次结合 NSOFCMNN 和高阶滑模控制的优点，提出了一种基于新型自组织机制的 NSOFCMNN 操纵控制系统。它包括一个 NSOFCMNN 主控制器、一个鲁棒补偿器和一个高阶滑模面。其中，鲁棒补偿控制器用于处理抖振和消除逼近误差，高阶滑模面被用来有效地处理外部扰动和颤振。在大多数情况下的模糊小脑神经网络无法直接获得合适的结构，且存储空间的大小难以确定，这将影响网络的学习效果。而本文提出的 NSOFCMNN 的层数和块数可以根据细胞的实时位置与期望位置之间的误差自适应增加或减少。该操纵控制系统可以通过多个全息光镊产生的光阱，精确操纵多个生物细胞移动到预期位置。在考虑了期望的细胞间隔后，进一步实现了全息光镊对多个细胞的协同控制。最后以酵母细胞为例，通过 MATLAB 仿真实验验证了本文提出的以 NSOFCMNN 为控制器的操纵控制系统能够有效地完成对单个酵母细胞的全息光镊控制和对多个酵母细胞的协同控制。它可以满足不同条件下操纵任意数量细胞的要求，并提高细胞操纵的效率。

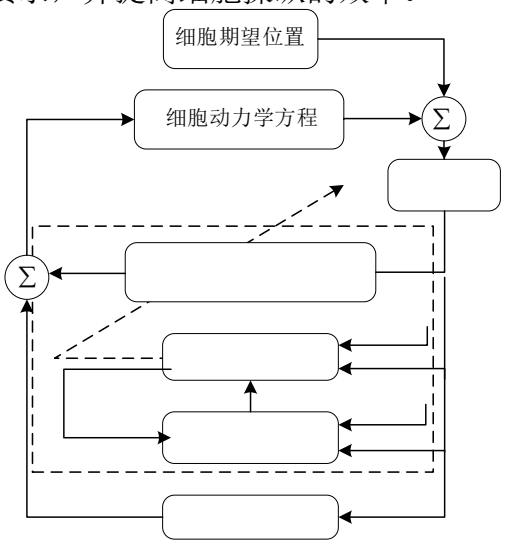


图 1 细胞操纵控制系统结构图

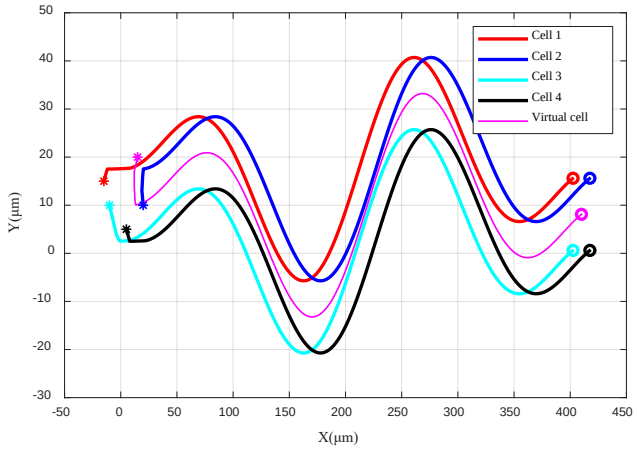


图 2 多细胞操纵轨迹图

四. 主要研究成果及应用情况

1.在 applied sciences (SCI (JCR-Q2)) 发表论文 1 篇。

联系人：侯辉， 电 话：15959003696 Email:851985715@qq.com