多智能体系统时变编队跟踪控制

* 1. **问题描述**

领航者和跟随者的动力学描述如式（1）所示：

其中为领航者的状态向量，为跟随者的状态向量，为跟随者的控制输入向量， ，为常数矩阵，，是稳定的。与图相对应的矩阵的形式为:

其中 ，

跟随者的时变编队由定义，其中是与编队参考相对应的分段连续可微的偏移向量。

**定义1：**对任意给定的有界初始状态，当式（2）成立时，多智能体系统（1）实现时变编队跟踪。

基于相邻智能体的相对状态，设计如式（3）所示的分布式自适应时变编队控制协议：

其中表示时变编队跟踪误差，表示分配给智能体的时变耦合权重，，，表示反馈增益矩阵，为分段连续可微的函数，为时变编队跟踪补偿函数。

**定理1：**假定有向图满足假设1，如果跟随者需要满足编队可行性条件（5）。

多智能体系统（1）能够在控制协议（2）下实现时变编队跟踪，其中，，，是线性矩阵不等式（6）的解。

证明：构建如下函数

其中是正定矩阵，，是一个正常数。由假设1和引理1可知，是非奇异矩阵，由引理3知，存在。因为，所以。由此可知是正定的。

对式（7）求微分可得

注意到

其中为的最小特征值。

因为,，结合定理1中的式（5），可得

又因为为非奇异矩阵，所以

写成更紧凑的形式为

左乘，可得

将式（9）（10）（14）代入式（8），可得

由引理2得

将式（7）代入式（6），并选择，则

令，由式（18）可得

1. **数值仿真**



图1 有向通信拓扑图

考虑由1个领航者，10个跟随者组成的多智能体系统，跟随者集合，通信拓扑图如1所示，满足假设1，标号0的智能体表示领航者，标号的智能体表示跟随者。智能体的动力学描述如式（1），其中

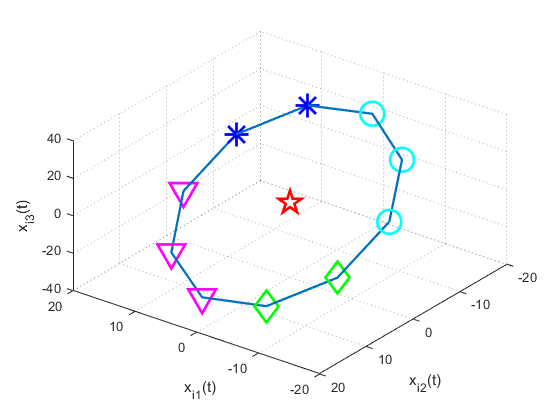
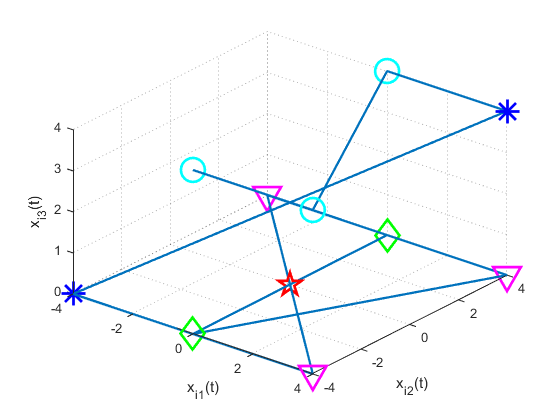
，，

跟随者形成的时变编队由描述，，其中

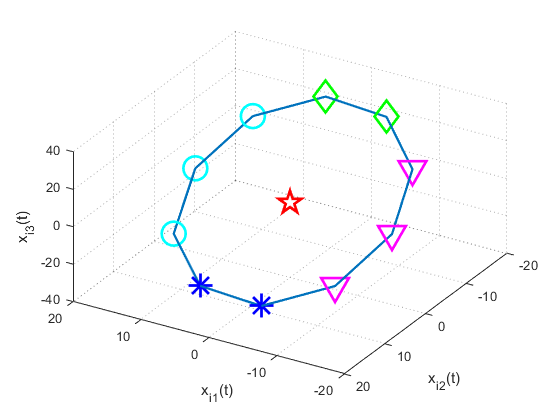
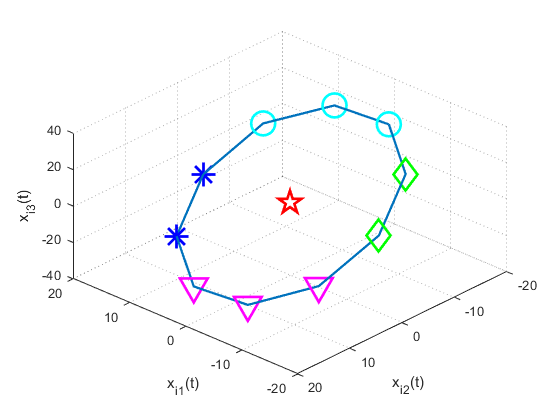
选择 ，，此时，，此时跟随者的补偿函数

利用的工具箱处理线性矩阵不等式（6），得到可行解，式（3）中的反馈增益矩阵为，，令，时变编队跟踪误差的能量曲线如图2所示，自适应耦合权重曲线如图3所示，

图4显示了多智能体系统在，，和时的状态快照。



(a) (b)



(c) (d)

图4 多智能体系统在，，和时的状态快照