

Panel Discussion: 协作导航和运动中的非线性控制问题和方法

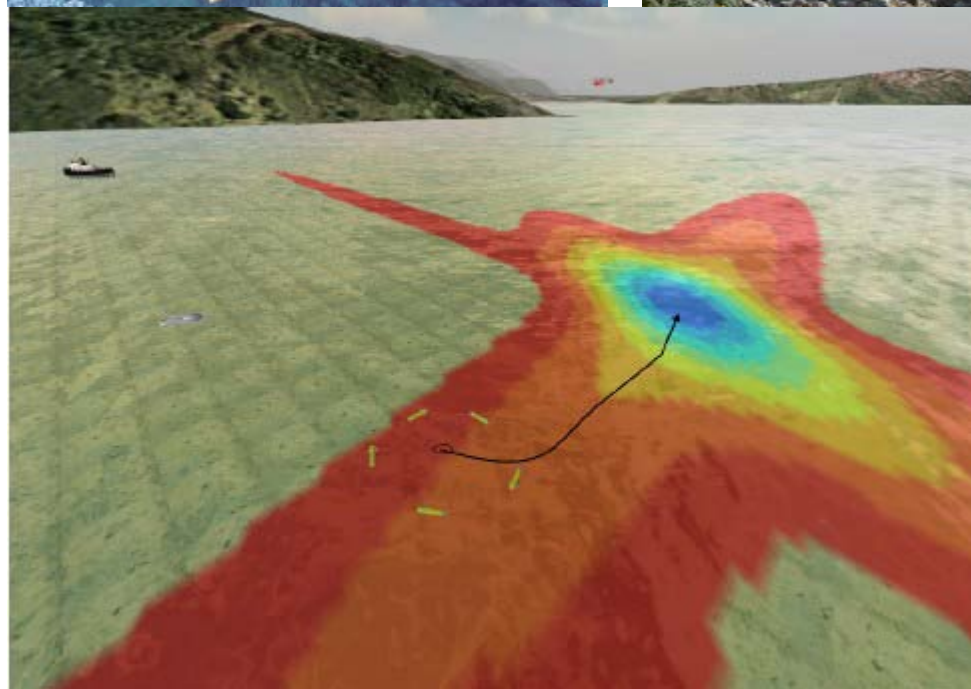
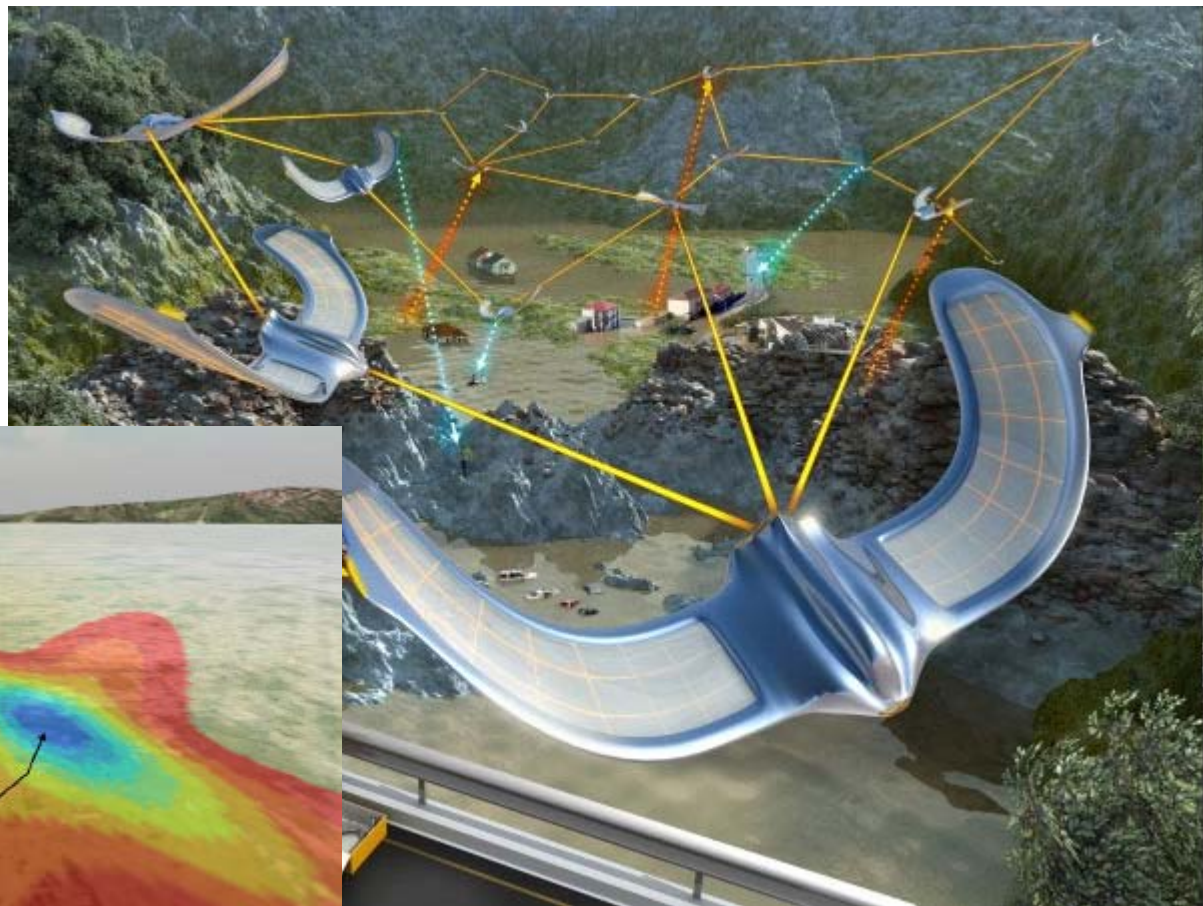
林志贇
浙江大学

2013年04月19日

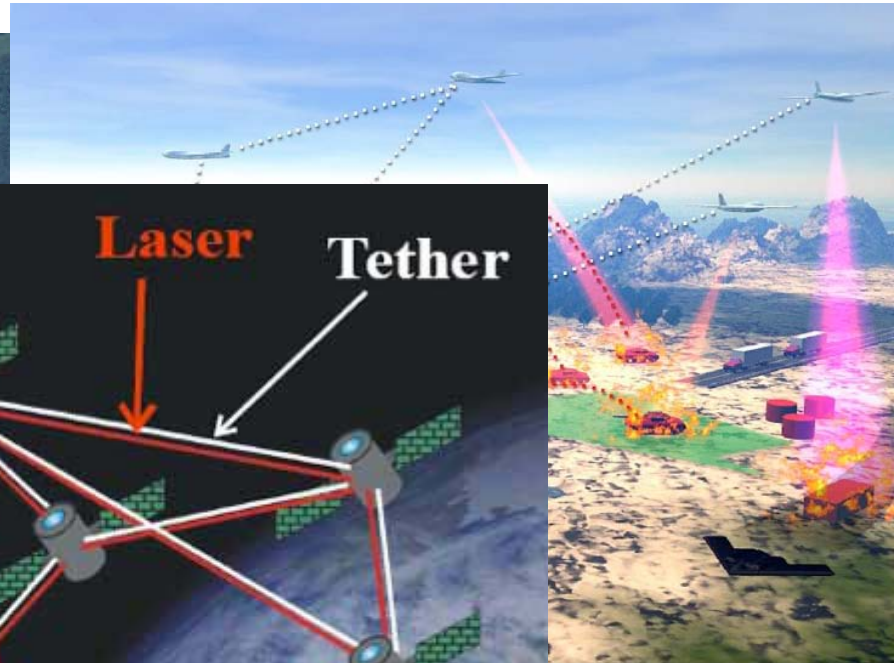
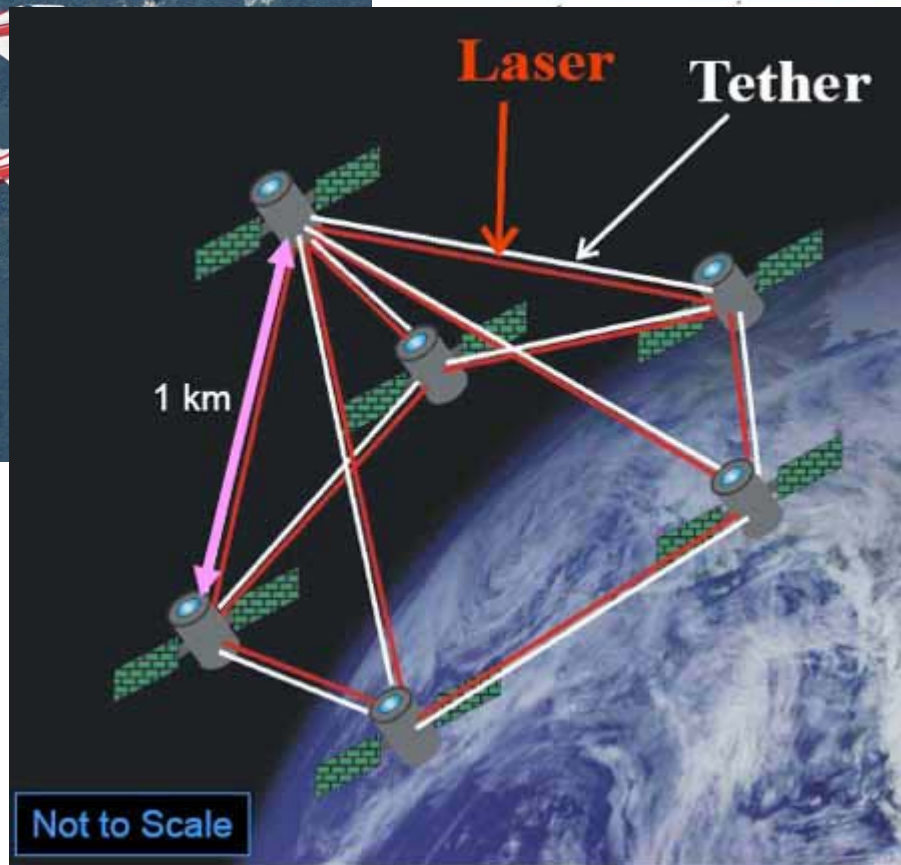
Aim of presentation

- 网络多自主体系统的实际应用需求
- 介绍一些方法、结果和仍需解决的问题
 - 探讨几个standardized 的问题
 - 许多网络多自主体系统的应用问题依赖这些standardized问题的求解

应用



应用



共性和特点

协作 --» 群体期望行为和任务的完成

灵活性、强适应性、冗余可靠性、鲁棒性、简单性

分布式、局部相互作用

两个standardized的问题

协作导航和
定位

编队控制

协作导航



协作导航的优点

协作导航的优点

1. 综合丰富的临近节点信息提高各自的导航精度
2. 使得由于环境或传感器制约无法导航的个体实现可靠的导航

分布式策略的优点

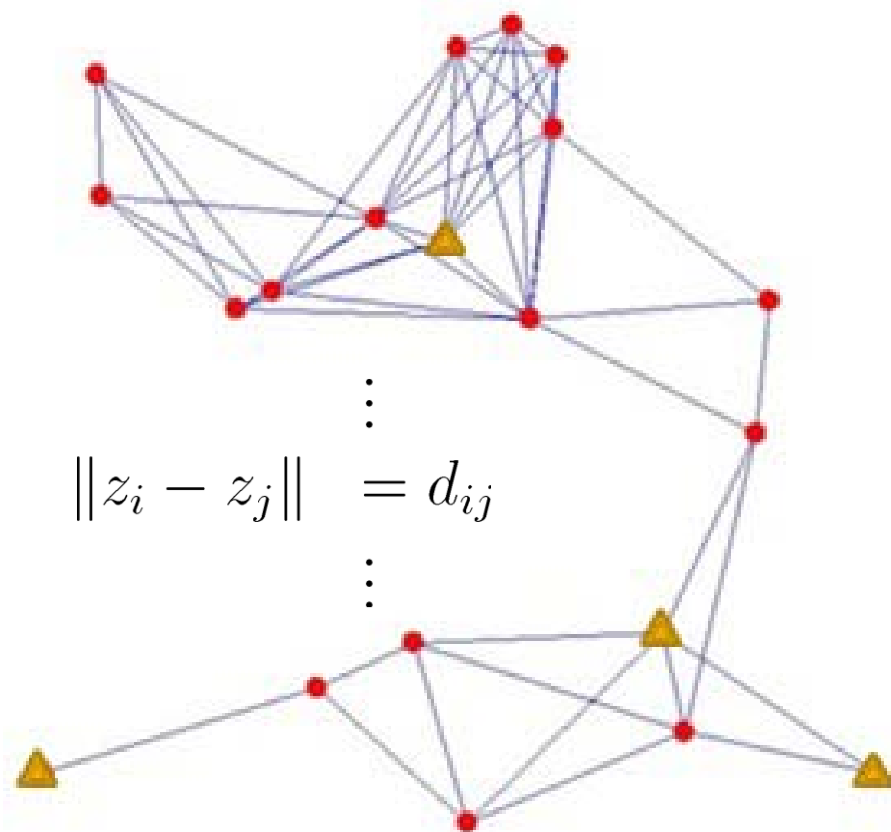
1. 对于大规模系统，centralized策略不适合（通信带宽、延时，计算负担）
2. 鲁棒性
3. 可扩展性

基于相对距离的协作定位

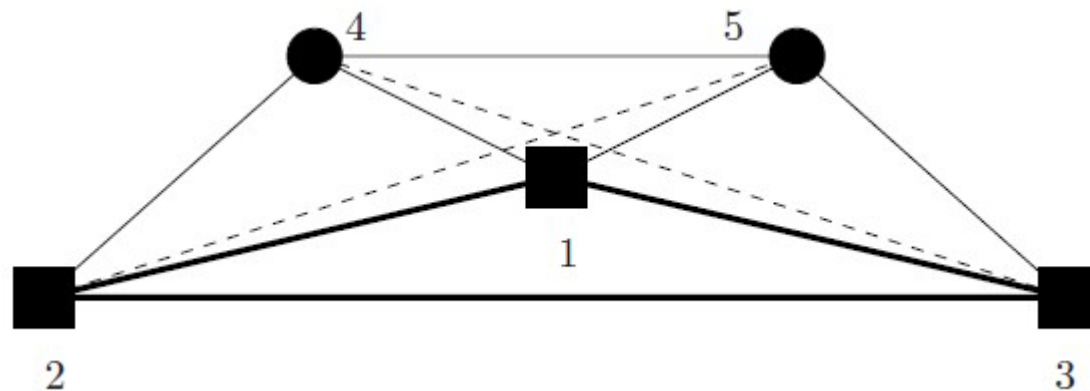
In 2D: globally rigid +
minimally 3 anchor
nodes

Trilateration

Wheel extension




基于相对距离的协作定位



$$z_4 = a_{41}z_1 + a_{42}z_2 + a_{43}z_3 + a_{45}z_5$$

$$z_5 = a_{51}z_1 + a_{52}z_2 + a_{53}z_3 + a_{54}z_4$$

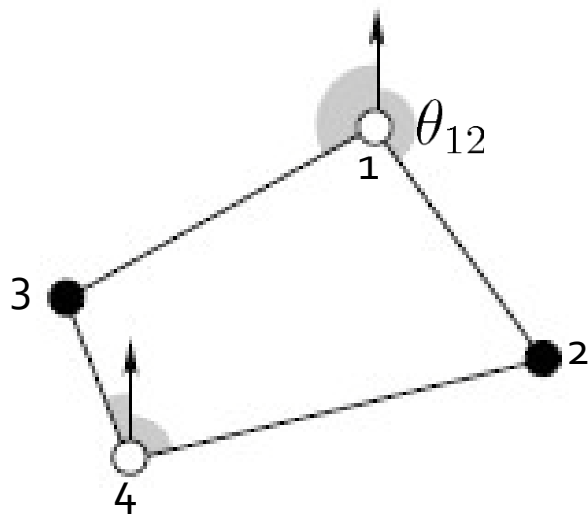
(Cayley-Menger determinant)


$$z_s = Az_s + Bz_a$$

$$\tilde{z}_s(k+1) = A\tilde{z}_s(k) + Bz_a$$



基于相对角度的协作定位



In 2D: fixable +
minimally 2 anchor
nodes

$$\text{Let } e_{12}^T = [\cos(\theta_{12}) \quad \sin(\theta_{12})]$$

$$k_{12} e_{12}^T (z_2^\perp - z_1^\perp) = 0$$



$$KRz^\perp = 0$$



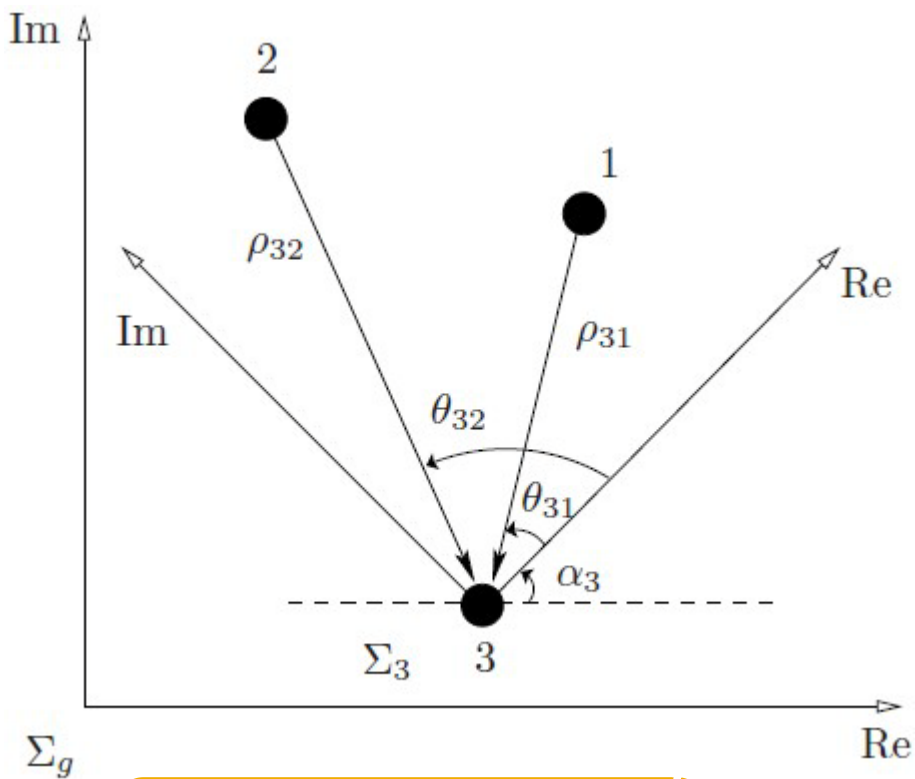
$$Sz^\perp = 0 \text{ where } S = R^T KR$$



$$S_s z_s^\perp + S_a z_a^\perp = 0$$

$$\tilde{z}_s^\perp(k+1) = (I - S_s) \tilde{z}_s^\perp(k) - S_a z_a^\perp$$

基于相对位置的协作定位



$$a_{31}(z_1 - z_3) + a_{32}(z_2 - z_3) = 0$$



$$- \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ L_a & L_s \end{bmatrix} \begin{bmatrix} z_a \\ z_s \end{bmatrix} = 0$$



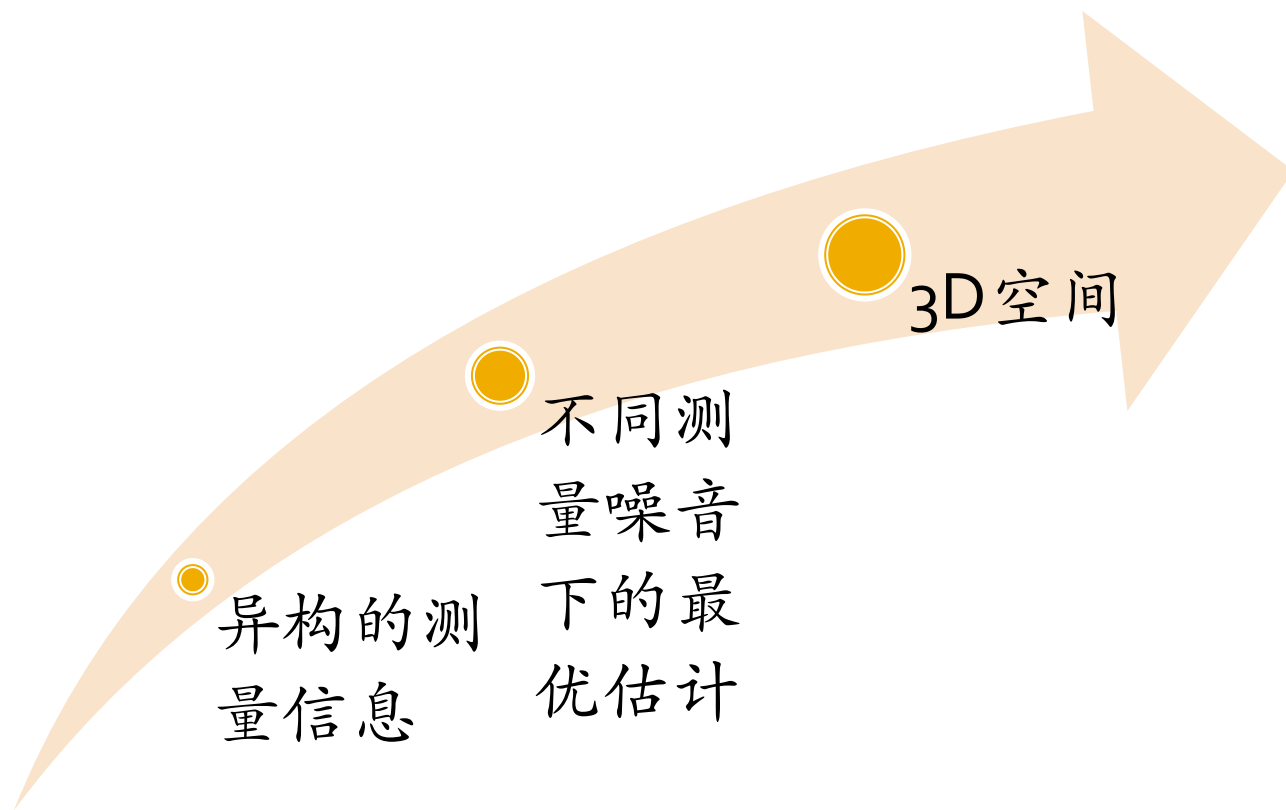
$$-DL_a z_a - DL_s z_s = 0$$

where D diagonal, invertible

In 2D: 2-reachable
from minimally 2
anchor nodes

$$\tilde{z}_s(k+1) = (I - DL_s)\tilde{z}_s(k) - DL_a z_a$$

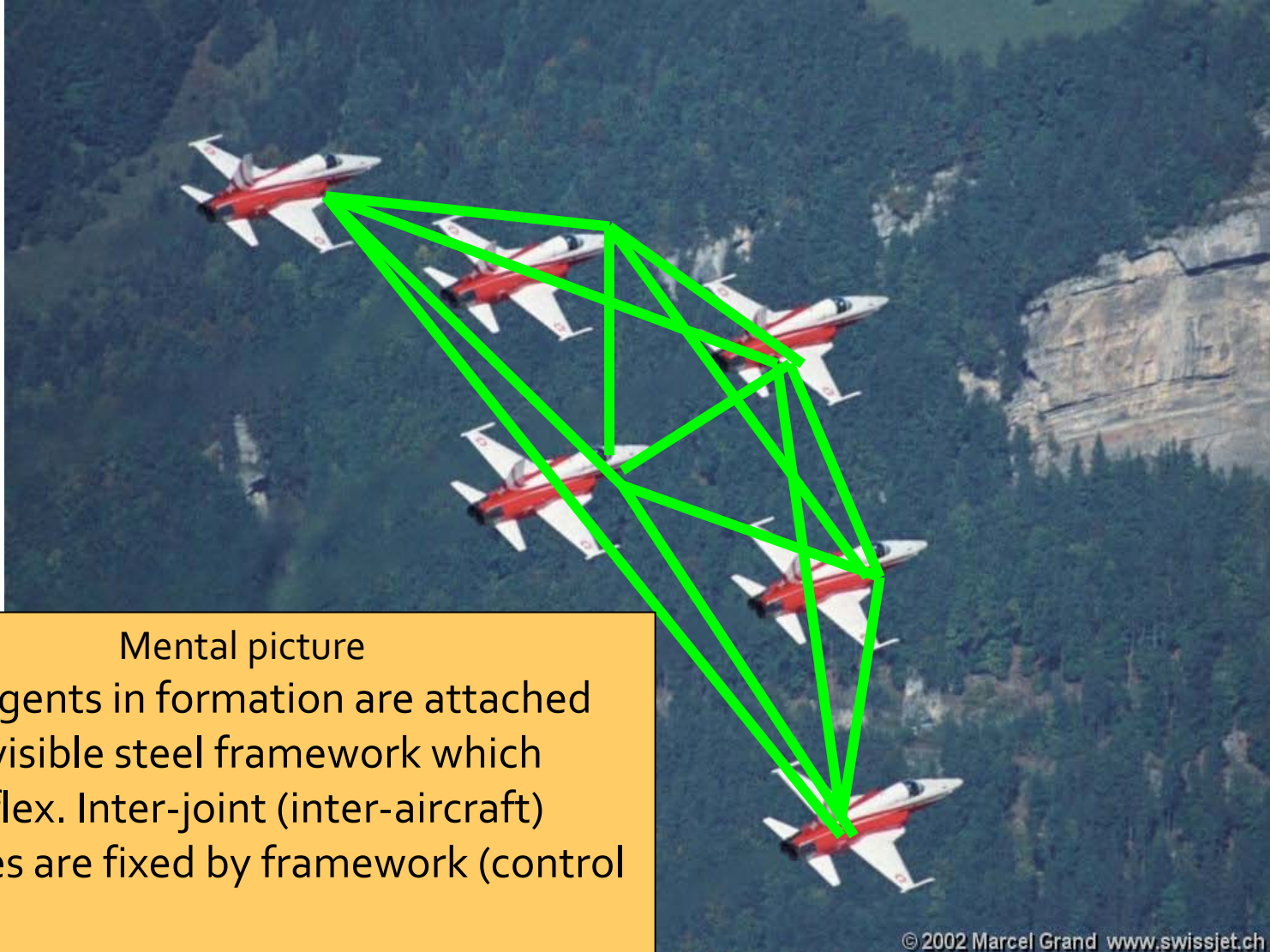
仍需解决的问题



Formations



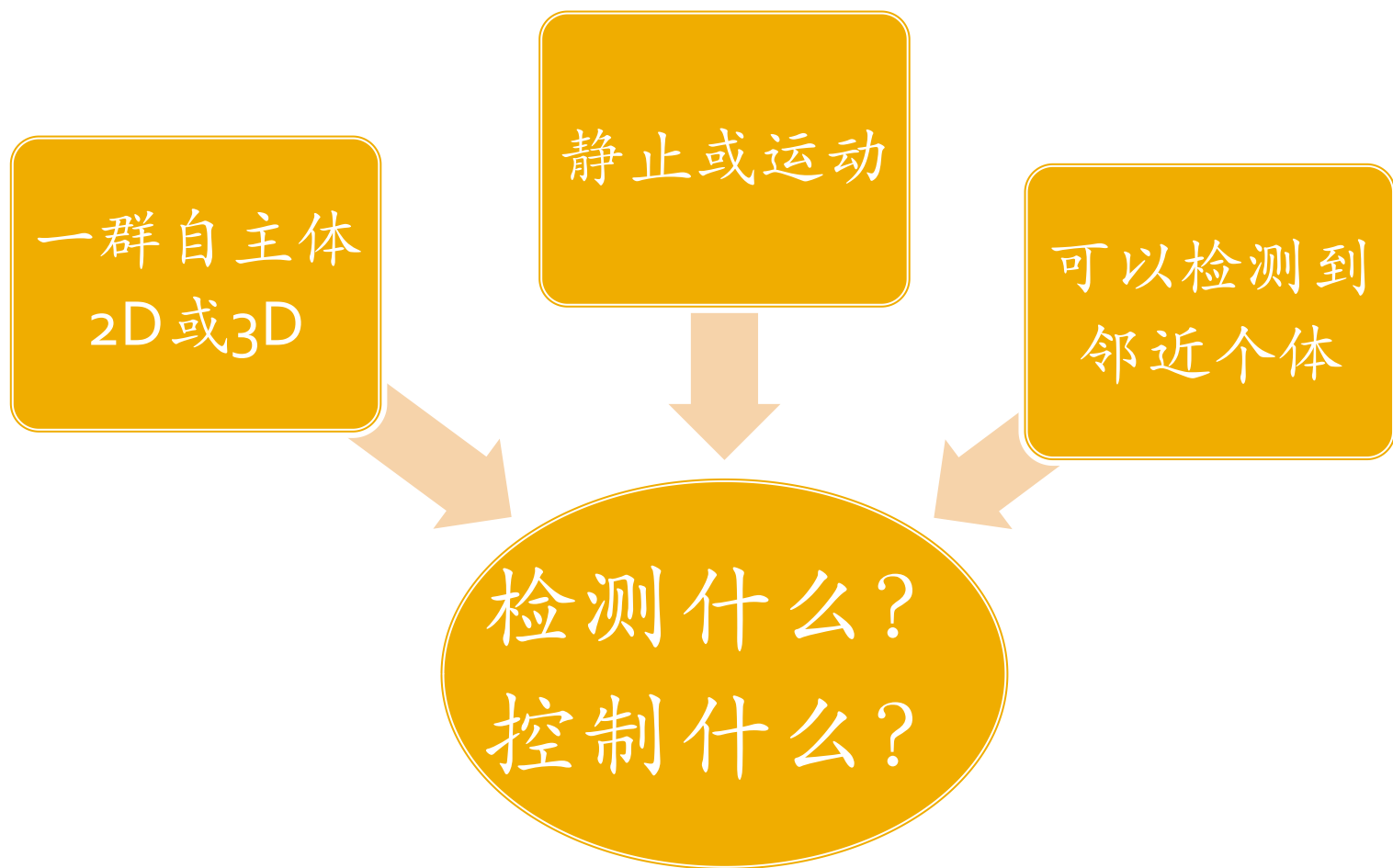
Formations



Mental picture

'Point' agents in formation are attached to an invisible steel framework which cannot flex. Inter-joint (inter-aircraft) distances are fixed by framework (control law).

Formation control



控制距离

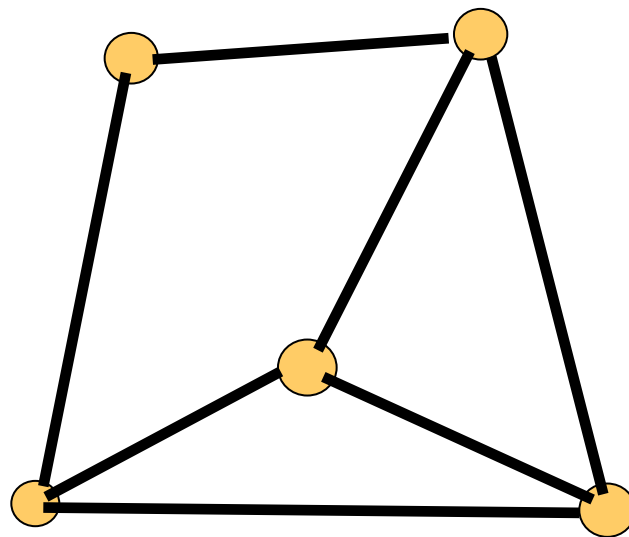
控制部分的距离



两两间的距离
约束得以保持



刚性结构



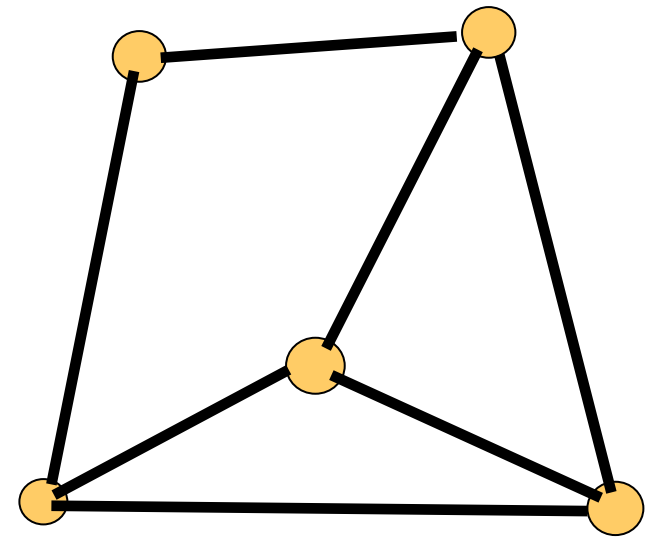
What needs to be sensed?

仍需检测距离
和方向



控制距离
为目标

通过距离测量估计相
对位置（对于静止或
者匀速运动的邻居）



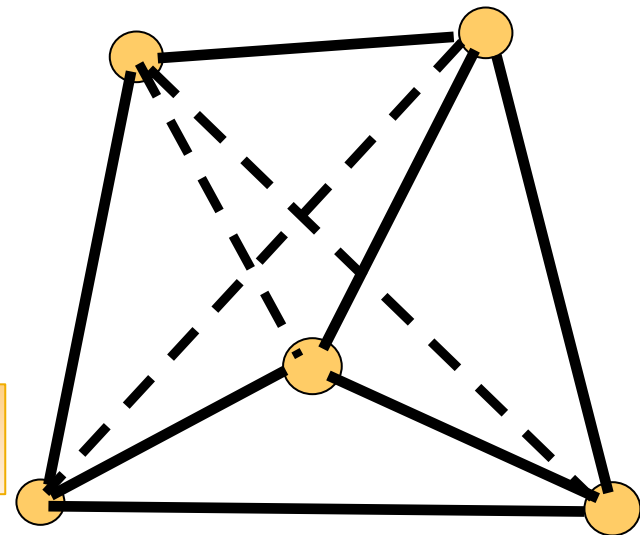
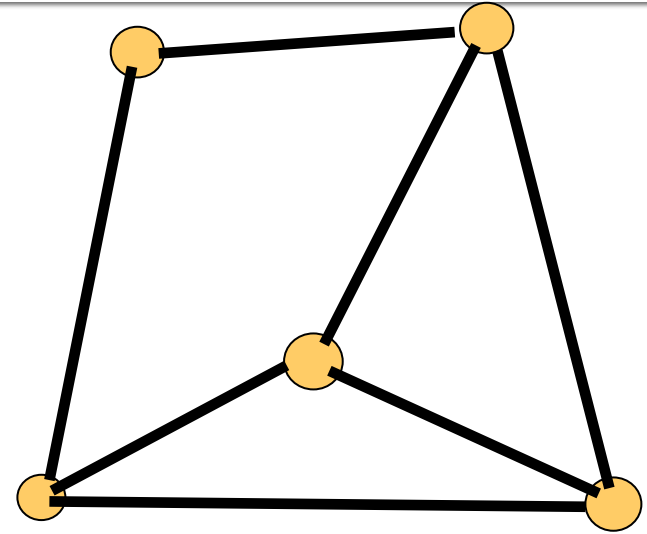
more is sensed than is controlled

What needs to be sensed?

检测邻居节点
距离以及2-hop
邻居节点距离

获得相对
位置信息

Sense more distance than we control

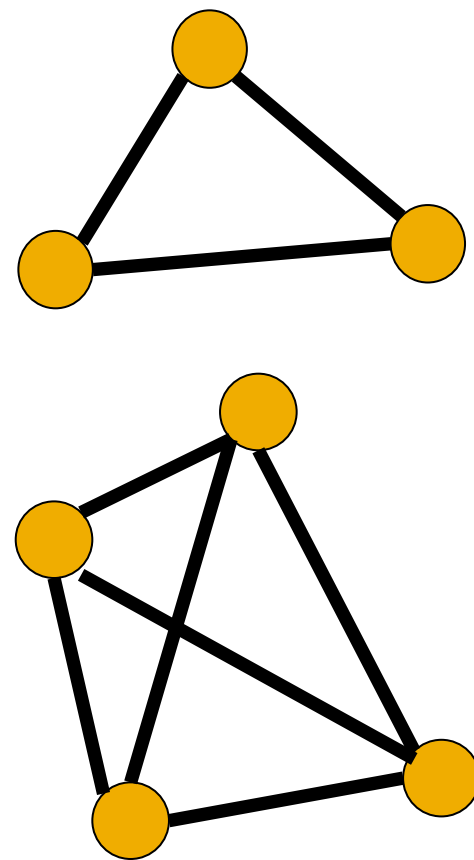


典型的控制策略和存在的问题

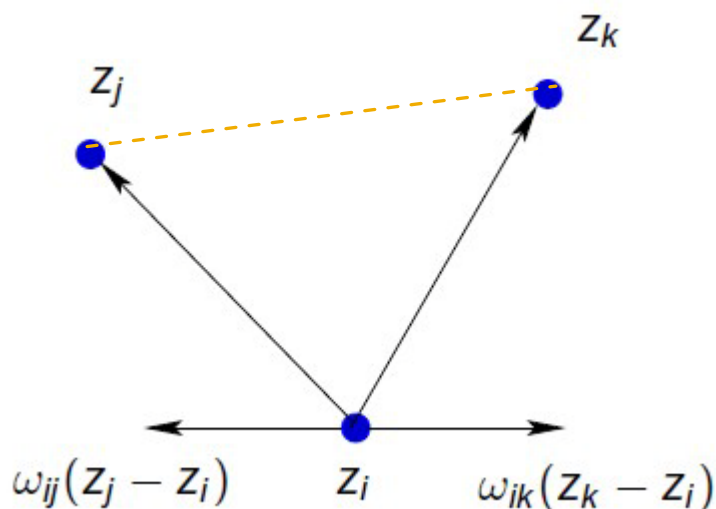
基于人工势能函数的控制策略

无法保证全局收敛性

很难推广到单向的信息检测



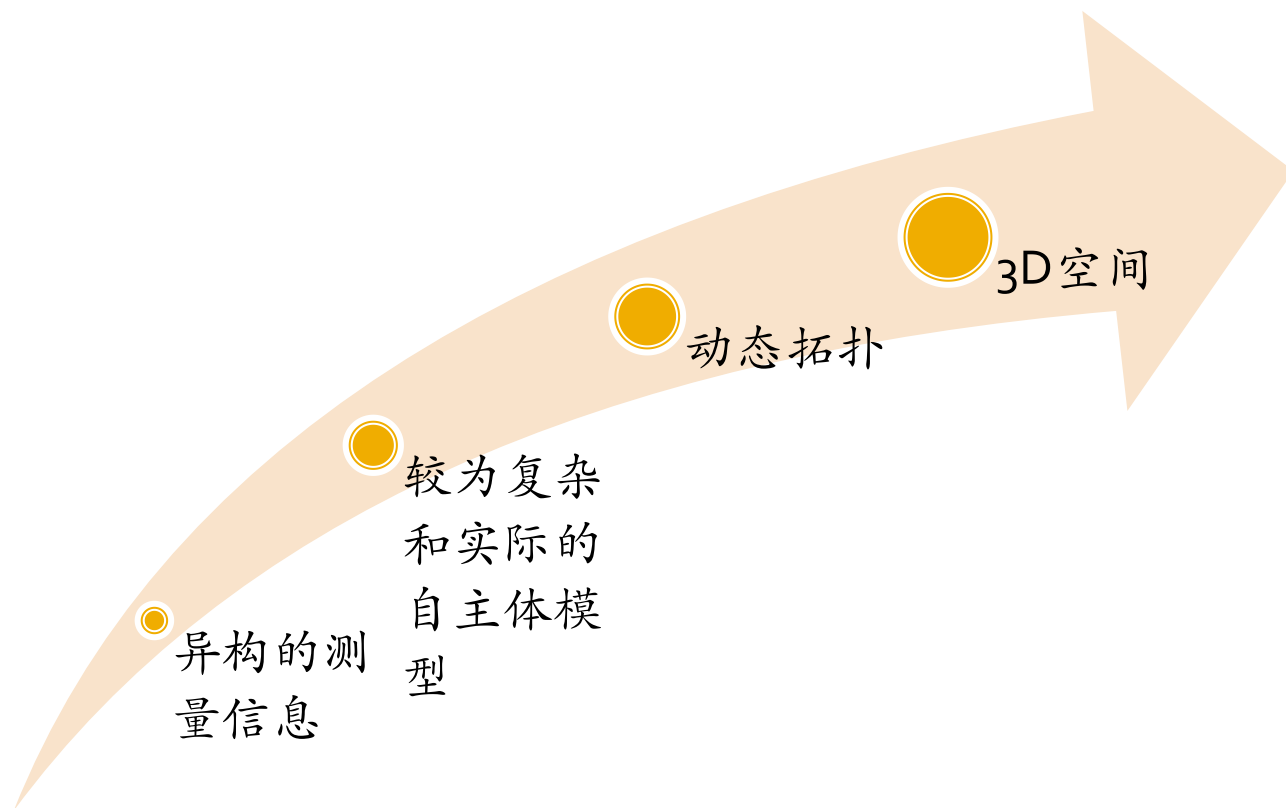
控制相对位置



$$\dot{z}_i = \omega_{ij}(z_j - z_i) + \omega_{ik}(z_k - z_i)$$

- 不存在全局坐标系
- 4自由度formations (平移, 旋转, 放缩)
- 2D空间, 结合距离控制, 只需一条边的约束, 即可实现刚性结构
- 可实现灵活少量节点控制的队形缩放
- 较少的信息检测 (相对位置)
- 易于扩展到单向的信息检测

仍需解决的问题



谢谢各位专家!