

基于消息互联的无人机平台协同导航方法

李松

中国人民解放军91977部队,北京 100161

摘要 协同导航作为无人机集群平台的新导航方式,可充分利用各无人机间的消息互联融合所有平台的量测信息获取整个系统的最优估计。针对分布式协同导航算法估计精度低的问题,提出3阶段的协同导航方法,利用绝对导航输出信息作为协同导航的初始值,将相对导航输出信息作为协同导航的量测信息,构建协同导航滤波器,将各平台解算出的结果反馈到各平台自身的绝对导航,进而获取到导航信息的全局最优估计。仿真结果表明:提出基于消息互联的协同无人机集群导航方法可有效估计各无人机的导航信息,相较于传统的导航定位系统以及协同导航方法,具有更高的抗干扰性和稳定性,更能适应不同的复杂环境。

关键词 协同导航;消息互联;协同滤波器;最优估计

随着信息技术尤其是第五代通信技术(5G)的迅猛发展,“万物互联互通”是必然趋势,推动了多运动平台协作系统的发展,已成为协同导航研究热点。相比单平台,协作系统具有更大的工作范围、更高的工作效率、更高的自主性、更强的容错性和鲁棒性等优势,可以共同完成更复杂、更有挑战的工作。因此,协作系统广泛应用于无人系统领域,如无人机集群、水下航行器编队、无人车集群、多机器人编队等。

在军用领域,协作系统应用最广泛的领域是无人机协同系统^[1-3]。国外,美国高级计划局(DARPA)于2018年开发了全球卫星导航系统(GNSS)拒止

环境下协同作战系统,无人机集群可出色完成电子侦察和对地攻击等任务;美国海军开发的低成本无人机集群系统,采用变体无人机弹射起飞,突破了集群编队协同控制以及平台间的互联互通等技术难题,实现了多平台同时抛撒,可对指定区域进行电子侦察、远程监视及协同对地打击,并对己方单位进行掩护;日本、欧洲等国也开展了不少相关研究^[4]。在国内,中国电子科技集团于2017年完成了小型固定翼无人机的集群飞行模拟实验,中国船舶集团于2021年底完成了20架小型固定翼无人机的实机外场编队飞行试验。然而,从总体来看,国内无人集群技术研究起步相对较晚,在相关核心技术

收稿日期:2022-05-18;修回日期:2022-08-19

作者简介:李松,高级工程师,研究方向为群体智能、指挥控制,电子信箱:lisong0206@126.com

引用格式:李松. 基于消息互联的无人机平台协同导航方法[J]. 科技导报, 2022, 40(17): 113-119; doi:10.3981/j.issn.1000-7857.2022.17.010

上更是与国外存在较大差距。

协作系统的核心是协同导航系统设计。协作系统中平台间可互相交换信息、互联互通,协同导航过程中可充分利用平台间信息。进一步来看,协同导航系统的核心是协同导航算法设计,其本质是将协作系统内各平台所有观测量进行融合处理,采用高性能的协同导航算法将达到事半功倍的效果,可实时在线动态获取整个协作系统的最优位置、速度及姿态等时空信息。

在协同导航算法方面,国内外学者开展了大量的研究。基于图论的协同导航算法是近年来对协同导航间信息交流机制研究的一种新思路^[5-6]。它将复杂且不直观的协同导航问题转化成了测量图模型,将不同平台视作不同的节点,节点之间通过边连接,边的生成来源于节点之间的量测关系以及通信关系。图模型更有利于复杂问题的求解,且因为其中的节点可以用概率表示,已迅速成为继贝叶斯网络和马尔科夫场之后广泛使用的第3种概率模型^[7]。文献[8]提出了一种全球导航卫星系统(GNSS)拒止环境下多平台协同导航算法,GNSS受干扰的导航平台与其他未受干扰的导航平台进行多平台协同导航,摆脱了传统地面导航控制站的干扰束缚。文献[9]提出了一种面向飞行集群的基于消息传递的协同导航算法,但其系统依赖于一个主从式系统架构,当长机的导航状态受到影响时,其他僚机的导航精度都将受到巨大影响。国外学者还提出了非标准参数粒子变量实时置信数据传播定位算法,可同时实现多个对等无人平台间的协同数据定位,但由于粒子数据逼近特定状态的概率密度曲线分布计算量大,更适用于数据采集后处理^[10]。文献[11-12]提出一种采样置信传播算法,可快速准确进行各种协同运动导航,然而该方法更适用于室内运动导航,且未充分考虑其他观测信息,当平台数量较多时,存在计算量过大问题。

本研究提出一种基于消息互联的高性能无人机集群协同导航算法。首先,建立基于GNSS/INS的各无人平台绝对导航误差模型;其次建立基于UWB/卫星双差的相对导航误差模型;然后建立基于消息互联的协同导航模型;最后在多种复杂场景

下完成无人机集群协同导航算法的仿真验证。

1 协同导航模型建立

本研究提出的无人机集群协同导航模型建立在绝对导航和相对导航两者误差模型基础上,由于最终求解的结果是各个无人平台的导航信息,主要包括速度、位置等,在形式上与绝对导航的结果是一致的,因此采用绝对导航的输出值作为协同导航的初始状态值,采用相对导航的输出值作为对协同导航状态的量测值,构建协同导航滤波器,解算出全局最优导航结果,然后将各平台解算出的结果反馈至第1阶段作为下一时刻的协同导航初始值。协同导航的工作流程如图1所示。

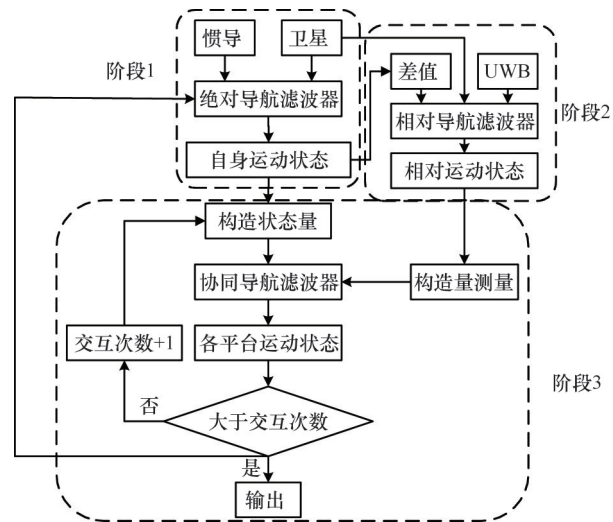


图1 协同导航流程

1.1 置信传播方法

在置信传播方法中,无人机集群中每个节点先发送信息给周围相邻节点,各节点接收到相邻节点发送来的消息后进行计算,再将计算出的消息传递给周围节点进行下一轮计算,每经过一轮计算,节点收到的消息都会增多。为了提高协同导航系统中消息传播效率,传输的信息包括绝对导航的位置与速度信息,以及与位置速度直接相关的状态量与方差。因此,定义第1阶段绝对导航滤波器的状态下位置与速度误差向量 $\mathbf{x}_{\text{abs}}^i$

$$\mathbf{x}_{\text{abs}}^i = [\delta L^i, \delta \lambda^i, \delta h^i, \delta v_x^i, \delta v_y^i, \delta v_z^i]^T \quad (1)$$

式中, δL^i 、 $\delta \lambda^i$ 、 δh^i 分别为第 i 个平台的经度、纬度和高度绝对导航输出位置误差; δv_E^i 、 δv_N^i 、 δv_U^i 分别为东(E)、北(N)、天(U)3个方向绝对导航输出速度误差。

为了提高解算速度,在解算过程中只计算与位置、速度直接相关的量,包括 $\mathbf{x}_{\text{rel}}^{i,j} = [\mathbf{r}_{i,j}, \dot{\mathbf{r}}_{i,j}]^T$, $\mathbf{x}_{\text{rel}}^{i,k} = [\mathbf{r}_{i,k}, \dot{\mathbf{r}}_{i,k}]^T$, 下标 rel 表示相对导航的状态, \mathbf{r} 表示位置, $\dot{\mathbf{r}}$ 表示速度。

1.2 协同导航状态模型

分别构造各个无人机平台的导航状态及协方差初值,其组成部分是接收到的相邻平台的绝对导航信息,依次排列。具体构造方法如下:

$$\bar{\mathbf{x}}^i = \left[(\hat{\mathbf{x}}_{\text{abs}}^i)^T (\hat{\mathbf{x}}_{\text{abs}}^{j_1})^T (\hat{\mathbf{x}}_{\text{abs}}^{j_2})^T \cdots (\hat{\mathbf{x}}_{\text{abs}}^{j_m})^T \right]^T, \quad j \in N_i \quad (2)$$

$$\bar{\mathbf{P}}^i = \begin{bmatrix} \hat{\mathbf{P}}_{\text{abs}}^i & \mathbf{0} & \cdots & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \hat{\mathbf{P}}_{\text{abs}}^{j_1} & \cdots & \mathbf{0} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \mathbf{0} & \mathbf{0} & \cdots & \hat{\mathbf{P}}_{\text{abs}}^{j_m} \end{bmatrix}, \quad j \in N_i \quad (3)$$

式中, $\bar{\mathbf{x}}^i$ 为协同导航状态向量初值; $\hat{\mathbf{x}}$ 为位置速度误差初值; $\bar{\mathbf{P}}^i$ 为协同导航状态协方差初值; 上标 i, j 分别代表无人机平台编号; N_i 为与无人机平台 i 有量测关系的编号合集, 共 m 个。

1.3 协同导航量测模型

构造协同导航量测模型,量测与状态一一对应,其组成部分是自身平台与相邻平台的相对信息,构造的量测模型为

$$\mathbf{z}^i = \left[(\hat{\mathbf{x}}_{\text{rel}}^{i,j_1})^T (\hat{\mathbf{x}}_{\text{rel}}^{i,j_2})^T \cdots (\hat{\mathbf{x}}_{\text{rel}}^{i,j_m})^T \right]^T, \quad j \in N_i \quad (4)$$

$$\mathbf{R}^i = \begin{bmatrix} \hat{\mathbf{P}}_{\text{rel}}^{i,j_1} & \mathbf{0} & \cdots & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \hat{\mathbf{P}}_{\text{rel}}^{i,j_2} & \cdots & \mathbf{0} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \mathbf{0} & \mathbf{0} & \cdots & \hat{\mathbf{P}}_{\text{rel}}^{i,j_m} \end{bmatrix}, \quad j \in N_i \quad (5)$$

式中, \mathbf{z}^i 为协同导航量测向量; \mathbf{R}^i 为与 \mathbf{z}^i 对应的量测噪声。

根据绝对导航和相对导航的关系,协同导航滤波器量测方程为

$$\mathbf{H}(\bar{\mathbf{x}}^i) \sim \left[(\mathbf{h}(\hat{\mathbf{x}}_{\text{abs}}^i, \hat{\mathbf{x}}_{\text{abs}}^{j_1}))^T (\mathbf{h}(\hat{\mathbf{x}}_{\text{abs}}^i, \hat{\mathbf{x}}_{\text{abs}}^{j_2}))^T \cdots (\mathbf{h}(\hat{\mathbf{x}}_{\text{abs}}^i, \hat{\mathbf{x}}_{\text{abs}}^{j_m}))^T \right]^T, \quad j \in N_i \quad (6)$$

式中, \mathbf{h} 为每个平台的测量方程; $\mathbf{H}(\bar{\mathbf{x}}^i)$ 为协同滤波器的量测方程,可由绝对导航变量 $\hat{\mathbf{x}}_{\text{abs}}^i$ 、 $\hat{\mathbf{x}}_{\text{abs}}^j$ 和相对导航 $\hat{\mathbf{x}}_{\text{rel}}^{i,j}$ 表示

$$\hat{\mathbf{x}}_{\text{rel}}^{i,j} = \mathbf{h}(\hat{\mathbf{x}}_{\text{abs}}^i, \hat{\mathbf{x}}_{\text{abs}}^j) = \left[(x^i - x^j), (y^i - y^j), (z^i - z^j), (x^i - x^j), (y^i - y^j), (z^i - z^j) \right]^T \quad (7)$$

式中, x, y, z 为地心地固坐标系的位置,可由惯性导航系统输出的地理纬度经度和高度 (L, λ, h) 得到; $\dot{x}, \dot{y}, \dot{z}$ 为相同坐标系下速度,由惯性导航系统输出速度 v_E, v_N, v_U 得到。

2 协同导航算法

根据协同导航的量测模型与状态模型,进行协同导航滤波估计。

1) 对 $\bar{\mathbf{x}}^i, \bar{\mathbf{P}}^i$ 进行初始采样。

通过对 $\bar{\mathbf{x}}^i, \bar{\mathbf{P}}^i$ 利用 UT 变换求取积分点集 ($\xi_l, \omega_l^a, l = 0:2n$), 其中, ξ_l 为积分点集, ω_l 为对应的积分权值, n 为协同滤波器状态 $\bar{\mathbf{x}}^i$ 的维数。

2) 量测方程传播积分点。

$$\theta_l^i = \mathbf{H}(\xi_l^i), \quad l = 0:2n \quad (8)$$

$$\hat{\mathbf{z}}^i = \sum_{l=0}^{2n} \omega_l^m \theta_l^i \quad (9)$$

式(8)为根据积分采样规则利用量测方程式(6)进行积分点集的传播。

3) 计算 $\hat{\mathbf{x}}^i, \hat{\mathbf{P}}^i$ 。

$$\hat{\mathbf{P}}^{i,zz} = \sum_{k=0}^{2n} \omega_k^i \theta_k^i (\theta_k^i)^T - \hat{\mathbf{z}}^i (\hat{\mathbf{z}}^i)^T + \mathbf{R}^i \quad (10)$$

$$\hat{\mathbf{P}}^{i,xz} = \sum_{l=0}^{2n} \omega_l^c \xi_l^i (\theta_l^i)^T - \bar{\mathbf{x}}^i (\hat{\mathbf{z}}^i)^T \quad (11)$$

$$\hat{\mathbf{K}}_k^i = \hat{\mathbf{P}}^{i,xz} (\hat{\mathbf{P}}^{i,zz})^{-1} \quad (12)$$

$$\hat{\mathbf{x}}^i = \bar{\mathbf{x}}^i + \hat{\mathbf{K}}_k^i (\mathbf{z}^i - \hat{\mathbf{z}}^i) \quad (13)$$

$$\hat{\mathbf{P}}^i = \bar{\mathbf{P}}^i - \hat{\mathbf{K}}_k^i \hat{\mathbf{P}}^{i,zz} (\hat{\mathbf{K}}_k^i)^T \quad (14)$$

4) 所有平台运算完毕后,进行信息交互。

首先各平台将估出的 $\hat{\mathbf{x}}^i, \hat{\mathbf{P}}^i$ 按如下公式分割

$$\hat{\mathbf{x}}^i = \left[(\hat{\mathbf{x}}_{\text{fix}}^i)^T (\hat{\mathbf{x}}_{\text{fix}}^{j_1})^T \cdots (\hat{\mathbf{x}}_{\text{fix}}^{j_m})^T \right]^T, \quad j \in N_i \quad (15)$$

$$\hat{\mathbf{P}}^i = \text{diag}(\hat{\mathbf{P}}_{\text{fix}}^i, \hat{\mathbf{P}}_{\text{fix}}^{j_1}, \cdots, \hat{\mathbf{P}}_{\text{rel}}^{j_m}), \quad j \in N_i \quad (16)$$

式中, 下标 fix 表示第三阶段滤波器状态; $\hat{\mathbf{x}}_{\text{fix}}^i$ 与 $\hat{\mathbf{x}}_{\text{abs}}^i$

维数相同; $\hat{\boldsymbol{P}}_{\text{fix}}^i$ 与 $\hat{\boldsymbol{P}}_{\text{abs}}^i$ 维数相同; 利用卫星导航系统和惯性导航系统进行组合导航得到的绝对导航信息, 将各平台估计出的 $\hat{\boldsymbol{x}}_{\text{fix}}^i$ 、 $\hat{\boldsymbol{P}}_{\text{fix}}^i$ 传递给其他平台, 同时交互次数加 1。

5) 重新构造状态初值, 再次进行滤波。

所有平台在接收到周围节点传递来的消息后, 按式(17)、式(18)进行排列组合, 生成新的 $\bar{\boldsymbol{x}}^i$ 与 $\bar{\boldsymbol{P}}^i$, 重复第 1~4 步, 再次进行滤波;

$$\bar{\boldsymbol{x}}^i = \left[(\hat{\boldsymbol{x}}_{\text{fix}}^i)^{\text{T}} (\hat{\boldsymbol{x}}_{\text{fix}}^i)^{\text{T}} (\hat{\boldsymbol{x}}_{\text{fix}}^i)^{\text{T}} \cdots (\hat{\boldsymbol{x}}_{\text{fix}}^i)^{\text{T}} \right]^{\text{T}}, \quad j \in N_i \quad (17)$$

$$\bar{\boldsymbol{P}}^i = \text{diag}(\hat{\boldsymbol{P}}_{\text{fix}}^i, \hat{\boldsymbol{P}}_{\text{fix}}^{ij}, \dots, \hat{\boldsymbol{P}}_{\text{rel}}^{ij_m}), \quad j \in N_i \quad (18)$$

6) 达到设定的最大交互次数后, 输出估计所有平台状态 $\hat{\boldsymbol{x}}_{\text{fix}}^i$, 完成协同导航。

3 仿真实验验证

为充分验证本研究方法的正确性和有效性, 采用 5 个无人机平台组成一个协同导航系统, 根据无人机接收到卫星的可见度系数设计了 6 种不同的场景进行仿真实验验证, 协同导航轨迹如图 2 所示。

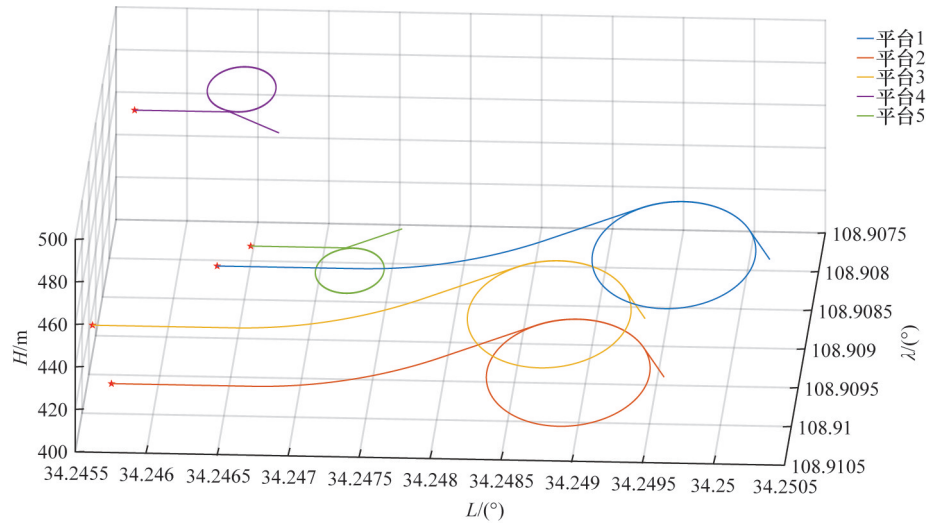


图2 5个无人机平台协同导航仿真轨迹

依据无人机平台与地面基站的关系和卫星可见数, 设置如下 6 个场景。

1) 场景 1: 5 个无人机平台在具有地面导航控制站点的通信功能范围外, 它们之间互不进行通信, 无法互相进行绝对协同定向导航, 即它们只能互相进行绝对协同导航。

2) 场景 2: 5 个无人机平台在现有地面导航控制站点的通信功能范围外, 它们之间互不同时通信, 只能同时进行绝对角度导航, 且 5 个平台的卫星可见度系数均为 3。

3) 场景 3: 5 个无人机平台在所有地面卫星控制站点的通信功能范围外, 它们之间相互进行通信, 1、2、3 无人机平台之间卫星可见度系数为 4, 4、5 无人机平台之间卫星可见度系数为 3。

4) 场景 4: 5 个无人机平台在具有地面导航控

制站点的通信功能范围外, 它们之间相互进行通信时应引入一个协同卫星导航, 它们的卫星可见度指数不大于 4。

5) 场景 5: 1、2、3 无人机平台在一个地面综合控制站进行通信服务范围内, 4、5 无人机平台在一个地面综合控制站进行通信服务范围外, 无人机平台之间相互进行通信需要引入一个协同平台, 所有协同平台的卫星可见度的数据均大于 4。

6) 场景 6: 5 个无人机平台在不同地面卫星控制站点的通信功能范围内, 平台只与 2 个地面控制站之间进行一个协同卫星导航(与国内传统卫星协同导航方式一致), 它们的卫星可见数量大于 4。

5 个无人机平台所携带传感器参数一致, 传感器参数如表 1 所示。

根据 6 个场景的仿真结果, 统计了 5 个无人机

表1 传感器参数配置

仪器	配置
陀螺仪	常漂:0.5(°)/h,随机游走0.1(°)/√h
加速度计	常漂:500 μg,随机游走100 μg/√Hz
卫星	伪距误差3 m,伪距率误差0.03 m/s
UWB	测距误差0.15 m,测速误差0.01 m/s

平台的均方根误差(RMSE)的平均值,详情见表2。通过场景1、2、3的对比,在只进行绝对导航的情况下,卫星可见数不足极大地降低了导航精度,但同样在卫星可见数不足的情况下,场景3中平台间通过协同导航,可达到卫星可见数大于4的场景2的精度;通过场景1、3、4、5的对比,同样在卫星可见数大于4的情况下,进行协同导航的场景3、4、5下的精度都高于不进行协同的场景1下的精度,且随着卫星可见数的增多和地面控制站的介入,运动平台群的整体误差逐步减小。

表2 6种场景下5个无人机平台的RMSE均值

场景	东向速度误差	北向速度误差	天向速度误差	纬度位置误差	精度位置误差	高度位置误差
1	0.0059	0.0053	0.0057	0.1976	0.2993	0.3045
2	0.0101	0.0211	0.0079	1.2849	0.5763	0.5700
3	0.0047	0.0088	0.0118	0.2618	0.2926	0.3047
4	0.0045	0.0056	0.0077	0.1395	0.2627	0.2072
5	0.0028	0.0038	0.0071	0.0525	0.0379	0.1252
6	0.0032	0.0049	0.0117	0.0610	0.0511	0.1282

为进一步观察各个场景下的导航结果,统计出4、5、6场景下的平均误差。可以观察到,场景1、4、5,卫星可见数都是4的情况下,误差是逐渐减小的,甚至场景5的精度略高于场景6中采用传统协同方案的精度,即使场景5中有2个平台在地面控制站通信范围外。为进一步观察,图3~图5给出场景4、5、6下各个平台的RMSE统计。

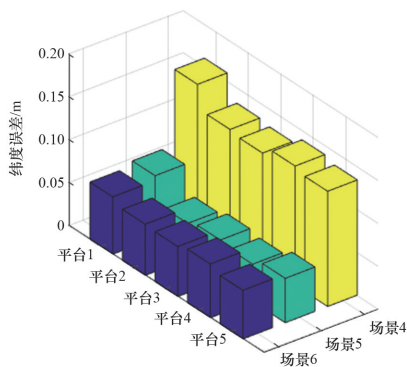


图3 纬度误差直方图

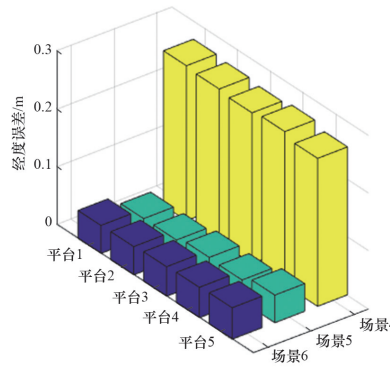


图4 经度误差直方图

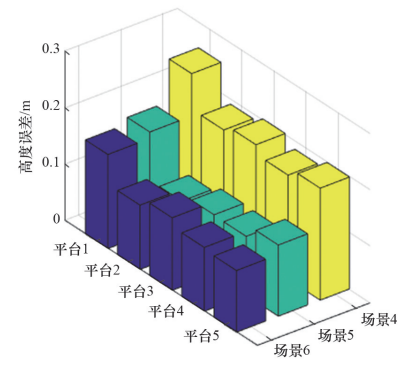


图5 高度误差直方图

从图3~图5可以看出,与场景4相比,场景5多了平台1、2、3在地面控制站通信范围内,但不仅平台1、2、3的误差减小了,平台4、5的误差也大幅降低,达到了场景6的水平。说明通过信息传递,平台4、5借由平台1、2、3的帮助提高了自身的精度,有效地利用了平台间的量测信息。

为验证多平台协同导航,设置了如下18条轨迹进行解算,设置平台间的通信范围为150 m。如图6所示,随着轨迹的运行,每个平台通信范围内的邻平台会越来越。根据仿真记录,1~20 s平台可与其他所有平台联通,然后于20~33 s可协作平

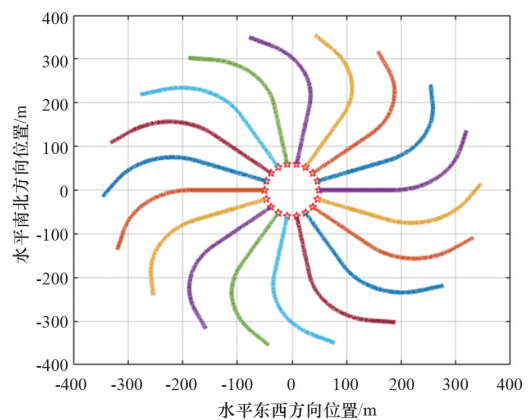
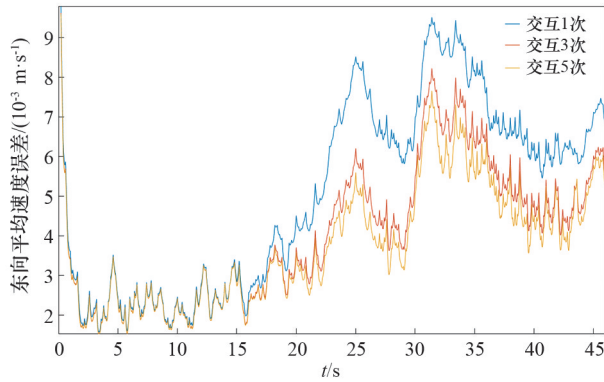


图6 考虑测距范围的多平台仿真轨迹

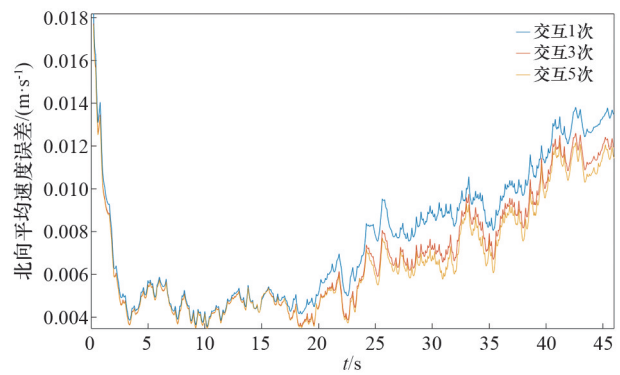
台数量迅速减少,从17个减少到了4个。采用协同算法信息交互1、3、5次的解算结果对比,仿真结果如图7所示。

观察图7可以发现,20~30 s时协同平台数量

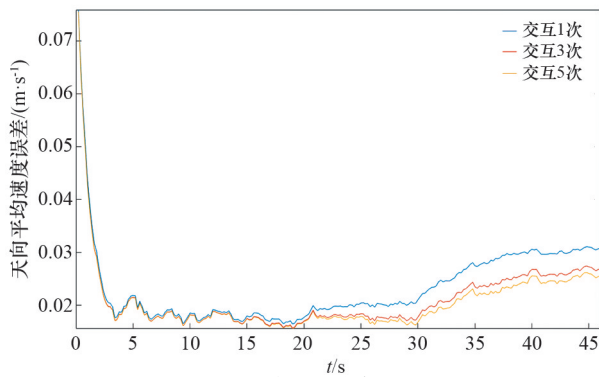
的减少对速度误差有一定影响,但对位置影响不大,且随着交互次数的增多,无论是位置误差还是速度误差都会减小。说明所提算法是有效的,其精度随迭代次数增加而增加。



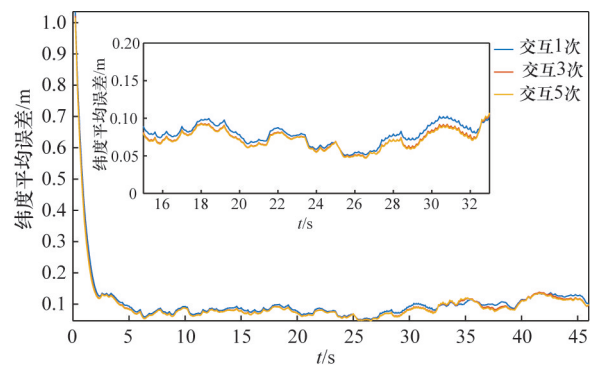
(a) 东向平均速度误差



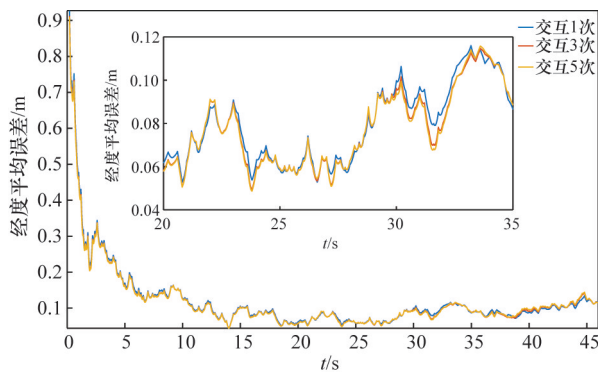
(b) 北向平均速度误差



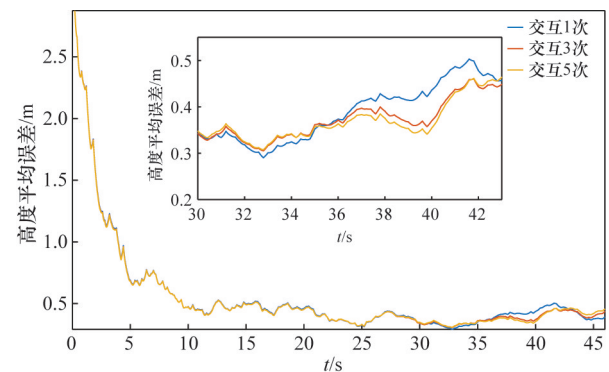
(c) 天向平均速度误差



(d) 纬度平均误差



(e) 经度平均误差



(f) 高度平均误差

图7 18个平台解算平均误差

4 结论

提出了一种适用于多种场景下多无人机平台的新型协同导航方法,该方法采用了绝对导航输出信息作为协同导航的初始值,建立了基于绝对导航和相对导航的协同导航状态空间模型,以相对导航

输出信息为协同导航的量测信息,构建了协同导航滤波器,通过多次迭代将各平台解算出的结果反馈到各平台自身的绝对导航,获取了全局最优导航结果。该方法还可扩展应用到无人车、智能机器人等无人系统集群的协同导航场景中。

参考文献(References)

- [1] 袁成, 董晓琳, 朱超磊. 2020年国外先进军用无人机技术发展综述[J]. 飞航导弹, 2021(1): 17-24.
- [2] 陈红梅, 常林江, 徐振方, 等. 复杂环境下GNSS/INS/UWB紧组合的无人机协同导航算法[J]. 仪器仪表学报, 2021, 42(7): 98-107.
- [3] Zhou Y, Cheng N, Lu N, et al. Multi-UAV-Aided Networks: Aerial-ground cooperative vehicular networking architecture[J]. IEEE Vehicular Technology Magazine, 2015, 10(4): 36-44.
- [4] 韩勇强, 李利华, 陈家斌, 等. 地面无人作战平台导航技术发展现状与趋势[J]. 导航与控制, 2020(4): 96-110.
- [5] Sivaneri V O, Gross J N. UGV-to-UAV cooperative ranging for robust navigation in gnss-challenged environments [J]. Aerospace Science and Technology, 2017, 71: 245-255.
- [6] 孙书利, 邓自立. 多传感器线性最小方差最优信息融合估计准则[J]. 科学技术与工程, 2004, 4(5): 334-336.
- [7] 周宏宇, 王小刚, 单永志, 等. 基于改进粒子群算法的飞行器协同轨迹规划[J]. 自动化学报, 2020, 6(14): 1-8.
- [8] Sun X, Xu H, Jiang J. AUV cooperative navigation algorithm based on factor graph[C]//2019 Chinese Control and Decision Conference (CCDC). Piscataway: IEEE, 2019: 18975598.
- [9] Xiong J, Xiong Z, Cheong J W, et al. Cooperative positioning for low-cost close formation flight based on relative estimation and belief propagation[J]. Aerospace Science and Technology, 2020, 106: 106068.
- [10] Savic V, Zazo S. Cooperative localization in mobile networks using nonparametric variants of belief propagation [J]. Ad Hoc Networks, 2013, 11(1): 138-150.
- [11] Meyer F, Hlinka O, Hlawatsch F. Sigma point belief propagation[J]. IEEE Signal Processing Letters, 2014, 21(2): 145-149.
- [12] Meyer F, Wymeersch H, Fröhle M, et al. Distributed estimation with information-seeking control in agent networks[J]. IEEE Journal on Selected Areas in Communications, 2015, 33(11): 2439-2456.

A collaborative navigation method of UAV platform based on message interconnection

LI Song

91977 Unit, Chinese People's Liberation Army, Beijing 100161, China

Abstract As a new navigation mode of drone swarm, collaborative navigation can make full use of the message interconnection between platforms and fuse all the measurement information for an optimal estimation of the whole system. Aiming at the problem of low estimation accuracy of distributed cooperative navigation algorithm, a three-stage cooperative navigation method is proposed in this paper. Firstly, the absolute navigation output information is used as the initial value of cooperative navigation, then the relative navigation output information is used as the measurement information of cooperative navigation and a cooperative navigation filter is constructed. Finally, the results calculated by each platform are recursively fed back to the absolute navigation of each platform until the global optimal estimation of navigation information is obtained. The simulation results show that the cooperative navigation method based on message interconnection proposed in this paper can effectively estimate the navigation information of each platform. Compared with the traditional navigation and positioning system and cooperative navigation scheme, it has higher anti-interference and stability, and can adapt to different complex environments.

Keywords collaborative navigation; message interconnection; collaborative filter; optimal estimation ●



(责任编辑 刘志远)