

doi: 10.3969/j.issn.1006-1576.2011.08.017

## 协同传感器数据分发问题

盖世昌<sup>1</sup>, 许腾<sup>2</sup>, 陈小兰<sup>1</sup>

(1. 海军指挥学院研究生1队, 南京 210016; 2. 海军指挥学院合同战术教研室, 南京 210016)

**摘要:** 为了可靠高效地传递传感器数据, 提出协同传感器数据分发的概念。给出数据分发网络模型, 并对数据分发中涉及到的数据类型进行分析。分析协同传感器量测数据的分类需求, 在此基础上, 对协同传感器的数据分类方法进行探讨, 分别提出基于目标类型、作战任务和传感器类型的传感器数据分类方法, 给出传感器数据分发流程。该方法为进一步研究编队各平台之间信息共享的实现提供了参考。

**关键词:** 数据分发; 传感器子网; 体系结构

**中图分类号:** TJ02 **文献标志码:** B

## Collaborative Sensor Data Distribution

Gai Shichang<sup>1</sup>, Xu Teng<sup>2</sup>, Chen Xiaolan<sup>1</sup>(1. No. 1 Brigade of Postgraduate, Naval Command Academy, Nanjing 210016, China;  
2. Staff Room of Combined-Arms Tactics, Naval Command Academy, Nanjing 210016, China)

**Abstract:** In order to transfer sensor data reliably and efficiently, proposes the concept of collaborative sensor distribution data, gives data distribution network model, analyzes the data types involved in data analysis method, and then analyzes of the demand for data classification of the collaborative sensor. On the basis of the above analysis, discusses the methods of data classification of the collaborative sensor, proposes the data classification methods of sensors based on the target type, operational tasks and the types of sensors, and also presents the process of the sensor data distribution. The method provides a reference for the further study of information sharing between the formation implementation of the platforms.

**Keywords:** data distribution; sensor subnet; architecture

### 0 引言

现代海战往往是以舰舰和舰空组成合同战术编队。编队协同作战要求编队内各作战单元能共享彼此所获取的战场态势信息, 同时要能对战场态势信息形成一致的认知和理解, 即在所有作战单元内要形成统一的战场态势信息。共享信息的需求要求各作战单元的传感器数据必须在作战编队范围内得到可靠传输, 数据链将充当这一传输媒介。协同作战包括战场感知协同、作战指挥协同和火力打击协同3个方面的内容<sup>[1-2]</sup>。这就说明, 在协同单元之间不仅要传递传感器数据, 还要传递指挥控制指令信息、协同单元的自身位置和航向信息、目标分配等信息。由于数据链的传输带宽有限, 所以不能简单地实时共享所有协同单元的传感器信息, 因为在这种共享方式下, 随着目标和协同单元数量的增加, 传输带宽需求将急剧增加, 可能会造成传感器数据的丢失。必须采取一定的策略和处理方法, 在有限的带宽约束和满足一定跟踪精度的条件下, 对协同传感器数据进行分发, 合理充分的利用传感器数据。因此, 笔者对协同传感器数据分发问题进行研究。

### 1 数据分发网络模型

通过数据链的连接, 协同作战的节点上的传感器形成了一个协同编队范围内的传感器网络, 协同传感器数据将在这一网络内传输, 成为各协同节点的共享资源。如图1, 假设传感器网络的模型是一个通用的传感器网络模型, 当改变节点间的连接关系后, 该模型可表示集中式、等级式和分布式的传感器网络<sup>[3]</sup>。该网络模型中有 $M$ 个节点, 当目标量测信息在传感器节点之间交互共享时, 由于传感器节点所处的空间位置的差异性, 接收节点必须要将所接收的目标信息转化为本地状态空间中的信息。在图1中, 这种转换过程用算子 $T_{ij}$ 来表示, 其中 $i$ 为发送节点,  $j$ 为接收节点, 这种转换包括坐标系的旋转与转换等。另外, 由于数据在网络中传输时间延迟以及各传感器的扫描频率的不一致性, 还必须对传感器数据进行时间统一, 使得参与融合的各传感器数据是同一时刻的传感器量测数据。

在图1的协同传感器网络中, 通过一定的规则选取传感器组成一个协同传感器子网, 在协同子网

收稿日期: 2011-04-16; 修回日期: 2011-05-05

作者简介: 盖世昌(1979—), 男, 山东人, 博士, 从事海军合同战斗效能分析研究。

内部实时共享所有传感器量测, 然后将其量测融合后的数据(目标点迹)按照 DR 算法<sup>[4]</sup>思想分发给协同子网之外的传感器节点, 以此来实现在一定的精度约束下对传输带宽需求的减少。数据分发网络结构如图 2。

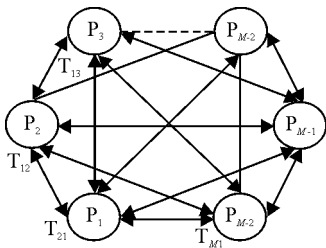


图1 协同传感器网络模型

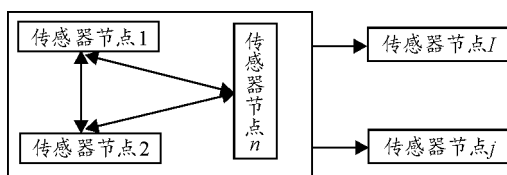


图2 数据分发网络结构

图2中, 协同传感器子网是一个动态网络, 其组成节点随着时间的推移和战场态势的变化会有所改变, 某些节点可能因为丢失了目标等原因退出子网, 而另一些节点由于符合了成为子网成员资格而加入进来。在协同子网内部传感器节点之间实时共享所有的量测数据, 为获得一致的战场态势图像, 必须在每个传感器节点采用相同的数据处理方法, 由于非协同子网节点在某种条件下也可能成为协同子网节点, 所以在非协同子网节点也必须维护一个与协同子网节点相同的数据处理方法。协同传感器子网数据经过融合处理之后按照一定的周期分发给非子网节点, 使其能建立一个满足一定精度要求的战场态势图像。

## 2 传感器数据类型

### 2.1 数据分类需求

在协同作战过程中, 由于参战单元的多样性, 参与感知战场态势的传感器的种类也将具有多样性。这样, 在协同单元之间传输的目标状态信息将具有各不相同的频率特性和精确度<sup>[5]</sup>。另外, 对于不同的战术任务, 各作战单元之间所需要传输的信息也将各有不同, 例如在执行协同战场态势监测任务时, 并不需要作战单元之间实时传输传感器获取的目标点迹信息, 而只需要交换目标航迹信息即能满足任务需求。在同一次战术任务中, 不同的作战单元对目标信息的需求也会不尽相同, 例如担负直

接对目标进行攻击的作战单元需要得到火控质量的传感器量测, 而其他作战单元对目标信息质量的要求则没有这么严格。协同作战单元之间根据战术任务的不同, 对于目标的信息需求也有所不同, 这就要求在数据分发过程中必须支持多层次的数据获取能力, 根据用户需求提供不同级别的信息。CEC将未经处理的来自各传感器的目标原始量测信息, 实时传输给CEC网络内的每一个作战单元<sup>[6]</sup>, 对于作战单元同等对待, 不考虑其对目标信息需求的差异, 这样极大浪费了有限的网络传输带宽, 同时增加了各网络节点的数据处理负担。当目标数量较少时, 这种方式尚能保证作战任务的顺利完成, 当目标数量很多时, 必然会造成网络数据传输的拥塞和引起网络节点处理能力的超负荷。由于协同作战单元多层次的数据需求的存在, 必须对待分发的数据进行分类。这样, 对于不同类别的数据可以采取不同的分发策略, 例如战场态势级数据的分发频率就没必要同火控级数据一样。

### 2.2 数据分类方法

传感器数据的获取是通过“目标→传感器”这个流程进行的, 所以这个数据流既与目标特性有关系, 又与传感器特性有关, 还与根据相应作战任务相关。因此, 数据分类可以从目标特性、传感器特性和任务需求3个不同的角度来进行<sup>[7]</sup>。

#### 2.2.1 基于目标类型的传感器数据分类

海上合成编队遂行作战任务时, 其作战目标按照其运行速度的快慢可以将其分为高速目标和低速目标2大类。其中: 高速目标包括低空低探测度的巡航导弹、高速高空飞行目标以及高速掠海目标; 低速目标包括水面舰艇、鱼雷和潜艇。由于目标的速度差异, 传感器量测数据的变化速度也将各不相同。对于速度不同的目标, 协同子网融合数据对子网外的协同节点的分发频率应该是不同的, 对高速空中目标的数据分发频率要高于低速的水面目标和水下目标, 因为空中目标速度快, 战术威胁性大, 给我方武器系统留下的反应时间较短, 如果对目标状态信息分发的时间间隔过大, 将会导致协同子网之外的作战单元目标跟踪误差太大, 可能导致丢失目标, 这样就失去了协同作战的原有意义, 不能发挥出协同的作用。

#### 2.2.2 基于传感器类型的传感器数据分类

海上合成编队协同作战中数据融合涉及到的传

传感器主要有雷达、红外搜索跟踪图像传感器、光电传感器、敌我识别器、声纳、ESM 传感器等。

这几种传感器的工作原理各不相同，所利用的能量频谱也不相同，因此，各自所采集的目标信息呈现不同的特性，有些是电磁波信号，例如雷达、敌我识别传感器 (IFF) 以及 ESM 传感器等；有些是光信号，例如红外搜索跟踪图像传感器 (IRST) 和光电传感器 (EO)；还有的是声信号，例如声纳传感器。由于利用了目标的不同物理特性来进行目标探测与识别，这些传感器所获得的探测数据可能在某方面的精度很高，而在另一方面却很低，因此需要根据传感器的特性来决定其所观测数据的可用性，例如红外搜索跟踪图像传感器的角分辨率很高，利用其测量目标方位将能达到很高的精度，而它对测量目标的距离参数却无能为力。

### 2.2.3 基于作战任务的传感器数据分类

在协同作战的整个实施过程中，各作战单元所担负的使命任务是不相同的，有些作战单元是直接参与探测跟踪目标并对目标进行攻击的，有些单元只是参与战场监视和建立统一战场态势<sup>[8]</sup>。针对不同的作战任务，各作战单元之间传输的传感器数据是不同的，可以根据其实时性将其分为如下 3 个层次：

#### 1) 战场态势级

战场态势级信息是非完全实时信息，即允许信息最大传输延迟在 1 min 以上。战场态势级信息主要用于支持作战兵力及作战计划管理(包括兵力展开和兵力移动)，其信息组成主要包括战术信息、作战过程信息和敌方兵力信息。

#### 2) 战术级

战术级信息是近实时信息，主要用于支持作战兵力及作战指令管理(包括战术机动、兵力控制、武器或传感器指示以及目标—武器配对等)，其信息组成主要包括战术信息。

#### 3) 火控级

火控级信息是实时信息，主要用于支持火力控制(包括武器发射和空中火力支持、远程打击)，其信息组成主要包括火控质量的传感器量测信息。

## 3 传感器数据分发流程

当合同战术编队中某些协同单元中的传感器搜索到目标之后，将按照一定的规则组建传感器子网。在协同子网组建的基础上，所有子网内的传感器量

测数据将被子网内所有节点共享，这些量测数据在经过空间对准和时间校准之后，在每个子网节点中融合成唯一的目标状态信息，然后由协同子网节点按 DR 算法将目标信息分发给非子网节点，以此在非子网节点中建立目标航迹，数据分发流程如图 3。

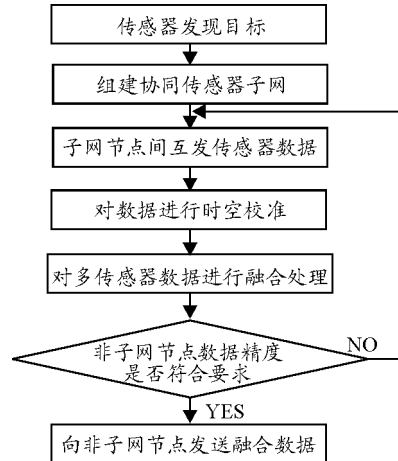


图 3 协同传感器数据分发流程图

## 4 结束语

协同传感器数据分发是编队各平台之间信息共享的基本条件，实现了编队各平台传感器数据的互通、互用。通过对协同传感器数据分发问题的研究，阐明了传感器数据分发的网络结构、数据类型以及分发流程，为进一步研究编队各平台之间信息共享的实现奠定了基础。

## 参考文献：

- [1] 吴燕. 传感器与综合火控系统组网的协同作战能力系统[J]. 情报指挥控制系统与仿真技术, 2005(2): 62-66.
- [2] Daniel Busch, Conrad J Grant. Cooperative Engagement Capability[J]. Military Technology, 2003: 8-9.
- [3] 周丰, 李敏勇. 网络中心战的体系结构特征[J]. 舰船电子工程, 2004(1): 25-27.
- [4] 杨明, 张冰. 分布交互仿真中DR技术综合评价[J]. 系统仿真学报, 1999, 11(6): 420-432.
- [5] Pao L Y, Baltz N T. Control of Sensor Information in Distributed Multi-sensor Systems[C]. Submitted in September 1998 for the American Control Conference, San Diego, CA, June 1999.
- [6] 顾云涛. 海军网络战及CEC系统的发展研究[J]. 舰船科学技术, 2003, 5(25): 34-36.
- [7] Kastella Keith, Musick. Stan comparison of sensor management strategies for detection and classification[A]. 9th National Symposium on Sensor Fusion[M]. March 1996, Naval Postgraduate School, Monterey, CA.
- [8] 张靖男, 杨建池. 计算机作战仿真中关于网络数据传输量问题的研究[J]. 计算机仿真, 2002(11): 7-9.