

doi: 10.3969/j.issn.1006-1576.2011.05.001

海上联合作战战场态势估计关键技术

庞文强¹, 周小程², 杨侃³, 闫艳坤⁴

(1. 海军驻天津地区航空军事代表局, 天津 300000; 2. 海军航空工程学院 研究生管理大队, 山东 烟台 264001;
3. 海军装备研究院, 北京 100191; 4. 中国人民解放军第 4328 厂 山西 长治 046000)

摘要: 为了得到客观和准确的海战场态势, 从目标识别技术、海战场态势信息检验技术和预测技术 3 方面对海战场态势估计关键技术进行了探讨, 并从完备性、准确性和时效性 3 方面对联合作战海战场态势信息的检验进行检验, 并建立矢量型的时空数据模型和面向对象的时空数据模型对海战场态势进行预测, 给出了具体方法。该研究可为海军通用联合作战海战场环境态势估计技术的研究提供参考。

关键词: 海上联合作战; 态势估计; 目标识别; 态势信息检验; 态势信息预测

中图分类号: O236 **文献标志码:** A

Key Technology of Battlefield Situation Assessment Based on Sea Integration Operation

Pang Wenqiang¹, Zhou Xiaocheng², Yang Kan³, Yan Yankun⁴

(1. Military Representatives Bureau of Navy in Tianjin, Tianjin 300000, China;
2. Administrant Brigade of Postgraduate, Naval Aeronautical & Astronautical University, Yantai 264001, China;
3. Naval Academy of Armament, Beijing 100191, China; 4. No. 4328 Manufactory of PLA, Changzhi 046000, China)

Abstract: For acquiring object and correct sea battle field situation, study the key technology from target recognition technology, sea battlefield situation information test technology and forecast technology. Test the situation information from integrity, correctness and prescription, establish vector space data model and object oriented space data model to forecast sea battlefield situation and the exact method is given. The study can give reference to navy general use integration operation battlefield situation assessment technology research.

Keywords: sea integration operation; situation assessment; target recognition; situation information test; situation information forecast

0 引言

联合作战的海战场将成为我军进行未来联合作战的主战场之一, 海战场环境的态势评估将是未来海上联合作战的基础, 可为指挥员认知掌握战场环境提供基本手段。由于态势评估涉及的信息种类多、技术难度大, 必须要对其关键技术进行深入研究。

在未来的海上联合作战中, 对目标和环境加以确认, 充分利用先进技术向指挥员提供更加一致、更加客观和准确的海战场态势是海军作战指挥系统迫切需要解决的问题之一^[1-2]。目前, 国外在海上联合作战战场态势估计关键技术的研究上发展很快, 在态势分析理论上取得了很大的进展。而国内的相关技术发展相对较慢, 还没有形成系统的理论体系和共同认可的观点^[3-4]。因此, 笔者就海上联合作战中的战场态势估计关键技术进行探讨。

1 海战场态势估计的内容

海上联合作战的态势估计内容主要包括海战场

态势要素的分析、海战场态势预测 2 部分。

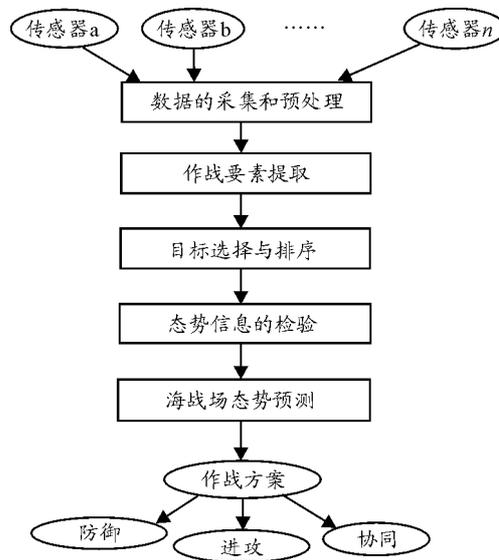


图 1 海战场态势估计的处理步骤

海上联合作战态势要素分析是指: 在海上联合作战的作战样式下, 提取海战场态势估计所要考虑

收稿日期: 2011-01-17; 修回日期: 2010-03-09

作者简介: 庞文强 (1985—), 男, 浙江人, 硕士, 助理工程师, 从事作战理论研究。

的各作战要素，并对各作战要素进行分析的过程。

海战场的态势预测，是根据海战场现在时刻和过去时刻的态势对下一时刻的战场态势进行预测，其中包括下一时刻敌方目标作战要素的计算，敌方可能的进攻事件的预测等，同时给出作战方案，包括进攻，防御还是进行协同作战等。

海战场态势估计的处理步骤流程图如图 1。

2 关键技术

在海上联合作战态势估计中，涉及到主要的关键技术有目标识别技术、作战要素的推理分析技术，以及海战场态势预测技术等。

2.1 目标识别技术

海战场上的威胁主要来自空中、水面和水下的目标，用于海战场上的目标识别手段主要有雷达、EMS、光电传感器和雷达成像技术^[5]。综合利用这些传感器可以得到海战场上目标的很多信息，应用这些目标信息采用相关技术进行目标识别是海上联合作战首要解决的问题。这里给出几种海上目标识别的关键技术。

1) 基于模糊聚类分析的海上目标识别技术^[6-8]。

由于传感器得到的目标作战要素数据为实数，其中包括目标的速度、发现的距离，反射的面积等，为了减少识别的空间，便于目标的分类和识别，需要对各种属性值进行模糊化处理。其中，模糊化后的属性包括速度、发现距离以及雷达反射面积依次按各自属性分为 4 类；对航迹的类型定义为直航、以直航为主、以机动为主、机动 4 类；对发现的方向则定义为以我方所在位置为原点的 4 个象限。

模糊聚类分析建立起了样本对于类别不确定性的程度，表达了样本属性的中介性，即建立了样本对于类别的不确定性的描述，能更客观地反映现实世界，从而可以成为海上目标识别技术的关键技术。通过模糊聚类技术可以根据目标威胁属性将目标分为几种类型，并对选择的目标进行排序。应用模糊聚类理论解决目标选择问题的主要优点是抗噪声能力很强，但收敛速度较慢，只有充分挖掘和利用实际作战中的先验知识指导聚类才有望在速度和质量上得到同步的提高。

2) 基于信息熵的目标识别方法^[9-10]

熵的概念可以用来衡量某一目标作战要素价值

高低的程度，即确定目标作战要素的客观权重。对相对优属度矩阵进行归一化处理，得到归一化矩阵，从而求出目标作战要素的熵值，对于越大的熵值，说明各方案在该目标作战要素上取值与该目标作战要素最优值间的差异越相近。如果决策者认为差异程度越小的目标作战要素越重要（因为这时从熵的观点看，目标作战要素不确定性大），则可将熵值进行归一化后作为该目标作战要素的客观权重；反之，如果决策者认为差异程度越大的目标作战要素越重要（从统计学的角度看，偏差大的指标更能反映各方案的差异），则可用熵的互补值进行归一化处理作为目标作战要素的客观权重。基于信息熵的目标识别方法收敛速度较快，但抗噪能力比模糊聚类方法要弱。

3) 基于 AHP 的目标识别方法^[11-12]

层次分析法（AHP）用于目标识别的基本思想是把复杂的作战态势中的各种作战要素划分为相互联系的有序层次，再根据对一定客观现实的判断，对每一层次的相对重要性给予定量表示，用数学的方法确定表达各个层次指标相对重要性的权重值，最后通过分析结果解决各作战因素的排序问题。基本的步骤如图 2。

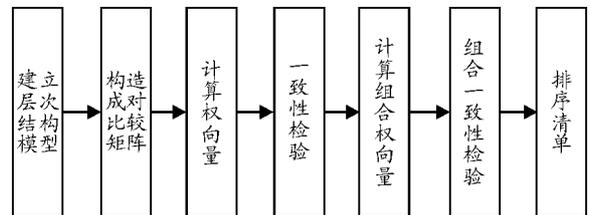


图 2 AHP 目标识别基本步骤

2.2 态势信息的检验技术

对于联合作战海战场态势信息的检验应从完备性，准确性和时效性 3 方面进行检验^[13]，并通过这 3 方面的内容综合检验目标的选择和排序结论。

1) 完备性检验。通常指对规定人物区域内感知态势中目标数量与客观态势中真实目标数量的吻合程度进行的检验，反映了用户所需态势信息的全面程度。

2) 准确性检验。通常是指对于当前海战场作战任务有关的信息与真实情况的吻合程度进行的检验。在联合作战海战场中的目标特征参数一般分为量化和非量化 2 种，量化的作战参数一般包括位置、速度等，非量化的参数一般包括目标类型、敌我属性等。对于量化的特征可采用误差的均方差进行衡

量, 对于非量化的特征, 可以通过统计其正确感知概率, 最后对这些统计的准确性进行合成, 形成最终的准确性度量。

3) 时效性检验。通常是指对在规定时间内到达的信息进行的时间上的检验, 如果信息未在规定时间内到达, 就会变得毫无意义。时效性检验反映了信息满足使用者时间要求的程度。

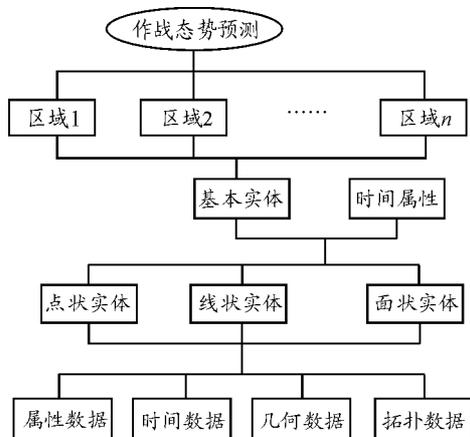
将上述指标综合起来就形成了对整体态势信息的检验和度量, 在检验过程中, 可根据先验对 3 个指标赋权重, 权重取决于海战场态势对于 3 个指标的依赖程度。

2.3 海战场态势预测技术

海战场态势预测是基于对当前态势的理解, 对未来可能出现的态势情况进行预测。态势预测是对态势实体运动参数的预测, 也是对战场未来态势的推断。建立基于时空的战场态势模型是实现联合作战海战场态势评估技术的关键和基础。

海战场上目标的作战要素具有时间和空间位置的属性, 空间位置随着时间属性进行变化。针对战场的实际情况可以建立矢量型的时空数据模型和面向对象的时空数据模型^[14]。

矢量型的时空模型是将空间实体抽象为点、线、面表示的几何要素, 用连续的点组成的弧形表示线状要素的位置和形状, 用多弧段形成闭合的面, 描述面的位置和形状; 通过拓扑关系来描述地理要素实体以及实体之间的关系, 包括包含关系、连接关系和邻接关系、关联关系等; 每一个地理实体含有其属性信息, 时间属性作为地理实体的重要属性之一。矢量型的时空模型如图 3。



面向对象的时空数据模型能够描述复杂的作战

要素的实体形式, 这个复杂的实体包括相同的属性信息和一致的时间信息, 采用面向对象的时空数据模型更能有效描述这类复杂实体。面向对象的数据模型针对海战场中目标的要素进行分类, 把复杂对象抽象为单一的几何实体, 然后用矢量的表达方法进行描述。在面向对象的时空数据模型中, 空间位置数据和时间数据是其重要特征, 数据的操作包括对空间和时间的操作方法和规则。

3 结束语

通过对联合作战海战场环境态势估计的关键技术进行初步探讨, 可为海军通用联合作战海战场环境态势估计技术的研究提供参考。

参考文献:

- [1] 孙儒凌. 战场态势的描述[J]. 军事系统工程, 1998(1): 226.
- [2] 刘明. 战场态势识别专家系统[C]. 全国人工智能及应用会议论文集, 1989.
- [3] 童志鹏, 等. 综合电子信息系统[M]. 北京: 国防工业出版社, 1999.
- [4] 戴自立, 等. 现代舰载作战系统[M]. 北京: 兵器工业出版社, 1990.
- [5] 马向铃, 等. 火控技术分析与设计[M]. 北京: 兵器工业出版社, 2009.
- [6] Zkim Le. Fuzzy relation compositions and pattern recognition. Inf Sci, 1996, 89: 107-130.
- [7] Kamel M S, Selim S Z. A threshold fuzzy c-means algorithm for semifuzzy clusteri-ng. Pattern Recognition, 1984, 17(5): 559-568.
- [8] Pal N R, Bezdek J C. On cluster validity for the fuzzy c-means model. IEEE Fuzzy System, 1995.
- [9] Zijian W, Eyuphan B, Boleslaw K.S. A Distributed Cooperative Target Tracking with Binary Sensor Networks[C]. IEEE International Conference on Communicatin Workshops, May 2008: 306-310.
- [10] Djuric P M, Vemula M, Bugallo M F. Target Tracking by Particle Filtering in Binary Sensor Networks[J]. IEEE Transactio-ns on Signal Processing, 2008, 56(6): 2229-2238.
- [11] 王莲芬, 许树柏. 层次分析法引论[M]. 北京: 国防工业出版社, 2005.
- [12] 苏曼, 等. 科学技术与工程[J]. 舰艇多目标威胁评估及可视化方法综合研究. 2010, 10(8): 1893-1894.
- [13] 臧垒, 等. C⁴ISR 系统作战效能评估指标体系研究[J]. 系统仿真学报, 2008, 20(3): 574-577.
- [14] 倪金生, 李琦, 曹学军. 遥感与地理信息系统基本原理与实践[M]. 北京: 电子工业出版社, 2004.