

# 基于知识库的舰船动力装置 战损抢修决策原型系统实现

杨勇<sup>1</sup>, 许伟<sup>2</sup>, 宗峰<sup>1</sup>

(1. 驻上海江南造船(集团)有限责任公司军事代表室, 上海 201913; 2. 海军工程大学, 武汉 430033)

**摘要:**进行了舰船动力装置战损抢修决策总体框架、关键技术、知识库的构建方法及战损决策相关算法的研究, 结合日常维修所涉及的问题和维修经验设计开发了基于知识库的舰船战损抢修决策原型系统, 针对系统的功能设计、软件结构设计、开发过程中的关键技术及实现问题进行了深入分析。

**关键词:**知识库; 舰船动力装置; 战损抢修决策系统

**本文引用格式:**杨勇, 许伟, 宗峰. 基于知识库的舰船动力装置战损抢修决策原型系统实现[J]. 四川兵工学报, 2014(12): 78-81.

中图分类号: U664.1

文献标识码: A

文章编号: 1006-0707(2014)12-0078-04

## Battle Damage Repair Decision Support System of Warship Power Based on Knowledge Base Construction

YANG Yong<sup>1</sup>, XU Wei<sup>2</sup>, ZONG Feng<sup>1</sup>

(1. Nvay in Shanghai Jiangnan Shipyard(Group) Co., Ltd, Shanghai 201913, China;

2. Naval Unival. of Engineering, Wuhan 430033, China)

**Abstract:** In consideration of the importance of ship power equipment battle damage repair decision method of overall framework and key technology, knowledge base building and battle damage decision related research of the algorithm on the basis of literature 1and2, combined with daily maintenance issues and repair experience, battle damage repair decision support system of warship power based on knowledge base is constructed. It is analyzed deeply in view of system function design, soft structure design and key techniques.

**Key words:** knowledge base ; warship power equipment; battlefield damage repair decision system

**Citation format:** YANG Yong, XU Wei, ZONG Feng. Battle Damage Repair Decision Support System of Warship Power Based on Knowledge Base Construction[J]. Journal of Sichuan Ordnance, 2014(12): 78-81.

随着我军使命任务的不断深入,对装备战损抢修的要求越来越高,特别是对舰员级的维修提出了更高的要求。一旦在远海和远洋中舰船执行作战任务舰船主动力装置发生战斗损伤需要进行战损抢修,舰员自身的维修技能和素质对于快速恢复舰船动力装置的生命力尤为重要。现阶段我军的战损抢修所进行的相关研究较国外特别是美军相对滞后,且维修决策大多是依靠经验,在决策的信息化和智能化上非常欠缺。国内以动力装置为研究对象开展战损抢修的研究工

作还是一片空白。本文针对我军舰船动力装置战损抢修决策目前存在的问题对其进行深入而具体的分析,对舰船动力装置战损抢修决策水平的提高可提供一定的指导作用;结合当前信息化和智能技术在决策中的应用研制开发了舰船动力装置战损抢修决策支持系统,该系统的研发将为我海军舰船战损抢修决策的信息化和智能化提供一定的参考作用<sup>[1-3]</sup>。

# 1 基于知识库的动力装置战损抢修决策总体技术研究

基于知识库的舰船动力装置战损抢修决策支持系统是以知识库为核心,进行知识管理和知识推理决策。将基于知识库的舰船动力装置战损抢修决策分为3个部分进行模块化,分别是知识库知识的处理、抢修决策方案的推理和抢修方案的生成入库。知识的处理模块是将战损抢修涉及的所有知识通过知识获取方法获取到知识库中,再用知识表示方法统一表示为知识库语言供系统识别;抢修决策方案推理模块是将系统输入的抢修目标案例按照基于案例推理的决策算法进行推理决策;抢修方案生成模块是将系统推理决策得出的抢修案例以知识存储的方式存入知识库的案例库中,供下次决策使用。

## 1.1 系统开发平台

### 1) 硬件平台

硬件开发平台:HP XW8000。

### 2) 软件平台

操作系统平台:Windows XP SP2;系统开发平台:Visual Studio. Net 2005 C#;语言编译系统:. Net Framework2.0 及以上版本;数据库平台:SQL Server2005 Express Management;地理信息平台:ArcGis Engine SDK for .Net。

## 1.2 系统总体功能设计

舰船动力装置战损抢修决策支持系统主要针对动力装置的损伤情况,在进行维修资源需求分析的基础上,综合考虑随舰维修资源、编队维修资源、后方维修资源、协同兵力、地方兵力部署等约束条件下,实现动力装置战损条件下的战损抢修决策功能,按照软件工程的思想,系统应能实现如下几个方面的功能:战损抢修资源需求分析知识库管理、维修资源数据管理、海军兵力部署数据管理、敌方兵力数据管理、战场态势显示、地理信息显示、抢修预案管理、战损抢修决策、抢修案例管理、信息输出、数据兼容、系统数据管理、系统权限管理等。按照软件工程的设计思想,依据系统功能需求,本文设计了如图1所示的系统总体功能结构。

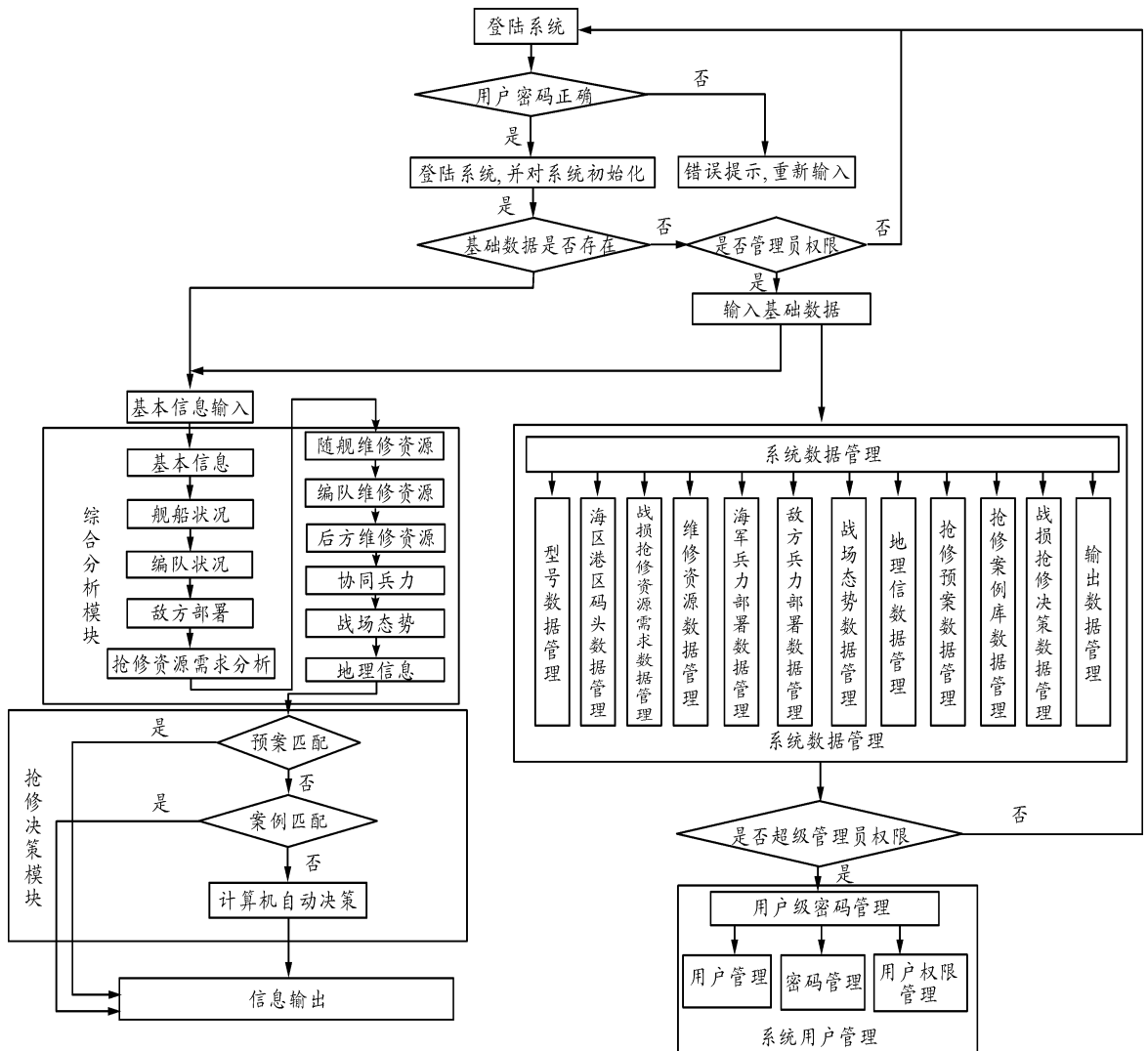


图1 系统功能设计

## 2 舰船动力装置战损抢修决策支持系统关键技术及实现

系统关键技术主要有数据库技术,知识库技术和地理信息技术。

### 2.1 系统数据库技术及实现

舰船动力装置战损抢修决策支持系统需要存储并管理与战损抢修决策过程相关的数据信息,主要包括基础数据和决策信息数据,需要以结构化形式和电子仓库 2 种形式进行存储,其中基础数据库主要包括型号数据、海区港区码头数据、后方维修资源数据、用户数据、抢修预案等内容,基础数据库是确保系统正常运行的基础,如型号数据库中在运行前必须确保输入一个型号舰船的数据,主要包括舰船基本信息、战技术性能指标、主要设备及布置(动力系统、电力系统、武器系统、通信系统、导航系统、辅助系统、舾装及属具等)、舱室组成及分布、舱室诸元、舰船浮稳性参数等信息;决策信息数据主要包括舰船型号、损伤情况、战损海区、地理信息、协同兵力、敌方兵力部署、维修资源、战场气候及战场态势等与抢修决策过程相关的数据信息。因此在构建数据库的过程中,需要充分分析系统数据库的需求及各个数据库表之间的关系,为抢修决策提供充分的数据支持。如战损抢修资源需求数据库结构,主要包括调用规则设定表,调用规则表、维修资源需求表、人员调用规则表、备品调用规则表、资料调用规则表、规则耗材表等内容,主要用于存储舰船在特定损伤条件下,所需的维修人员、维修工具、备件、资料、耗材等维修资源。

### 2.2 战损抢修知识库的构建

战损抢修知识库主要为动力装置抢修决策提供支持。战损抢修知识库的建立以战损抢修资源分析数据库为基础,用知识库管理模块的知识管理方法和推理机的推理方法管理战损抢修资源分析数据库。在进行抢修决策的过程中,系统根据动力装置的损伤情况,读取相应需求的维修资源,自动与维修资源数据库中的数据信息进行匹配,并根据匹配的程度进行抢修决策,文献[1]已深入研究了战损抢修知识库的组成结构及构建方法。

### 2.3 地理信息技术及实现

舰船的战场环境为海洋,其作战环境非常复杂,且动力装置的抢修决策与战场态势、敌方兵力部署、协同兵力、编队维修资源及后方维修资源等息息相关,因此为了快速给决策人员提供直观、准确的决策依据,需要将各类信息通过地理信息系统直观地呈现出来。地理信息系统是以采集、存储、管理、处理分析和描述整个或部分地球表面与空间和地理分布有关数据的空间信息系统,随着 GIS 技术的发展,出现了如 ARCINFO、MAPINFO 和 GENAMAP 等著名软件,控件的形式内嵌到 .NET 开发环境中,从而实现与 .NET 的紧密集成。因此本文将对于 ARCGIS ENGINE 的舰船战损抢修决策系统中的地理信息模块开发进行研究。ArcGIS Engine 主要包括 ArcGIS Engine Runtime 和 ArcGIS Engine Developer Kit,其

中前者为是运行所有 ArcGIS Engine 应用程序所必须的环境,ArcGIS Engine Developer Kit 则为开发工具包,其不仅提供开发过程中的相关控件,同时提供了开发人员用于建立自定义应用程序的嵌入式 GIS 组件的完整类库,在 .NET 环境中进行开发的过程中,可以直接调用相关控件和类库,在 .NET 中引用相关类库的代码如下所示:

```
using System;
using System.Windows.Forms;
using ESRI.ArcGIS.esriSystem;
using ESRI.ArcGIS.Carto;
using ESRI.ArcGIS.Controls;
using ESRI.ArcGIS.ADF;
using ESRI.ArcGIS.SystemUI;
using ESRI.ArcGIS.Geometry;
using ESRI.ArcGIS.Analyst3D;
using ESRI.ArcGIS.Geodatabase;
using ESRI.ArcGIS.Display;
using System.IO;
```

## 3 基于案例推理的抢修决策方法

基于案例推理(CBR-Case based reasoning)决策方法是美国耶鲁大学的 Roger schank 于 1982 年在《Dynamic Memory》一书中首次提出的<sup>[3-5]</sup>。

将案例各项信息用集合表示为:

$$G_i = (ABCDEFH)$$

式中: $G_i$  表示目标案例; $A$  表示案例名称; $B$  表示系统名称; $C$  表示损伤程度; $D$  表示设备名称; $E$  表示名称编号; $F$  表示损伤模式; $H$  表示抢修方案。 $A$ 、 $B$ 、 $C$ 、 $D$ 、 $E$ 、 $F$  均是已知量, $H$  为所求量。

在计算中,所求抢修方案  $H$  的决定因素是损伤程度  $F$ ,应用欧式距离逐个计算目标案例与源案例的相似度。方法如下:

(1) For(int  $i = 1; i < = n; i++$ );

$$(2) D_{ii} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (G_1 - G_i)^2}$$

(3) Int minD = D 0;

for(int  $i = 1; i < arraySize; i++$ )

If(min  $d > D[i]$ )

{

minD = D[ $i$ ];

}

Return max D;

## 4 原型系统

按照前文研究的系统功能结构和系统实现的关键技术,以及软件开发平台,设计开发了基于知识库的舰船战损抢修决策支持系统,系统界面如图 2 所示。系统具有战损抢修资

源需求分析知识库管理、维修资源数据管理、海军兵力部署数据管理、敌方兵力数据管理、战场态势显示、地理信息显示、抢修预案管理、战损抢修决策、抢修案例管理、信息输出、数据兼容、系统数据管理、系统权限管理等方面的功能。针对设定的动力装置损伤情况,在进行战损抢修决策之前,还需要进行信息综合分析,主要包括:抢修资源需求分析、随舰维修资源分析、编队维修资源分析、后方兵力部署分析、后方维修资源分析、战场态势分析等辅助决策信息,从而完善决

策的要素,抢修资源需求分析界面如图3所示。在完成综合信息分析之后,即可利用软件进行动力装置战损抢修计算机自动决策,如图4所示。在完成抢修决策之后,系统将自动转入信息输出界面,如图5所示,主要包括损伤信息、决策信息、决策日志,上述3类信息可通过3种方式进行输出:信息输出、数据输出和打印输出,其中数据输出主要实现将损伤信息、决策信息、决策日志等信息转化为xml格式并进行输出,从而实现与Winchill平台数据格式的兼容。



图2 基本信息输入



图3 战损抢修资源需求分析



图4 自动决策界面



图5 信息输出

## 5 结束语

在前期研究成果(文献[1])的基础上开展研究,通过舰船动力装置总体技术的研究、关键技术的实现及决策方法的选择实现了基于知识库的舰船动力装置战损抢修决策支持系统的开发,为今后的战损抢修决策智能化提供非常大的帮助。

## 参考文献:

[1] 许伟. 基于知识库的舰船应急抢修决策支持系统研究[J]. 中国修船, 2012, 25(4): 43-46.

[2] 李传梁. 装备战场抢修[J]. 四川兵工学报, 2008, 29(4): 102-104.

[3] 王建胜, 孙国林, 李明友. 美军战场抢修能力建设及其对我军的启示[J]. 装备指挥技术学院学报, 2010, 21(5): 46-49.

[4] Aamodt A, Plaza E. Case-based Reasoning: Foundational issues, methodological variations, and system approaches [J]. AI Communications, 1994, 7(1): 39-59.

[5] Shin K, Han I. A Case-based approach using inductive indexing for corporate bond rating [J]. Decision Support Systems, 2001, 32(1): 41-52.

(责任编辑 杨继森)