

基于 SOA 的舰船安全平台集成架构^①

郭文刚

(中国电子科技集团公司 电子科学研究院, 北京 100041)

摘要: 舰船安全信息化集成的不断深入发展使舰船安全平台需求也发生了一些变化, 舰船的安全设施和安全系统的服务化集成成为舰船安全建设的一个亟待解决的问题。针对这种情况, 本文提出基于 SOA 的舰船安全平台集成架构进行设计研究, 通过采用 EJB 组件进行开发, 利用 WSDL 来描述架构集成接口, 各个流程的服务设计采用聚类算法, 最终设计并实现了一个基于 SOA 的舰船安全平台集成框架, 并给出了舰船安全管理平台服务化集成的算法实现, 研究表明, 数字化舰船中的舰船安全设备与其他舰船安全信息系统可以实现无缝集成, 较好的解决舰船安全平台信息资源不能有效共享问题, 可以在武器平台舰船信息安全系统里进行实际应用。

关键词: SOA; 舰船安全平台; 安全设备; 安全系统; 集成

Integrated Architecture of Ship Security Platform Based on SOA

GUO Wen-Gang

(China Academy of Electronics and Information Technology, China Electronic Science & Technology Group Inc., Beijing 100041, China)

Abstract: The deep development of information-integration of ship security changes the need of ship security platform. The integration of ship security equipment and security system becomes a problem urgently to be solved in ship safety construction. In view of this, this paper proposes the design of integrated architecture of ship security platform based on SOA. EJB components will be used to develop the system and WSDL will be applied to describe the architecture integration interface. Added that each process of service designs is using the clustering algorithm, it aims to achieve an integrated architecture of ship security platform based on SOA, and also shows the algorithm implementation of service integration of ship safety management platform. The research proves that it can realize a seamless integration of ship safety equipment and other ship safety information system in digital ship. It effectively solved the problem that ship security platform information resources cannot be shared each other, and can be applied in the weapon platform ship information security system practically.

Key words: SOA; ship security platform; safety equipment; security system; integration

SOA(Service-Oriented Architecture, 即面向服务的架构)是一种建设 IT 基础设施架构的逻辑方法, 它支持可组合、廉价、快速的分布式应用的开发, 而服务则是其开发应用的基本元素。SOA 的优点主要体现在松耦合、粗粒度、跨平台、服务接口标准化和服务封装性等方面, 使 IT 基础设施更具有柔性、重用性和互操作能力^[1]。

在现代科技信息化水平不断提高和飞速发展的推动下, 舰船的安全需求也不再局限于传统的安全需求,

现在的舰船安全需求日益集中在舰船武器平台的安全设施以及服务化集成安全系统方面, 这也是舰船安全平台建设的关键。舰船由于受内外部复杂环境的影响, 再加上原有的安全系统与新安全系统共存, 造成舰船其安全设备受多方面复杂因素的影响, 影响舰船安全工作的开展。新时期, 人们也逐渐密切关注舰船的安全性能, 而且人们也日益认识到舰船安全已处于相当重要的地位, 然而集成化的舰船安全平台的发展却处于滞后的状态。现在已经集成化的是安全系统及安全

^① 收稿时间:2014-04-01;收到修改稿时间:2014-05-20

设备的服务化,但是将二者融合进舰船安全平台的集成化研究以及这方面的应用还比较少.为切实推动舰船安全工作能全面有效开展,本文对舰船安全平台集成架构进行了研究设计,通过对各舰船的安全设备和新旧系统的整合集成,达到使用方便,提高效率的目的.

1 基于SOA的舰船安全管理平台架构设计

舰船管理尤其是安全管理方面,其复杂程度及规模都非同一般,所以舰船的安全性能受到很多因素的影响.舰船的设计也只是一个方面,安全系统及安全设备,舰船零部件,外部环境的冲击,舰船人员操作的失误,内部还存在所携带的存在危险性很高的物质^[2].所以,需要协调舰船各相关部门,进而相互协同和配合,运用相关的技术方法和机制达到各部门实现共享数据信息的目的,只有这样才能有效构建和集成舰船安全平台,才能真正实现舰船安全合理高效的管理及其服务水平的提高,进而使舰船的安全系统有效运行.

舰船管理各功能和业务虽然有分割,但联系紧密,舰船管理的不同部门之间所应用的实现技术、安全系统、数据格式、业务流程存在一定的差异.在有效提高各部门之间的工作的协调效率,有必要集成各部门之间的信息系统,构建舰船安全数据综合信息平台,进而使舰船不同部门之间的数据安全系统及信息能透明统一的进行操作,使舰船安全平台操作者对各部门的数据信息及应用程序能透明的访问和操作共享,进而为舰船安全决策者综合利用舰船各部门的数据提供合理决策和依据^[3].

本文所设计研究的难点也是重点就是采取什么样的方式集成舰船安全系统和各安全设备,使不同部门之间的设备、系统及数据格式能在舰船安全平台上得到有效解决,实现各部门之间的信息有效共享和交流.针对舰船安全平台集成的需求,本文利用 SOA 技术,提出了基于 SOA 的舰船安全管理平台集成架构,该架构有效融合了安全系统和安全设备,也就是将舰船安全系统软硬件进行合理有效集成.其中安全设备由虚拟安全设备层、安全设备容器层以及安全服务适配层 3 层组成,可解决舰船各部门安全子系统和舰船安全设备间信息数据和通信共享的问题.舰船多个安全数据源系统如控制管理系统、舰船内外通信系统、网络

管理系统、武器装备系统等舰船安全子系统采用的开发技术都有所不同、开发平台和数据库平台也存在一定的差异,本集成则可以解决不同系统不兼容的技术问题,协调不同系统的数据差别和数据交互模式.

2 基于SOA的舰船安全管理平台集成框架模型

基于以上对舰船安全管理平台架构设计的思路进行阐述,本节着重对基于 SOA 的舰船安全管理平台集成框架进行设计.

2.1 基于 SOA 的舰船安全管理平台集成模型的设计

在基于 SOA 的舰船安全管理平台集成模型中,主要包括舰船安全设备的集成和舰船安全系统的集成.

在舰船设备的集成框架中,该框架在应用接口层面上,通过将舰船设备功能抽象成虚拟设备机制,同时把虚拟设备服务作为 SOA 的服务发布供应用软件调用,使基于 SOA 的数字化舰船应用系统无需对设备驱动控制等底层功能编程,将传统的具体舰船安全设备与应用系统的紧耦合解耦;在数据层面,统一将各种设备产生的数据转换到国家舰船标准,与其他舰船信息系统实现数据共享^[4].基于 SOA 的舰船安全管理平台集成模型如图 1 所示.

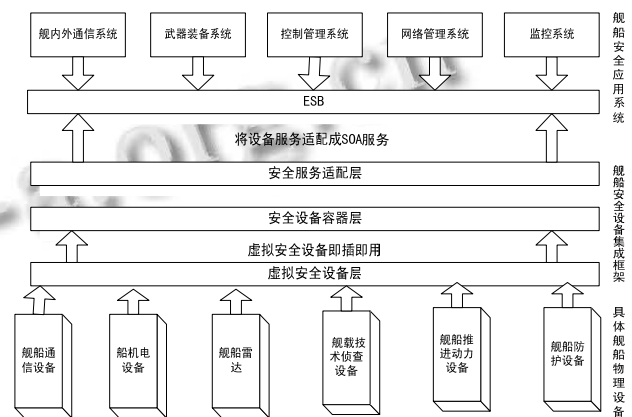


图 1 基于 SOA 的舰船安全管理平台集成模型

在图 1 中,舰船安全设备集成层包括了安全服务适配层、安全设备容器层和虚拟安全设备层.

(1) 虚拟安全设备层

虚拟安全设备层主要包括舰船通信设备、舰船机电设备、舰船雷达、舰载技术侦查设备、舰船推进动力设备和舰船防护设备,在其结构设计的过程中,采用了虚拟的安全设备机制,如图 2.

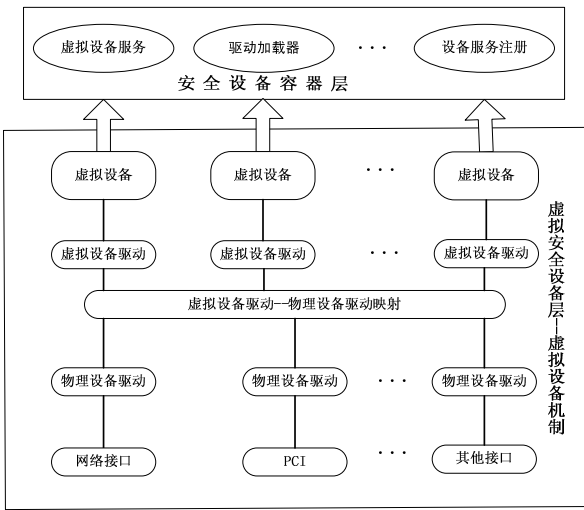


图 2 虚拟安全设备的结构

图 2 中，每个虚拟设备向外提供一个功能服务接口，每个接口将具有相同或相似功能的安全设备操作进行抽象。虚拟设备的实现需要虚拟安全设备的驱动，由虚拟设备驱动来调用具体的物理设备驱动来实现底层的操作。

(2) 安全设备容器层

安全设备容器层是舰船安全管理平台的核心部分，具有安装、识别、更新、部署舰船安全设备的功能。除此之外，安全设备容器层还可进行数据转换，将舰船安全设备的数据转换成相应的舰船安全数据标准，然后同步到舰船安全数据中心，再将标准数据映射到 SOAP 上，方便其他舰船安全服务调用^[5]。在设计安全设备容器层时，为了实现 SOA，从而实现面向 XML 的 Web 服务，采用了 EJB 组件进行开发，通过使用基于 XML 的语言 WSDL 来描述接口，将服务转到更动态且更灵活的接口系统中。

如图 3 所示，安全设备容器层包括安全数据管理、安全设备管理和虚拟安全设备及驱动管理。

(3) 安全服务适配层

安全服务适配层将安全设备服务以及相关管理构件进行集成，形成 SOA 服务，通过适配层与舰船其他安全系统进行通信^[6]。在本文的模型中，Web 服务供基于 SOA 的数字化舰船客户端系统调用。

2.2 舰船安全管理平台的工作流程

在舰船安全平台集成模型中，各智能化舰船安全子系统的数据库对应着集成模型中的异构数据源层。各子系统为使自己能够加入到信息集成平台中，

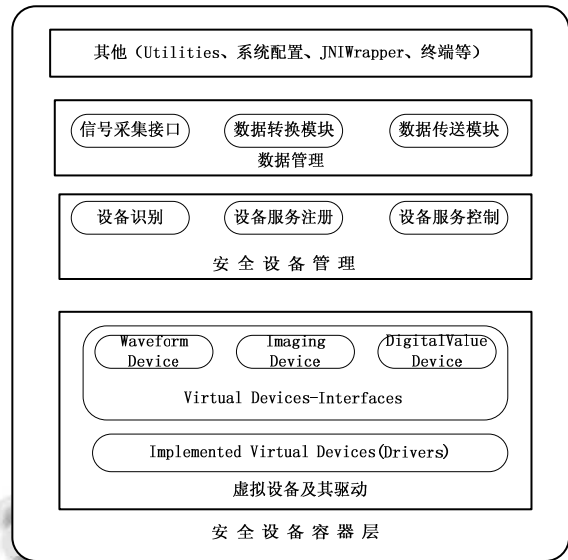


图 3 设备容器层逻辑框图

使一些共享的信息能够利用集成的业务模块，就要首先从资源系统中提取共享数据，生成相应的 XML 文档，存储到服务器上^[7]。Web 服务对 XML 文档进行监听，将监听到的 XML 数据外置到互联网；并且通过监听的方法监听数据的变化，及时反映到其他系统，以保证数据的一致性。在舰船安全管理的工作流程中，各个阶段的管理活动具有一定的依赖关系，可以通过聚类算法设计各个流程的服务。旨在确定不同的服务之间存在的依赖关系，便于服务的匹配，从而保证集成平台的工作流程能够有序地进行。

在聚类算法实现的过程中，首先需要确定不同活动之间的依赖关系的度量值，其定义如下：

$$|Df(a_i, a_j)| = \sum_{l=1}^k (\alpha_l \times l_l), \alpha_l \text{ 表示各流程输入信息和输出信息的权重。}$$

$|Dr(a_i, a_j)| = \sum_{l=1}^k (\alpha_l \times l_l), \alpha_l \text{ 表示不同流程所使用的共享资源的权重。}$

$$|D(a_i, a_j)| = \beta |Df(a_i, a_j)| + |Df(a_i, a_j)| + \gamma |Dr(a_i, a_j)| + |Dr(a_i, a_j)|,$$

其中， β 表示不同流程之间依赖性所占的权重， γ 表示不同流程共享资源依赖性的权重，对于不同的安全管理流程， β 和 γ 取值不同。

安全管理流程活动依赖性的度量值可以推广到活动和流程、流程和流程以及流程内部依赖性的度量，

$$D(BP) = \sum_{a_i \in A} D(a_i, BP)$$

流程 BP 内部的依赖性定义为

流程聚类的优化目标函数是要求流程的总体依赖性最小，

可表示为:

$$\text{Min}\{D(BP)\} = \text{Min}\left\{\sum_{a_i \in A} D(a_i, BP)\right\}$$

舰船安全平台集成成功与否与舰船安全平台集成管理的服务粒度直接相关. 粗粒度的成本虽低但服务柔性较差; 与之相反的是细粒度具有较高的服务柔性, 但成本也高^[8]. 本文在控制流程模块的粗细粒度的算法运用上使用控制变量, 服务的粗细粒度用 $\text{size}(BS)$ 表示, a_i 表示流程中的一个活动, PM_k 表示 BP 的流程模块, 其依赖性表示为

$$D(a_i, PM_k) = \sum_{a_j \in PM_k} \frac{D(a_i, a_j)}{\text{size}(PM_k)^s}$$

该服务设计算法的相关步骤表示如下:

第一, 将流程控制的活动 a_i 指定给流程模块 PM_i , 计算内部依赖性度量值 $|D_a(BP)|$, 系统设置为不稳定, 即 $SS=false$.

第二, 随机自由选择活动 a_k , 计算流程模块与 a_k 之间的依赖性 $|D(a_i, PM_k)|$; 如果 $|D(a_i, PM_k)|$ 的取值最大, 则将活动 a_k 指定到 PM_i 中, 计算 $|D_b(BP)|$, 如果 $|D_b(BP)| < |D_a(BP)|$, 则该模块中正式指定 a_k ; 如果与之相反则需要本步骤重复操作.

第三, 若流程模块的相关设置有变化, 则需要删除重复的模块, 空模块, 还包括所包含的一些模块, 重复第二个步骤, 如果流程模块设置并没有发生变化, 则重复第二个步骤.

(4) 若算法多次重复之后 $|D(BP)|$ 保持不变, 则系统表示稳定即 $SS=true$, 结束算法.

在密集而复杂的矩阵中, 被留下来的是一些模块外的单元格, 这些模块之间的交互被定义为交互点, 服务与其他服务在交互点中所涉及的依赖关系可转换为交互的接口.

3 基于SOA的舰船安全管理平台集成架构的关键技术研究

3.1 舰船安全管理平台集成的关键技术

基于 SOA 的舰船安全管理平台集成实现的关键技术体现有两方面, 一是 Web 服务器与交互的架构, 二是信息集成用 Web Services 实现. SOA 集成提供的是抽象的接口, 通过该接口本系统与其他系统交互, 并不是使用自定义和底层的协议接口来设定本系统与其他系统之间的交互^[9]. 系统出现的形式是服务式的, 选择系统与其交互, 发现那些服务也比较简单, 在运行时可与其绑定. 通过互联网在 Web 系统间互访时,

数据形式都是基于 XML 的, 当 XML 文档获得后, 要想在数据库中将 XML 文档映射成其数据表一样的结构可以通过强类型转化即可, 以供其他子系统以及 Web 应用程序使用. 添加一个 Web 方法在 Web Service 中即可对 XML 文档处置. 例如对舰船安全设备监控服务的定义如下所示:

```
DeviceMonService.wsdl
DeviceMonService.wsdl
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8">
<definitions name="DeviceMonService"
targetNamespace="http://localhost/DeviceMonService/w
sdl/DeviceMonService.wsdl
xmlns:binding="http://www.DeviceMonService/definitio
ns/DeviceMonServiceInterface">
<service name="DeviceMonService">
<port binding="binding:DeviceMonBinding"
name="DeviceMonPort">
<soap:address
location="http://localhost/DeviceMonWeb"/>
</port>
```

Web 服务器架构的实现需采用 Web 服务. Web 服务体系的服务采用 WSDL 描述, 查找和发布服务使用 UDDI, 本文的服务调用采用 SOAP 协议执行, 模块之间完全低耦合, 一旦有请求者需要服务就对服务提供者进行动态绑定. 另外, Web 服务既可重用又可组合, 还具有跨平台的特性^[10].

本文在构建 SOA 平台的过程中, 采用了 Web Services 技术. 图 1 所示的集成架构中, 对外接口上将对象使用 Web Services 统一进行封装. 不仅使系统维护的工作量大大减少, 更有助于与其他系统进行集成. 描述 WSDL 文档通过对 Web Services 的接口进行定义, 并把 WSDL 文档描述的内容映射到 UDDI 数据结构中去注册. 当服务请求者请求获取数据服务时, 首先要到 UDDI 注册库对该服务的注册信息进行访问, 然后对该服务的 WSDL 文档进行访问, 本地对象生成. 各业务就通过 Web Services 与此对象进行交互. 如果 Web Services 的内部结构和实现发生了改变, 只要保持 WSDL 描述不变, 整个系统就不需要做任何变化.

3.2 舰船安全管理平台服务化集成的算法实现

使用 Web 服务对舰船安全平台进行集成的过程中, 首先进行属性建模绑定 Web 服务, 也就是把一个 Web

服务看作一个类, 其输入 I , 输出 O 和约束 C 作为类的属性, $S(I,O,C)$ 为其形式. 然后, 进行服务的合成步骤. 基于舰船安全平台框架的服务合成算法简要描述如下:

```

UI: 用户输入集合;
UO: 用户输出集合;
AI: Web 服务的输入集合;
AS: Web 服务集合;
AO: Web 服务输出集合;
WS Composing(UI, UO)
{
  AI= $\phi$ , AO= $\phi$ , AS= $\phi$ , AI=UI
  Repeat
  对于每一个 S(I, O, C), if ( $I \subseteq AI$ ) 或 ( $S \subseteq AS$ ) then
  {
    AI+=O
    AO+=O
    AS+=S
  }
  Util(UO  $\subseteq$  AO)
}

```

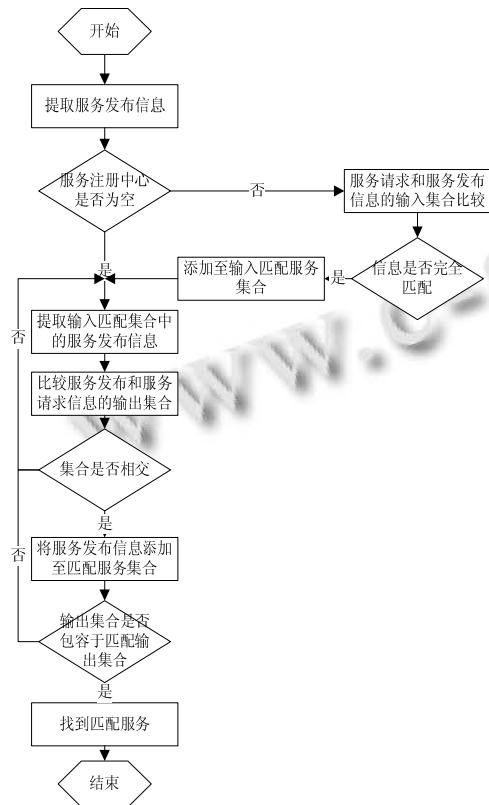


图 4 优化服务匹配算法流程图

除了服务的合成, 舰船安全平台集成还涉及服务匹配这一核心问题. 基于 2.2 中给出的聚类算法, 首先分析服务之间的依赖关系, 计算服务注册中心提供的 Web 服务的相似度及服务请求者需要的 Web 服务特征是服务匹配的重点^[1]. 图 4 所示为服务匹配算法的流程.

经该算法得到的匹配结果相互间无依赖关系, 只需将匹配服务结果集中的所有服务提交给服务执行引擎并执行便可得到结果.

3.3 模型仿真实验分析

在现有的研究文献中, 大部分成果是基于硬件或者基于软件的安全集成, 对于将安全设备和舰船安全系统的集成研究甚少, 为了体现本文研究的可行性, 本文在 Matlab 环境下进行了仿真实验, 实验选取实时入侵检测为例, 对比分析基于舰船安全系统的集成和本文设计的舰船安全平台集成的入侵检测结果, 验证本文中基于 SOA 的舰船安全平台集成架构的可行性和有效性.

实验收集的数据主要是针对通过网关接口的网络数据包的数据, 训练数据包括 1 万条网络连接记录, 测试数据包括 5000 条网络记录. 每条连接记录都标记为具体的攻击类型.

实验分析的过程中, 按照以下步骤:

第一, 构造训练数据集和检测数据集, 将 5000 条网络记录分成两组 T1 和 T2, 每组 2500 条记录, 分别模拟基于 SOA 的舰船安全平台中的两个服务节点.

第二, 利用以上算法对两组训练数据集 T1 和 T2 分别进行训练, 生成检测器 TM1 和 TM2. 并利用检测器中高亲和力的抗体成为联合检测器.

第三, 将测试数据中的每条数据与上一步骤中生成的抗体集合进行逐一匹配, 并计算数据与最接近抗体的距离, 分析距离与检测阈值的大小, 如果小于检测阈值, 则数据正常, 否则是攻击数据.

基于以上步骤, 可得出训练数据集 T1 训练前后的结果如图 5 和图 6 所示.

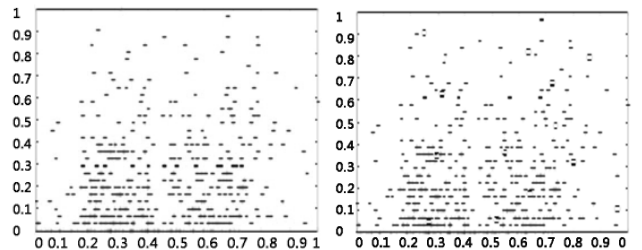


图 5 数据集 T1 训练前 图 6 数据集 T1 训练后

训练数据集 T2 训练前后的结果如图 7 和图 8 所示.

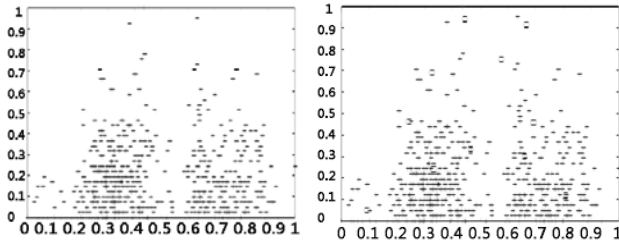


图 7 数据集 T2 训练前 图 8 数据集 T2 训练后

通过安全系统检测器检测和安全设备/安全系统联合检测器检测的结果如表 1 所示.

表 1 检测阈值对两种检测结果比较

检测阈值	安全系统检测	安全设备和系统联合检测
0.10	TP:95.95%	TP:92.98%
	FP:58.22%	FP:32.52%
0.20	TP:93.69%	TP:91.79%
	FP:14.49%	FP:1.58%
0.21	TP:93.69%	TP:90.99%
	FP:11.45%	FP:1.46%
0.22	TP:92.79%	TP:90.39%
	FP:9.99%	FP:1.34%
0.23	TP:91.29%	TP:90.09%
	FP:8.04%	FP:1.22%
0.24	TP:90.09%	TP:90.09%
	FP:6.33%	FP:0.85%
0.25	TP:90.09%	TP:90.09%
	FP:4.51%	FP:0.61%
0.30	TP:23.87%	TP:23.87%
	FP:0.12%	FP:0%

通过图 9 和图 10 对比结果可以看出, 将安全设备和安全系统进行集成以后, 自体集的误报率大大的降低了, 充分验证了本文研究的集成平台的可行性和有效性.

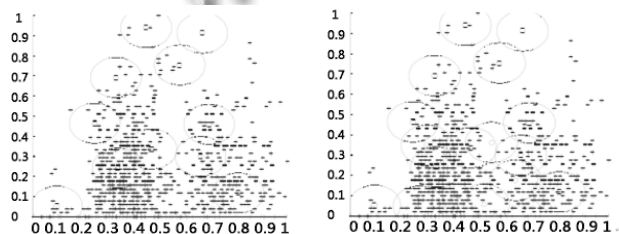


图 9 安全系统检测器检测 图 10 安全设备/安全系统联合检测器检测

4 结语

舰船安全数字化集成必须要解决的问题就是如何无缝集成舰船安全系统与舰船的安全设备. 现在的舰船安全平台信息化的发展水平已经与舰船传统的安全设备构架不相适应, 而且在舰船安全系统的可扩展性、数据共享、平台的安全性等方面也存在很大的问题, 这些问题也同时增加了舰船安全集成化的难度, 也不利于舰船安全平台集成化的发展.

本文所提出并实现的基于 SOA 的舰船安全平台对舰船安全系统的扩展及安全性所存在的问题可以较好的破解, 对于各舰船的安全系统功能在可扩展和数据信息集成方面以及应对未来所出现的问题方面都可以发挥其一定的功能作用. 而且, 本文的设计和可以在实现各信息数据共享的基础上提高舰船安全平台的智能化水平, 有效破解舰船安全系统“信息孤岛”的问题; 同时还可以对所收集到的数据进行综合分析, 为决策者提高参考依据, 进而有效降低舰船安全事故的发生, 使得舰船安全水平得到提高; 除此之外, 在本平台借助数据挖掘、数据融合及专家系统还可以获得更深层次的信息, 进一步提高舰船安全办事效率, 辅助决策, 有效促进我国舰船安全集成化信息化的发展进程.

参考文献

- 刘贤梅,刘茜,徐锋.基于 SOA 的企业应用集成模型的研究.计算机工程与设计,2009,30(16):3790-3793.
- 张朝晖,徐立臻,董逸生,徐宏炳.一种基于 SOA 企业集成平台.计算机工程,2011,37(5):258-260.
- 许军.舰船安全性设计和管理的探索实践.船舶,2010,2(12):57-58.
- 孔祥瑞,郑洪源.基于企业服务总线的业务集成方法.计算机工程,2009,8(16):280-282.
- 周妍,李建军.基于企业服务总线的基于企业服务总线的模具企业应用集成研究.计算机工程,2011,37(10):231-233.
- 华泽,陆悠.基于 SOA 的智能交通综合信息平台集成研究.计算机时代,2011,8(12):63-64.
- 张朝晖,徐立臻,董逸生,徐宏炳.一种基于 SOA 的企业集成平台.计算机工程,2011,5(15):258-261.
- 吕占德,傅秀芬.基于 SOA 的新型企业应用集成框架的研究与设计.微型机与应用,2010,8(14):11-16.
- 乐艺.基于面向服务架构的校园信息集成研究.电脑知识与技术,2011,4(24):719-720.
- 单芯,孔庆华,吴晶晶.以 SOA 为基的服务研究.现代制造工程,2011,1(11):17-20.
- 董辉.基于 SOA 架构的山东农产品电子商务平台的构建.科技信息,2012,7(25):34.