

文章编号: 1674 - 5566(2014)04 - 0623 - 06

## 基于 Flex Viewer 框架的北冰洋海冰卫星遥感信息系统的设计与实现

王 嵩<sup>1</sup>, 韩 震<sup>1,2,3</sup>

(1. 上海海洋大学 海洋科学学院, 上海 201306; 2. 上海海洋大学 大洋渔业资源可持续开发省部共建教育部重点实验室, 上海 201306; 3. 国家远洋渔业工程技术中心, 上海 201306)

**摘 要:** 北冰洋是世界上最小、最浅和最冷的大洋, 位于地球最北端, 终年覆盖着海冰, 是地球的最大冷源之一。北冰洋的海冰变化在不同的时间尺度上影响着全球的气候变化。卫星遥感技术是海冰监测的有效手段之一。目前为止, 国内外相关海冰研究机构已获取了三十多年的海冰数据, 这些数据是今后更加深入地开展北冰洋海冰研究的重要依据。针对海量的海冰卫星遥感数据, 在 Flex Viewer 开源框架下, 利用互联网应用 (rich internet applications, RIA) 技术和 Web GIS 技术, 开发了北冰洋海冰卫星遥感信息系统。系统具有 GIS 功能强大、界面友好、平台无关以及开发效率高、开发成本低等优点, 为北冰洋海冰遥感数据采集、查询、空间分析和实时数据服务的网络应用提供了一种很好的解决方案。

**研究亮点:** 利用网络信息系统对海冰卫星遥感数据进行共享、查询、发布是常用的方法, 但目前的方法普遍存在可视化效果差, 开发周期长、成本高, GIS 功能弱等问题。本文讨论了利用 Flex Viewer 框架进行北冰洋海冰卫星遥感信息系统设计与实现的方法, 该方法可缩短开发周期, 降低成本, 实现强劲 GIS 功能。

**关键词:** Flex Viewer; 北冰洋; 海冰; 遥感信息系统

**中图分类号:** TP 79

**文献标志码:** A

海冰是海水低温冻结形成的冰, 主要存在于地球两极以及某些高纬度地区, 对海洋水文、热循环、大洋环流与生态系统都有重大影响。过多的海冰还可能带来海港封港、堵塞航道、挤压船舶、近海渔业损失等诸多问题, 是高纬度地区海洋灾害的一种。卫星遥感技术是快速、宏观探测北冰洋海冰的有效手段之一, 弥补了传统海冰监测方法的不足。如何充分发挥这些遥感数据的作用, 对于进行北冰洋海冰研究有着重要的意义。国际上最早利用卫星遥感进行海冰监测的是 Nimbus 7 SMMR 数据<sup>[1]</sup>。随着卫星遥感技术的快速发展, 越来越多的卫星遥感数据被应用到海冰监测中。目前可以利用遥感进行监测的海冰参数信息主要有密集度、范围、面积、冰厚、冰龄、冰温、海冰漂移、体积、形变、反照率、雪盖厚

度等<sup>[2]</sup>。截至 2013 年 11 月, 常用来计算海冰参数的卫星遥感数据源已有十多种, 见表 1。如何实现这些数据的有效管理与利用, 国内学者进行了一些研究。秦翔等<sup>[3-4]</sup>从数据库系统的角度, 对“中国极地冰冻圈数据库”的设计与建设进行了研究, 实现了基本的数据信息共享与查询功能。

Flex Viewer 是 ArcGIS Viewer for Flex 的简称, 是基于 ArcGIS API for Flex 设计的一个 WebGIS 应用框架, 本文基于此框架构建了北冰洋海冰卫星遥感信息系统, 为北冰洋海冰遥感数据采集、查询、空间分析和实时数据服务的网络应用提供了解决方案。建立了一个空间上覆盖整个北冰洋区域, 时间上覆盖观测年份 (1978 至今), 包含海冰多种不同参数的可视一体化信息

收稿日期: 2013-10-11 修回日期: 2014-04-25

基金项目: 国家发改委卫星高技术产业化示范工程项目 (2009214)

作者简介: 王 嵩 (1987—), 男, 硕士研究生, 研究方向为海洋遥感。E-mail: songwang@outlook.com

通信作者: 韩 震, E-mail: zhhan@shou.edu.cn

系统,将极大地提高北冰洋海冰数据产品的易用性。

表 1 海冰卫星遥感数据  
Tab.1 Remote sensing data of sea ice

卫星	传感器	服役期/系统运行状况
Aqua	AMSR-E	2002 年 5 月 - 2011 年 10 月
Aqua/Terra	MODIS	2002 年 5 月至今/1999 年 12 月至今
ICESat	GLAS	2003 年 1 月 - 2010 年 2 月
CryoSat-2	SIRAL	2010 年 4 月至今
GNSS	GPS	1964 年至今
DMSP	SSM/I	1978 年至今
Seasat	SMMR	1978 年
Nimbus7	SMMR	1978 年 10 月 - 1987 年 8 月
Envisat	ASAR	2002 年 3 月 - 2012 年 5 月
Radarsat-1	SAR	1995 年 11 月 - 2013 年 3 月
Radarsat-2	SAR	2007 年 12 月至今
FY-3A	扫描辐射计、微波成像仪	2008 年 5 月至今
FY-3B	扫描辐射计、微波成像仪	2010 年 11 月至今
HY-1B	水色扫描仪、海岸带成像仪	2007 年 4 月至今
HY-2A	微波辐射计、微波高度计	2011 年 8 月至今
GCOM-W1 (Shikuzi)	AMSR2	2012 年 7 月至今
F-16/F-17/F-18	SSMIS	2005 年 11 月至今

## 1 研究区域与数据

北冰洋是世界四大洋之一,最主要的特征是表面有海冰覆盖,海冰的范围及厚度随着时间发生变化。这些变化在不同的时间尺度上影响着高纬地区的气候变化,甚至全球的气候变化<sup>[5-7]</sup>,研究区域如图 1 所示。

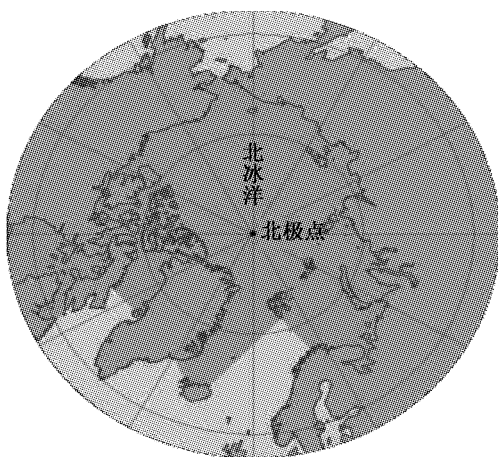


图 1 研究区域  
Fig.1 Study area

本文采用的海冰卫星遥感数据来源于美国国家冰雪数据中心 (NSIDC) 的海冰数据集 (<http://nsidc.org/data/seaice/pm.html>), 这些数

据集采用多源卫星遥感数据与实测数据获得;北冰洋基础地理数据采用 ESRI Ocean Basemap-Polar Projection (<http://www.arcgis.com/home/>), 由 ESRI 与 NSIDC 共同开发,均可免费获取。

## 2 系统设计

### 2.1 系统体系结构与数据库

#### 2.1.1 系统体系结构设计

北冰洋海冰卫星遥感信息系统主要是有针对性地获取所需海冰数据,并实现数据管理、分析与应用。系统基于 Flex Viewer 框架,利用 Flex 编程技术开发个性化的软件,实现对系统功能的扩展。由于 C/S 结构的网络程序具有交互性强、网络通信量低、响应速度快而且有善于处理大数据量的优势,所以北冰洋海冰卫星遥感信息系统包括了一个 C/S 结构的子系统——北冰洋海冰卫星遥感数据采集与存储子系统,用于海冰卫星遥感数据的下载与存储。

北冰洋海冰卫星遥感信息系统采用 B/S 模式的三层体系结构<sup>[8]</sup>:数据层、逻辑层、表现层。表现层负责处理逻辑应用,通过浏览器与服务器的交互进行实现;逻辑层负责对应用逻辑的实现,服务器接受请求后根据应用逻辑,转化为数据库请求,数据库服务器接受请求后返回结果,

经由逻辑层返回给客户端;数据层是系统的仓库,负责将逻辑层传输进来的数据、系统用户数据以及 ESRI 社区提供的北冰洋基础地理信息数据进行存储,方便对数据产品的管理。北冰洋海冰卫星遥感信息系统结构如图 2 所示。

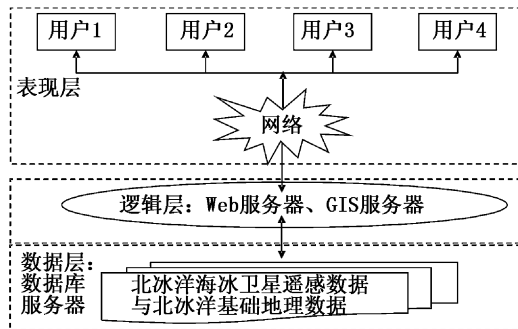


图 2 北冰洋海冰卫星遥感信息系统结构图

Fig. 2 Structure of sea ice information online monitoring and management system

### 2.1.2 系统数据库设计

数据库是一个应用系统的基础支撑,系统的应用价值常常取决于数据的质量。在北冰洋海冰卫星遥感信息系统的设计中,系统数据库由以下两部分组成:(1)北冰洋基础地理信息数据库,主要是北冰洋的 GIS 地图数据,作为系统底图;(2)北冰洋海冰数据库,该部分是基于北冰洋海冰卫星遥感数据采集与存储子系统采集到的海冰数据(海冰范围、海冰面积、海冰密集度、海冰厚度、雪盖厚度、海冰温度等),数据采集于国际上主流的几个海冰数据集,它们经过了规范的验证与精度控制,因此数据可信。

### 2.2 北冰洋海冰卫星遥感数据采集与存储子系统

北冰洋海冰卫星遥感数据采集与存储子系统结合国内外卫星遥感数据分发系统的技术特点,严格按照使用简便、轻量、良好兼容性与稳定性的原则进行设计。设计方案与数据流的基本流程如图 3 所示。

北冰洋海冰卫星遥感数据采集与存储子系统可以采集与存储多种数据的海冰数据,如基于 NASA TEAM 算法<sup>[1]</sup>全球每月每日数据、基于 Bootstrap 算法<sup>[9]</sup>全球每月每日数据、基于 ASI 算法<sup>[10]</sup>每日数据、海冰范围及中线矢量文件、以及 csv 格式海冰范围与面积数据。

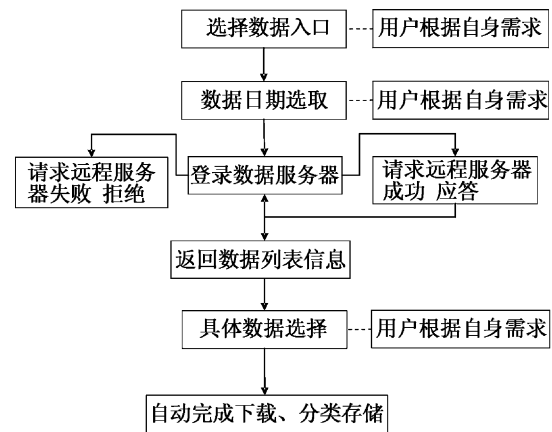


图 3 北冰洋海冰卫星遥感数据采集与存储子系统基本流程

Fig. 3 Basic process of Arctic sea ice remote-sensing data acquisition and storage subsystem

## 3 系统开发

### 3.1 系统开发环境

系统开发环境包括 Adobe Flash Builder 4.6 开发环境与 Microsoft Visual Studio 2008 开发环境。前者是先把下载好的 ArcGIS Viewer for Flex 源代码作为 Flex 项目导入到 Flash Builder 的“包资源管理器”中,然后在项目属性的“Flex 构建路径-库路径”下添加 ArcGIS API for Flex 中的类库文档(.swc),该环境用于北冰洋海冰卫星遥感信息系统的开发;后者是在 Microsoft Visual Studio 2008 中直接创建 C#项目,用于北冰洋海冰卫星遥感数据采集与存储子系统的开发。

### 3.2 Flex Viewer 技术架构

Flex Viewer 是一种安装即用的可配置 Viewer 应用程序(图 4),程序的可配置性保证了用户无需编程便可比较随意地添加自定义的徽件和数据内容。同时也可以借助 ESRI 社区的徽件或者使用 Flex API 创建自定义的徽件,对系统功能进行扩展。还可以利用程序自带的控制选项,对自定义的网络应用程序进行外观和体验上的配置,查看器对于管理自己的多个 Web 地图应用也是非常优秀的解决方案<sup>[11]</sup>。

Flex Viewer 基本特征主要包括:(1)可以高效部署 Web GIS 应用程序;(2)程序包以及社区提供了大量功能强大的核心徽件;(3)强大的扩展性能,使用 Flex API,通过开发自定义徽件创建个性化的应用。Flex Viewer 容器实例如图 5

(ArcGIS Viewer for Flex 帮助文档)。

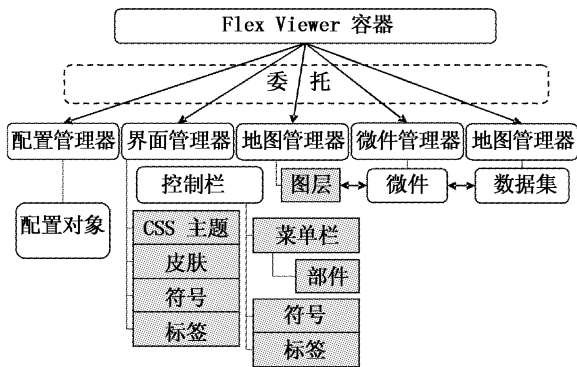


图 4 Flex Viewer 容器实例

Fig. 4 Sample Flex Viewer container



图 5 Flex Viewer 控制台界面

Fig. 5 Interface of Flex Viewer console

### 3.3 系统初步实现

#### 3.3.1 北冰洋海冰卫星遥感信息系统的配置及主界面

系统后台通过 Flex Viewer 的控制台程序, 可以进行 Web GIS 程序的创建、删除、修改和升级等, 在网络程序的地图设置页面, 可以对程序底图与业务图层进行配置; 在微件页面(图 5), 可以对系统菜单微件进行增删以及自定义; 在布局与设计页面, 可以对程序显示风格进行配置, 通过功能按钮的选择即可实现良好用户体验界面的系统创建; 在预览页面, 管理员可以对配置后的效果进行预览。

系统主界面如图 6 所示, 包括标题栏、微件栏、搜索条、链接、导航条、图层窗体、图层切换器和鹰眼。

#### 3.3.2 数据下载与存储功能

数据下载与存储功能是在北冰洋海冰卫星遥感数据采集与存储子系统中实现的, 北冰洋海

冰卫星遥感数据采集与存储子系统的主界面如图 7 所示。按照数据类型, 以标签的形式进行选择进入相应的数据集。以 Bootstrap 算法的北半球每日数据为例(图 8), 进入数据集页面后, 首先选择所需数据的年份与月份, 然后登陆数据服务器, 服务器会将所选年/月的数据返回到列表中, 再在列表中选择具体某天的数据, 点击“下载已选定数据”, 完成下载与分类存储。

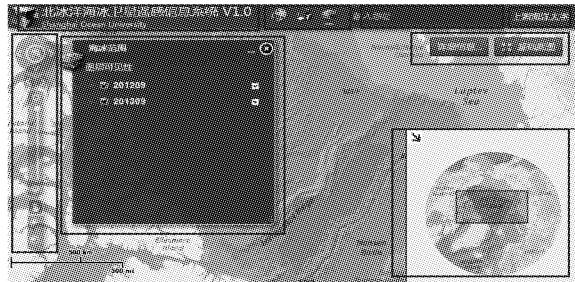


图 6 系统主界面

Fig. 6 Main Interface of system



图 7 海冰卫星遥感数据采集与存储子系统界面

Fig. 7 Interface of sea ice remote-sensing data acquisition and storage subsystem

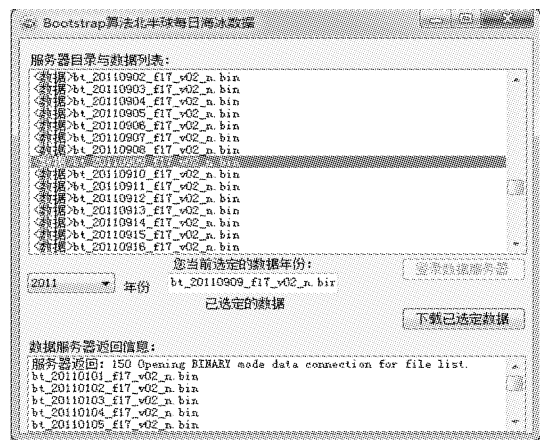


图 8 基于 Bootstrap 算法的北半球每天数据

Fig. 8 Daily data of the North Hemisphere based on Bootstrap algorithm

### 3.3.3 GIS 功能

在系统中,所有的功能都由各个独立的微件实现。通过配置文件的调用,即可将系统自带的以及 ESRI 社区提供的微件加入到个人系统之中。同时,也可以通过 ArcGIS API for Flex 开发具有个性定制功能的微件,并进行调用。系统调用微件的语句在配置文档 config 中进行实现,以“图层列表微件”的调用为例,代码如下:

```
< configuration >
  < widgetcontainer layout = "float" >
    < widget url = " widgets/LayerList/
LayerListWidget.swf"
      Config = " widgets/LayerList/LayerListWidget_
1.xml"
      Label = " 图层列表"
      Icon = " assets/images/i_layers.png" / >
  < /widgetcontainer >
< /configuration >
```

其中,系统微件存储于程序文件夹下面的 widget 文件夹中,按照微件的命名根据编译好的 swf、配置文件、图标样式进行。

通过对测量与绘图 (Measurement and Draw 微件)、图层列表 (LayerList 微件) 和数据提取 (DataExtract) 等微件的调用 (图 9),系统可以实现对自定义区域目标的长度、周长、面积的量取,图层的选择,以及所选择区域数据的导出。



图 9 测量与绘图微件

Fig. 9 Measurement and Draw Widget

海冰数据分析以采集模块获取的海冰信息数据为基础,可以对网络自动同步入库的海冰数据进行历史统计、趋势预测、均值分析与调整、海冰平均外缘线调整和缓冲区分析等。

系统具有历史数据统计功能,点击“海冰历史数据”按钮,选取海冰参数,然后在时间轴上选定好时间区间以及时间间隔,点击“统计”,就可

以进行历史数据的统计。折线显示的为海冰范围与面积的变化情况,用箭头的上升与下降表示海冰的增加与减少。选取具体的时间,点击“预览”,就可以在系统中浏览到海冰的空间分布情况。在“均值分析”中,系统根据 NSIDC 的标准,采用了 1978 - 2000 年以及 1978 - 2010 年两种中线模式,用户可以根据自己的需求选取,从而计算所选年份与中值之间的差值,并在可视化数据中同步 shp 数据。

### 3.3.4 打印与数据共享

打印功能主要实现对用户打印机或者网络打印机的调用,进行专题图与当前视图的输出。操作十分简便。用户在系统界面内,点击“打印”按钮,自定义标题与副标题之后,即可对打印机进行调用出图,对于没有打印机连接的用户,我们在“打印微件”中添加了虚拟打印机的功能按钮,通过虚拟打印,将专题图或者当前视图以 pdf 格式存储。

为了方便管理员的数据维护以及用户之间的数据共享,开启系统的 FTP 功能,通过对用户权限的设置,实现数据有限权限的共享。

## 4 结论

基于 Flex Viewer 框架的北冰洋海冰卫星遥感信息系统利用 Web 技术实现了北冰洋海冰遥感信息的自动同步,只需要选定好数据类型与时间,即可实现目标数据的采集与存储;通过基于 RIA 技术的开源 Web GIS,构建了具有良好用户体验与强劲 GIS 功能的北冰洋海冰卫星遥感信息系统,浏览器访问即可实现,系统具有平台无关性;通过开源的 Flex Viewer 框架实现了系统开发模式的低成本与高效率;借助于 Web GIS 技术,为用户提供海冰信息的可视化与强大的分析服务,让用户对北冰洋海冰有更直观更生动具体了解的同时,通过分析,可以更详细地得知海冰变化趋势。基于 Flex Viewer 框架的北冰洋海冰卫星遥感信息系统实现了不同卫星海冰遥感数据的自动同步以及利用 Web 服务实现海冰信息可视化与 GIS 空间分析功能,将海冰遥感数据源与 GIS 紧密结合在一起,为北冰洋海冰遥感数据采集、查询、空间分析和实时数据服务的网络应用提供了一种很好的解决方案。

## 参考文献:

- [1] CAVALIERI D J, GLOERSEN P, CAMPBELL W J. Determination of sea ice parameters with the Nimbus 7 SMMR[J]. *Journal of Geophysical Research*, 1984, 89(D4): 5355 – 5369.
- [2] SANDVEN S, JOHANNESSEN O M, KLOSTER K. Sea ice monitoring by remote sensing [M]//*Encyclopedia of Analytical Chemistry*, New Jersey: John Wiley & Sons Press, 2006:5 – 15.
- [3] 秦翔,秦大河,丁永建. 中国极地冰冻圈数据库设计[J]. *冰川冻土*,2001,23(2):193 – 199.
- [4] 秦翔,秦大河,丁永建. 中国极地冰冻圈网络数据库建设[J]. *极地研究*,2003,15(4):267 – 273.
- [5] CURRY J A, SCHRAMM J L, EBERT E E. Sea ice-albedo climate feedback mechanism[J]. *Journal of Climate*, 1995, 8(2): 240 – 247.
- [6] JOHANNESSEN O M, BENGTTSSON L, MILES M W, et al. Arctic climate change: Observed and modelled temperature and sea-ice variability[J]. *Tellus A*, 2004, 56(4): 328 – 341.
- [7] STROEVE J, HOLLAND M M, MEIER W, et al. Arctic sea ice decline: Faster than forecast[J]. *Geophysical Research Letters*, 2007, 34(9).
- [8] FU P D, SUN J L. Web GIS: principles and applications [M]. California:ESRI Press, 2010:24 – 42.
- [9] COMISO J C. Characteristics of Arctic winter sea ice from satellite multispectral microwave observations[J]. *Journal of Geophysical Research: Oceans* (1978 – 2012), 1986, 91(C1): 975 – 994.
- [10] KALESCHKE L, HEYGSTER G, LÜPKES C, et al. SSM/I sea ice remote sensing for mesoscale ocean-atmosphere interaction analysis: Ice and icebergs[J]. *Canadian Journal of Remote Sensing*, 2001, 27(5): 526 – 537.
- [11] ZHANG M X. Flex Viewer develop guide [R]. Beijing: ESRI, 2008:11.

## Design and implementation of Arctic Ocean sea ice satellite remote sensing information system based on Flex Viewer

WANG Song<sup>1</sup>, HAN Zhen<sup>1,2,3</sup>

(1. *College of Marine Sciences, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China*; 2. *The Key Laboratory of Sustainable Exploitation of Oceanic Fisheries Resources, Ministry of Education, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China*; 3. *National Engineering Research Center for Oceanic Fisheries, Shanghai 201306, China*)

**Abstract:** The Arctic Ocean, located in the Earth's northernmost, is the smallest, most shallow and the coldest ocean in the world, and it is one of earth's largest cold sources because of the Polar Ice Packs. Changes in the Arctic sea ice affect global climate change on different time scales. Satellite remote sensing is one of the most effective means of sea ice monitoring, so far, native and foreign sea ice research institutions have access to a large number of sea ice data for more than thirty years, which is an important basis for in-depth research. We developed the Arctic Sea ice satellite remote sensing information system based on Flex Viewer with the help of RIA and Web GIS technology. The system has powerful GIS function, friendly interface, platform independence, development efficiency, and low cost advantages. It is a good solution to web application that achieves remote-sensing data collection, query, spatial analysis and near real-time services of the Arctic sea ice.

**Key words:** Flex Viewer; Arctic Ocean; sea ice; remote sensing information system