

DOI:10.3724/SP.J.1140.2010.03143

海域油气化探综合评价软件设计与开发

张勇^{1,2},肖国林^{1,2},何拥军^{1,2},郭家树³

(1 国土资源部 海洋油气资源和环境地质重点实验室,青岛 266071; 2 青岛海洋地质研究所,青岛 266071; 3 中国石油大学(华东),东营 257061)

摘要:参考“石油天然气地球化学勘查技术规范”数据处理、异常评价与解释的要求,充分应用地理信息系统(GIS)可视化技术、空间分析功能、图层叠置功能,智能计算出海域油气化探异常系数,包括异常强度、异常面积、异常衬度、异常点数等指标。结合相关地质条件,耦合了神经网络、模式识别等数学模型,开发了具有自主知识产权的海域油气化探综合评价软件,并将该软件应用于实际工作中,取得了较好的效果。

关键词:海域油气化探;综合评价;软件

中图分类号:P208

文献标识码:A

文章编号:0256-1492(2010)03-0143-06

油气化探以有效、简便、快速以及价格低廉等优势已成为寻找油气资源的一种重要手段^[1]。在当前的油气化探评价中,将化探数据与物探数据、地质数据以及遥感数据相结合的趋势越来越明显。从理论上讲,各种数据只是反映地质体(如油气藏、各种构造、圈闭等)不同侧面的性质,因此,只有将这些数据综合起来分析才能全面地从本质上认识油气形成及垂向微运移的机理。实践过程中,各种综合评价方法的应用,各种综合软件的研制,使这种综合分析成为可能^[1]。中国新星石油公司化探中心于 1997 开发油气化探异常模式及现场快速评价系统,系统(主控系统及子系统)以 Windows 为平台,采用 VC、VB、VFP 语言开发而成,运行环境为硬盘大于 4G 的 CPU 80586 以上微机。系统中包含油气化探数据库、地理底图库,可以从库中随时提取所需的有用信息或数据,具有数据库管理、数据处理、图形检索、成图等功能模块,各功能模块及库之间实现了无缝联结^[2-4]。兰州西北地质研究所研制“COMPAK”多元油气综合评价技术,制定了综合评价流程,并进行了软件开发^[5]。在评价方法上,前人也尝试运用数学模型进行化探评价,并取得了一定的成果。除常规方法,如主因子得分、多指标迭加等方法外,模糊数学、模式识别和神经网络方法也被用于多指标综合分析和有效地圈定、评价异常。随着计算机技术的发展,地理信息系统(GIS)以其强大的空间计算

能力以及非常直观的图形化表现形式而得到诸多行业越来越广泛的应用。GIS 不但具有空间数据管理、查询和图形处理的强大功能,而且具有空间数据综合分析的能力,将成为地球化学场时-空结构分析的重要工具^[6]。通过已经发表的文献分析,对海域油气化探综合评价的文章很少。海域具有特殊地化条件,即干扰少,渗逸易于保存,使海上化探能获得比陆上化探更好的地质效果,但取样条件与技术复杂,取样间距大,成本相对高。因此,解决海域取样中的一系列技术难题,降低成本,提高取样密度,加强与海域其他勘探方法的有机配合与资料的互补性,将是今后发展海域化探的重要途径^[7]。

本文结合多年来在海域油气化探领域的工作经验与教训,运用 GIS 技术、耦合数学模型,充分利用 GIS 空间分析技术,建立一套具有自主产权的海域油气化探综合评价系统,并经过实际项目的检验与测试,取得了一定的成果。因此,本系统的实现,具有一定的理论与实际意义。

1 海域油气化探软件设计与实现

1.1 系统架构设计

系统采用构件设计思想,按照“总体规划、分模块实施”的策略,通过数据显示、异常编辑、评判、输出等模块的开发,实现系统的功能及性能需求。系统在设计和实施过程中遵循了以下原则:使用性、扩充性、标准性、安全性和以数据为中心的设计原则。根据系统的业务流程和系统的功能要求,设计了系统的总体构架逻辑模型(图 1)与流程图(图 2)。

基金项目:沿海经济带多目标区域地球化学系列图编制(1210820508)

作者简介:张勇(1970—),男,博士,主要研究方向为海洋地质,
E-mail: Robot_zhang @263.net

收稿日期:2009-12-20;改回日期:2010-03-16。周立君编辑

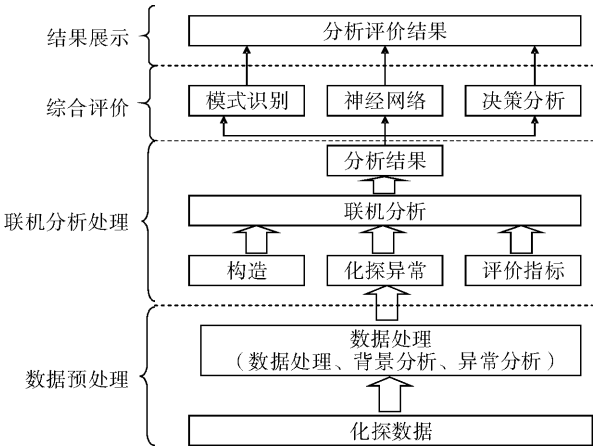


图 1 海域油气化探综合评价系统逻辑模型

Fig. 1 A logic model of comprehensive evaluation system for marine oil & gas geochemical exploration

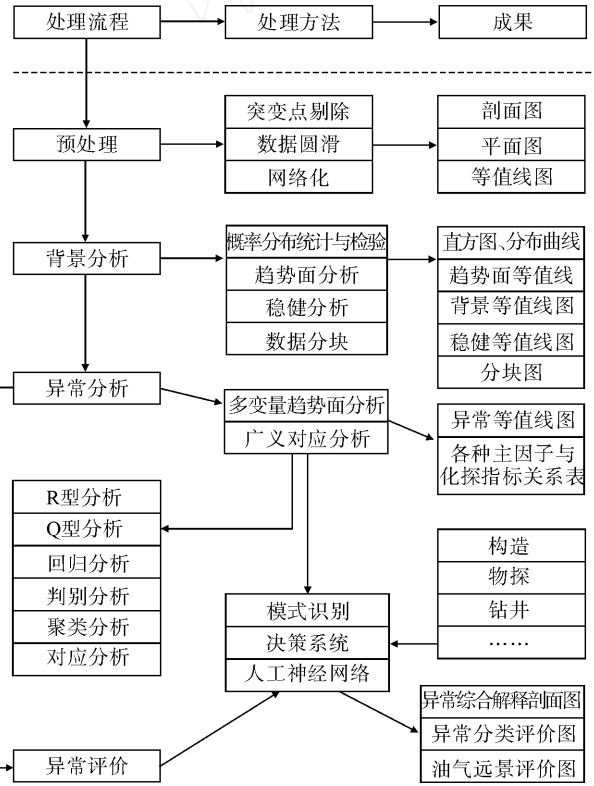


图 2 海域油气化探评价流程

Fig. 2 The flow chart of marine oil & gas geochemical exploration

系统由 4 层组成,由下向上依次为:数据预处理层、联机分析处理层、综合评价层、成果展示层。最底层是数据预处理层,它包括油气化探数据预处理、背景异常分析、局部异常分析、局部异常,以化探数据为基础对数据进行各种处理获得相应的背景与局部异常;第二层是数据的联机分析处理层,它利用 GIS 工具为根据化探异常对已知的构造进行相应的

可视化分析,结合其他的数据确定相应构造的油气可能性,获得定量的结果。第三层是综合评价层,主要包括神经网络、模式识别、决策分析等模块,对联机分析的结果进行分析获得相应的分析结果。最顶层是数据展示层,它利用 GIS 工具提供数据解释与评价结果的图件,作为应用主题的成果数据。

1.2 系统主要功能

系统包括 2 个部分,数据处理子系统与异常评价子系统。数据处理子系统主要通过对原始测试数据进行整理、分析,分析区域背景场,剥离背景,圈定海域油气化探异常区域,为进行异常评价提供基础。异常评价子系统是在地质、构造、钻井、物探资料等基础上,运用数学模型与 GIS 等技术,对异常进行分类、评价。

1.2.1 数据处理子系统

海域油气化探数据处理系统分为 3 个步骤进行(图 3):多变量分析、数据预处理、异常背景/异常分析。其中多变量分析部分包括聚类分析、对应分析、因子分析、多变量趋势面分析(MPTA)等,其可视化成果有聚类谱系图、因子载荷散点图、RQ 对应关系图等。数据预处理部分包括数据检查、数据分析、环境校正、9 点圆滑等,其可视化成果有等值线图、数据点图、直方图等。异常背景/异常分析部分包括滑动平均、趋势面分析、稳健分析、低通滤波、高通滤波等,其可视化成果有异常等值线图等。图 4 为数据处理子系统软件界面。

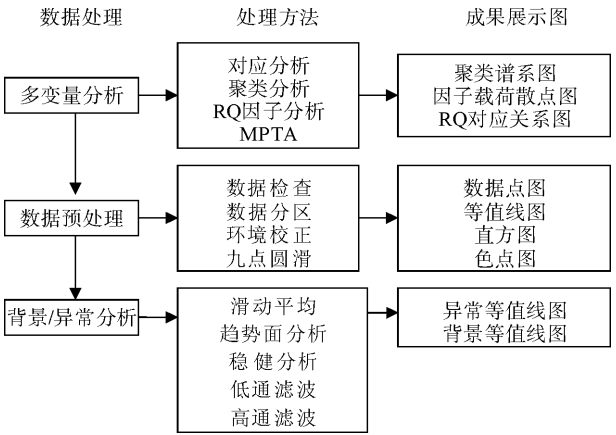


图 3 数据处理子系统模块

Fig. 3 Data processing model for marine oil & gas geochemical exploration

1.2.2 异常评价子系统

异常评价是从众多变量中提取油气化探多个侧面信息并综合成综合异常,供解释评价选用。异常

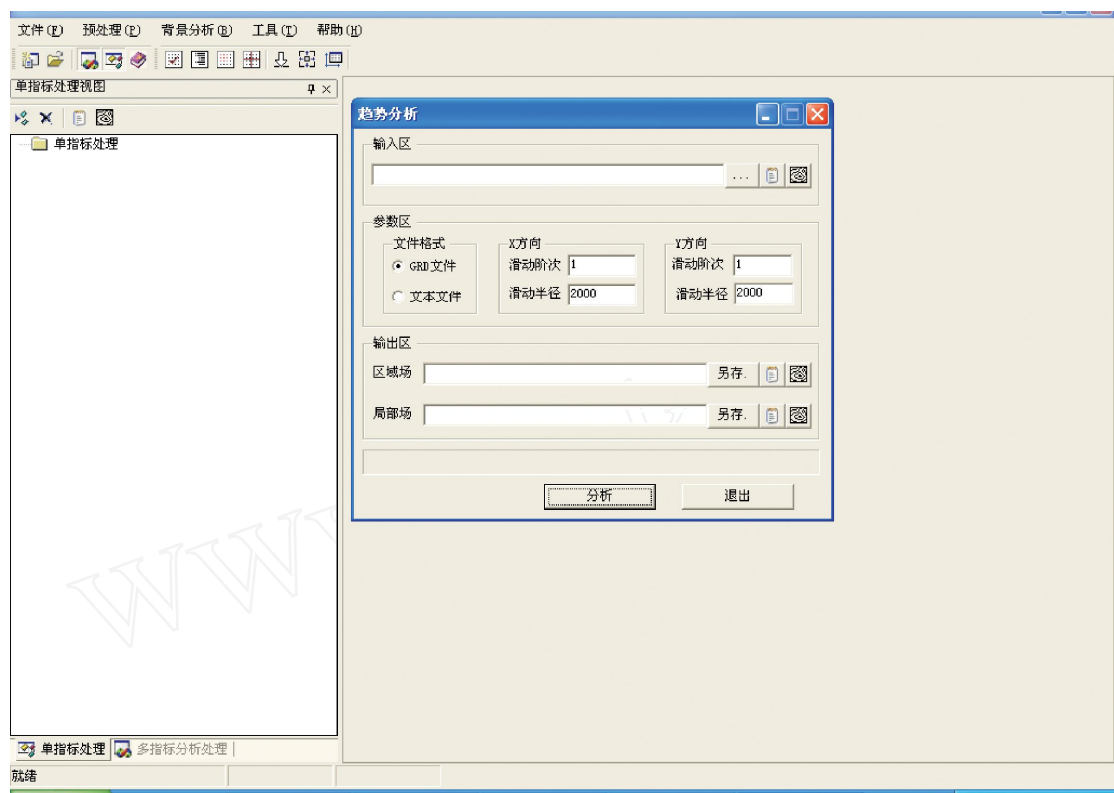


图 4 数据处理子系统界面

Fig. 4 The interface of data processing for marine oil & gas geochemical exploration

评价子系统包括图形管理、数据统计、背景场分析、异常背景分析、异常评价、工程管理等模块(图 5)。主要包括以下模块:

- 主界面显示控制模块:主要完成数据的显示、功能模块的调用以及系统参数的设置等;
- 主题管理模块:包括主题的创建、修改、删除;
- 联机分析展示模块:联机分析、评价打分等模块;
- 综合评价模块:包含神经网络(训练值设置、训练、评价)、决策分析(权值设置、评价)、模式识别(权值设置、评价)等模块;
- 评价结果展示及成图:含自动图元填充、成果图的输出和保存等主要功能等模块;
- 辅助图形工具:含散点图、聚类图、等值线图等模块。

1.3 系统特点

- (1) 实现了按照工作阶段目的进行综合评价软件编制
- 油气化探勘查阶段是根据油气地质工作程度和勘查的目标来确定的,各阶段异常的含义概括为:“概查评盆”、“普查求带”、“详查寻圈”、“精查找油”。

建立不同级次的异常概念是非常重要的,这对合理地获取油气信息、正确地解释和应用化探成果十分重要,对提高化探找油气效果无疑是有益的^[8]。本系统充分体现这一特点,严格按照工作阶段来进行综合评价,从目前国内发表的相关文章看,本综合评价软件是首个按照工作阶段来设计并实现的。

(2) 充分运用了 GIS 空间分析能力,软件具有更加强大的分析功能

GIS 具有可视化、直观等特点,但最重要的特点是进行空间分析。本软件充分利用 GIS 空间分析等功能进行异常面积计算、异常中心计算、异常强度计算、异常叠置计算。针对海域化探数据量大、数据复杂、测试指标多等特点,GIS 叠置功能可以高效地解决这一问题。在异常分析过程中,由于要将地震剖面与化探剖面进行对比分析,这样可以更好地进行油气判别。GIS 剖面分析可以自动实现这一功能,本系统在剖面分析上很好地实现了这一功能。

(3) 系统耦合了多种数学模型,针对不同海域环境具有多种选择性

海域油气化探综合评价具有影响因素多、非定量数据种类多等特点。本系统总结了国内外经验,耦合了决策分析、BP 神经网络、灰色理论等数学模

型,利用数量化理论实现了靶区的定量评价。

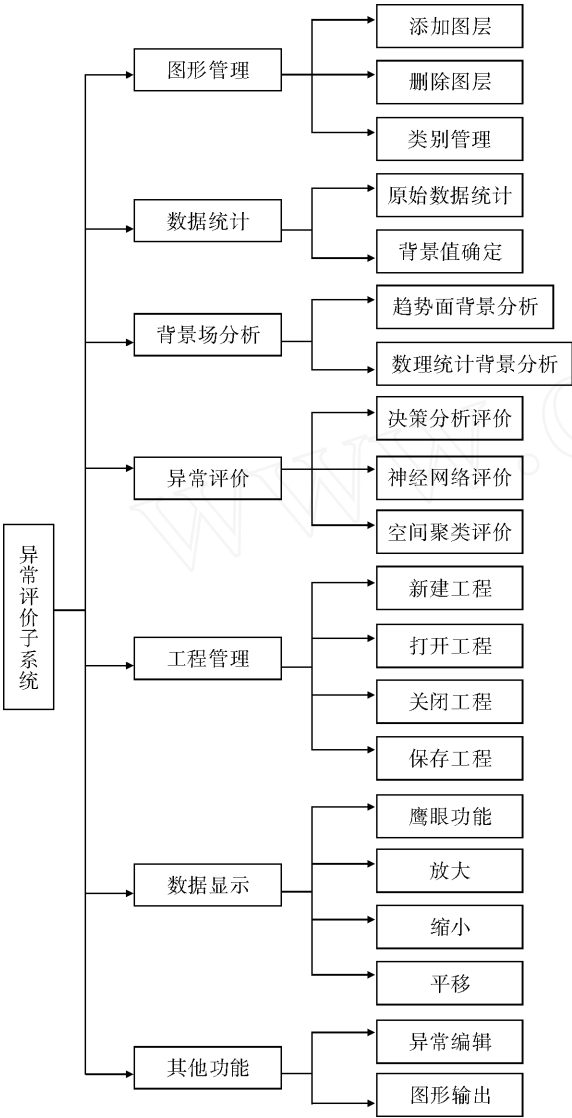


图 5 海域油气化探异常评价子系统模块结构图

Fig. 5 The model structure of the comprehensive evaluation system

2 系统开发关键技术

2.1 管道通信集成方法

在本系统设计的过程中,采用软件工程逐步求精的思想,把系统划分为 2 个子系统,每个子系统完成各个具体的功能,最后采用一种合适的方式把子系统有机地集成为一个完整的整体。在本系统中,主控系统负责用户的交互操作,具有图形用户界面,子系统主要是对一些算法的封装,并不需要复杂的用户交互操作,常常以 Shell 程序的方式建立。系统的这种开发方式有利于提高系统的健壮性与可维

护性,降低系统的开发难度。但是采用何种方式进行系统集成,就成为必须解决的问题。针对此问题,本文采用 Windows 的管道技术较好地实现了系统的集成,并在本软件的开发中使用此技术,取得了良好的效果。

通常,Shell 程序中缺省状态下有 3 个 I/O 通道,标准输入(stdin)、标准输出(stdout)、标准错误输出(stderr)。标准输入通常情况下为键盘输入,标准输出与标准错误输出通常情况下为计算机屏幕。为了实现主控系统和子系统的通信,须把 Shell 子系统的 3 个 I/O 通道重定向为主控系统所建立的输入、输出管道。为了实现 3 个标准 I/O 管道的重定向,在主控程序中建立新的匿名输入、输出管道,并在启动子系统时将子系统的标准 I/O 管道重定向为新建立的输入输出管道。Net 平台 System.Diagnostics 命名空间下提供了一个 Process 对象类型,通过其可以实现其他进程的系统调用,然后通过对目标进程的标准输入输出重定向实现跨进程的系统通信,C# 下实现过程如下:

```
System.Diagnostics.Process process = new
System.Diagnostics.Process();
process.StartInfo.FileName = "Dyfx.exe"; //
shell 程序的文件名
process.StartInfo.UseShellExecute = false; //
允许启用输入输出管道重定向功能
process.StartInfo.RedirectStandardInput =
true; // 重定向标准输入
process.StartInfo.RedirectStandardOutput =
true; // 重定向标准输出
process.StartInfo.RedirectStandardError =
true; // 重定向标准错误输出
process.Start(); // 启动 shell 程序
process.StandardInput.WriteLine(this.textBox2.Text + "," + this.textBox3.Text);
process.StandardInput.WriteLine("1,2"); //
写入数据
process.WaitForExit();
```

2.2 模式识别模型

把每一个化探局部异常当作一个模式样品,对于这样的模式样品,可以测量或计算出 m 个异常参数组成的 m 维随机变量即特征量与之对应。由于化探局部异常所属类型的不同,其相应的 m 维特征量必然存在不同程度的差异。对各样品特征空间的数学上的划分,结合已知样品的知识,有助于我们识

别未知模式的类型。模式识别方法按以下步骤进行:

(1)分析资料,根据目的确定模式,并取相应的评价标志。

(2)使用数量化理论 将非数量化标志数量化。

(3)进行初步分类,包括: 形成标志协方差矩阵; 求特征根和特征矢量; 计算各异常因子得分。

(4)用自学模式识别分类,即在数量化理论 计算的基础上进一步分类,包括: 建立核参数,并用 Kalman 滤波估计各类核参数; 构造隶属函数,设定决策规则,并作出判别; 根据隶属函数和决策规则以及设定的阈值和马氏距离准则,对逐一输入的样品进行分类。

(5)对分类结果进行地质解释。

3 系统应用前景

本系统总结了相关领域的经验教训,参照“石油天然气地球化学勘查技术规范”进行开发,完成了具有自主知识产权的海域油气化探综合评价系统(软件著作权编号:2008SR06025)的设计与开发,并在莺歌海盆地、南黄海盆地进行了应用,效果良好,具有一定的理论与实际意义。同时,在应用过程中,也发现了一些问题,表现在:模型的使用还需要更加严格的测试,使模型具有更加广泛的应用;系统人工智能还需要进一步改进;应该充分发挥 GIS 的空间分析功能,充分运用格网化进行计算。

参考文献(References)

[1] 裴韬. 油气化探数据处理发展趋势[J]. 天然气地球科学, 1998 (3): 30-34. [PEI Tao. The development of oil and gas geochemical exploration data processing [J]. Natural Gas Geoscience, 1998(3): 30-34.]

[2] 汤玉平,丁湘玉. 井中油气化探异常模式及现场快速评价系统[J]. 物探化探计算技术, 1997, 19 (2): 158-162. [TANG Yuping, DING Xiangyu. Geochemical anomaly patterns and a quick site evaluation system in well geochemical prospecting for oil and gas[J]. Computing Techniques for Geophysical and Geochemical Exploration, 1997, 19(2): 158-162.]

[3] 汤玉平,赵跃伟,刘运黎. 油气化探数据处理系统[J]. 物探化探计算技术, 2004, 26 (1): 43-46. [TANG Yuping, ZHAO Yuewei, LIU Yunli. Data processing system of oil and gas geochemical exploration [J]. Computing Techniques for Geophysical and Geochemical Exploration, 2004, 26 (1): 43-46.]

[4] 汤玉平,任春,李沙园,等. 中国主要含油气盆地油气化探数据库及应用[J]. 物探化探计算技术, 2000, 22 (4): 295-301. [TANG Yuping, REN Chun, LI Shayuan, et al. The oil and gas geochemical exploration database for the main hydrocarbon-bearing basins in China and its application [J]. Computing Techniques for Geophysical and Geochemical Exploration, 2000, 22(4): 295-301.]

[5] 彭路平,彭瑛.“COMPAK”多元油气综合评价技术[J]. 勘探家, 1997, 2(4): 55-57. [PENG Luping, PENG Ying. COMPAK-Multi-Variable comprehensive oil/ gas evaluation techniques [J]. Explorationist, 1997, 2(4): 55-57.]

[6] 鲍征宇,李方林,贾先巧. 地球化学场时空结构分析的方法体系[J]. 地球科学——中国地质大学学报, 1999, 24 (3): 282-286. [BAO Zhengyu, LI Fanglin, JIA Xianqiao. Methodology of temporal-spatial structure of geochemical fields [J]. Earth Science-Journal of China University of Geosciences, 1999, 24 (3): 282-286.]

[7] 吴学明,赵文献. 国外油气化探新进展[J]. 石油勘探与开发, 1995, 22 (2): 34-37. [WU Xueming, ZHAO Wenxian. New achievements in geochemical prospecting for hydrocarbons in foreign countries[J]. Petroleum Exploration and Development, 1995, 22(2): 34-37.]

[8] 赵克斌,程军,刘崇禧. 我国油气化探近年来的成果与问题[J]. 石油实验地质, 1997, 19 (2): 153-157. [ZHAO Kebin, CHENG Jun, LIU Chongxi. Results and problems of oil/ gas geochemical exploration in the recent years in China [J]. Petroleum Geology and Experiment, 1997, 19(2): 153-157.]

AN EVALUATION SYSTEM FOR OFFSHORE OIL & GAS GEOCHEMICAL SURVEY

ZHANG Yong^{1,2}, XIAO Guolin^{1,2}, HE Yongjun^{1,2}, GUO Jiashu³

(1 The Key Laboratory of Marine Hydrocarbon Resources and Environment Geology, Ministry of Land and Resources, Qingdao 266071, China;

2 Qingdao Institute of Marine Geology, Ministry of Land and Resources, Qingdao 266071, China;

3 China University of Petroleum, Dongying 257061, China)

Abstract :With reference to the request of “ specifications for oil & gas geochemical survey ” in data processing and anomaly assessment , a software is developed to fully use the visualization technology , spatial analysis and superimposed layers based on Geographical Information System (GIS) and calculation of correlative coefficient of geochemical anomalies , including abnormal strength coefficient , abnormal area coefficient , abnormal background coefficient , abnormal points coefficient and so on for oil and gas geochemical exploration. The software has been successfully applied to Yingge Sea Basin and South Yellow Sea Basin.

Key words :marine oil & gas geochemical exploration ; comprehensive evaluation system ; software