

文章编号: 1672-2892(2011)01-0112-05

基于脚本语言的雷达模拟训练软件设计方法

顾荣军^{1,2}, 刘朝阳², 周志增², 杨建斌²

(1.国防科技大学 电子科学与工程学院, 湖南 长沙 410073; 2.中国人民解放军 63889 部队, 河南 孟州 454750)

摘要: 为了减少雷达模拟训练软件开发所需的费用, 提高系统软件的灵活性, 缩短应用软件的开发周期, 针对雷达模拟训练软件的需求和特点, 提出基于脚本语言的模拟训练软件开发方法。以目标及航迹的模拟为例, 详细说明了使用脚本语言 ActionScript 进行软件开发的过程, 结果表明, 使用脚本语言进行类似软件的开发, 效果逼真, 方法简单, 耗时间少。

关键词: 雷达; 模拟训练软件; 航迹; 脚本语言

中图分类号: TN955⁺.1

文献标识码: A

Design of radar simulative training software based on script language

GU Rong-jun^{1,2}, LIU Chao-yang², ZHOU Zhi-zeng², YANG Jian-bin²

(1.Department of Electronic Science and Engineering, National University of Defense Technology, Changsha Hunan 410073, China;
2.PLA Unit 63889, Mengzhou Henan 454750, China)

Abstract: In order to reduce the expenses for developing radar simulative training software, to enhance the flexibility of the software, and to shorten the development cycle, a kind of developing method of simulative training software based on ActionScript was put forward according to its requirements and characteristics. Taking the simulation of target and locus as an example, the developing process of this software was explained in detail. The results indicate that the development method for similar software based on script language is simple, vivid and highly efficient.

Key words: radar; simulative training software; locus; script language

随着武器装备技术的不断发展, 结构复杂、功能强大的雷达装备得到研制, 但由于受到场地、装备保障、训练经费等条件制约, 实际装备操作训练难以经常、大规模地进行^[1], 给装备训练工作带来许多困难。为了达到减少装备损耗、提高训练效率和水平的目的, 雷达模拟训练系统应运而生。实物或半实物的训练系统能达到逼真的效果, 但开发周期长, 开发成本高。本文所述的雷达模拟训练软件是基于单 PC 机运行的纯软件系统, 能提供较逼真的训练环境, 且不受场地、时间及受训人员数量的限制。为了更好地减少开发成本和开发时间, 本文提出基于脚本语言(script languages)的雷达模拟训练软件开发方法。

1 脚本语言概述

当前, 程序编写的观念正发生着变化: 从使用高级程序设计语言编写应用程序向使用脚本语言编写应用程序过渡^[2]。脚本语言代表一套与系统程序设计语言不同的协定, 是一种特定的描述语言, 建立在系统程序语言所编写的一系列组件上, 是系统程序语言的一个子集。随着计算机及其相关技术的发展, 脚本语言得到了更加广泛的应用, 如计算机游戏、网络应用程序、各种应用软件等。相对系统程序设计语言, 脚本语言具有以下优点^[3]:

- 1) 为简化连接组件工作, 脚本语言被设计为无类型的, 它对数据类型约束非常少, 使组件更容易连在一起;
- 2) 脚本语言是解释型语言, 不需要被编译, 解释型语言由于没有编译时间, 能提供快速的转换, 支持即时编写、即时执行;
- 3) 脚本语言语法简单, 更容易掌握和使用, 而且脚本语言应用程序通常比采用系统程序语言开发的应用程序要小。

2 基于脚本语言的雷达模拟训练软件开发

2.1 雷达模拟训练软件的需求和特点分析

模拟系统开发的首要步骤是明确系统需求，界定问题的规模和范围^[4]。开发雷达模拟训练软件的目的主要解决以下几个问题：

- 1) 目前学员的培训方式主要是教员口头讲解和自学装备随机资料，学员掌握速度慢，效果不佳；
- 2) 装备的工作过程很难动态演示给学员看，致使培训教学不直观，理解比较困难，特别是对一些复杂装备，培训效果更受影响；
- 3) 在学习装备维护及故障排除时，很容易损坏装备，同时也没有足够的装备供学员实习使用；
- 4) 使用实装进行培训时，经常有误操作出现，人为增加了设备的故障。

雷达模拟训练软件主要供学员进行雷达操作、维护、检修训练，应用软件不需要执行复杂的算法和数据结构，也不需要与硬件接口进行数据通信，关键是要提供丰富、逼真的图形用户界面和实时交互功能。

2.2 开发语言的选择

在决定选择使用哪种语言进行雷达模拟训练软件开发时，需要考虑应用程序是否包含图形用户界面，是否要做大量的字符串操作，是否要执行复杂的算法或数据结构，是否要操纵大量的数据集等。Visual C 是一款功能强大的软件开发语言，但在编制友好的人机界面方面却略显不足，需要耗费大量的时间^[5-6]。根据雷达模拟训练软件的需求和特点，选择使用脚本语言进行开发更合适。

Flash 是目前流行的二维动画软件，随着功能不断发展，其应用领域也在扩大^[7]。ActionScript 是 Flash 内部的脚本语言，用于控制 Flash 内容并实现动态效果^[8]，与 JavaScript 相似，ActionScript 是一种面向对象的编程语言。使用 ActionScript 可以完成以下任务：

- 1) 加载图像；
- 2) 播放声音和视频；
- 3) 用编程的方式绘图；
- 4) 加载各种数据；
- 5) 响应用户事件。

如果要创建具有高度动态性、可快速响应、可重用和/或可自定义的应用程序，ActionScript 是必备工具^[9]。选择 ActionScript 作为雷达模拟训练软件的开发语言，可以实现逼真的界面效果和实时的人机交互功能。

2.3 雷达模拟训练软件开发

雷达模拟训练软件主要供学员学习雷达的基本构造、工作原理，以及训练操作使用方法、通电检查方法及故障分析和排除方法。根据软件主要功能，将软件划分成各功能模块(见图 1)。采用 ActionScript 脚本语言编写菜单、动画，实现人机交互。

构建基于 ActionScript 脚本语言的应用程序，通常需要执行以下基本步骤：

- 1) 确定应用程序要执行哪些基本任务；
- 2) 创建并导入媒体元素，如图像、视频、声音、文本等；
- 3) 在舞台上和时间轴中排列这些媒体元素，以定义它们在应用程序中显示的时间和显示方式；

- 4) 根据需要，对媒体元素应用特殊效果；
- 5) 编写 ActionScript 代码以控制媒体元素的行为方式，包括这些元素对用户交互的响应方式；
- 6) 测试应用程序，确定它是否按预期方式工作，并查找其构造中的缺陷，在整个创建过程中不断测试应用程序。

3 实例开发

雷达显示系统模拟作为雷达计算机模拟的最终输出结果，其逼真度、实时性直接影响系统的整体性能^[10]，

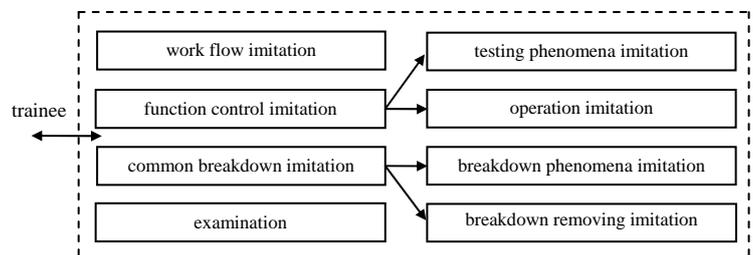


Fig.1 Function composition of radar simulative training software

图 1 雷达模拟训练软件功能结构

下面以训练软件中的目标及航迹模拟为例说明基于脚本语言 ActionScript 的开发过程。

3.1 任务分析

对目标的模拟主要是为了训练学员操作雷达跟踪目标的能力,让学员对从雷达开机到发现目标,再到跟踪目标的整个过程有一个感性的认识和体验。在本文所提的雷达模拟训练软件中,只是对部分功能及现象的模拟,不涉及对雷达信号或者是对目标回波信号的模拟,因此,在目标模拟时,只需在显示器上模拟出一个或者多个目标点,当目标运动到雷达作用范围内时,目标显示在屏幕上,且能形成运动航迹,即目标运动时在其身后留下亮点,具体模拟的程序流程如图2所示。

3.2 任务实现

3.2.1 雷达 P 显(平面位置显示器)扫描线的模拟

如图3所示,扫描线是一从圆心 O 到圆周的直线,表示雷达天线的法线指向。角 A 是天线相对正北方向转过的角度。

绘制一影片剪辑(长为 P 显圆周半径的直线)作为扫描线,并放置到场景中,实例名称为 `smx`。初始位置如图3中的虚线所示(指向正北方向)。可以用下面的脚本语言实现扫描线的旋转。

```
smx._rotation=A;
```

3.2.2 运动目标的简单实现

绘制一影片剪辑(直径为 1 个像素的圆点)作为运动目标,并放置到场景中,实例名称为 `mb`。

再建一层作为代码层,分 3 个关键帧编写动作脚本(即运动编程),第 1 帧为程序初始化的内容,有目标的运动速度、运动角度、初始位置等;第 2 帧为运动轨迹刷新程序,也是运动编程的主体部分;第 3 帧为条件控制语句,当条件成立时就跳转到第 2 帧,从而保证运动的连续性。

下面以实际运用最多的匀速直线运动目标为例说明模拟的编程实现。

从数学角度来说,一条直线的截距式方程式为:

$$y = kx + b \quad (1)$$

式中: k 值代表斜率; b 代表在 y 轴上的偏移值。对任何一个物体,知道它的这 2 个值之后其运动轨迹便决定了,比如说一个目标从屏幕的左上角开始,以 45° 的方式向右下角运动,其方程式就是:

$$y = x \quad (2)$$

注意:由于这里的 y 坐标轴与数学上的 y 轴相反,所以函数是 $y = x$ 而不是数学上的 $y = -x$ 。因此,当目标在这个直线上运动时,其 y 的坐标值就与 x 值相等,也就是说如果知道了一个目标所在的一个值,就可以求出另一个值了,但在实际 Flash 动画中,目标已经有初始值位置,坐标为 (x_1, y_1) ,这时可应用点斜式方程式:

$$y - y_1 = k(x - x_1) + b \quad (3)$$

只需定义一个 k 值,并保证其不变即可完成直线运动,要保证 k 值不变,只须使每次移动的 x 距离与 y 距离的比值保持不变。

下面介绍如何制作一个简单的运动:

首先确定目标,将之命名,例如模拟一目标作直线运动,先将目标定义成 `MovieClip` 类型, `InstanceName`(实例)命名为 `mb`,在第 1 帧中的 `Action` 中输入脚本语言:

```
k=1; // k 表示直线的斜率
h=random(10); // 随机设置目标的高度
speed=random(10); // 随机设置目标的速度
time=0; // time 表示目标的运动时间
x1=random(400); // 随机设置目标初始位置
y1=random(400);
setProperty("mb",_x,x1);
```

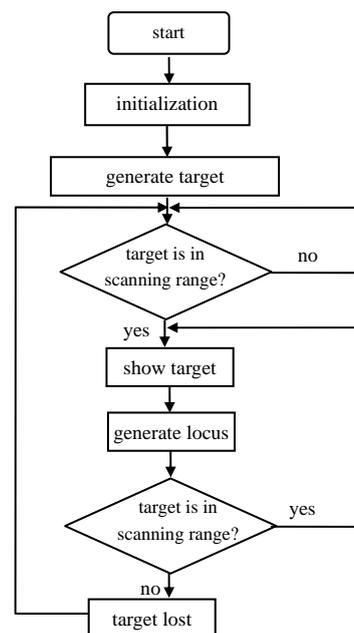


Fig.2 Simulation flow of target and locus
图2 目标及航迹模拟流程图

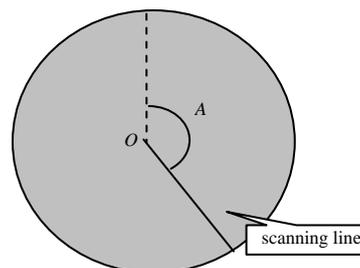


Fig.3 Sketch map of scanning line
图3 扫描线示意图

```
setProperty("mb",_y,y1);
setProperty("mb",_visible,false); // 目标不可见
```

在第2帧中的Action中输入脚本语言：

```
time=time+1; // 运动时间递增1个单位
setProperty("mb",_x,x1+speed*time); // 计算并设置目标新位置
setProperty("mb",_y,y1+k*speed*time);
```

这段程序完成将小球目标设定成新位置的功能。根据第1帧程序中的 k 值，可以得知移动角度为 30° 。

在第3帧的Action中输入脚本语言：

```
if(time<800){
    gotoAndPlay(2);
}else{
    stop();
}
```

至此，一个目标的简单运动得以实现，需要注意的是当速度太快时，有可能一次移动就飞出屏幕，为避免出现此问题，在本程序中是用运动时间 $time<800$ 来控制的，同时800也是目标的移动次数。

3.2.3 目标航迹的编程

在Flash中经过简单的编程可以使目标在运动过程中留下运动轨迹，其方法是：电影剪辑在作下一次移动前使用`duplicateMovieClip()`函数复制一个目标留在当前位置，对上例来说，只要对第2帧的程序稍作修改：

```
if(time/5==int(time/5)){
    bn="mb"+time; // 获取新复制的电影剪辑名
    duplicateMovieClip("mb",bn,time); // 复制新电影剪辑，命名为bn，并设置其显示深度为time
    time=time+1;
    setProperty("mb",_x,x1+speed*time);
    setProperty("mb",_y,y1+k*speed*time);
```

上述程序实现了每隔5个单位时间复制一个小球，分别命名为`mb0`、`mb5`、`mb10`并以此类推，分别放在第0、5、10层并以此类推，从而留下目标的运动轨迹。

灵活地运用Flash的动作脚本语言，通过编程可实现不同运动轨迹、不同运动速度的目标的模拟。

3.2.4 目标信息计算

通常，雷达目标的信息包括方位、俯仰、距离，在上文已经模拟出了目标运动的轨迹，目标的模拟所用的坐标系是以显示屏幕左上角为原点的直角坐标系 (xoy) ，在计算雷达目标信息时要先将此坐标转换成PPI显示中心为原点的直角坐标系 $(x'o'y')$ ，然后换算为相对于PPI显示中心的坐标值后用脚本语言中的`Math`类计算出目标信息。图4为坐标示意图(其中的“px”是单位“像素”)。

在第1帧中定义目标高度 h ，可取一定范围内的随机值，代码为：

```
h=random(10);
在第2帧中输入以下代码：
var a,r,e;
x_p=x1+speed*time-200;
y_p=y1+k*speed*time-200;
r=Math.sqrt(x_p*x_p+y_p*y_p);
a=Math.atan(x_p/y_p)*180/Math.PI;
e=Math.asin(h/Math.sqrt(x_p*x_p+y_p*y_p))*180/Math.PI;
a1=a;
r1=r;
e1=e;
```

3.2.5 雷达发现与丢失目标的模拟

当目标处在雷达作用距离范围内，并且在雷达波束扫描范围内，目标就会显示在屏幕上，并且显示出其运动的航迹。

判断目标是否在雷达天线波束扫描范围内

```
var jd_max_fw,jd_min_fw,jd_max_fy,jd_min_fy;
var fanwei_fw,fanwei_fy; // 雷达波束方位、俯仰上的宽度或者波束在方位、俯仰上扫描的范围
var fxjd_fw,fxjd_fy; // 雷达阵面法线的方位、俯仰角度
var rmax,rmin; // 雷达最大、最小作用距离
jd_max_fw=fxjd+fanwei_fw/2;
```

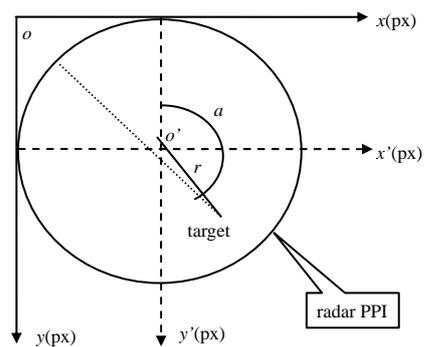


Fig.4 Sketch map of coordinate

图4 坐标示意图

```

jd_min_fw=fxjd-fanwei_fw/2;
jd_max_fw=fxjd+fanwei_fw/2;
jd_min_fw=fxjd-fanwei_fw/2;
if((a<jd_max_fw)&(a>jd_min_fw)&(e<jd_max_fy)&(e>jd_min_fy)&(r<rmax)&(r<rmin)){
    setProperty("mb",_visible,ture);    // 显示目标
    setProperty(bn,_visible,ture);      // 显示目标航迹
}else{
    setProperty("mb",_visible,false);  // 目标消失
    setProperty(bn,_visible,ture);     // 目标航迹消失
}

```

3.3 模拟结果

由以上目标及航迹的模拟过程,可以实现直线运动目标及其航迹生成的模拟,图5为模拟过程中的画面。通过建立不同的运动方程,在场景中加载不同的目标,用以上的方法同样可以实现多航路多目标的模拟。

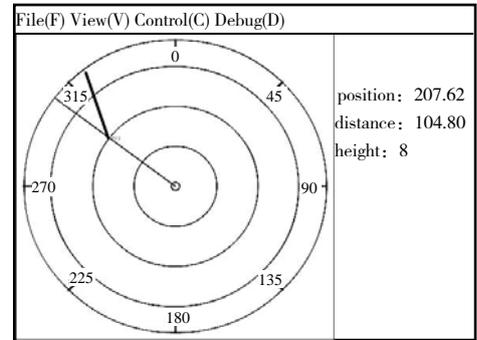


Fig.5 Frame of target and locus simulation
图5 直线运动目标及其航迹模拟画面

4 结论

雷达模拟训练软件是基于 PC 单机运行的应用软件,具有丰富的用户界面和实时的人机交互功能。使用 VC 为代表的系统程序设计语言完全可以开发出一款很好的雷达模拟训练软件,但会耗费大量的时间,开发效率低,而脚本语言却能使实现过程相对简化许多。基于 Flash 内部的脚本语言 ActionScript 进行雷达模拟训练软件的开发,满足软件开发的需求和目的。使用脚本语言进行类似软件的开发,可以达到事半功倍的效果。

参考文献:

- [1] 王卫国,孙强,田冕,等. 某复杂装备模拟训练系统设计[J]. 军械工程学院学报, 2006,18(6):17-20.
- [2] 邵堃,刘宗田. 脚本语言发展研究[J]. 计算机科学, 2000,27(1):21-23.
- [3] Ousterhout John K. Scripting:Higher Level Programming for the 21st Century[J]. IEEE Computer, 1998,31(3):23-30.
- [4] 李立纲,刘伟,刘非平. 模拟训练系统需求建模研究[J]. 计算机仿真, 2003,20(7):90-93.
- [5] 何小锋,石伟峰,刘昊. Flash技术在雷达显控软件设计中的应用[J]. 雷达与对抗, 2005,3:57-59.
- [6] 方伟,何友,欧阳文. DirectDraw 与 Flash 技术在雷达模拟器设计中的应用[J]. 舰船电子对抗, 2003,26(3):42-45.
- [7] 孔焯,黄炳强,高元文. Flash8 从入门到精通[M]. 北京:人民邮电出版社, 2006.
- [8] 息涛,孙丽,邢江月,等. Flash 脚本语言 as3.0 实践与难点探讨[J]. 辽宁大学学报:自然科学版, 2009,36(4):342-345.
- [9] Roger Braunstein,Mims H.Wright,Joshua J.Noble. ActionScript3.0 宝典[M]. 张猛,陈江红,译. 北京:人民邮电出版社, 2003.
- [10] 刘强,杨泽刚,王炜. 基于像素着色器的雷达显示系统模拟[J]. 信息与电子工程, 2009,7(3):180-183.

作者简介:



顾荣军(1978-),男,江苏泰兴人,工程师,主要研究方向为雷达对抗试验及仿真技术。email:gurj2002@sina.com.

刘朝阳(1982-),男,河南漯河人,硕士,助理工程师,主要研究方向为雷达信号处理和电子信息系统仿真与评估等。

周志增(1982-),男,安徽巢湖人,硕士,助理工程师,主要研究方向为 EDA 与专用集成电路、计算机仿真技术。

杨建斌(1977-),男,陕西眉县人,硕士,助理工程师,主要研究方向为雷达信号处理和电子信息系统仿真与评估等。