

文章编号: 1005—8893 (2003) 03—0051—03

用 ToolBook 研究振动合成的规律^{*}

江兴方

(江苏工业学院 信息科学系, 江苏 常州 213016)

摘要: 利用可视化多媒体著作工具 ToolBook, 在计算机上编制程序, 动态图示利萨如图形, 可以改变 x 方向和 y 方向输入信号的振幅、频率和相位, 其特点是直观、精确, 将物理实验真正与计算机结合在一起。

关键词: 物理实验; 利萨如图形; 数字化技术

中图分类号: O 41

文献标识码: A

随着计算机应用范围的不断扩大, 数字化实验验证物理规律成了可能^[1], 数字化实验逐步成为物理实验的一个组成部分。文献 [2] 研究了利用计算机验证同方向同频率和同方向不同频率振动合成的规律。

示波器实验的实验仪器是低频信号发生器和示波器, 其中低频信号发生器在通常的实验中是通过旋钮来调节频率读数的, 常常多次旋转以后产生错位, 示数与真实频率数值不一致, 同时电压输出的读数也不准确。示波器上有很多按钮、旋钮, 用来控制 x 轴和 y 轴偏转板上的电压的大小和频率的大小, 以及机内扫描信号的频率和大小等等。用示波器做实验除了让同学们了解改变 x 轴和 y 轴偏转板上的电压信号强度和频率产生不同的图像外, 还可验证利萨如图形形成的规律, 例如 x 轴和 y 轴输入的频率之比与图形的 x 轴和 y 轴方向上的切点数成反比。但是 x 轴和 y 轴方向初相位的不同对图形的影响, 在“示波器的使用”实验中无法做出来。而数字化实验正好能弥补这一缺点, 而且还有其它很多优点。

1 数字化实验方法

以 $x = A_x \cos(\omega_x t + \varphi)$, $y = A_y \cos \omega_y t$ 函数输入^[3], 改变 x 轴方向的振幅、频率和相对于 y 轴方向的初相位, 利用多媒体著作工具 Multimedia

ToolBook^[4-6] 验证振动合成的利萨如图形。界面如图 1 所示。

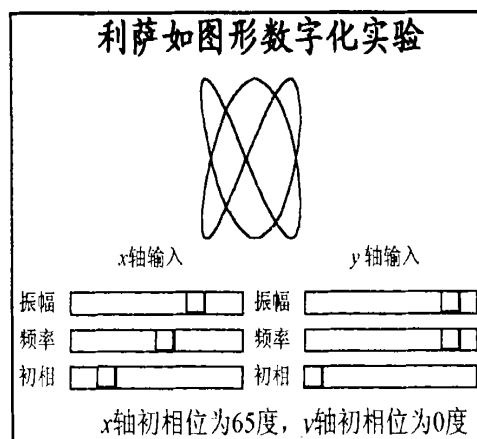


图 1 软件界面图

制作方法如下:

(1) 从工具栏中选取可推按钮工具画出一个可推按钮, 从工具栏中选取矩形工具, 画出一个长长的矩形, 复制 5 次形成 6 个可推按钮框组, 分别取名为“x1”、“x2”、“x3”、“y1”、“y2”、“y3”, 其中“x1”中的程序为:

```
to handle mouseenter
```

```
  x1 = 1705
```

```
  syscursor = 44
```

```
  x = ((item 1 of position of self) - x1) / 240
```

* 收稿日期: 2003—06—16

作者简介: 江兴方 (1963—), 男, 江苏常州人, 副教授, 主要从事物理教学和物理信息技术的研究。

```

if (x mod 240)/240 > 0.5
    item 1 of position of self = ((item 1 of position \
of self - x1) div 240 + 1) * 240 + 1705
    text of field field90 = "x 轴振幅为" & (item \
1 of position of self - x1) div 240 + 2
else
    item 1 of position of self = ((item 1 of position \
of self - x1) div 240) * 240 + 1705
    text of field field90 = "x 轴振幅为" & (item \
1 of position of self - x1) div 240 + 1
end
end
to handle mouseleave
    syscursor = 1
    x1 = 1705
    put "返回" into text of field field90
    if (item 1 of position of self < x1)
        set item 1 of position of self to x1
    end
    if (item 1 of position of self > x1 + 2160)
        set item 1 of position of self to x1 + 2160
    end
end
to handle buttonstilldown ploc1
    x1 = 1705
    if ((item 1 of position of self > x1 - 1) and \
(item 1 of position of self < x1 + 2161))
        set item 1 of position of self to item 1 of ploc1
    else
        if (item 1 of position of self < x1)
            set item 1 of position of self to x1
        end
        if (item 1 of position of self > x1 + 2160)
            set item 1 of position of self to x1 + 2160
        end
    end
end

```

值得注意的是, x 轴输入和 y 轴输入中的振幅取 1 至 10 变化, x 轴输入和 y 轴输入的频率取 1 至 10 变化, x 轴输入和 y 轴输入中的初相位分别以 0 至 360 度变化, 具体计算以每 5 度为一格进行变化。所以振幅、频率的可拖动按钮的程序基本相同, 只是初相位的程序有所不同。

(2) 从工具栏中选取无边框域工具, 画出 10

个域, 分别键入: “利萨如图形数字化实验”、“ x 轴输入”、“ y 轴输入”, 以及二个“振幅”, 二个“频率”, 二个“初相”分别表示 x 、 y 轴的输入的 3 种变量, 还有一个提示域取名为“field90”。其中标题域中编写程序为:

```

to handle buttonclick
    local x[180]
    local y[180]
    a1 = ((item 1 of position of button x1) - 1705) \
div 240 + 1
    b1 = ((item 1 of position of button x2) - 1705) \
div 240 + 1
    c1 = ((item 1 of position of button x3) - 1705) \
div 240
    a2 = ((item 1 of position of button y1) - 5140) \
div 240 + 1
    b2 = ((item 1 of position of button y2) - 5140) \
div 240 + 1
    c2 = ((item 1 of position of button y3) - 5140) \
div 240
    x1 = 1705
    xx = ((item 1 of position of self) - x1) / 30
    x0 = 4320; y0 = 2205
    step i from 1 to 180
        x[i] = a1 * 100 * cos(b1 * i * 2/45 + c1 * \
PI/5)
        y[i] = a2 * 100 * cos(b2 * i * 2/45 + c2 * \
PI/5)
        if i > 1
            set vertices of line ("line" & i) to x0 + x[i - \
1], y0 + y[i - 1], x0 + x[i], y0 + y[i]
        end
    end
    if (xx mod 30) / 30 > 0.5
        item 1 of position of self = ((item 1 of \
position of self - x1) div 30 + 1) * 30 + 1705
        text of field field90 = ("x 轴初相位为" & \
((item 1 of position of self - x1) div 30 + 1) * 5 \
& "度,") & ("y 轴初相位为 0" & "度")
    else
        item 1 of position of self = ((item 1 of \
position of self - x1) div 30) * 30 + 1705
        text of field field90 = ("x 轴初相位为" & \
((item 1 of position of self - x1) div 30) * 5 & \
"度,") & ("y 轴初相位为 0" & "度")
    end
end

```

end

end

程序说明: div 表示除法中的商, mod 表示除法中的余数。因为表示一个对象的位置有 x 轴坐标和 y 轴坐标, 所以 item 1 of position 表示 x 轴坐标的数值。

2 实验结果

当编制好程序后, 反复进行调试, 直到能实现拖动滑动时, 滑块能够拖动, 又不会拖出框, 当鼠标进入滑块时, 在提示域中能看到相应的提示, 如“ x 轴输入频率为 5”, “ y 轴输入初相为 45 度”等等, 当单击标题“利萨如图形数字化实验”时, 立即会出相应的利萨如图形。当 x 轴输入频率和 y 轴输入频率分别为 6 和 9 时, 生成的图形如图 1 所示, 而且当 x 轴输入频率和 y 轴输入频率分别为 2 和 3 时, 生成的图形也一样, 不过滑块的位置有所改变。由此可以证明利萨如图形的 x 轴方向 y 轴方向切点数之比与频率之比成反比。与此同时, 关于 x 轴输入和 y 轴输入的初相位与图形的形状改变, 可以让同学们自己去分析得到结论。

3 讨论

利用数字化方法研究振动的合成, 形成利萨如图形, 动态显示出振动合成的规律性, 具有如下优点:

(1) 学生可以自己编制计算机程序, 输入数学函数, 对于了解利萨如图形形成的本质又直接又形象。

(2) 数字化实验的振幅、频率由数字输入, 相比之下, 在示波器实验中输出频率的旋钮常常错

位, 有时 x 、 y 轴输入的信号频率“不等”, 也得到 1:1 的利萨如图形, 给学生一个错觉, 数字化实验更为精确。

(3) 数字化实验相位的输入更为直观, x 轴和 y 轴输入不同的初相位出现不同形状的图形, 而且在界面的下方有数字显示, 如“ x 轴初相位为 65 度, y 轴初相位为 0 度”。

(4) 也可以让学生随机改变相位, 只要将程序中的“ $c1 = ((\text{item 1 of position of button x3}) - 1705) \div 240$ ”改成“ $c1 = \text{random}(2 * \text{PI})$ ”, “ $c2 = ((\text{item 1 of position of button x3}) - 1705) \div 240$ ”改成“ $c2 = \text{random}(2 * \text{PI})$ ”。初相位可以在 $0 \sim 2\pi$ 间随机取任意数值。

(5) 学生将学到的计算机知识用于物理实验, 使物理实验更为有趣, 更为生动。在计算机应用日益普及的今天, 数字化实验在物理和实验教学中, 发挥着越来越大的作用。利用计算机还可以完成验证平行轴定理、薄透镜成像规律等实验。

参考文献:

- [1] 李元杰, 孙威娜. 全面引入数字化技术 推进基础物理教学 [J]. 重庆大学学报, 2002, 25 (增刊): 46-49.
- [2] 吴王杰, 陆起图. 大学物理 (网络教材, 上册) [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2002 127-130.
- [3] 吴百诗. 大学物理 (上册) [M]. 西安: 西安交通大学出版社, 1994. 249.
- [4] 宣桂鑫, 江兴方. 多媒体物理教学软件开发与应用 [M]. 上海: 华东师范大学出版社, 2001.
- [5] 刘力, 姜龙滨, 赵鹏伟. 用 ToolBook 演示空间曲线曲面 [J]. 微计算机应用, 2001, 22 (1): 59-62.
- [6] 江兴方. 模拟静电场的多媒体软件制作 [J]. 江苏石油化工学院学报 1998, 11 (2): 54-57.

Discussing the Law of Synthesized Vibration with ToolBook

JIANG Xing-fang

(Department of Information Science, Jiangsu Polytechnic University, Changzhou 213016, China)

Abstract: In a computer the Lissajous figures could be showed dynamically by programming with visual multimedia ToolBook. The Lissajous figures could be varied at amplitude, frequency, and epoch in x axle direction and y axle direction. The method of digitization experiment was directly, precisely. It was true really combining physics experiment with computer.

Key words: physics experiment; Lissajous figures; digitization technology