

第 1 课：模拟蝙蝠超声波

教学目标：本节课基于项目式学习方法，结合物理【声现象】相关知识，应用项目核心知识，完成模拟蝙蝠利用超声波做回声定位项目，在项目制作过程中，提升以下思维及能力：

T 【技术能力】掌握项目中 2 个核心知识，提升编程思维和信息素养。

E 【工程能力】设计流程图，在分解复杂问题的过程中，提升逻辑思维。

A. 【艺术素养】添加适当的音乐，表达动物在捕食时的机敏灵动。

S 【科学素养】应用计算机模拟生物特有功能，在查找资料过程中，提升科学探究素养。

项目核心知识

- 掌握 Python 代码中使用“\”的换行方法；
- 掌握 break 语句的使用。

提出问题

许多人知道，食虫性蝙蝠在夜空中准确捕食依靠的是敏锐的听觉而不是视力。它与生俱来的回声定位功能，可以通过收发高频声判断位置，从而让猎物无处藏身超声波定位。

本节课，我们编程模拟蝙蝠的【回声定位】：用一个半透明圆球模拟超声波，以蝙蝠为中心扩散，当“超声波”碰触到虫子时，圆球（“超声波”）缩回来，然后蝙蝠准确飞到虫子的位置，吃掉虫子。

演示作品

打开“模拟蝙蝠超声波”课程的【演示模式】，观看我们要完成的作品。



核心知识

1. Python 代码换行：使用“\”

在写 `list` 或者较长的字符串时候，或者多个循环造成 IDE 不够用时，就需要代码换行了。对于一般表达式来说，“\”后直接回车即可实现续行，使用的关键在于“\”后不能用空格或者其他符号。

例如：

```
a = 1
```

```
b = 2
```

```
c = a + \
```

```
b
```

```
print(c)
```

```
2. break 语句
```

break 语句可以立即终止当前循环的执行，跳出当前所在的循环结构。无论是 while 循环还是 for 循环，只要执行 break 语句，就会直接结束当前正在执行的循环体。

break 语句的语法非常简单，只需要在相应 while 或 for 语句中直接加入即可。例如如下程序：

例：

```
i = 0
```

```
while i<10:
```

```
    i+=1
```

```
    if i==5:    #当 i=5 时，结束整个循环
```

```
        break
```

```
    print("i=%d"%i)
```

代码效果：

```
i=1
```

```
i=2
```

```
i=3
```

```
i=4
```

算法分析

开始编程前，我们先想一想这个程序如何制作。

步骤一：点击【探测按钮】，随机生成【虫子】的位置。

当点击【探测】按钮后，发送广播【1】给【虫子】，使其随机移动到地图上的任一位置，然后发送广播【2】给【超声波球体】。

步骤二：【蝙蝠】使用【超声波球体】进行探测

当【超声波球体】收到广播【2】时，模拟超声波外扩。这里使用 3D 编程中改变模型大小的模块：setScaleWithTime()，配合设置变量【ball】来控制【超声波球体】的大小，外扩时【ball】增大。

当“超声波”碰到【虫子】后，【超声波球体】进行收缩，模拟超声波反馈。这里使用 3D 编程碰撞模块：checkCollisions()，配合设置变量【Collisions】来标志“超声波”是否检测到了虫子。当【超声波球体】碰撞到【虫子】时变量【Collisions】赋值为 1，球体停止外扩开始收缩，收缩原理与扩张相同。

当“超声波”返回到蝙蝠身上时，也就是【超声波球体】最小时即变量【ball】为 0，隐藏【超声波球体】并发送广播【3】给【蝙蝠】。

步骤三：【蝙蝠】飞往【虫子】坐标。

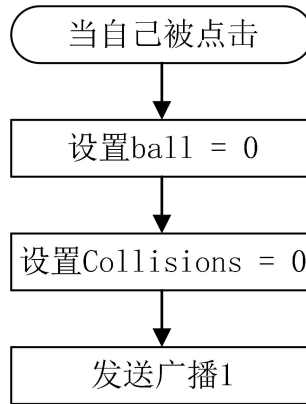
【蝙蝠】移动到【虫子】的坐标，并“吃掉”【虫子】。

编程实现

步骤一：点击【探测按钮】，随机生成【虫子】的位置

1、【探测按钮】编程

根据【思路分析】，此时【探测按钮】需要设置两个变量【ball】和【Collisions】，并赋初始值为0。之后要发送广播【1】（流程图见图1.1，源代码见1.2）



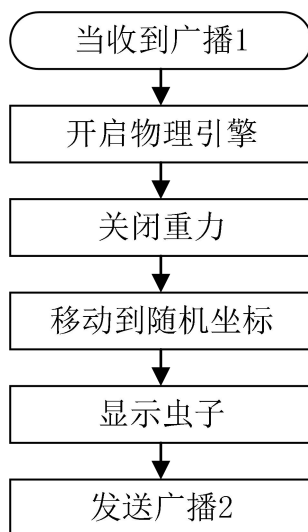
（图 1.1 探测按钮流程图）

```
def StartClickMe_001(self, _tEvent = const.FD_REVENT_CLICK, _tEParam = ""):
    G.Collisions = 0
    G.ball = 0
    self.sendBroadcastP2P('1', '')
```

（图 1.2 探测按钮源代码）

2、【虫子】编程

当【虫子】收到广播【1】后，开启物理引擎使“超声波”可以碰撞到自己，使用随机函数，在(-30, 30)坐标范围内生成一个坐标并移动到相应的位置，随后发送广播【2】。（流程图见图 1.3，源代码见 1.4）



(图 1.3 虫子角色流程图)

```

def StartRecvBroadcast_001(self, _tEvent = const.FD_LEVENT_BROADCAST, _tEParam = "1"):
    self.openPhysicsEngine()
    self.disableGravity()

    self.moveToXYZWithTime(0, math.floor(random.uniform(-30, 30)), \
60, math.floor(random.uniform(-30, 30)), \
const.FD_WORLD_POS)

    self.Wait(0.1)
    self.showResource('虫子')
    self.sendBroadcastP2P('2', '')
  
```

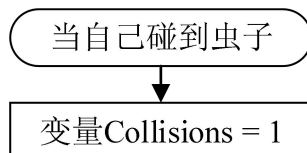
(图 1.4 虫子角色源代码)

步骤二：

1、检测碰撞：

使用【碰撞检测】模块，如果碰到了【虫子】，则使变量【Collisions】变为 1。

(流程图见图 1.5，源代码见 1.6)



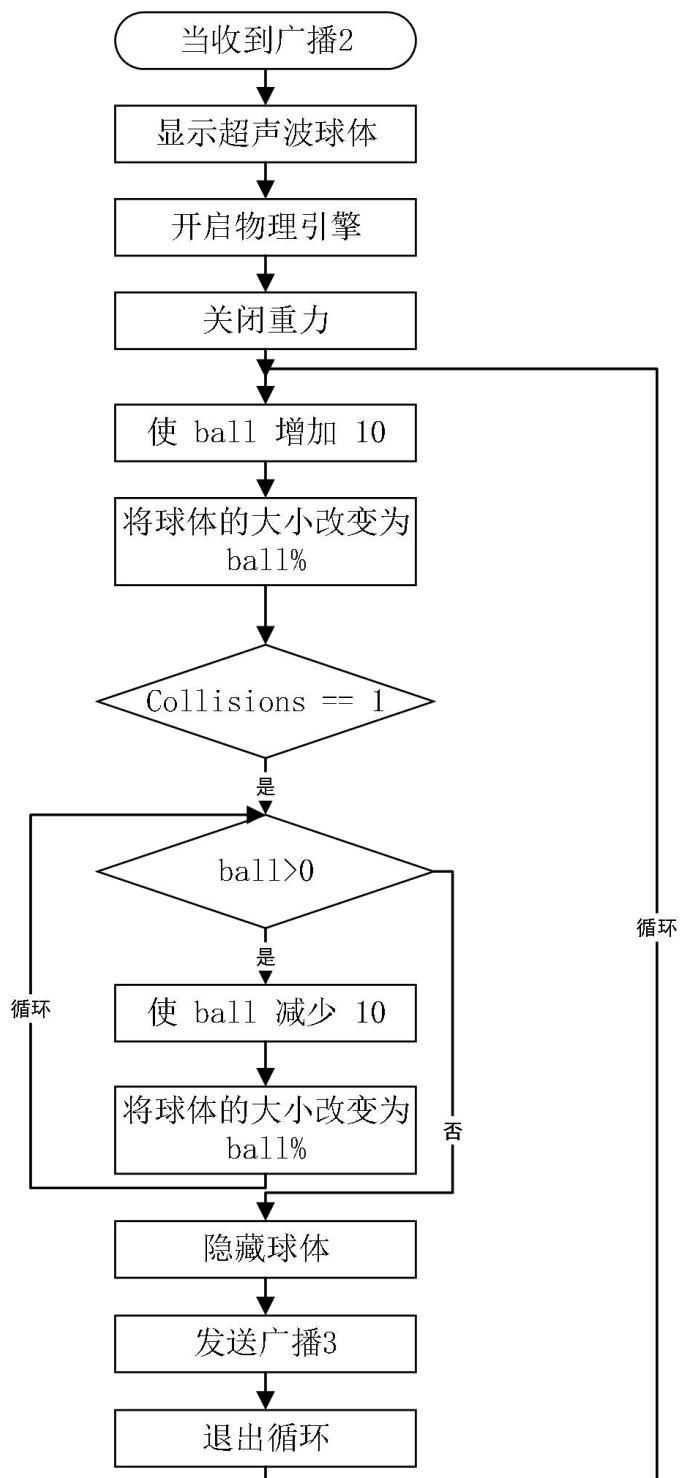
(图 1.5 碰撞检测流程图)

```
def StartCondition_002(self, _tEvent = const.FD_LEVENT_TRIGGER,\
    _tEParam = "self.checkRemoteEvent(const.FD_REVENT_COLLISIONS,\
    '超声波球体', '虫子', '')"):
    G.Collisions = 1
```

（图 1.6 碰撞检测源代码）

2、【超声波球体】编程

根据【算法分析】，当“超声波”没有碰到【虫子】前，球体逐步扩大；碰到后球体逐步减少，最后隐藏【超声波球体】并发送广播【3】。（流程图见图 1.7，源代码见 1.8）



(图 1.7 超声波球体流程图)

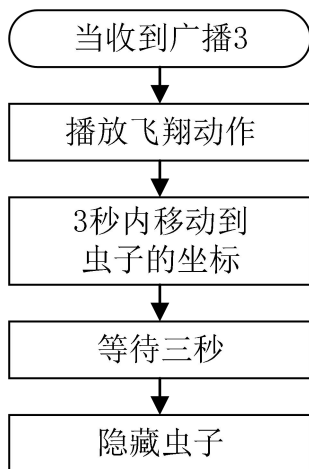
```

def StartRecvBroadcast_001(self, _tEvent = \
const.FD_LEVENT_BROADCAST, _tEParam = "2"):
    self.showResource('超声波球体')
    self.openPhysicsEngine()
    self.disableGravity()
    while True:
        G.ball += 10
        self.setScaleWithTime(0.01, G.ball, 1)
        if (G.peng == 1):
            while (G.ball > 0):
                G.ball -= 10
                self.setScaleWithTime(0.01, G.ball, 1)
            self.hideResource('超声波球体')
            self.sendBroadcastP2P('3', '')
            break

```

(图 1.8 超声波球体源代码)

步骤三:【蝙蝠】收到广播【3】后,“得到”了【虫子】的坐标,【蝙蝠】则在 3 秒内飞往相应坐标后让【虫子】消失。(流程图见图 1.9,源代码见 1.10)



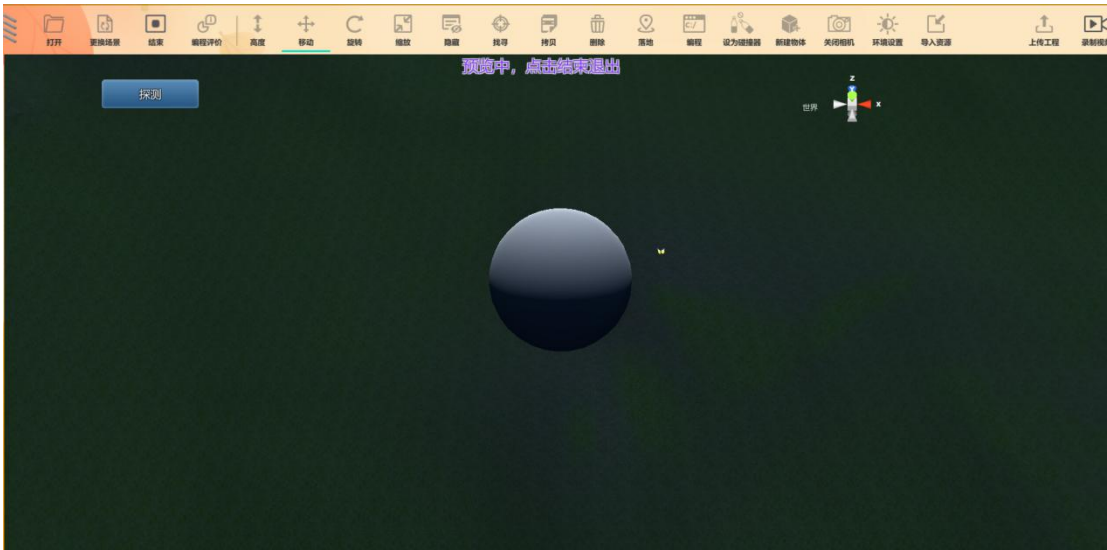
(图 1.9 蝙蝠流程图)

```
def StartRecvBroadcast_001(self, _tEvent = const.FD_LEVENT_BROADCAST, _tEParam = "3"):  
    self.Wait(1)  
    self.playAnimation('飞翔')  
  
    self.moveToXYZWithTime(3, self.getResourceCoordinate('虫子', const.FD_COLTYPE_X, \  
const.FD_WORLD_POS), 80, \  
self.getResourceCoordinate('虫子', const.FD_COLTYPE_Z, const.FD_WORLD_POS), \  
const.FD_WORLD_POS)  
  
    self.Wait(3)  
    self.hideResource('虫子')
```

(图 1.10 蝙蝠源代码)

制作完成

点击“运行”，预览作品。



拓展探索

生物学科解读【回声定位】：

究竟是体内的什么物质，才让食虫性蝙蝠具备了神奇的听觉呢？近日，华东师大的生命科学专家与英国学者为世人揭开了谜底。他们在食虫性蝙蝠的外耳毛细细胞中，发现了一个新鉴定的基因 Prestin，而正是这种基因所编码的蛋白质，

才让哺乳动物获得了得天独厚的听觉。

最新一期的美国《国家科学院院刊》（PNAS），刊登了华东师大张树义教授带领的研究组与英国伦敦大学斯蒂芬·罗西特博士等合作完成的题为《听觉基因 Prestin 重新将回声定位蝙蝠聚在一起》的研究成果。

该研究表明，在哺乳动物中，回声定位蝙蝠听觉的频率范围在所有的哺乳动物中最宽广，其原因是一个新鉴定的基因 Prestin 所编码的蛋白质，在哺乳动物的外耳毛细胞放大机能上起到了“发动机”的作用，而哺乳动物的高频听觉敏感性和选择性，同外耳毛细胞放大机制有着密不可分的联系。

为了探究 Prestin 基因与蝙蝠回声定位之间的进化关系，张树义教授带领的研究团队与英国学者合作，系统地研究了 this 基因在具有回声定位能力的食虫性蝙蝠和不具有回声定位能力、以果实为食的蝙蝠之间的进化关系。结果显示，所有具有回声能力的蝙蝠的 Prestin 基因表现出很高的相似性。而且，在恒频蝙蝠——菊头蝠科中，Prestin 基因受到显著的正选择作用。在这一特殊类群中，与高频听觉敏感性和选择性有密切联系的 Prestin 基因的进化速度明显加快。这项研究结果说明，蝙蝠的高频听觉能力是相对独立地进化出来的。

动手练习

编写程序，模拟超声波回波。