

Arduino 游戏机和体感项目设计

姓名：唐一丹 学号：17307110478

摘要：本实验基于 Arduino Uno，制作了游戏掌机，编写并运行了俄罗斯方块和贪吃蛇游戏，同时兼容 arduboy 开源项目。实验进一步利用体感数据采集和蓝牙传输，进行了体感游戏项目的设计。

一、引言

任天堂的 Game boy 游戏机曾陪伴了許多人成长，而 Arduboy 这一款基于 Arduino 的复古游戏机，不仅实现了游戏掌机的功能，而且由于它开源的项目和平台，也提供给人们自主设计和自由下载游戏的空间。

受此启发，本文利用简单、价格低廉的材料，实现了游戏掌机的设计，较好兼容了 Arduboy 的开源游戏，可以直接进行烧录。针对现有的材料，编写了两款游戏：俄罗斯方块和贪吃蛇，深入学习了如何利用程序接收按键数据并立刻反馈到游戏中。

完成了在 Arduino 上独立运行的小游戏后，本文考虑到按键反馈属于比较基础的一种反馈方式，进一步探究设计了体感控制的游戏项目。本文利用 MPU6050、ADXL355 模块进行人体手势动作的采集，利用蓝牙模块 HC-05 模块进行传输，完成了对一款游戏的体感控制。该项目也带来一些启发，可以利用家中闲置的 Kinect 体感设备与 Arduino 配合，完成对人体 3D 影像动作的捕捉。体感技术不仅可以运用在游戏控制中，也能进行对机械臂、机器人、遥控车的控制。

二、实验设计与原理

1. Arduino 游戏机硬件设计

本文游戏机的硬件材料有：Arduino Uno，0.96 寸 OLED IIC 128×64 显示屏，按键模块 6 个（上下左右 AB），面包板，杜邦线若干。

2. OLED 显示屏的使用

由于 Arduino Uno 的储存空间较小，本文在程序编写过程中多次发生了超出储存空间的情况，因此需要根据程序情况选择 OLED 显示屏的使用方法，避免出现由于库的原因超出储存空间而无法上传的问题。

第一种方法是直接进行取模并写入头文件，该方法可以只取模得到需求的中英文字符和图像。优点是占用空间小，导入图像方便；缺点是操作较为繁琐。设计游戏主页面，美化游戏界面时，可以选择该种方式。

第二种方法是直接使用库函数。U8glib 是在 Arduino 上常用的图形绘制库，用途广泛，功能强大，兼容性好，直接利用实例化语句就能表述硬件连接方式。但 U8glib 库占用储存空间较大。U8g2 是嵌入式设备的单色图形库，只支持单色 OLED 和 LCD，兼容性也很好，且占用储存空间较 U8glib 小。另外，Adafruit_GFX，Adafruit_SSD1306 也是常用的库。

3. 按键输入控制

按键控制的监测同样可以使用库函数，如 MsTimer2 等等。

也可以直接在游戏主页面或游戏界面中使用 while 循环，监测按键变化，使用 switch 语句或 if 语句进行跳转。

4. 俄罗斯方块设计原理

由于 OLED 屏幕尺寸为 128×64 ，对于行宽为 10，列高为 20 的标准俄罗斯方块游戏界面，将每个小正方形单位的大小设为 2×2 ，于是可以使用 10×20 的二维数组来表示每种方块的位置和形状，以及底部积累方块的情况。

俄罗斯方块中一共有 7 种方块，分别以 S、Z、L、J、I、O、T 命名。玩家可以通过左右按键以 90° 为单位旋转方块，直到方块移动到画面底部固定，此时立刻产生新的方块。

方块平移和旋转的表示采用记录方块中心点的坐标，再通过中心点的向四周的坐标延申，得到一个完整的方块形状（如表 1）。

(表 1：俄罗斯方块形状及其中心点)

方块名	图形
S	
Z	

L	
J	
I	
O	
T	

按照表格所示，每次平移或旋转变换后，都会重置中心点，清除原有的方块组合，产生新的方块组合。

游戏得分累计的判定是遍历二维数组每一行的值，如果某一行全为 1，则消除该行并且累加得分。

5. 贪吃蛇设计原理

贪吃蛇的坐标组合存放在数组中，每一次移动都将原有的坐标数据存放入临时数组，通过新的头部坐标判断是否吃到食物、撞击墙壁或撞击自身。

贪吃蛇游戏的主体部分由 while 循环构成。在循环中用 switch 语句监测按键输入，判断贪吃蛇行走方向（默认不允许直接反向行走）。在循环中用 if 语句判断是否吃到食物，即该时刻贪吃蛇头部所到达的新坐标是否等于食物的坐标，如果满足，则贪吃蛇加长，使下一次移动函数中原尾部坐标保留。用 if 语句判断是否撞击墙壁或撞击自身，如果新的头部坐标是墙体或自身的元素，则游戏结束。

6. Arduino 体感项目硬件设计

体感项目的硬件材料有：Arduino Uno, MPU6050 模块, ADXL355 模块, HC-05 模块, PC, 杜邦线若干。

7. 体感项目模块

MPU6050 是常用的六轴姿态角度传感器模块。本文使用了 JY61 型号，采用高精度的陀螺加速度计，能够处理器读取测量数据并通过串口输出。能够在动态环境下准确输出模块当前姿态，姿态测量精度达到 0.05° ，适合用于运动感测游戏和 AR。本文使用 MPU6050 库函数读取六轴数据。

ADXL355 是三轴加速度计，可以进行 X、Y、Z 轴输出。本文直接使用 analogRead() 函数读取数据。MPU6050 和 ADXL355 可以完整组成数据采集模块。

HC-05 是蓝牙串口通信模块，本文用以代替连线与 PC 形成无线通信。模块 RXD 端口收到串口数据后，自动将数据以无线电波的方式发送；模块 TXD 端口能够接收以无线电波方式传输的信号，并还原为串口数据。

三、实验过程

1. Arduino 游戏机硬件设计和兼容性测试

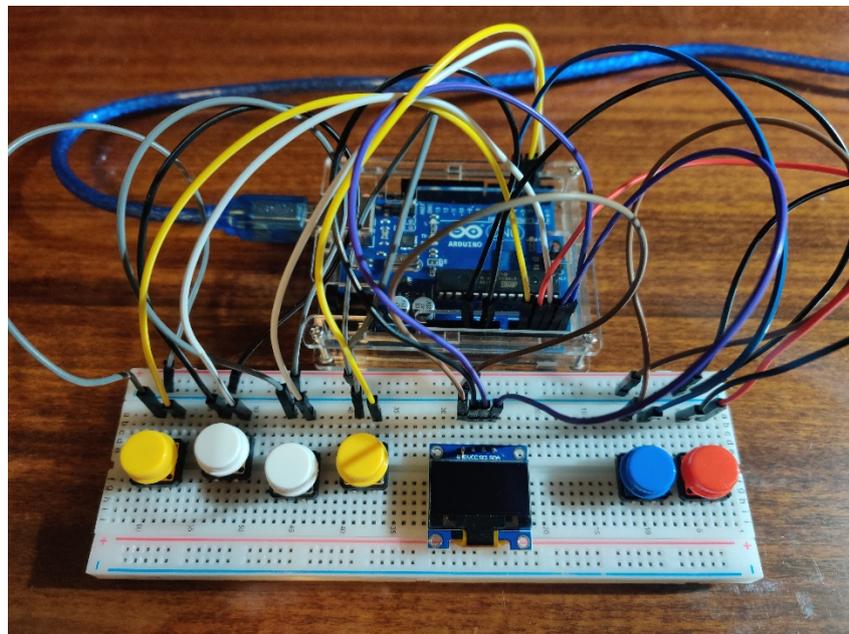
在自主设计游戏之前，本文探究了最简单的材料能否还原 Arduboy 并兼容其开源游戏库。

硬件连接方式：

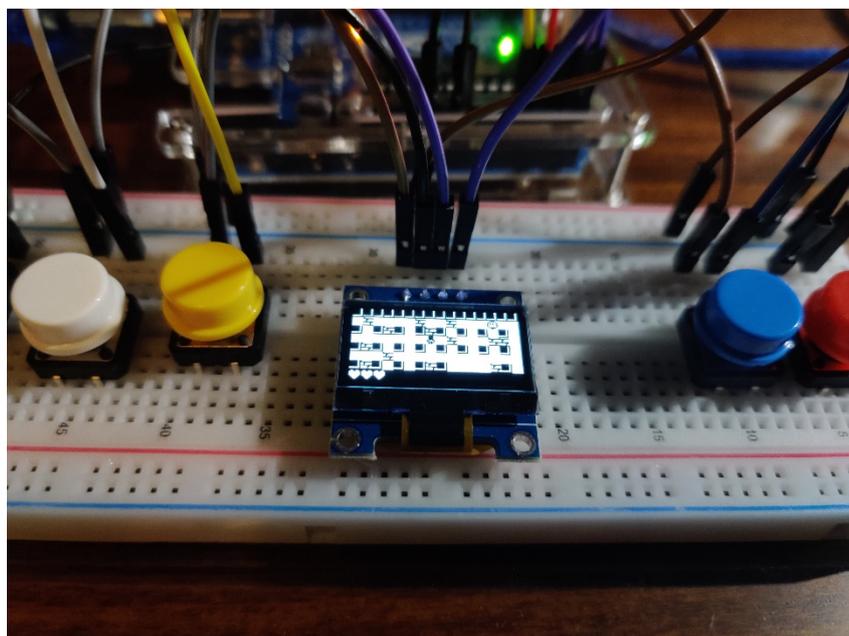
（表 2：Arduino 游戏机兼容性测试硬件连接）

元件	元件引脚	Arduino Uno 引脚
OLED	GND	GND
	VCC	5V
	SCL	A5
	SDA	A4
按键模块	上	A3
	下	2
	左	A1
	右	3
	A	4
	B	A2

使用开源软件 Arduloder 烧录游戏的 hex 文件^[5]，上传后发现可以直接运行（如图 2）。这些游戏大多使用 Arduboy2 库进行编写，在设计和编写上方便快捷，容易上手。



（图 1：Arduino 游戏机）



（图 2：运行 Bomberman 游戏）

2. 俄罗斯方块

根据现有的材料，自主设计了俄罗斯方块游戏。

硬件连接方式：

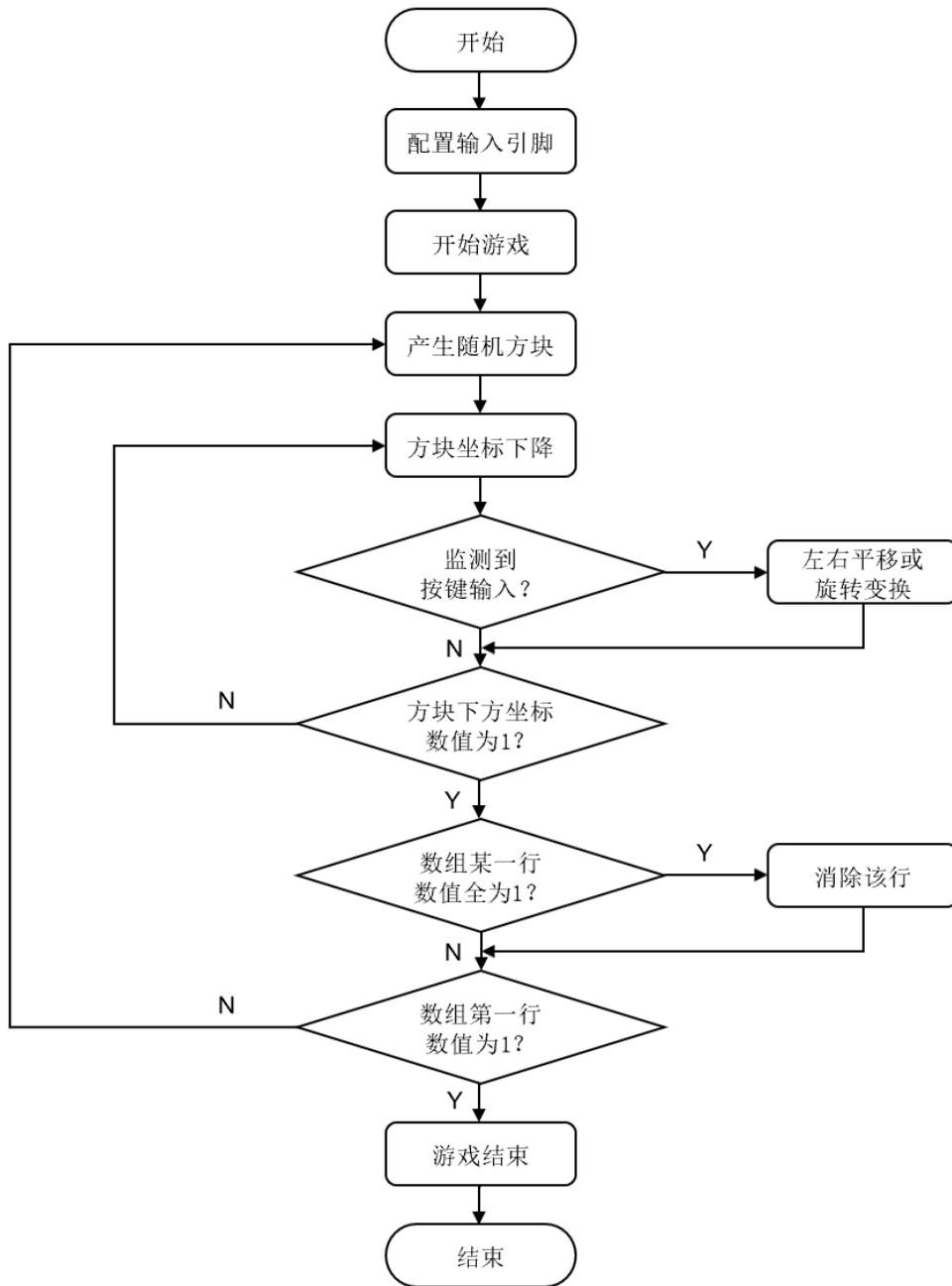
(表 3：俄罗斯方块和贪吃蛇游戏硬件连接)

元件	元件引脚	Arduino Uno 引脚
OLED	GND	GND
	VCC	5V
	SCL	SCL
	SDA	SDA
按键模块	上	4
	下	3
	左	5
	右	2
	A	A4
	B	A5

程序设计：

程序最开始使用 U8glib 库实现 OLED 的显示。但在上传过程中发现，该程序超出了 Arduino Uno 的储存空间 (114%)，无法运行。了解到 U8g2 库占用储存空间低于 U8glib 库，于是改用 U8g2 库，程序能够运行，但由于占用空间还是较大 (74%)，提示稳定性不佳，便进一步精简了主页和部分游戏界面。

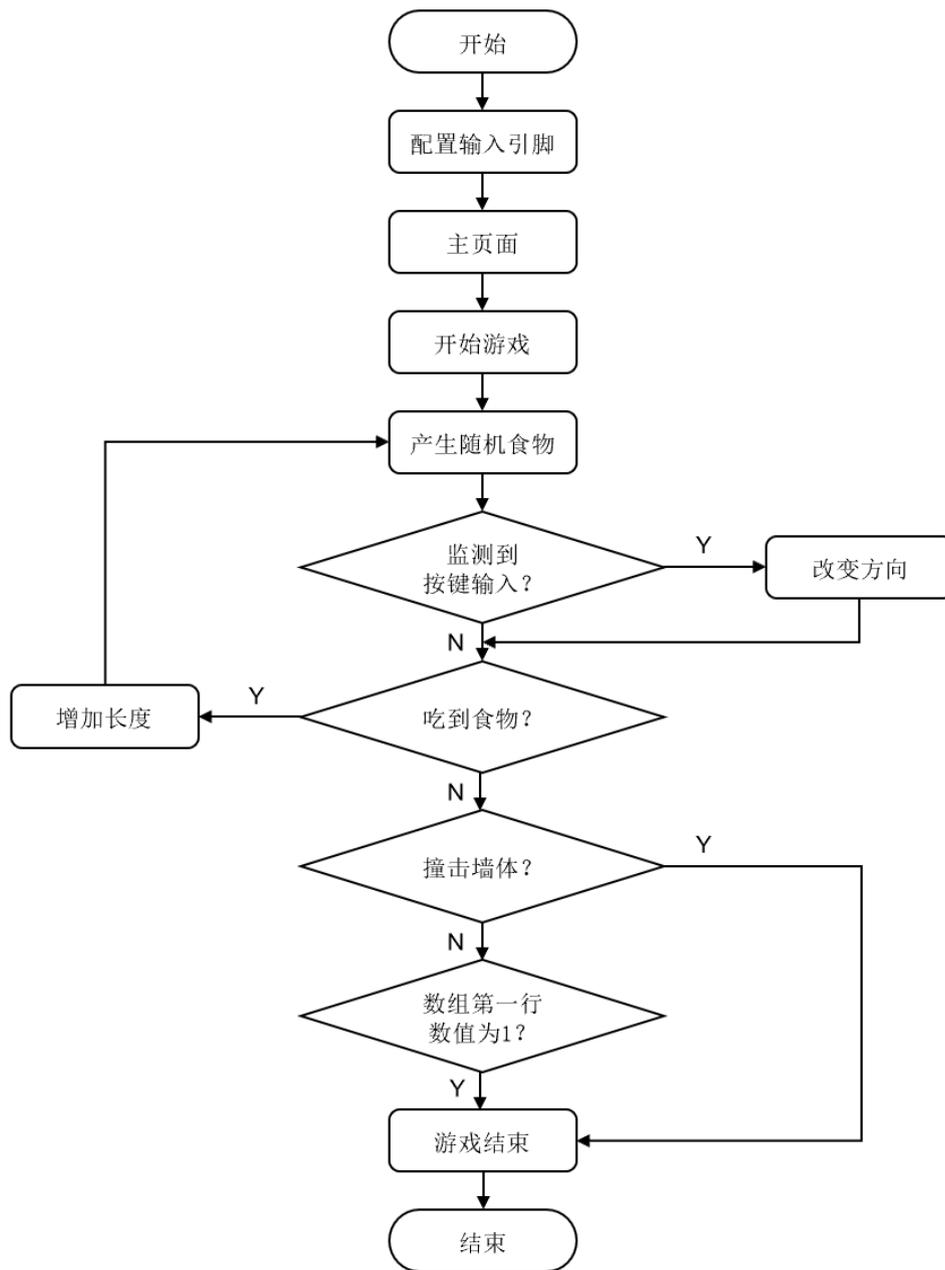
该程序的流程框图如图 3。



(图 3: 俄罗斯方块游戏程序流程框图)

3. 贪吃蛇

程序使用 U8glib 库实现 OLED 显示。硬件连接与俄罗斯方块游戏相同，程序流程框图如图 4。



(图 4: 贪吃蛇游戏程序流程框图)

4. 体感游戏

本文将 MPU6050 模块和 ADXL355 模块组合为数据采集模块，使用 HC-05 模块进行蓝牙传输，再通过 PC 运行游戏，实现游戏的体感控制。

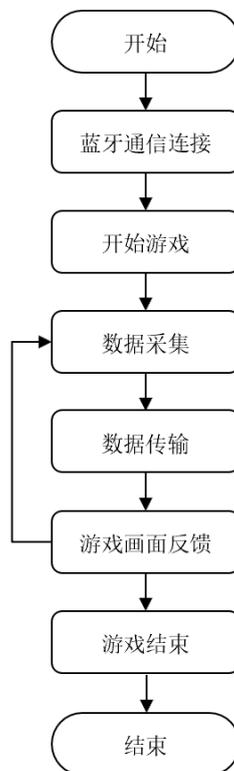
游戏选取了 Github 上运用 Python 编写的单机游戏 TankWar^[4]。本文调用 Python 中的 serial 库，将其坦克的 PC 按键控制部分更改为了接收蓝牙数据进行控制。数据采集模块通过判断 XY 平面的数据范围，串口输出“W”、“A”、“S”、“D”命令，实现体感控制坦克行进方向。

硬件连接方式：

(表 4：体感游戏项目硬件连接)

元件	元件引脚	Arduino Uno 引脚
MPU6050	VCC	3.3V
	SCL	SCL
	SDA	SDA
	GND	GND
ADXL355	VCC	A0
	X-OUT	A2
	Y-OUT	A3
	Z-OUT	A4
	GND	A1
HC-05	RXD	TX
	TXD	RX
	GND	GND
	VCC	5V

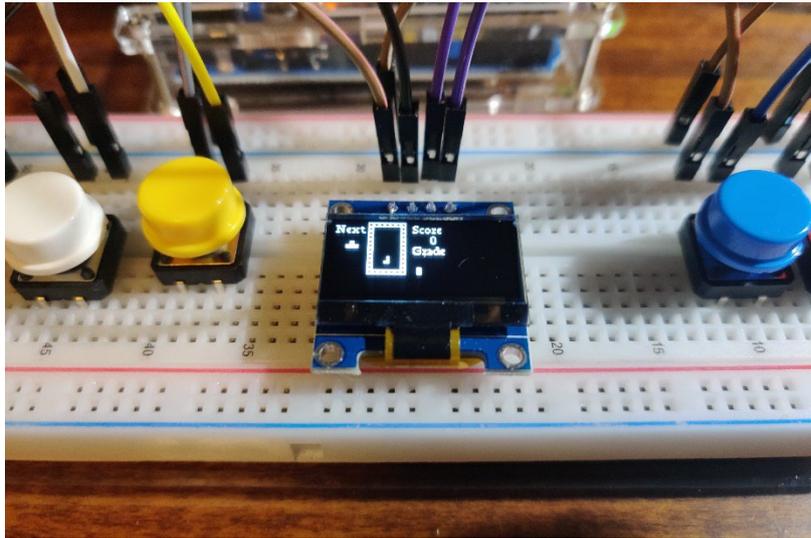
流程框图如图 5。



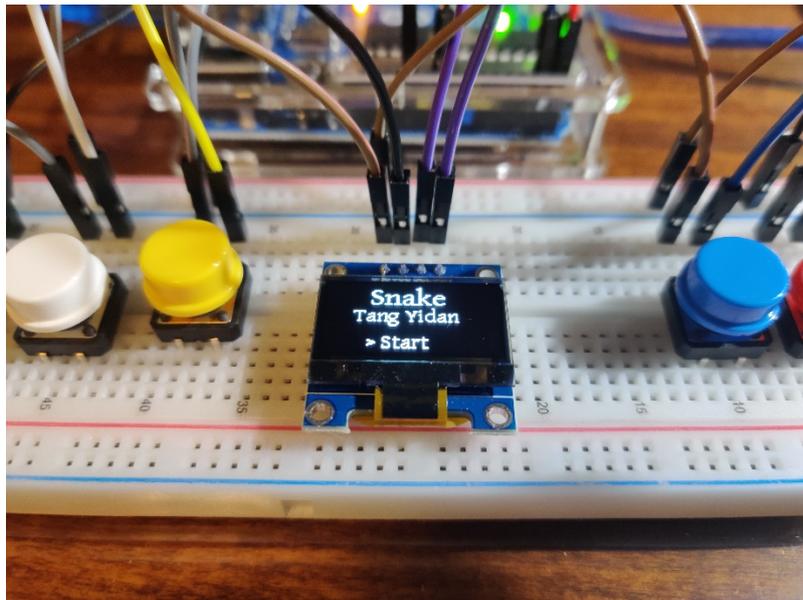
(图 5: 体感游戏项目流程框图)

四、实验结果和分析

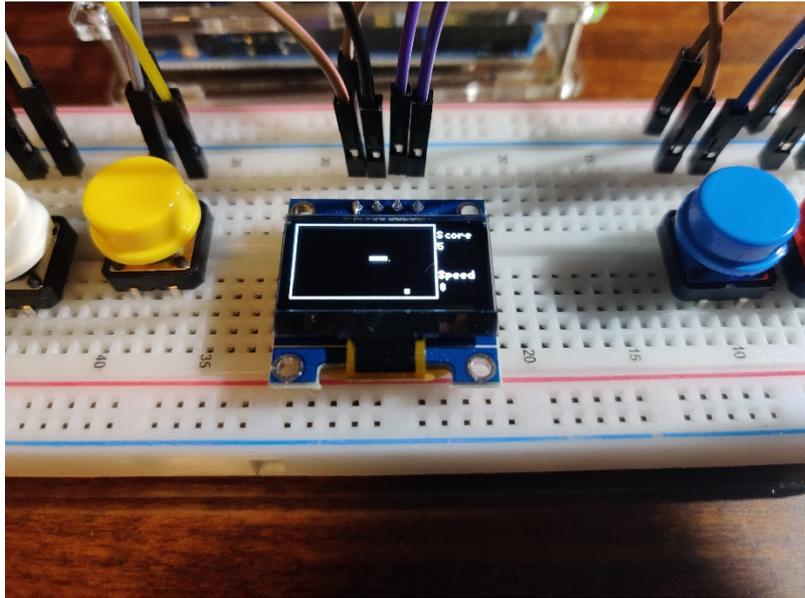
1. 使用 OLED 显示屏和按键模块，即可初步实现 Arduboy 功能，较好兼容 Arduboy 开源游戏。后续实验可以使用蜂鸣器实现游戏音效播放，使用印刷电路板进行线路的焊接，装配塑料外壳，更完整地实现 Arduboy 功能。
2. 俄罗斯方块游戏和贪吃蛇游戏运行结果如图 6-9。由于贪吃蛇游戏占用储存空间更小，稳定性更好。



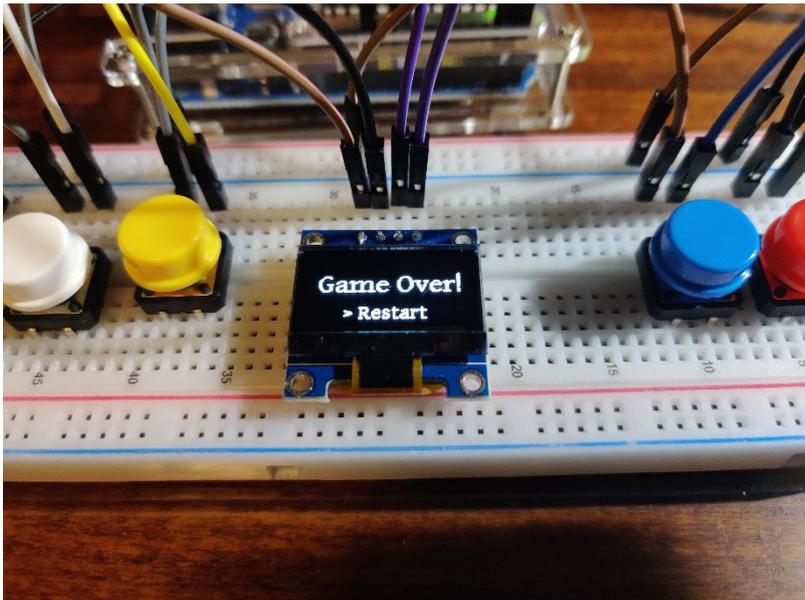
(图 6: 俄罗斯方块游戏界面)



(图 7: 贪吃蛇游戏主菜单)

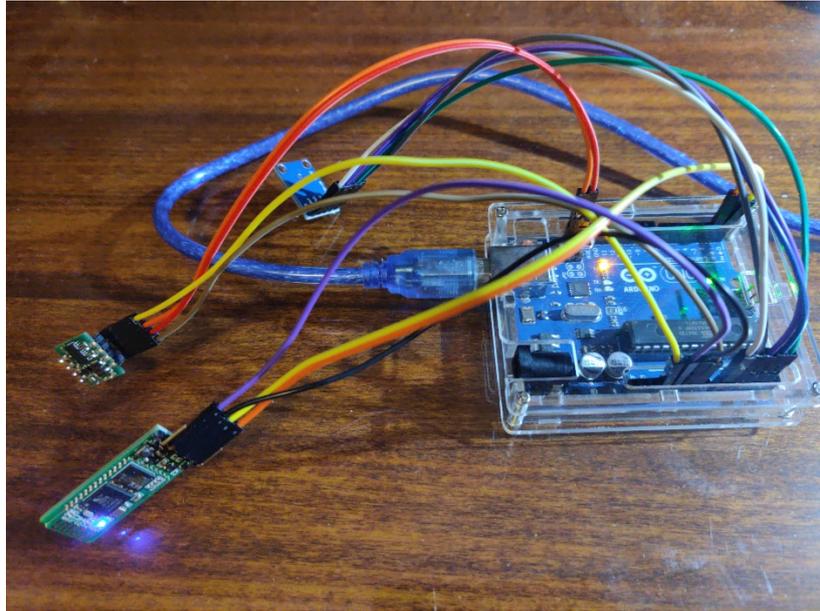


(图 8: 贪吃蛇游戏界面)



(图 9: 贪吃蛇游戏结束画面)

3. 体感游戏项目如图 10。



(图 10: 体感游戏项目硬件)

4. 完成以上项目后，得到了后续实验的方向启发。家中闲置的 Kinect 体感设备能够实现 3D 体感摄像，导入即时动态捕捉、影像辨识、麦克风输入等功能。Kinect 配置了三个镜头：RGB 彩色摄像机，红外发射器和红外线 CMOS 摄像机所构成的 3D 结构光深度感应器。使用 Kinect for Windows SDK 可以进行软件开发。将 Kinect 与 Arduino 结合，完成对人体 3D 影像动作的捕捉和传输，可以设计出更复杂更准确的体感游戏控制，还能够进行对机械臂、机器人、遥控车、遥控飞机的控制。

参考文献

- [1] <http://phylab.fudan.edu.cn/doku.php?id=arduino:start>
- [2] <https://blog.csdn.net/dpjcn1990/article/details/92831760> 深入学习 Arduino u8g2 OLED 库
- [3] 李永华，王冬宇. Arduino 项目案例. 北京：清华大学出版社. 2019
- [4] <https://github.com/wangxingyao/TankWar>
- [5] <https://arduboy.com>