

小身材,大能量

——Riding Pro 智慧骑行系统

贵州省贵阳市第一中学 杨予墨 指导教师/和琴

摘要：本课题研究的 Riding Pro 智慧骑行系统能够完美适配市面上现有常规款式的自行车，只需较低的成本即可将其变为可以在虚拟世界中运行的体感自行车。智慧骑行系统通过传感器采集自行车的运动数据，再经主板处理发送到电脑，实现画面的实时联动。由此让骑行不再受天气和场地的制约，并且可以支持室内室外两种不同场景：室内支持虚拟骑行，室外可以记录实时骑行数据。除了满足骑行爱好者的需求，还可以在有限条件下开设自行车训练课程，或者供学生课间锻炼身体，丰富校园体育运动项目，响应国家关于构建健康中国战略的号召。另外，此系统还能作为未来自行车接入元宇宙的接口。

关键词：自行车 人机交互 智慧骑行系统

一、研究背景

在青少年最喜欢的体育运动中，骑自行车一定榜上有名。但是进入高中以后，骑行的机会却越来越少。大部分高中都是寄宿制，学生大部分时间都在学校度过。学校出于安全考虑，不允许在校园道路中骑自行车。运动场馆也仅能满足球类、操课类、田径等常规体育项目的需求，没有设立专门的骑行场地。

对于其他骑行爱好者来说，贵阳地形多山，坡度较大，骑行过程中需要频繁上下坡，这不仅增加了骑行的体力消耗，而且下坡时可能导致骑行速度过快，增加危险的概率。此外，贵阳部分区域自行车道建设不完善，导致骑行者与机动车、行人混行的情况较为常见。这种路权划分不清的情况，不仅影响了骑行的连续性和流畅性，也增加了骑行者与其他交通参与者发生碰撞的风险，降低了骑行的安全性。

虽然贵阳市政府在2024年5月推出了花溪湿地公园、开阳十里画廊、红枫湖环湖骑行等多条骑行线路，但是对于技术不好、体力不佳的人来说，尝试这些线路也存在着风险和挑战。有些线路地形多样、临水、陡坡较多，有些路线较长，需要较好的体力。

为此，笔者设计了一个智慧骑行装置，它能与市面上现有最常见的自行车融合，既能在户外骑行

时自动记录里程和时间，也能在室内通过虚拟游戏界面享受骑行的乐趣。在运动的过程中还能实时监控心率等生理指标，提醒骑行者进行健康、适度的运动。骑行者的数据能够保存在数据库中，以便使用者了解自己的运动记录。

二、可行性分析

为了解学生对骑行的兴趣和需求，笔者在本班和本人所在学生社团进行了随机访谈。调查结果显示，76%的同学会骑自行车，并且有72%的同学愿意在课余时间进行骑行锻炼。

其次，我校为实施国家对中小学体育运动时长的要求，对校内场地进行了重新规划。学校除了每周的体育课，还开展了特色大课间和全校运动会，目的就是让同学们能够运动起来。尽管如此，真正主动参与其中的同学占比并不多。调查发现，大部分学生在校期间有效运动时间都很难达到40分钟，平均每月运动时长达40分钟的天数仅有6.6天。究其原因，一是运动场地不能满足学生运动需求，二是运动项目单一，缺乏趣味性。在这种情况下，室内骑行就是增加学生体育锻炼时间和提高锻炼质量的一项较为安全经济的方案。

三、项目设计与制作

鉴于实际需求，智慧骑行系统应当具备几点特征：一是能够有效实现室内和室外骑行功能，以达到强身健体的目的；二是具有趣味性，使学生可以

在锻炼身体的同时放松心情；三是占地较小，可以在教学楼走廊等空间安放和使用；四是操作简单且人性化，以便老师和同学快速上手和使用；五是成本低，尽可能利用现有自行车进行改装。

（一）结构设计

1. 通过软硬件联动，在电脑上模拟真实骑行场景，提供有趣且沉浸式骑行体验。

2. 利用现有自行车，在上面加装传感器和支架，在还原真实骑行效果的同时，有效降低整套设备成本。

3. 保留自行车原有功能，可以兼顾室内体感骑行与室外实际骑行的双重需求。

4. 设备的整套系统可分为两部分：（1）硬件部分负责数据采集。由安装在自行车架上的 Arduino mega 2560 作为主控，采集自行车的运动速度、龙头转向以及骑行者的心率数据，并通过串口发送至电脑端。（2）软件部分负责数据处理和画面反馈：通过接收来自串口的数据，计算实际的骑行状态，并实时同步到电脑画面中，同时提供一个简单的 UI 页面，将运动数据展示出来，便于分析锻炼效果。

（二）硬件设计

通过使用 Arduino mega 2560 作为下位机，采集霍尔传感器获取速度数据、角度传感器获得的方向数据、心率血氧模块记录的生理学数据并进行处理；在串口检测到连接的计算机时，将数据实时地发送到电脑上，实现运动数据读取的功能；当没有与电脑相连时，记录骑行的总里程和实时速度，由液晶屏显示出来，接线如图 1。

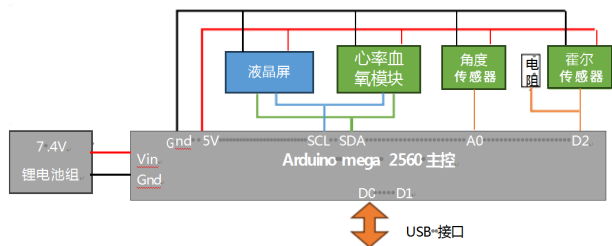


图1 智能体感自行车系统的硬件示意图

1. 数据采集。这一部分全部位于自行车上，由 Arduino mega 2560 作为主控，收集并初步处理数据。（1）获取转速：在自行车间隔相等的辐条上安装 8 块磁铁，在车架靠近车轮的位置安装霍尔传感器（图 2）。霍尔传感器会在检测到磁场时将信号输出端电平下拉，因此，需要通过上拉电阻使端口保持高电平，检测到磁场后电平降低，由 2 号端口捕获单位时间内电平变换的次数，从而推算出车轮的运动速度。

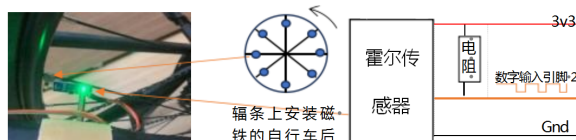


图2 霍尔传感器工作示意图

（2）获取龙头方向：在自行车架上和手柄上固定模拟角度传感器，该模块可根据获取的 $0^{\circ} \sim 180^{\circ}$ 的角度值，对应产生 $0V \sim 5V$ 的模拟信号。由 A0 端口获取、计算对应的角度值（图 3）。

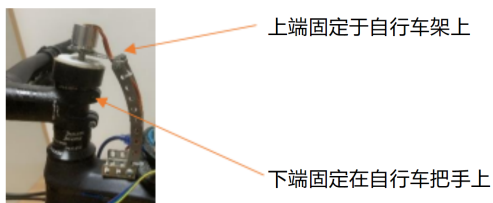


图3 角度传感器固定在自行车把手与车架连接处

（3）获取使用者心率和血氧：选用 MAX30102 心率血氧传感器安装于自行车把手上，骑行者食指抓握的位置，通过 IIC 协议与主控相连。模块基于光容积法原理，利用人体组织在血管搏动时透光率的不同来测量脉搏（Hr）和血氧饱和度（ SaO_2 ）。其光源采用对动脉血中氧合血红蛋白（ HbO_2 ）和血红蛋白（Hb）有选择性的特定波长发光二极管。动脉搏动时充血容积变化会使光束透光率改变，光电变换器接收经人体组织反射的光线，并将其转变为电信号后放大输出。血氧饱和度公式和模块接线如图 4。

$$SaO_2 = \frac{CHbO_2}{CHbO_2 + CHb} \times 100\%$$

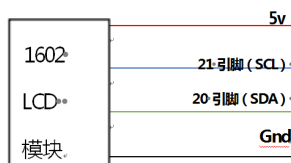


图4 血氧传感器的结构、测量原理及安装位置

(4) 锂电池供电和显示屏功能：为适配现实中的户外骑行需求，可以使用电池供电，搭配1602LCD液晶屏，显示实时运动速度和总里程，作里程计使用（图5）。



图5 LCD液晶屏显示实时运动速度和总里程



2. 数据传输。主控与电脑之间采用串口协议进行通讯，传输稳定且速率较高。串口是一种异步全双工的通信协议，用途广泛，通信双方各有1个发送端口（TX）和1个接收端口（RX），其数据基本单位是包含1个起始位、8个数据位、1个奇偶校验位和1个停止位的数据帧，每个数据帧传输一个字节（8比特）数据，每秒钟传输数据帧的个数为波特率。下图为串口数据结构示意图和接线图（图6）。

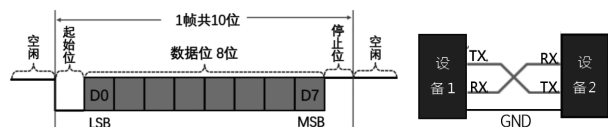


图6 通讯双方数据传输示意图

在串口通信中，发送和接收双方要实现正常的通信，需采用相同的传输波特率并共用GND。首先，接收方以传输线的空闲状态（高电平）作为起点，当检测到低电平出现时，表明数据帧开始。接通后按规定的格式读取8位数据。读取到停止位时，若为高电平，则说明该数据帧已经结束。

首先，Arduino的ATmega2560芯片会以115200 bps的波特率将数据传输到板载的CH340芯片，CH340芯片将TTL信号转为USB信号，通过USB数据线传输到电脑，再由电脑上的Python程序读取数据，从而实现将运动数据和生理数据传输到电脑。

(三) 程序设计

程序设计主要依赖于电脑端运行的Python程序联动软硬件，实现运动画面同步和展示运动数据

的功能。在骑行过程中，Python位于后台，提供骑行页面和UI页面。

1. 画面同步方案：主体上，采用《我的世界》这款高度开放的沙盒游戏，玩家可以在方块构成的森林、沙漠、草原等地形中自由穿行，所以游戏画面可以作为骑行画面，配合命令方块（游戏代码解释器）实现同步功能。

2. 运动数据呈现：通过Python官方提供的tkinter库实现简易的图形化页面，用以显示实时数据；或使用pandas库导出骑行过程中各时间段的速度、心率等信息的电子表格。为了适配学校的应用场景，页面中还没有登录功能，方便每一位使用者分别记录自己的运动数据。

(1) Arduino C部分：该部分的主要作用是负责采集数据，图7为主控上运行的程序流程图。

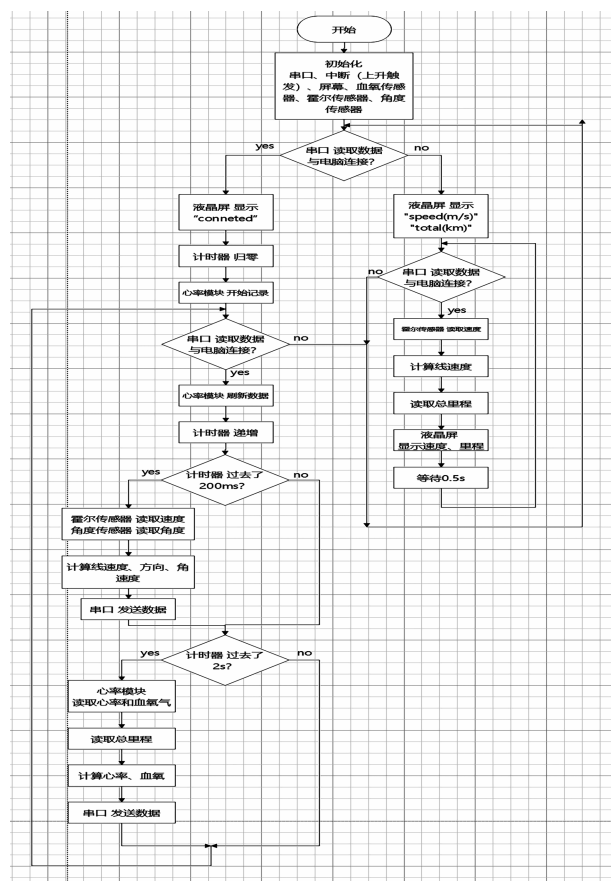


图7 程序流程图

①主循环：在loop()函数中，代码首先检查是否已经连接到电脑。如果已经连接，则计算并发送速度、距离、心率、血氧饱和度和角速度。如果未连接，则只显示速度和距离。

②距离计算：`getDistance()`函数通过计算霍尔传感器触发的次数乘以磁铁之间对应的车轮距离来计算总里程。

③速度计算：由物理公式 $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ 可知，测量时间段内车轮的转速，可以通过捕获的车轮转过路程除以间隔时间得到。首先，函数设置一个静态变量 `time_last` 来记录上一次计算速度的时间。然后，函数计算当前时间与 `time_last` 的时间差，并将触发次数乘以单位步长 `long_unit`，再除以时间差，得到速度 `speed`。

④角度计算：`getPos()`函数通过读取角度传感器的数值来计算龙头转的角度。首先，函数从模拟引脚 A0 读取角度传感器的数值，并将 0 到 1023 的数值映射到 $-90^\circ \sim 90^\circ$ 的角度。最后，函数检查计算的角度是否在可忽略的偏移范围内 (`zero`)，如果是，则将角度设为 0° 。

⑤角速度计算：为了模拟更真实的转向效果，比起简单的线性控制画面转速，通过角速度确定画面转速更贴近真实场景，因为在真实的场景下，转向速度同时受到自行车运动速度和龙头角度影响，增强体验的真实性和沉浸感。由物理公式可知： $w = \frac{v}{r}$ 。角速度等于自行车运动的线速度除以转弯半径，转弯半径可以由车身的长度和转弯角度求得。具体证法如下：自行车龙头垂直于车轮，可通过角度传感器测 α 角度数。在自行车转向的过程中前后轮都位于 $\odot O$ 上，故 $OA=OC$ =转弯半径 r ；过圆心作 AC 的垂线， OB 交 AC 于 B ，过圆心作 AC 的垂线 OB 交 AC 于 B 。又因为在 $\triangle OAC$ 中， $OA=OC$ ，所以 B 为 AC 的中点，即 AB =自行车车身长度的 $\frac{1}{2}$ ，在 $Rt\triangle OAB$ 中， $OA = \frac{AB}{\cos \alpha}$ ，即 \cos 可得到转弯半径 r 的大小（图8）。

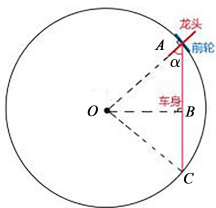


图8 角速度计算示意图

⑥心率血氧计算：`getHrSpo()`函数通过读取心率血氧传感器的数据来计算心率血氧饱和度。首先，函数将新的心率血氧数据加入缓存区。然后，函数调用 `maxim_heart_rate_and_oxygen_saturation()` 函数来计算心率血氧饱和度。如果计算的数据不可靠，则函数将心率血氧饱和度设为0。

⑦连接检测：`connectedDog()`函数用于检测设备是否已经连接到电脑，以及新用户登录后重置骑行数据。运行时，函数会检测上一条消息发出到接收到下一条消息的时间，如果时长超过预定的时间，则判定为断开连接。

中断服务：`mag_counter()`和 `mag_rst()`函数用于捕获霍尔传感器的触发事件，并更新速度计数。两个函数轮流调用。这两个函数通过设置 `up` 变量来防止中断程序被重复调用，导致速度计数过高。

(2) Python 部分：该部分在整套系统中起中间作用。一方面需要接收来自下位机的串口数据，同时控制游戏画面同步运动，还提供一个简易的UI页面显示数据。

该部分程序分为两个文件：`main.py` 负责处理数据，`UI.py` 负责定义和处理UI页面。

①多线程的实现：使用 `threading` 库实现多线程功能。由于Python属于高级编程语言，其运行速度较慢，而且过多的线程会竞争CPU资源造成卡顿，所以应尽可能压缩线程的个数。在本程序中总共使用了3个线程：主线程负责UI页面的更新，由于 `tkinter` 库具有线程不安全性，所以必须放在主线程中运行；线程1为程序的主干部分，兼具读取数据、处理数据和提供速度反馈的功能；线程2负责控制画面的转向，由于人眼对转动动画较为敏感，所以需要由一个单独的线程来平滑地处理旋转过程。

②连接和读取串口数据：使用 `serial` 库和 `serial.tools.list_ports` 库来连接串口设备。程序会尝试获取可用串口的信息列表，并打开串口。如果连接失败，程序会不断尝试直到成功。连接成功后，程序会不断读取串口数据，并根据数据的第一部分（“m”或“d”）分别处理速度和角度数据，或距离、心率、血氧饱和度数据。同时，每间隔一段

时间向下位机发送简短的数据, 以确保其与电脑处于连接状态。

(3) 游戏画面控制: 使用 pynput 库来模拟键盘和鼠标的输入。程序会根据速度和角度的值来模拟键盘和鼠标的输入, 具体模拟为: 长按或松开“W”键表示前进或停止, 单击“1”到“9”的数字按键表示不同的速度, 通过控制光标左右移动的快慢实现画面转向功能。

①显示骑行数据和用户页面交互: 使用 tkinter 库来创建用户界面, 并使用 tkinter.StringVar 对象来存储和更新显示骑行者信息、状态、等级、时长、里程、速度、心率以及血氧饱和度的标签和文本框。程序会周期性地调用 refresh() 函数来更新这些显示元素; 使用 tkinter.Button 对象来处理用户的输入和点击事件, 如“开始”按钮和“登录”按钮。

②用户登录和用户等级排序: 当用户输入用户名并点击“登录”按钮时, 程序会将用户名添加到 user_lvl 字典中, 并更新用户等级。使用 sort 函数根据骑行距离对用户进行排序。程序会根据 user_lvl 字典中的距离列表进行排序, 并更新用户总里程排名, 并将其显示在文本框中。

③骑行数据导出: 通过 pandas 库, 程序首先将骑行数据存储在一个字典中, 然后使用 pandas.DataFrame() 函数创建一个 DataFrame 对象。这个 DataFrame 对象包含了骑行数据, 如时间、速度、距离、心率、血氧饱和度等。当用户按下“导出”按钮时, 就可将先前储存的数据保存到 Excel 表格中。

Minecraft 指令部分: 该程序中使用了 Minecraft 这款高度开放的沙盒游戏作为体感骑行的运动画面。游戏中玩家在乘坐骑时, 按下“W”键可以前进, 左右移动鼠标可以使画面左右转动, 通过 Python 程序中的 pynput 库可以模拟键盘和鼠标事件, 以实现控制游戏画面前进、转向。而在游戏中, 玩家无法直接控制坐骑的速度, 不过在游戏中存在不同等级的效果机制, 如“速度”和“缓慢”: 每1等级的“速度”效果可以使作用对象的运动速度加快20%, 每1等级的“缓慢”效果可以使作用对象的运动速度减慢30%, 所以不同等级“速度”“缓慢”的组合就能实现不同速度的变换。

游戏中的命令可以实现为对象赋予“速度”或“缓慢”效果或清除对象的效果:

```
effect give @e[name="<对象名称>",type=<对象类型>] <效果名称> infinite <效果等级> true、
```

```
effect clear @e[name="<对象名称>",type=<对象类型>]
```

为了使游戏能够知晓当前的骑行速度, 需要使用游戏的物品栏机制。游戏中玩家有9个物品栏, 通过按下键盘上“1”到“9”的数字键切换不同的物品, 还可以使用指令判断玩家当前物品栏是否为某物品:

```
execute as @p[nbt={SelectedItem:{id:"<物品名称>"}}] run <命令>
```

该游戏还有一种“命令方块”, 可以运行游戏命令。将其按照特定的逻辑顺序排列, 即可循环检测玩家的手持物品; 当发现玩家手持物品发生变化时, 就清除上一次的效果, 并重新赋予对应的“缓慢”“速度”效果, 从而实现对不同骑行速度的控制。游戏内部截图(图9)。

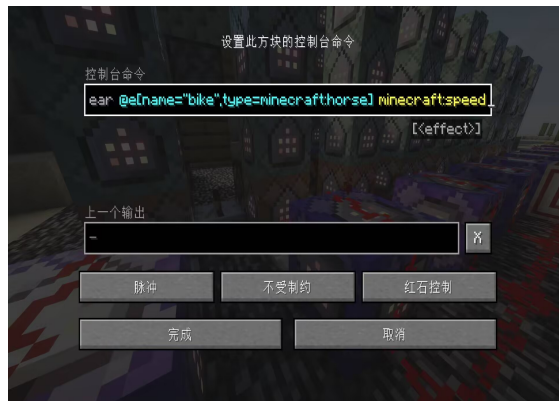


图9 游戏命令截图

四、迭代过程和效果测试

1代设备大致原理: 通过固定在自行车架上的光电传感器获取数据, 再由主板计算后, 模拟手指

“按下”键盘上的按键来控制游戏画面的速度。转向则通过固定在单车把手上的鼠标直接控制。

1.0和1.1: 这两个版本中自行车架只能识别车轮的转速以及是否处于运动状态。无法控制方向,而且设备复杂,传输延迟高,光电传感器容易受到外界光照的干扰。

1.2和1.3: 增加了鼠标作为控制方向的工具,但是鼠标的控制效果并不贴近真实的骑行体验。软件部分有所优化,增加了光电传感器的滤波程序,减少不必要的条件判断,但并不能解决硬件链路长、延迟高的根本问题,光电传感器受干扰的问题也未彻底解决。

2代设备与1代的原理差异较大。首先,舍弃原用的键盘与鼠标间接操控电脑的模式,转而通过串口直接将主板和电脑相连,再通过Python程序接收主板发送的数据来控制游戏画面的运动。这样设备抛弃传统的键鼠,变得更加轻便小巧。其次,换用霍尔传感器配合磁铁测量自行车后轮的转速;用精确的角度传感器检测把手的转向;拓展了液晶屏、心率血氧模块,优化采样算法,使测量到的数据更加精准。此外,使用Python制作出UI页面,提供数据采样功能,拓宽了产品的应用场景,使其更加适配室内室外两种不同的骑行需求,助力骑行更加科学、有趣。

2.0:相较于1代,原理上改动较大。首先是将设备整体固定在自行车上,在后轮处安装霍尔传感器,在车轴上粘贴小块钕磁铁来测量速度;在车把手上固定角度传感器获取转向。主板通过串口与Python程序连接,并在Python上调用pynput以及serial等库实现中介功能,成功地用Python控制游戏画面运行,但是卡顿现象较为明显,消耗大量系统资源。通过调整程序布局,并启用多线程进行优化。游戏中的配套程序也有所升级,使延迟大大降低,基本解决卡顿问题。此外,设备增加了1602显示屏以及锂电池,使得该设备不仅能在室内骑行时采集数据,还能满足户外骑行记录速度以及总里程的需求,更灵活地适应两种不同场景。

2.1:电脑软件部分,加入UI页面,用tkinter库

实时显示骑行者的速度、总里程、骑行时间、血氧饱和度和心率,加入pandas库,可以一键导出骑行过程中的数据,以Excel的电子表格形式储存,以便制作统计图表进行分析。该页面还实现了一个简单的登录系统,可以展现每位用户的骑行总里程排行榜,提升交互体验。开发板上的程序也有所更新,包括:优化采样模式,解决低速下测不准的问题;借助三角函数计算角速度以获得更逼真的转弯效果;加入MAX30105血氧模块,使骑行更精准、科学,切合自行车训练时数据采集的需求。

在未来的版本中,将逐步把现有的Python程序集成成为MinecraftMod(游戏中的库文件),加入更多拓展性体感硬件,如电控阻尼器等,进一步减少中间流程、提升操作效率,使游戏体验更加流畅,增强室内骑行的趣味性和运动的科学性。

1.技术测试:实现了室内外双模式智能骑行功能。在室内模式下,系统通过串口通信将骑行数据实时传输至电脑,联动《我的世界》游戏场景,提供沉浸式虚拟骑行体验,采集准确的骑行数据;户外模式下则可记录速度、里程等运动数据,并通过屏幕显示。以下为一些测试数据:①传感器数据采集稳定,延迟低于200ms;②多线程程序运行流畅,CPU占用率低于70%;③体感骑行画面在高质量渲染下帧率不低于24FPS;④心率血氧数据每分钟采集12次,满足科学训练需求。

2.测试反馈。笔者将这套设备带到学校,请社团学生体验。同学纷纷表示虚拟骑行体验有趣,且系统操作简单。另外,一些平时不会骑自行车或不太敢骑自行车的同学也从中找到了骑行的快感,愿意参与骑行运动。笔者收集了一些建设性意见,如丰富虚拟骑行场景、美化UI页面等。

五、总结与反思

(一) 创新之处

1.低成本多功能骑行系统。创新性地在传统自行车上加装少量传感器,通过Arduino主控实现自行车硬件改造,最大化利用现有硬件。仅需不到200元,即可将普通自行车变为兼具室内体感骑行

和户外数据记录功能的智慧骑行系统。相比市场上价格高昂的动感单车，本方案成本仅为市场现有动感单车的10%，还能保留自行车原有的户外骑行功能，实现“一车两用”的创新性设计。

2. 沉浸式体感骑行技术。软硬件协同：通过软硬件联动架构，将串口通信将传感器采集的实时骑行数据（速度、方向、生理指标）传输至电脑端Python程序，并同步控制《我的世界》游戏画面，实现骑行与画面实时联动，创造出身临其境的虚拟骑行体验环境。以下为原理示意图（图10）。

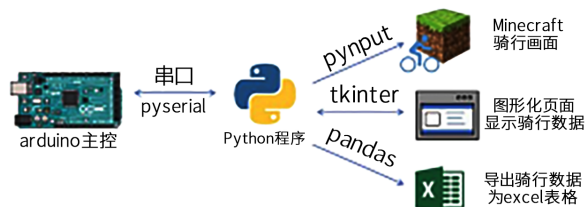


图10 虚拟骑行原理

3. 更真实的角度控制：突破传统线性控制方式，创新性地建立自行车转向动力学模型，通过实时计算角速度并结合车身几何参数调整虚拟场景中自行车转向幅度，使车把转动角度更符合现实情况，提升体验感。

（二）遇到的问题及解决方法

这个项目的制作过程包括原理设计、硬件搭建、软件编写、调试、迭代等环节，主要遇到了以下问题。

1. 传感器信号干扰问题。起初，负责检测速度的光电传感器返回的信号很微弱，于是笔者添加S8050三极管来放大信号。但在之后的测试中，笔者发现传感器的读数经常莫名地跳动。经过仔细排查，发现三极管不仅放大了需要的信号，还放大了其他的干扰信号，如室内明亮的灯光，导致光电传感器会误触发，使运动速度测量不准。为解决此问题，笔者在硬件方面使用黑色卡纸包裹传感器四周，同时软件部分添加简单的滤波程序以去除无关信号干扰，解决了部分信号扰动问题，但有时依然会出现数值不稳定的情况。

2. 卡顿和高延迟问题。在实现Python与Arduino的串口通信时，笔者遇到了严重的卡顿和延迟问题。具体表现为：上位机接收到的传感器数据会出现随机缺失，导致虚拟骑行画面出现卡顿或跳

跃，以及画面与实际运动情况不符；同时电脑CPU占用率高达95%，甚至会彻底卡死。分析发现，是Arduino发送数据速度快于电脑端读取速度，当Python程序同时要处理传感器数据、更新UI界面、控制游戏角色时，电脑就会“忙不过来”，导致数据缺失或程序卡顿。

解决方案是从Python程序入手：通过算法上的优化，将原本每次循环都要更新的UI页面数据改为每2秒更新1次；启用多线程，UI页面响应为主线程（tkinter库存在线程安全问题，部分函数必须在主程序中运行），将负责读取数据和更新UI数据的部分作为线程1，控制骑行画面的程序单独作为线程2。优化后，卡顿问题明显减少，CPU占用率下降约20%，画面同步延迟控制在0.2秒以内，且能长时间稳定运行。

六、总结与展望

Riding Pro智慧骑行系统通过创新的传感器融合、动态运动建模和低延迟通信技术，成功打破了传统骑行受限于天气和场地的壁垒。它不仅以低成本实现了现有自行车的智能化改造，更通过虚拟与现实的切换，让骑行运动变得更具趣味性和科学性。

面对现存的卡顿和传感器数据不够精确的问题，笔者将加以改进，如开发原生Minecraft Mod以消除Python中间层延迟，并引入惯性测量单元（IMU）实现更精准的姿态捕捉，使虚拟骑行的沉浸感达到新高度。

在健康中国战略背景下，笔者希望Riding Pro可以走进学校、社区和家庭，帮助青少年在有限空间内进行科学锻炼，缓解久坐带来的健康问题。在元宇宙兴起的浪潮中，它或许会成为连接现实运动与虚拟社交的桥梁，让骑行不再只是孤独的锻炼，而是充满互动与分享的体验。Riding Pro的未来，是让每一次骑行都成为健康生活的起点，让技术创新真正服务于人。Riding Pro智慧骑行系统可以让运动“飞入寻常百姓家”，让人们更加自由地参与锻炼活动，为健康中国建设贡献力量。

（本文系青少年科技创新大赛参赛作品研究报告）

西窗旧梦

文/贵阳一中2026届(21)班 徐嘉彤 指导教师/申浪

[幕起]

画外音：一九一九年五月四日，三千北京学生齐聚天安门前，振臂高呼“民主”与“科学”，掀起一股新文化的浪潮，撞击着朽烂的礼教枷锁。然而，这正义的呼声却遭到反动派的猛烈打击，无数青年学生殒命于此，新青年林念也中弹负伤。

[左侧定点光骤亮，一袭清代殷红嫁衣的女子自暗处飘移而出，她眼尾低垂，双手悬空滞在宽袖间，在舞台移步，舞台右侧定点光亮，露出病床铁架轮廓，小姐正蜷缩在窄床上。女子倏忽贴近病床，对小姐垂落的青丝轻轻一握]

女子：(低语)好美的头发，像绸缎……

小姐：(惊厥般弹坐)……你，你是谁?!

女子：(幽咽)你……看得见我?

[切光]

[舞台全域暗场，张妈站在舞台上，定点光聚焦在其身上，刘大夫自舞台左光带中现身]

张妈：(疾步向前)哎呀，您就是刘大夫吧?

刘大夫：(颌首)正是。

张妈：(引路手势)请随我来。

刘大夫：(边走边说)你家小姐现在是什么情况?

张妈：(摆摆手)哎!参加学生游行中弹了!出院以后啊她一直郁郁寡欢，(压低嗓音)还经常对着空气自言自语呢!也不知怎么回事……幸亏呀您过来咯!

刘大夫：(开玩笑地说)不会是惹上什么邪祟了吧?

张妈：看她那副魂不守舍的模样……还真不好说嘞!(一拍脑门)哎呀!夫人跟小姐还等着我们呢，我们赶紧走吧!(两人自右侧下)

[定点光灭，改为暖色全光，舞台右侧为一张床，上面坐着小姐，眼神空洞，身旁立着女子，嫁衣流苏垂在小姐肩头，林母则立于床畔]

张妈：(躬身)夫人，这位便是刘大夫。

刘大夫：(欠身)夫人万安。(拎着医疗箱走到床边，捣鼓着药品)小姐，请问中弹的部位在哪里呢?

(小姐沉默不语)

刘大夫：(疑惑)小姐?

林母：大夫，小姐受伤的是左臂。

刘大夫：诶好，我来给你查看一下伤势。(低头弄起小姐手上的绷带)

(小姐别过头，把手臂从刘大夫手中抽出)

刘大夫：(吓了一跳)小姐?

女子：念念，别这样……

小姐：(朝女子的方向望了望，低声)没事。

张妈：(侧向刘大夫，低语，二人诡异对视)您瞧……

林母：(扳过小姐的肩，怒吼)林念!娘费心给你找的大夫，你这什么态度?让你跟那些男学生厮混游行，还弄得满身血污地回家来，林家的脸迟早给你丢光!(手指在小姐脑门一摁)

张妈：夫人……

小姐：(猛地掀开被子，怒音)父亲可是支持我的!

林母：别跟我提你爹!(一把抢过小姐手中的传单)总说什么新思想能救国，(哭腔)现在……倒叫孩子撞上血淋淋的子弹!!(将传单一把扔在地)

小姐：(深吸一口气，竭力克制情绪)……你们出去吧，我想休息了。

林母：罢了，你自己想想也好。(三人自右侧下)

(小姐靠在床头，身子蜷缩在床角)

女子：(轻轻坐下，将手搭在小姐肩头)怎么了，还疼吗?

小姐：比起那些牺牲的同学，我这点疼，又算得了什么呢?

女子：(拿起小姐的手，贴在自己的脸颊上)我也死过，可是，我现在，不是好端端地在你面前吗?

小姐：素清……(拉住女子的手，放下)张妈说，地缚灵是因为生前怨念太深，才没法转世投胎的，你……

女子：(站起身)鬼神怨念之说，我也不是很明白，我只知道，那时的确唯有一死，才能给我带来解脱。

[切光]

[舞台漆黑，女子在左，小姐在右，双区追光平行叙事，交替独白]

女子：(右光亮)我曾偷听讲学被先生赶走，要我回家学女红，读《女戒》。(灯灭)

小姐：(左光亮)那些西洋学生，也曾劝我回家画山水画，而不是来学透视法!(灯灭)

女子：(右光亮)他们嫌女子的大脚片子丢

人，要把我的脚掰断裹成粽子，那些男子能跑能跳，女子倒成了摆设在屋子里的绢娃娃……（灯灭）

小姐：（左光亮）在巴黎高等师范学院，他们笑我的黑发黑瞳（低头抚摸自己的长发），说我是未开化的孩子，突然闯进现代实验室（猛地将头发一甩），说我，是东方的蝗虫，偷吃他们的粮食……（灯灭）

女子：（右光亮）我十五岁绣完百子千孙帐那天，花轿抬来具棺材（冷笑）——他们说顾家少爷急病去了，要我抱着牌位成亲！（哭腔）

小姐：（转身向女子奔去，一把抱住）素清！

女子：（哭腔）当年我悬梁的绳子，还是娘亲手纺的苎麻！（疯一般地捶打小姐）

小姐：素清！我跟父亲所提倡的新文化，就是为了阻止这样的事情再次发生！所以，所以——

女子：（突然暴起掐住小姐脖颈）可你父亲支持的新学堂里——（音调陡然尖利）昨日仍有女子被唾弃，仍有女子被人逼死！！（颓然松手）你看……你们根本改变不了，这腐土中扎根千年的毒藤！

小姐：（咳嗽着抓住她滑落的衣袖，沙哑着嗓音）所以，所以我们才要连根拔起！（抬起自己缠满绷带的手臂，上面还渗着血）这血会渗进泥土里，腐土自会开出新的花朵！

女子：（喘息，逐渐冷静下来）可是，我一直不明白，你口中的“新思想”“新文化”是什么……对我而言，这倒像西洋来的琉璃镜，照得了西方邪祟，又如何照得了中国的妖魔？（转身背对小姐）再说，这文化也已经存在了数千年，又岂是小小的青年学生能够改变的？

小姐：不，不，素清，我们不是要推倒孔庙，而是想打开紧闭的窗棂，让新时代的阳光照亮尘封的典籍。你可知所谓“苟日新，日日新，又日新”？

女子：（喃喃自语）让新时代的阳光……照亮尘封的典籍？

小姐：没错，新时代！没有压迫，没有歧视，民主科学，男女平等的新时代！

女子：（声音微颤）这是能做到的吗？

小姐：没有人不向往美好，只是不知美好为何物。我们需要做的，仅仅是为大家构建出美好的蓝图！这一次虽然失败了，但仍然有人看到了我们的传单，听见了我们的口号！一次不够，那就两次，

三次，千千万万次！

女子：（仿佛看见希望，会心一笑）你描绘的蓝图，我好像看得越发真切了（手指在空中描摹）民主、科学……念念，我想，我该走了。

小姐：你要去哪？

女子：去往你的新时代——

（二人相拥）

[聚光灯灭]

（女子自右侧下台）

林母：念念——

[全光]

（小姐似乎拥抱着什么，而女子早已消失不见。林母自舞台左侧入）

林母：怎么不在床上躺好？

小姐：母亲！我果然还得继续投身革命！

林母：你要去便去罢！但你要知道，娘要的，只是你平安……（伸手想要抚摸女儿的脸颊，却顿在空中）

小姐：（惊讶）母亲……？

林母：你们的传单和资料，我都读了……虽然不是很——

小姐：（一把抱住林母）母亲！……您是我今天的第二位支持者。

林母：第二位？

小姐：（笑）

[灯灭]

[全光]

（大屏上“三十年后”字样闪过）

（小姐正坐在办公桌前伏案疾书，青丝已然斑白，一女孩自右侧入场）

女孩：请问您是林校长吗？

小姐：（停笔，抬头）我是，你……

女孩：这是周先生托我拿来的书。我上个月才入校，因为一直很崇拜开创了独立女校的校长您，所以就从南方来到这里啦！

小姐：啊……欢迎。你……长得很像我一位故人。

女孩：真的吗！啊，我该回去上课了，再见啦——（轻巧地跑开，至半路突然停下）哦，对了，林校长……

小姐：嗯？

女孩：我一直想说，您的头发……像绸缎一样漂亮呢！

（本剧本获贵阳一中第二十三届“沙驼”戏剧大赛创作二等奖）