RaspberryPi 使用 PiEEG 扩展板测量脑电图、心电图、肌电图和眼电图

本文介绍了适用于 PiEEG 扩展板的硬件和软件．可通过 Raspberry Pi、Orange Pi、Banana

Ildar Rakhmatulin，博士，PiEEG，ildarr2016@gmail.com来源

关键词：Raspberry Pi 与脑电图、心电图、肌电图和眼电图；脑机接口；适用于 Raspberry Pi 的扩展板

1. 引言

脑机接口是一种用于读取脑信号的设备．旨在识别可用于实际用途的相关性。2021 年．我们开

2. 安全建议：所开发的设备仅针对 Raspberry Pi 进行了测试

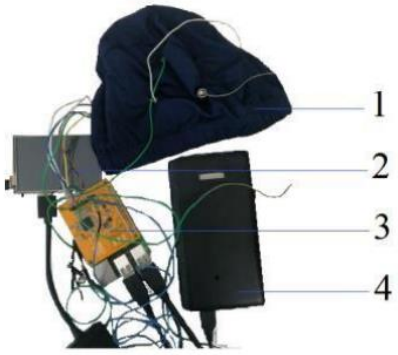

图 1 组装后的设备整体视图：1 – 脑电图帽，2 – 显示器，3 – Raspberry Pi 和脑电图扩展板，4 – 充电宝

所有部件都应仅通过电池连接–显示器、键盘、鼠标、Raspberry Pi 和 PiEEG 设备。设备仅通过

- 如果设备发生故障（部件发热、冒烟等），请立即关闭设备；- 使用完任何电器后，

3. 连接设备

该设备旨在让单板计算机通过 SPI 协议从 ADS1299 读取脑电图信号。以下单板计算机可以连接（尚未测试）：

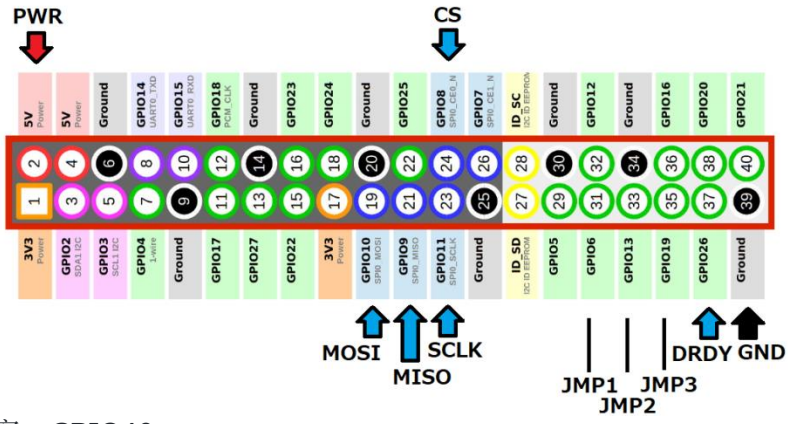

图 2. 设备连接方案，GPIO40

4. 软件数据传输

Raspberry Pi 与 ADS1299 之间通过 SPI 协议进行通信的程序使用 C 语言编写，每个通道的采样率为每秒 250 个采

libperiphery.a – 从 https://github.com/vsergeev/c-periphery 编译的静态库，

要开始读取脑电信号，可以编写软件，也可以从 Git 下载https://github.com/Ildaron/EEGwithRaspberryPI，然

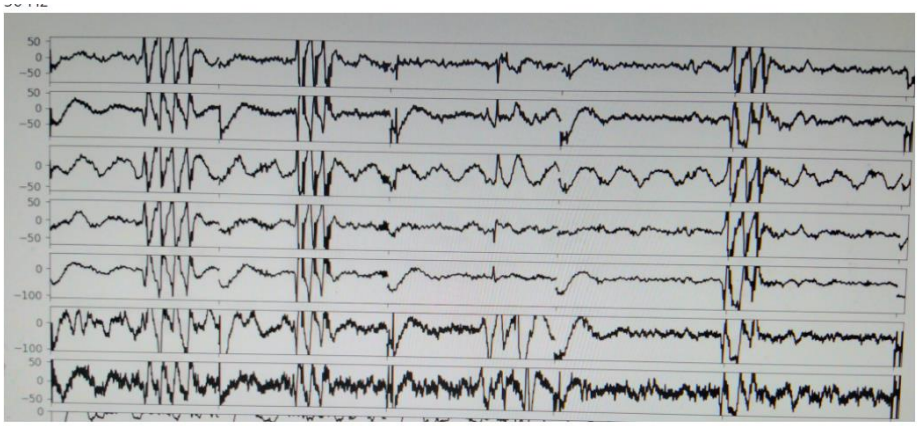

图 3. 经带通滤波器处理后的脑电信号，频率为 1–30 赫兹

通过 Python 脚本，可以配置带通滤波器的参数。信号处理使用标准 SciPy 库实现。通过 C 文件，

目前我们对 ADS1299 寄存器使用了以下设置：write_reg

```
write_reg (0x05,0x00);//通道1
write_reg (0x06,0x01);//通道2
write_reg (0x07,0x01);//通道3
write_reg (0x08,0x01);//通道4
 write_reg (0x0D,0xFF);//偏置 N
 write_reg (0x0E,0x00);//偏置 P
write_reg (0x09,0x01);//通道5
write_reg (0x0A,0x01);//通道6
write_reg (0x0B,0x01);//通道7
write_reg (0x0C,0x01);//通道8
```

```
write_reg (0x15,0x20);// MICS
write_reg (0x01,0x96);// 寄存器1
write_reg (0x02,0xD4);// 寄存器2
write_reg (0x03,0xE0);// 寄存器3
send_command (0x10);//发送数据命令
send_command (0x08);//启动
```

要更改 ADS1299 寄存器，需要修改头文件 - real_time_massive.h。每次更改后，都需要按照以

```
$ mkdir build
```

这样即可获得静态库 - libperiphery.a，最后创建 .so 动态库：gcc -shared -

该库可通过标准库 ctypes 导入带有信号处理功能的 Python 脚本（例如 real_time.py）中。

如果 Python 集成开发环境中出现兼容性错误，则需要检查已安装库的版本

PIEEG 设备上连接着一个与 ADS1299 相连的二极管，在 PiEEG 设备初始化时会亮起。如果生命指示灯不亮，则需要检

– 2.5V
TP2：3.3V
TP3：2.5V

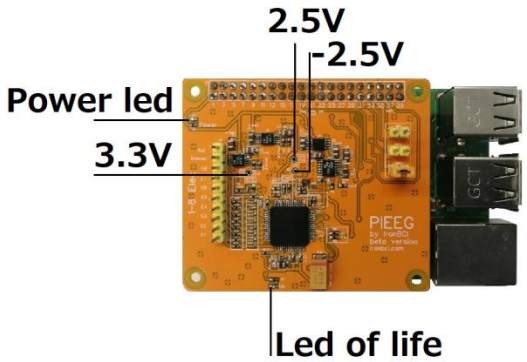

图 4. PiEEG 板上的测试点

如果测得的脑电信号存在超出设备规定限值的噪声，则需要检查以下各点的电压：

VCAP1 = -1.2V

5. 结论与展望 该设备定位为一款 e

这是开始测量脑电信号的简便方法。我们介绍了用于以开源格式实时读取和处理数据的硬件

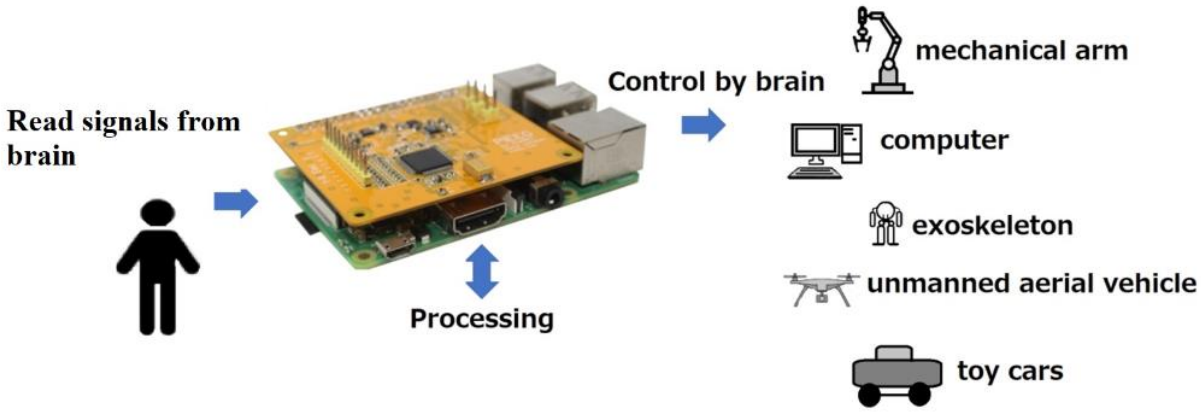

图 5. PiEEG 的可能应用领域

附加信息：机器学习

识别源精依赖 [9] 无电极概述 [6] 信

参考文献 1. Rakhmatu

lin, I., Parfenov, A., Traylor, Z. 等（2021）。适用于日常使用的低成本脑机接口。ExpBrain