

گزارش پروژه‌ی سیستم‌های نهفته: ساعت با قابلیت بازی

اعضای گروه: محمدآرمان سلیمانی، محمدعلی محمدخانی، امیررضا میرزایی

فهرست

گزارش پروژه‌ی سیستم‌های نهفته: ساعت با قابلیت بازی	۱
مقدمه	۳
قطعات استفاده شده	۳
واحد میکروکنترلر	۳
صفحه‌ی نمایش	۴
ماژول ساعت	۴
ماژول شتاب‌سنج	۴
سنسور DHT11	۵
سنسور آلتراسونیک HC-SR04	۵
سنسور اثر هال سه محوره AK09911	۵
ماژول میکروفون با پری‌آمپلیفایر	۶
قابلیت‌های پروژه – قسمت‌های اصلی	۶
ساعت	۶
بازی	۶
قابلیت‌های پروژه – قسمت‌های امتیازی	۷
نمایش تاریخ و روز	۷
نمایش دما و رطوبت	۷
قطب‌نمای سه‌بعدی	۷

تشخیص کلیدواژه‌ی صوتی کاربر با شبکه‌ی عصبی.....۷

بازی پیشرفته.....۷

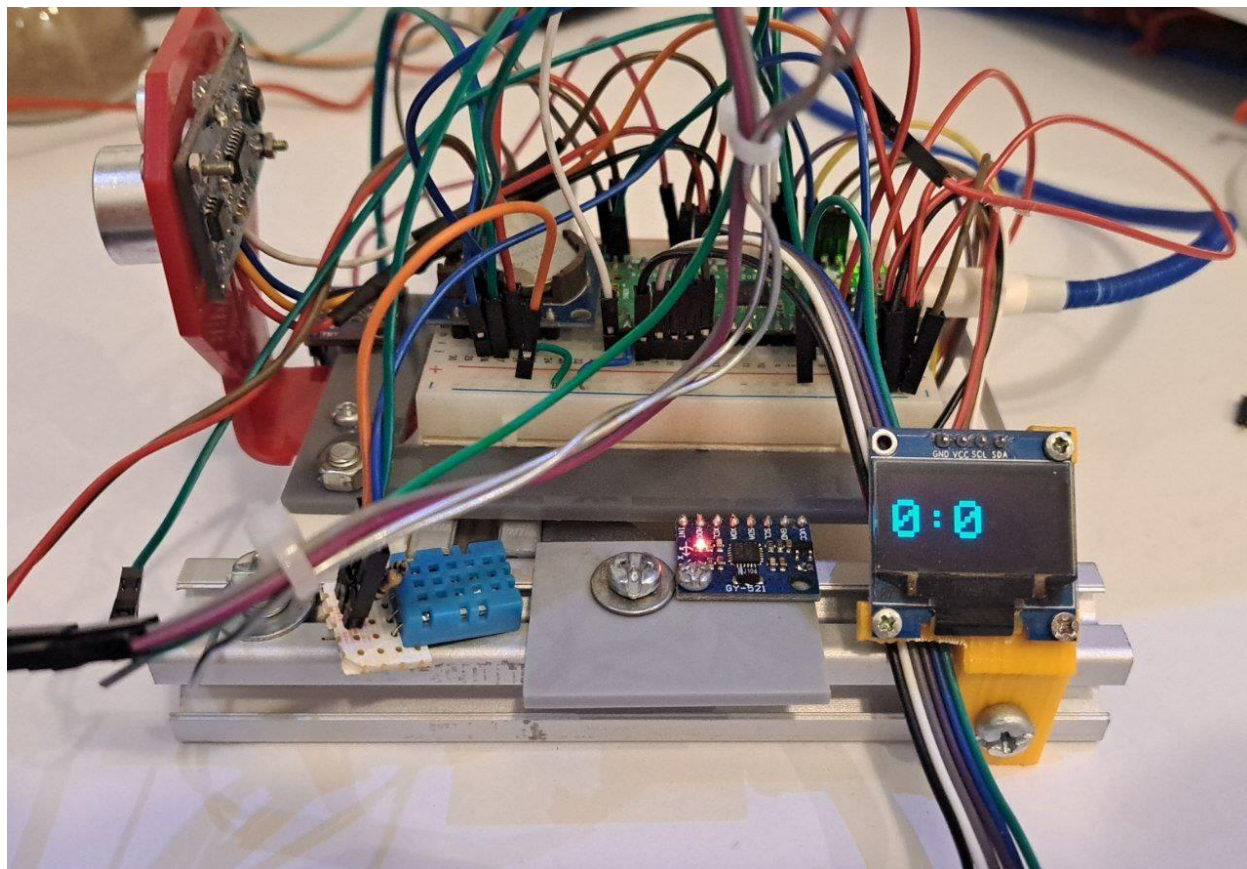
تشخیص ضربه و فاصله.....۸

بازی دوم.....۸

قابلیت خط کش.....۸

مقدمه

در این گزارش قرار است به نحوه‌ی طراحی و ساخت پروژه‌ی درس سیستم‌های نهفته پرداخته شود. در ابتدا قطعات استفاده شده و کلیت‌های طراحی بررسی می‌شوند و سپس قابلیت‌های عادی و امتیازی پروژه و نحوه‌ی پیاده‌سازی آنها توضیح داده خواهد شد.



قطعات استفاده شده

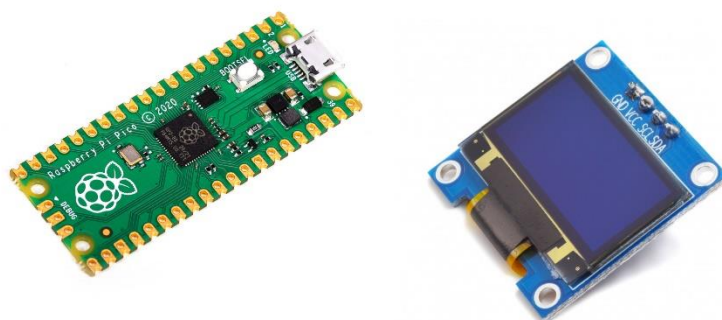
واحد میکروکنترلر

واحد میکروکنترلر (MCU) استفاده شده، Raspberry Pi Pico (به انحصار RPi Pico) است. این میکروکنترلر دارای دو هسته‌ی Cortex M0+ است که در پروژه‌ی ما روی ۱۲۵ مگاهرتز تنظیم شده‌اند. همچنین دو پورت

I2C و سه کانال ADC دارد که از این موارد نیز در پروژه استفاده شده است، ولی از SPI و UART استفاده نشده است. روی این واحد بوتلودر Arduino ریخته شده است و به زبان آردوینو برنامه‌نویسی انجام می‌شود.

صفحه‌ی نمایش

صفحه نمایش استفاده شده یک پنل OLED به اندازه‌ی 0.96 in است که ۱۲۸ در ۶۴ پیکسل یک‌رنگ دارد. این صفحه نمایش با رابط I2C به پورت I2C0 واحد میکروکنترلر متصل است و محتوای مورد نیاز سیستم را به نمایش می‌گذارد.



ماژول ساعت

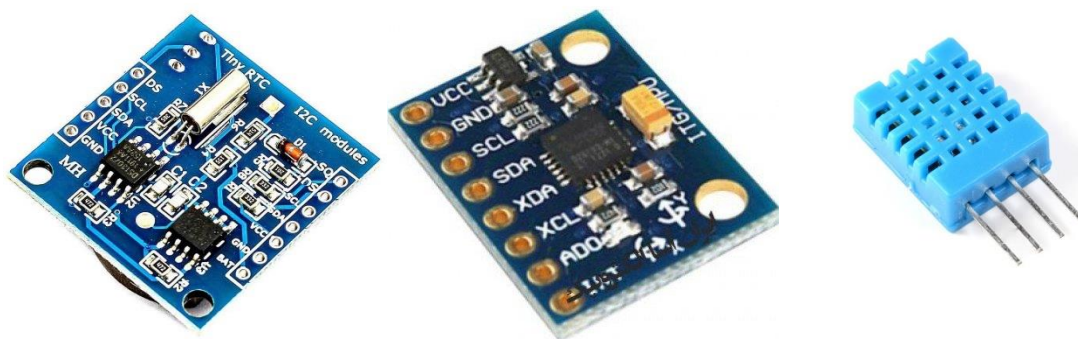
برای حفظ ساعت و تاریخ در سیستم، نیازمند یک ماژول ساعت هستیم که با باتری این مقادیر را حفظ کند. ماژول RTC به این منظور استفاده شده است و قابلیت نمایش ساعت، روز و تاریخ (با محاسبه‌ی سال کبیسه) را دارد. مدل ماژول استفاده شده DS1307 است که شامل تراشه و کلاک RTC و یک تراشه E2PROM است که استفاده نشده است. این ماژول از طریق I2C1 با واحد میکروکنترلر در ارتباط است.

ماژول شتاب‌سنج

این ماژول (MPU-6050) شامل یک سنسور شتاب‌سنج سه محوره و ژيروسکوپ سه محوره است (هر دو MEMS) که با I2C1 با میکروکنترلر در ارتباط است. از این ماژول برای تشخیص ضربه به میز و سیستم استفاده می‌شود.

سنسور DHT11

این سنسور دما و رطوبت محیط را اندازه گرفته و از طریق یک پایه‌ی دیجیتال انتقال می‌دهد.



سنسور آلتراسونیک HC-SR04

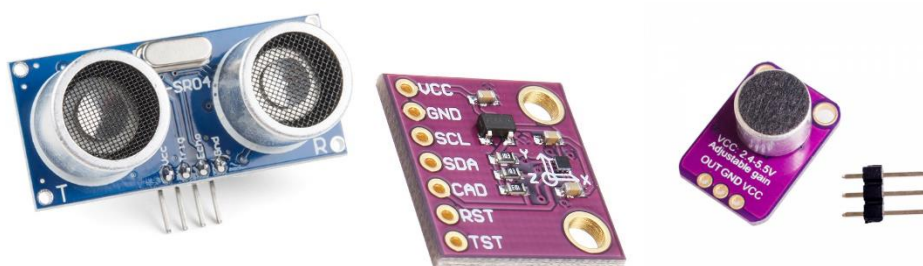
این سنسور مسافت را با استفاده از فراصوت اندازه می‌گیرد و نزدیکی دست کاربر را تشخیص می‌دهد. ارتباط آن از طریق دو پایه‌ی دیجیتال است.

سنسور اثر هال سه محوره AK09911

این سنسور توانایی اندازه‌گیری شار مغناطیسی در سه محور را دارد و برای ایجاد قابلیت قطب‌نما از آن استفاده شده است. ارتباط آن از طریق I2C1 است.

ماژول میکروفون با پری آمپلیفایر

این یک میکروفون الکتریت به همراه یک تراشه برای تقویت سیگنال آن است و با یک پایه‌ی آنالوگ، صدای محیط را نمونه‌برداری می‌کند. برای تشخیص کلیدواژه از این سنسور استفاده شده است.



قابلیت‌های پروژه - قسمت‌های اصلی

ساعت

هنگام روشن شدن سیستم، صفحه‌نمایش ساعت را به فرمت HH?:MM? نمایش می‌دهد و ساعت از 0 الی 23 است و دقیقه از 0 الی 59. این منوی اول حالت ساعت است و در ادامه قابلیت‌های امتیازی در منوهای بعدی هستند. زمان از سنسور RTC ذکر شده واکنشی می‌شود و روی منوی ساعت نمایش داده می‌شود. پردازش مربوط به ساعت و سایر منوهای مرتبط توسط هسته‌ی ۰ انجام می‌شوند. هنگامی که در منوی ساعت باشیم با ضربه به میز می‌توان سایر منوها را مشاهده کرد.

بازی

بازی خواسته شده به همراه امکانات اضافه‌تری و بصورت گرافیکی (دارای تصویر شخصیت، موانع و ...) پیاده شده است. تصاویر گرافیکی بصورت bitmap در PROGMEM ذخیره شده‌اند و روی صفحه نمایش داده می‌شوند.

پردازش بازی نیز توسط هسته‌ی * انجام می‌شود. پرش در بازی با ضربه زدن به میز انجام می‌شود که این ضربه توسط شتاب‌سنج درک می‌شود.

قابلیت‌های پروژه - قسمت‌های امتیازی

نمایش تاریخ و روز

با ضربه روی میز و انتقال به منوی دوم، امکان مشاهده کردن تاریخ (میلادی) و روز هفته (چندشنبه) وجود دارد.

نمایش دما و رطوبت

در منوی سوم، دما و رطوبت محیط گزارش می‌شود. این اطلاعات از سنسور DHT11 بدست می‌آیند.

قطب‌نمای سه‌بعدی

در منوی چهارم امکان مشاهده کردن قطب‌نمای سه بعدی وجود دارد، یعنی جهت‌گیری سیستم نسبت به میدان مغناطیسی زمین قابل مشاهده است.

تشخیص کلیدواژه‌ی صوتی کاربر با شبکه‌ی عصبی

هسته‌ی ۱ واحد میکروکنترلر یک بلوک DSP و یک NN اجرا می‌کند که سمپل‌های ۱۶ کیلوهرتزی ۱ ثانیه‌ای از میکروفون دریافت می‌کنند و کلیدواژه‌ی yes را تشخیص داده و با تشخیص کلیدواژه میان حالت بازی و حالت ساعت انتقال می‌دهند. تمامی این‌ها بصورت bare-metal با زبان آردوینو است.

بازی پیشرفته

بجای این که بازی صرفاً دارای امکان پرش باشد و بصورت نقطه‌ای باشد، موانع و بازیکن بصورت گرافیکی هستند و بازیکن امکان پرش (با استفاده از ضربه به میز) و جهش به جلو (با نزدیک کردن دست به سنسور

فاصله) دارد و انواع موانعی که ظاهر می شوند نیازمند استفاده از هردو قابلیت هستند. همچنین امتیازی برای کاربر محاسبه می شود و هنگام شکست او، این امتیاز نشان داده می شود و با ضربه ی مجدد به میز، بازی از اول شروع می شود.

تشخیص ضربه و فاصله

شرح اصلی پروژه، اجرای بازی با استفاده از سنسور فاصله بود، ولی در اینجا تشخیص ضربه به سیستم اضافه شده است که قابلیتی افزون بر سنسور فاصله است.

بازی دوم

در سیستم علاوه بر بازی اصلی (پرش) بازی pong دو نفره هم هست که دو شخص می توانند با همدیگر pong بازی کنند.

قابلیت خط کش

با استفاده از سنسور فاصله در حالت ساعت، سیستم امکان عملکرد بصورت یک خط کش را هم دارا است و فاصله را نمایش می دهد.