

Fundamentos de Sistemas Embebidos

Proyecto Final: Emulador de Consola de Videojuegos en un sistema embebido

Autor: Espino de Horta Joaquín Gustavo

14 de junio de 2023

Objetivo

El alumno aprenderá a instalar y ejecutar un emulador de videojuegos en un dispositivo Raspberry Pi 3B. Convirtiendo este en un sistema embebido, es decir, sin escritorio, pantallas de arranque personalizadas y de carga rápida e inmediata apenas se conecte a la corriente. Adicionalmente, configurará un *Pen Drive* para cargar ROMS adicionales compatibles con el emulador.

Introducción

Se creará un Sistema Embebido usando todos los conocimientos adquiridos en el transcurso de la materia. En esta práctica, se creará un sistema de entretenimiento utilizando la tarjeta Raspberry Pi y funcionara como una consola de videojuegos y emulará juegos de NES.

Se explicará asumiendo que se cuenta con todos los materiales necesarios, entonces se procederá desde grabar la imagen del sistema operativo Raspbian, hasta el resultado final donde se conectará el sistema a corriente, encenderá y se podrá ejecutar el producto.

Materiales

- Una tarjeta de memoria microSD de al menos 4 GB (se recomiendan 8GB)
- Una computadora capaz de leer y escribir tarjetas microSD y conexión a internet para descargar la imagen de Raspbian.
- Una Raspberry Pi 2B o posterior
- Un monitor con soporte para HDMI
- Una memoria extraíble USB al menos 4 GB

- Un Control Genérico de videojuegos para computadora USB
- Una fuente de alimentación 5V@1A con adaptador microUSB

Instalación de la Imagen del Sistema Raspian

Debemos cargar la uSD con una imagen de la distribución Raspian, debido a que no vamos a requerir de Software adicional, podemos usar el siguiente enlace https://downloads.raspberrypi.org/raspbian_lite_latest para descargar una versión ligera sin escritorio. Para escribir la imagen en sistema Windows, podemos usar el Software Ether <https://etcher.balena.io> basta con abrir, seleccionar la imagen, el destino y confirmar. Este proceso puede durar algunos minutos.

Insertamos la uSD y procedemos a configurar mediante el menú, muy importante recordar el usuario y contraseña, así como establecer la conexión a una red Wifi del que se tenga control o conocimiento del Modem de internet.

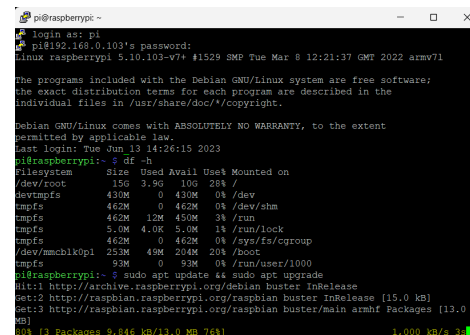
Enlace vía SecureShell

Es obligatorio establecer un enlace SSH para poder configurar la RaspBerry, por lo tanto, requerimos estar en una red Wifi. Así como habilitar el acceso al enlace SSH de parte de la rasp con `sudo systemctl enable ssh` y `sudo systemctl start ssh`, a continuación debemos fijar la IP de rasp, para ello insertamos la dirección 192.168.0.0 en nuestro navegador web para ingresar a la administración del Modem (por defecto el usuario y contraseña son *admin*) añadimos la Dirección IP que tiene la Rasp (comando ifconfig).

Para terminar con este paso, descargamos el Software Putty; enlace para Windows x64 <https://the.earth.li/~sgtatham/putty/latest/w64/putty.exe>, iniciamos sesión dando la Dirección IP de la Raspberry, ingresamos el usuario y contraseña para establecer el enlace.

Preparación y Descarga de RetroPie

Para probar el estado de la comunicación y avanzar, podemos ingresar los comandos: `df -h` y `sudo apt update && sudo apt upgrade` para actualizar la imagen, este procedimiento puede demorar algunos minutos, suponiendo se ha descargado la imagen recomendada, no habrá problema con el espacio en memoria.



```

pi@raspberrypi:~$ df -h
Filesystem      Size  Used Avail Use% Mounted on
/dev/root        15G  3.9G   10G  28% /
/dev/ramfs       480M     0  480M   0% /dev
tmpfs            482M     0  482M   0% /dev/shm
tmpfs            482M  12M  450M   3% /run
tmpfs            5.0M  4.0K   5.0M   1% /run/lock
tmpfs            462M     0  462M   0% /sys/fs/cgroup
/dev/mmcblk0p1  253M   49M  204M  20% /boot
tmpfs            93M     0   93M   0% /run/user/1000
pi@raspberrypi:~$ sudo apt update && sudo apt upgrade
Hit:1 http://archive.raspberrypi.org/debian buster InRelease
Get:2 http://rasbian.raspberrypi.org/raspbian buster InRelease [15.0 kB]
Get:3 http://rasbian.raspberrypi.org/raspbian buster/main armhf Packages [13.0 kB]
Fetched 28.0 kB in 1s (1.000 kB/s)
Reading package lists...
Building dependency tree...
Reading state information...
Calculating upgrade...
0 packages can be upgraded.
pi@raspberrypi:~$

```

Figura 1: Actualización del sistema

A continuación ingresaremos los siguientes comandos para descargar del repositorio oficial del Proyecto RetroPie [RetroPie, 2022]. Considerando la imagen nueva, nos cercioramos de contar con la herramienta de git para descargar la versión liberada con `sudo apt install git lsb-release` entonces nos movemos a raíz con `cd` seguido, clonamos el repositorio `git clone -depth=1 https://github.com/RetroPie/RetroPie-Setup.git` cuando acabe el procedimiento, ejecutaremos la instalación del proyecto con estos 3 comandos seguidos:

- `cd RetroPie-Setup`
- `chmod +x retropie_setup.sh`
- `sudo ./retropie_setup.sh`

Con este procedimiento iniciamos una secuencia de comando diseñados para instalar todo lo necesario del proyecto así como iniciar directamente la configuración de RetroPie si ya está instalado(tercer comando). ADVERTENCIA: este procedimiento puede demorar bastante tiempo (20-45 minutos) sea paciente y verifique que su Raspberry se encuentre computando.

Configuración de RetroPie

Al finalizar la instalación, tendremos este menú para la administración de emuladores y scripts para el funcionamiento del programa, tendremos que seguir la instalación manual ya que de lo contrario esta instalará características y todos los emuladores que pueden alentar la carga del sistema y ya que nuestro objetivo solo cubre el funcionamiento de la consola NES. Debemos descartar toda herramienta adicional.

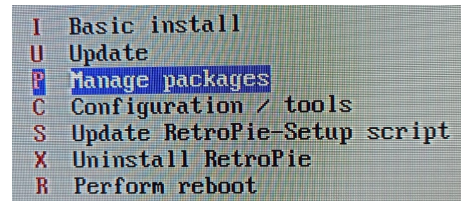


Figura 2: Menú de Configuración

Por otro lado, todos estos paquetes serán indispensables, por lo que conviene descargarlos todos de una, con el archivo binario será más que suficiente. Debido a que necesitamos:

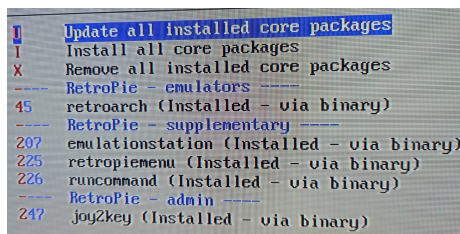


Figura 3: Paquetes esenciales

RetroArch como las bibliotecas gráficas que se emplearán para la interfaz de usuario como las ROM.

EmulationStation La administración de los emuladores (aunque tenga solo 1) y de las ROM.

RetropieMenu El gestor de emuladores, juegos y menús que nos permitirá navegar en las opciones de configuración del sistema.

Runcommand El Script que lanzará cada juego con la configuración de pantalla y sonido de forma automática.

Joy2Key El soporte para el teclado, si bien teóricamente no es esencial, siempre conviene tenerlo para cualquier configuración de emergencia.

Una vez instalados, nos movemos a la opción de emuladores, buscamos y seleccionamos el paquete *lr-nestopia*.

Si bien pueden existir otras opciones, esta ha sido la que ha dado mejores resultados pues nos atribuye un tiempo rápido de carga en el sistema así como un resultado satisfactorio al leer las ROM, en este sitio también se pueden instalar otros emuladores para muchas otras consolas, incluso se experimentan con otras descartadas o poco conocidas como la infame Jaguar de Atari. Consulte este sitio para más información <https://retropie.org.uk/docs/>

Para que podamos instalar las ROM de una manera cómoda, además usaremos una opción de grabar una imagen del programa para que se cargue desde la memoria USB, la cual contendrá sus propias ROM sin que las instale en la uSD.

Una vez instalados los paquetes correspondientes, podemos salir del menú e iniciar con el emulador. La primera vez que lo hagamos, se desplegará una pantalla para configurar nuestro dispositivo, sea un mando o teclado, presionamos cualquiera de las teclas hasta tener este cuadro. Debe hacerse el procedimiento con atención ya que el sistema no a para corregir errores y

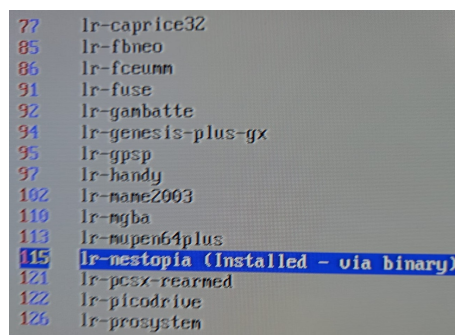


Figura 4: Emulador NES

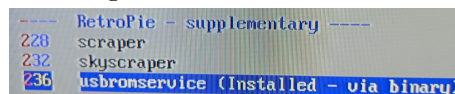


Figura 5: Servicio Memoria USB

detectará cualquier tecla incluida *escape* o los bloqueos de números o mayúsculas. Tampoco se podrá asignar una tecla 2 configuraciones distintas, aunque se pueden omitir los controles analógicos y los gatillos pues este sistema solo precisa de 12 botones, 4 letras a la derecha, 4 direcciones de izquierda, 2 palancas superiores, start y select.

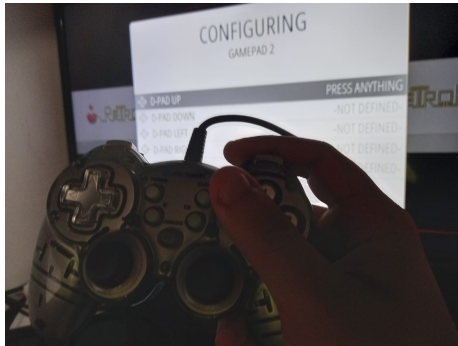


Figura 6: Configuración de Mando

Adicionalmente se requiere de una comanda especial para realizar acciones fuera del programa en ejecución como una pausa sistemática, reiniciar o salir.

Como recomendación personal, sugiero que los primeros botones correspondan al Sur, Oeste, Norte y Este para tener una configuración mucho más cómoda, pues el pulgar estará sobre la acción de confirmar y la más requerida en juegos *plataformeros* y la segunda acción complementaria estará en la punta de este como se muestra en la figura 6.

Adición de las ROM

Una vez configurado el sistema, podemos proceder con la incorporación de ROM en la SD del sistema, para esto requerimos una memoria USB Vacía con solo una carpeta llamada *retropie*.

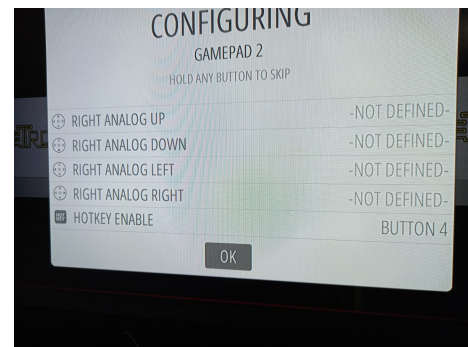


Figura 7: Dejar una tecla para supercomandos

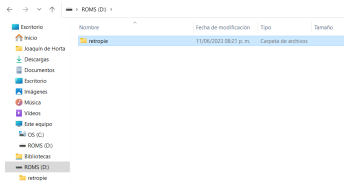


Figura 8: Solo la carpeta



Figura 9: USB debe parar su destello al acabar

Para nuestros intereses, basta con integrar los archivos de extensión .nes en la carpeta correspondiente. Para obtener estos archivos se recomienda visitar la página <https://www.romsgames.net/roms/nintendo/> descargando los juegos correspondientes, siempre considerando el lugar al que van a ir dentro de este sistema. Una vez concluyamos con la carga de todas las ROM que deseemos en nuestra SD, retiramos la memoria y volvemos a colocarla en la Rasp, esperando una vez más hasta que termine de interactuar, considere, si son muchos archivos o estos muy pesados, quizá tarde más que 5 minutos. Para configurar la USB con el propósito de no copiar las ROM, entonces debemos de dejar una carpeta llamada *retropie-mount* esta va a cargar una imagen del emulador la cual se cargará al ingresar al sistema, a esta podemos borrar las ROM y añadir las que queramos exclusivamente en la memoria extraíble. Solo es cuestión de esperar (se demora algún tiempo en cargar memoria de almacenamiento) y reiniciar el RetroPie para obtener ROM distintas a las instaladas en la SD.

La conectamos a la Raspberry con el emulador encendido, este proceso es automático, el cual montará un sistema de carpetas necesario con las consolas que los emuladores instalados tengan la capacidad de replicar. Una vez la memoria termine de destellar o pasados al menos 5 minutos, se retira y se incorpora a nuestra computadora. Si ingresamos, podemos ver como ahora contiene 3 carpetas, la que nos interesa es ROM, donde nos pondrá las siglas de extensiones en nuestros archivos que contienen los juegos. El emulador nestopia soporta .nes .snes .fds y sus comprimidos en .7z o .zip.

Aladdin.nes	18/01/2003 09:55 p. m.	Archivo NES	513 KB
ContraForce.nes	19/08/2005 12:30 p. m.	Archivo NES	257 KB
KirbysAdventure.nes	14/05/2002 11:02 a. m.	Archivo NES	769 KB
Legend of Zelda.nes	20/06/2000 05:57 p. m.	Archivo NES	129 KB
MarioBros.nes	05/04/2010 10:52 p. m.	Archivo NES	25 KB
MegaMan.nes	20/06/2000 05:58 p. m.	Archivo NES	129 KB
Metroid.nes	20/06/2000 05:58 p. m.	Archivo NES	129 KB
PacMan.nes	22/03/2019 10:20 p. m.	Archivo NES	25 KB
SuperMarioBros.nes	20/06/2000 06:00 p. m.	Archivo NES	81 KB
SuperMarioBros2.nes	19/08/2005 01:37 p. m.	Archivo NES	257 KB
SuperMarioBros3.nes	21/06/2000 12:30 a. m.	Archivo NES	385 KB
Tetris.nes	23/03/2019 12:03 a. m.	Archivo NES	49 KB

Figura 10: Carpeta nes

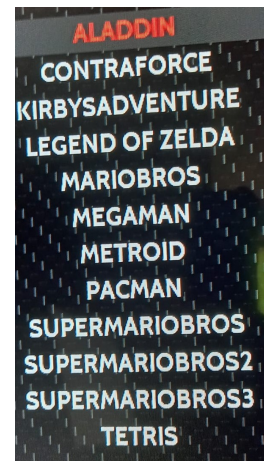


Figura 11: Representación en RetroPie

Modificar el Arranque

Finalmente al comprobar que nuestro sistema cumple con lo que deseamos, es tiempo de configurar el arranque, para ello podemos confiar en los desarrolladores del proyecto RetroPie[RetroPie, 2022], pues ya incorpora un servicio que puede modificar y restaurar el archivo cargando los comandos vistos para cargar el sistema. Así como deshabilitar los servicios que pudiese tener como el escritorio o GPIO.

Sin embargo, esto aún nos deja con el *splash* al inicio, por lo que podemos modificarlo al descargar y reemplazar la imagen con esta sucesión de comandos. Cerramos el RetroPie y nos dará acceso a la consola para ejecutar los siguientes comandos.

- `sudo rm /usr/share/plymouth/themes/pix/splash.png`
- `sudo mv /[direccion]/splash.png /usr/share/plymouth/themes/pix/splash.png`

Para quitar la imagen que muestra una paleta de colores se debe modificar archivo `config.txt` con

- `sudo cp /boot/config.txt /boot/config.txt.back`
- `sudo nano /boot/config.txt`
- Escribir Al final : `disable_splash=1`

Y para que no se muestre demasiado texto en pantalla, podemos usar el siguiente proyecto postrado en el repositorio.

- `sudo wget https://raw.githubusercontent.com/lurch/rpi-serial-console/master/rpi-serial-console -O /usr/bin/rpi-serial-console && sudo chmod +x /usr/bin/rpi-serial-console`
- `sudo rpi-serial-console disable`

De esta forma podremos amortiguar la visibilidad del log en consola y denegar esta aunque será posible la comunicación por SSH si mantenemos los servicios de red.

Ejercicios

1. Cargar al menos 10 ROMS en la SD de la Raspberry [5pts]
2. Configure la memoria para que otorgue otro repertorio de 5 ROMS sin borrarlos en la SD del Raspberry [5pts]
3. Cargue una pantalla de animación al inicio del sistema[+5pts]
4. Superar el mundo 1-1 de SuperMarioBros en menos de 100 segundos del juego[+1pt]

Conclusiones

Este proyecto se desarrolló en su mayoría exitosamente, pues se cumplió el objetivo de crear un sistema embebido con la ejecución de un emulador para una consola clásica que contiene sus propios juegos y puede recibir otros. Debido a cuestiones de tiempo, conocimiento y experiencia, este software tuvo que provenir de un proyecto ya hecho como lo es RetroPie, este no quita el objetivo principal de la materia pues si bien existía una opción “automática” para implementar la Distribución, se estudió el proyecto e implementó de una forma austera para valer los conocimientos adquiridos en el semestre. Buscando fuentes para resolver los problemas particulares como el cambio de splash, la conexión ssh entre otros. Se puede mejorar entrando al código y estudiándolo en profundidad con la debida experimentación, aunque con su debido tiempo.

Referencias

Raspberry Pi Foundation. (2021). USB gadget mode - Ethernet. Raspberry Pi Documentation. <https://www.raspberrypi.org/documentation/hardware/raspberrypi/usb/README.md>

Electronics Hub. (2019). Raspberry Pi Bridge Mode. <https://www.electronicshub.org/raspberry-pi-bridge-mode/>

Project, R. (n.d.). Running ROMs from a USB drive - RetroPie Docs. <https://retropie.org.uk/docs/Running-ROMs-from-a-USB-drive/>

Cabello, M. (2017, December 5). Controlar Raspberry Pi mediante SSH - ManuSoft.es. ManuSoft.es. <https://www.manusoft.es/raspberry-pi/controlar-raspberry-pi-mediante-ssh/Conexion-SSH-desde-PuttyWindows>

Project, R. (n.d.-a). Raspberry Pi - RetroPie Docs. <https://retropie.org.uk/docs/Manual-Installation/>

Eurek. (2019). Cambiar el “Splash Screen” por defecto o pantalla de arranque. EUREK - Wiki. <https://wiki.eurek.org/cambiar-el-splash-screen-por-defecto-o-pantalla-de-arranque/>

[RetroPie, 2022]Project, R. (n.d.-a). FAQ - RetroPie Docs. <https://retropie.org.uk/docs/FAQ/how-do-i-boot-to-the-desktop-or-kodi>

Video demostrativo: <https://youtu.be/sIH-vTYyf4o>

Repositorio en Git: <https://github.com/David9924/FSEM-2023-2—Proyecto-Final.git>