

Instituto Tecnológico de Costa Rica

Escuela de Ingeniería Electrónica



Bitácora Proyecto 2

Sistema Embebido de Reconocimiento Facial de Emociones

Taller de Sistemas Embebidos

Integrantes:

Fabián Bustillos Villavicencio

Profesor:

Ing. Johan Carvajal Godínez

Fecha: 21/09/2021

Tipo de sesión: Individual

Actividad: Se hace la instalación del sistema operativo Ubuntu versión 21.04 en una máquina física de procesador i3 2130 de 3.4Ghz con 8Gb Memoria Ram y disco duro 240Gb SSD. También se hace instalación del yocto project con su versión Hardknott, python3 y opencv. La instalación de estas se dan sin problemas.

Fecha: 22/09/2021

Tipo de sesión: Individual

Actividad: Se instalan las dependencias adicionales en Ubuntu para poder correr el código de Tensorflow.

Fecha: 26/09/2021

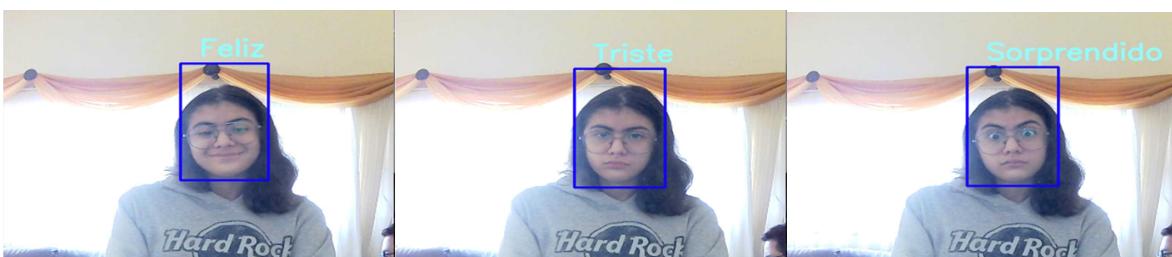
Tipo de sesión: Grupal

Actividad: Reunión grupal se dan los intercambios de ideas, que se entiende hasta el momento del proyecto y determinar una estrategia a seguir para su solución. Se discute sobre la propuesta de diseño y del código de reconocimiento de emociones.

Fecha: 1/10/2021

Tipo de sesión: Individual

Actividad: Se trabaja en montar el código Emotion.py para correrlo y probarlo en la maquina de Ubuntu. Mi hija me ayuda a probarlo de manera exitosa.



Fecha: 02/10/2021

Tipo de sesión: Individual y Grupal

Actividad: Se hace una reunión grupal en donde se verifica el funcionamiento del código encontrado, para llevar a cabo ello se requiere instalar las librerías numpy, opencv y tensorflow en Yocto, requeridas para correr el programa de reconocimiento de emociones. Se aprovecha para cocinar una versión de core-image-sato sin capas para trabajar de una forma más rápida e ir agregando las dependencias y probando en el Qemu de la Yocto.

```
ubuntu@ubuntu-Lenovo:~/Desktop/TallerEmb/Proy2/build$ time bitbake core-image-sato
WARNING: Host distribution "ubuntu-21.04" has not been validated with this version of the build system; you
Ubuntu Software experience unexpected failures. It is recommended that you use a tested distribution.
Loading cache: 100% | ETA: ---:--
Loaded 0 entries from dependency cache.
Parsing recipes: 100% [################################################################] Time: 0:01:02
Parsing of 814 .bb files complete (0 cached, 814 parsed). 1438 targets, 41 skipped, 0 masked, 0 errors.
NOTE: Resolving any missing task queue dependencies

Build Configuration:
BB_VERSION          = "1.50.0"
BUILD_SYS           = "x86_64-linux"
NATIVELSBSTRING     = "ubuntu-21.04"
TARGET_SYS          = "x86_64-poky-linux"
MACHINE             = "qemu-x86-64"
DISTRO              = "poky"
DISTRO_VERSION      = "3.3.3"
TUNE_FEATURES       = "m64 core2"
TARGET_FPU          = ""
meta
meta-poky
meta-yocto-bsp      = "hardknott:a1fa9d11540b5de1abf4bedcde746f9727377950"

NOTE: Fetching uninative binary shim http://downloads.yoctoproject.org/releases/uninative/3.2/x86_64-native-esdk-libc.tar.xz;sha256sum=3ee8c7d5e2d4c7ae3887cddb97219f97b94efffeee2e24923c0cb0e8ce84c6 (will check PR
EMIRORS first)
Initialising tasks: 100% [################################################################] Time: 0:00:06
Sstate summary: Wanted 2725 Local 0 Network 0 Missed 2725 Current 0 (0% match, 0% complete)
NOTE: Executing Tasks
NOTE: Tasks Summary: Attempted 6851 tasks of which 0 didn't need to be rerun and all succeeded.

Summary: There was 1 WARNING message shown.

real    364m58.718s
user    0m43.744s
sys     0m9.034s
ubuntu@ubuntu-Lenovo:~/Desktop/TallerEmb/Proy2/build$
```

Fecha: 03/10/2021

Tipo de sesión: Individual

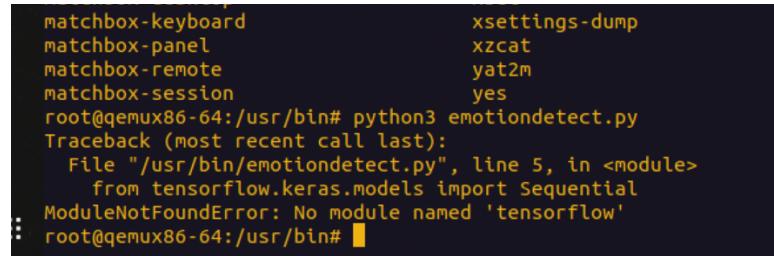
Actividad: Se van agregando las capas de meta-openembedded, metaoe, se aprovecha para meter el meta-emotiondetect a la imagen de sato y se van probando en Qemu, las cuales son necesarias para python, numpy y opencv con dichas capas.

```
ubuntu@ubuntu-Lenovo:~/Desktop/TallerEmb/Proy2$ bitbake-layers show-layers
NOTE: Starting bitbake server...
layer                  path                                priority
=====
meta                  /home/ubuntu/Desktop/TallerEmb/Proy2/poky/meta      5
meta-poky             /home/ubuntu/Desktop/TallerEmb/Proy2/poky/meta-poky  5
meta-yocto-bsp        /home/ubuntu/Desktop/TallerEmb/Proy2/poky/meta-yocto-bsp 5
meta-openembedded      /home/ubuntu/Desktop/TallerEmb/Proy2/poky/meta-openembedded 6
meta-emotiondetect   /home/ubuntu/Desktop/TallerEmb/Proy2/poky/meta-emotiondetect 5
ubuntu@ubuntu-Lenovo:~/Desktop/TallerEmb/Proy2$
```

Fecha: 8/10/21

Tipo de sesión: Individual

Actividad: Se trabaja con el código reconocimiento de emociones dentro de Yocto pero nos damos cuenta que no funciona con Tensorflow, a pesar de agregar la dependencia no se monta en Yocto, no se logra correr el código emotiondetect.py en qemu. Paralelamente los compañeros trabajan en el Tensorflow lite.



```

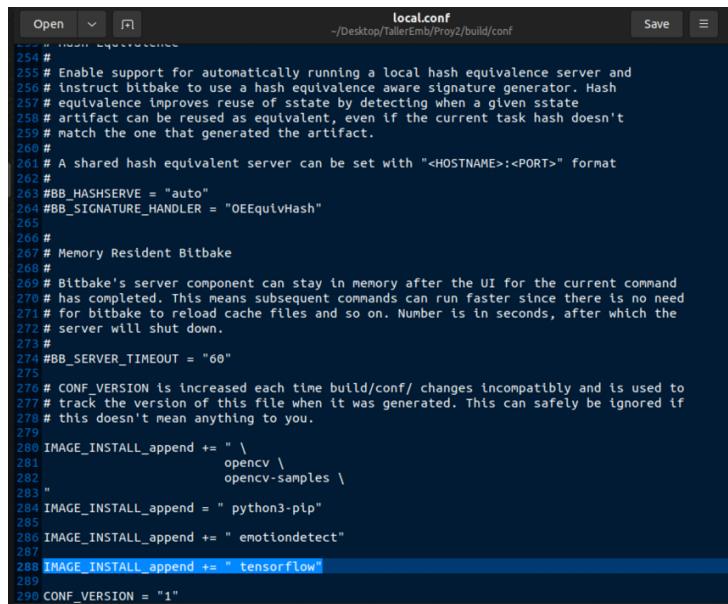
matchbox-keyboard           xsettings-dump
matchbox-panel               xzcat
matchbox-remote              yat2m
matchbox-session             yes
root@qemux86-64:/usr/bin# python3 emotiondetect.py
Traceback (most recent call last):
  File "/usr/bin/emotiondetect.py", line 5, in <module>
    from tensorflow.keras.models import Sequential
ModuleNotFoundError: No module named 'tensorflow'
:: root@qemux86-64:/usr/bin#

```

Fecha: 9/10/2021

Tipo de sesión: Individual

Actividad: Se trabaja para integrar el tensorflow al yocto project modificando los archivos de Build/conf. Se prueba y da error para chequear el Tensor en Yocto en el Qemu, pero se logrará pasar el código dentro de Yocto.



```

local.conf
-/Desktop/TallerEmb/Proy2/build/conf
Save

254 #
255 # Enable support for automatically running a local hash equivalence server and
256 # instruct bitbake to use a hash equivalence aware signature generator. Hash
257 # equivalence improves reuse of sstate by detecting when a given sstate
258 # artifact can be reused as equivalent, even if the current task hash doesn't
259 # match the one that generated the artifact.
260 #
261 # A shared hash equivalent server can be set with "<HOSTNAME>:<PORT>" format
262 #
263 #BB_HASHSERVE = "auto"
264 #BB_SIGNATURE_HANDLER = "OEEquivHash"
265
266 #
267 # Memory Resident Bitbake
268 #
269 # Bitbake's server component can stay in memory after the UI for the current command
270 # has completed. This means subsequent commands can run faster since there is no need
271 # for bitbake to reload cache files and so on. Number is in seconds, after which the
272 # server will shut down.
273 #
274 #BB_SERVER_TIMEOUT = "60"
275
276 # CONF_VERSION is increased each time build/conf/ changes incompatibly and is used to
277 # track the version of this file when it was generated. This can safely be ignored if
278 # this doesn't mean anything to you.
279
280 IMAGE_INSTALL_append += " \
281           opencv \
282           opencv-samples \
283 "
284 IMAGE_INSTALL_append = " python3-pip"
285
286 IMAGE_INSTALL_append += " emotiondetect"
287
288 IMAGE_INSTALL_append += " tensorflow"
289 CONF_VERSION = "1"

```

```

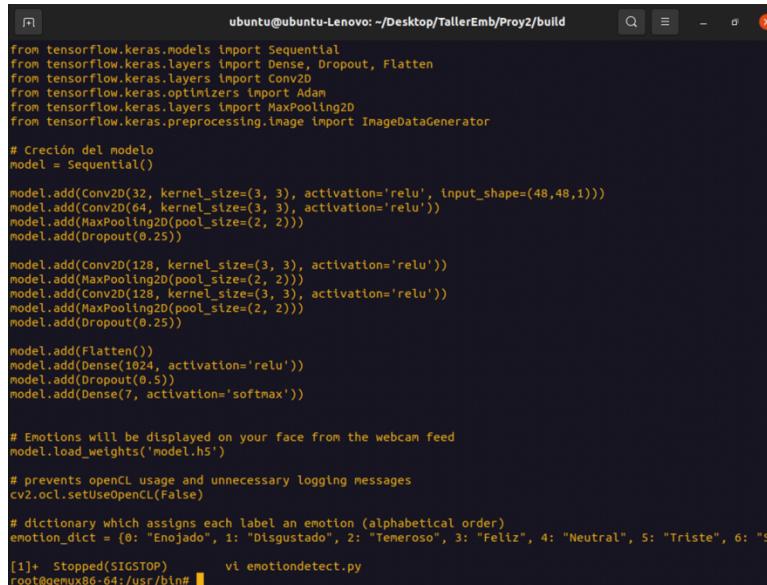
Ubuntu@Ubuntu:~/Desktop/TallerEmb/Proy2/build$ time bitbake core-image-sato
WARNING: Host distribution "ubuntu-21.04" has not been validated with this version of the build system; you may possibly experience unexpected failures. It is recommended that you use a tested distribution.
| ETA: --:--:--
Loading cache: 100% | ETA: --:--:--
Loaded 0 entries from dependency cache.
WARNING: /home/ubuntu/Desktop/TallerEmb/Proy2/poky/meta-openembedded/meta-tensorflow/recipes-devtools/bazel/bazel-native_0.21.0.bb: QA Issue: bazel-native: native/nativesdk class is not inherited last, this can result in unexpected behaviour. Classes inherited after native/nativesdk: python-dir.bbclass pythonnative.bbclass [native-last]
Parsing recipes: 100% ##### Time: 0:02:57
Parsing of 2748 .bb files complete (0 cached, 2748 parsed). 4329 targets, 453 skipped, 0 masked, 0 errors.
NOTE: Resolving any missing task queue dependencies
NOTE: Multiple providers are available for runtime ssh (dropbear, openssh)
Consider defining a PREFERRED_PROVIDER entry to match ssh
ERROR: Nothing RPROVIDES 'python3-markdown' (but /home/ubuntu/Desktop/TallerEmb/Proy2/poky/meta-openembedded/meta-tensorflow/recipes-framework/tensorflow/tensorboard_1.12.2.bb RDEPENDS on or otherwise requires it)
NOTE: Runtime target 'python3-markdown' is unbuildable, removing...
Missing or unbuildable dependency chain was: ['python3-markdown']
NOTE: Runtime target 'tensorboard' is unbuildable, removing...
Missing or unbuildable dependency chain was: ['tensorboard', 'python3-markdown']
NOTE: Runtime target 'tensorflow' is unbuildable, removing...
Missing or unbuildable dependency chain was: ['tensorflow', 'tensorflow', 'python3-markdown']
ERROR: Required build target 'core-image-sato' has no buildable providers.
Missing or unbuildable dependency chain was: ['core-image-sato', 'tensorflow', 'tensorboard', 'python3-markdown']

Summary: There were 2 WARNING messages shown.
Summary: There were 2 ERROR messages shown, returning a non-zero exit code.

real    3m1.046s
user    0m0.477s
sys     0m0.067s
ubuntu@ubuntu-Lenovo:~/Desktop/TallerEmb/Proy2/build$ 

```

Error para integrar el tensorflow en Yocto



```

ubuntu@ubuntu-Lenovo: ~/Desktop/TallerEmb/Proy2/build
from tensorflow.keras.models import Sequential
from tensorflow.keras.layers import Dense, Dropout, Flatten
from tensorflow.keras.layers import Conv2D
from tensorflow.keras.optimizers import Adam
from tensorflow.keras.layers import MaxPooling2D
from tensorflow.keras.preprocessing.image import ImageDataGenerator

# Creación del modelo
model = Sequential()

model.add(Conv2D(32, kernel_size=(3, 3), activation='relu', input_shape=(48,48,1)))
model.add(Conv2D(64, kernel_size=(3, 3), activation='relu'))
model.add(MaxPooling2D(pool_size=(2, 2)))
model.add(Dropout(0.25))

model.add(Conv2D(128, kernel_size=(3, 3), activation='relu'))
model.add(MaxPooling2D(pool_size=(2, 2)))
model.add(Conv2D(128, kernel_size=(3, 3), activation='relu'))
model.add(MaxPooling2D(pool_size=(2, 2)))
model.add(Dropout(0.25))

model.add(Flatten())
model.add(Dense(1024, activation='relu'))
model.add(Dropout(0.5))
model.add(Dense(7, activation='softmax'))

# Emotions will be displayed on your face from the webcam feed
model.load_weights('model.h5')

# prevents openCL usage and unnecessary logging messages
cv2.ocl.setUseOpenCL(False)

# dictionary which assigns each label an emotion (alphabetical order)
emotion_dict = {0: "Enojado", 1: "Disgustado", 2: "Temeroso", 3: "Feliz", 4: "Neutral", 5: "Triste", 6: "Sorpresa", 7: "Neutro"}

[1]+ Stopped(SIGSTOP)          vi emotiondetect.py
root@qemuux86-64:/usr/bin# 

```

Comprobación de emotiondetect.py en Yocto

Fecha: 10/10/2021

Tipo de sesión: Individual

Actividad: Se sigue trabajando en incluir el Tensorflow a Yocto sin tener éxito, todos los intentos y cambio llevan al mismo resultado.

Fecha: 15/10/2021

Tipo de sesión: Grupal

Actividad: Se realizó un cambio de código en donde haga uso del tensorflow lite, no obstante, este código ocupa la librería de scikit-image para hacer uso de skimage.transfor, la cual no se tenía contemplada anteriormente por lo que se es necesario agregarla al Yocto Project, esta es necesaria para ejecutar el nuevo código.

Se le pide una consulta con el profesor para mostrar lo obtenido hasta el momento y pedirle ayuda con respecto a la integración de tensorflow al yocto. El profesor nos contacta con Frander Díaz para realizar las consultas. Se contacta al compañero y se arregla una reunión para el día siguiente.

Seguidamente de ello, se empieza el informe de entrega.

Sigue habiendo problemas con agregar tensorflow al yocto. Ahora hay más debido a que la librería scikit-image no se puede integrar, ya que no se encuentra dicha receta.

Fecha: 16/10/2021

Tipo de sesión: Grupal

Actividad: Se lleva a cabo una reunión grupal con Frander Díaz en donde se llevan todas las dudas existentes. El compañero nos explica algunos conceptos que no se tenía claros acerca del flujo de trabajo de yocto y nos dió varios tips útiles para desarrollar el proyecto. Aconseja cambiar el código de nuevo debido a que el arbol de dependencias crece al integrar la librería que se necesitaba, complicando así el proyecto. Terminando la reunión con Frander se comienza una con la compañeros a hacer los cambios en el código y hacer uso del modelo en tensorflow lite creado anteriormente, para evitar integrar el Tensorflow y a su vez solo integrar un capa de Tensorflow Lite exitosamente.

```

NOTE: Resolving any missing task queue dependencies
NOTE: Multiple providers are available for runtime ssh (dropbear, openssh)
Consider defining a PREFERRED_RPROVIDER entry to match ssh

Build Configuration:
BB_VERSION      = "1.50.0"
BUILD_SYS       = "x86_64-linux"
NATIVESBSTRING  = "universal"
TARGET_SYS      = "aarch64-poky-linux"
MACHINE         = "qemuarm64"
DISTRO          = "poky"
DISTRO_VERSION  = "3.3.3"
TUNE_FEATURES   = "aarch64 armv8a crc cortexa57"
TARGET_FPU      = ""
meta
meta-poky
meta-yocto-bsp  = "hardknott:a1fa9d11540b5de1abf4bedcde746f9727377950"
meta-openembedded
meta-python
meta-oe
meta-networking = "master:fe90d2095326068cdc3744a3fe56762e3e4562ce"
meta-raspberrypi = "master:9eb4879cf4a289607ec7493577adb0ba97367821"
meta-tensorflow-lite = "master:6ca208e2481db742d66f144e3a1472b8de1b2b8b"
meta-emotiondetect = "hardknott:a1fa9d11540b5de1abf4bedcde746f9727377950"

Initialising tasks: 100% #####| Time: 0:00:06
Sstate summary: Wanted 42 Local 0 Network 0 Missed 42 Current 2776 (0% match, 98% complete)
Removing 3 stale sstate objects for arch qemuarm64: 100% ##### Time: 0:00:00
Removing 6 stale sstate objects for arch cortexa57: 100% ##### Time: 0:00:00
NOTE: Executing Tasks
NOTE: Tasks Summary: Attempted 7042 tasks of which 6927 didn't need to be rerun and all succeeded.

Summary: There was 1 WARNING message shown.

real    49m19.185s
user    0m2.984s
sys     0m0.673s
ubuntu@ubuntu-Lenovo:~/Desktop/TallerEmb/Proy2/build$ 
```

Cocinada en Yocto con el nueva capa de Tensorflow Lite

```

root@qemuarm64:/usr/bin# python3 emotiondetect.py
[ WARN:0] global /usr/src/debugopencv/4.5.2-r0/git/modules/videoio/src/cap_gstreamer.cpp (2056) handleMessage OpenCV | GStreamer warning: Embedded video playback halted; module v4l2src0 reported: Cannot identify device '/dev/video0'.
[ WARN:0] global /usr/src/debugopencv/4.5.2-r0/git/modules/videoio/src/cap_gstreamer.cpp (1034) open OpenCV | GStreamer warning: unable to start pipeline
[ Terminal] global /usr/src/debugopencv/4.5.2-r0/git/modules/videoio/src/cap_gstreamer.cpp (597) isPipelinePlaying OpenCV | GStreamer warning: GStreamer: pipeline have not been created
[ WARN:0] global /usr/src/debugopencv/4.5.2-r0/git/modules/videoio/src/cap_v4l.cpp (890) open VIDEOIO(V4L2:/dev/video0): can't open camera by index
root@qemuarm64:/usr/bin# 
```

Prueba en Qemu del código terminado exitosamente

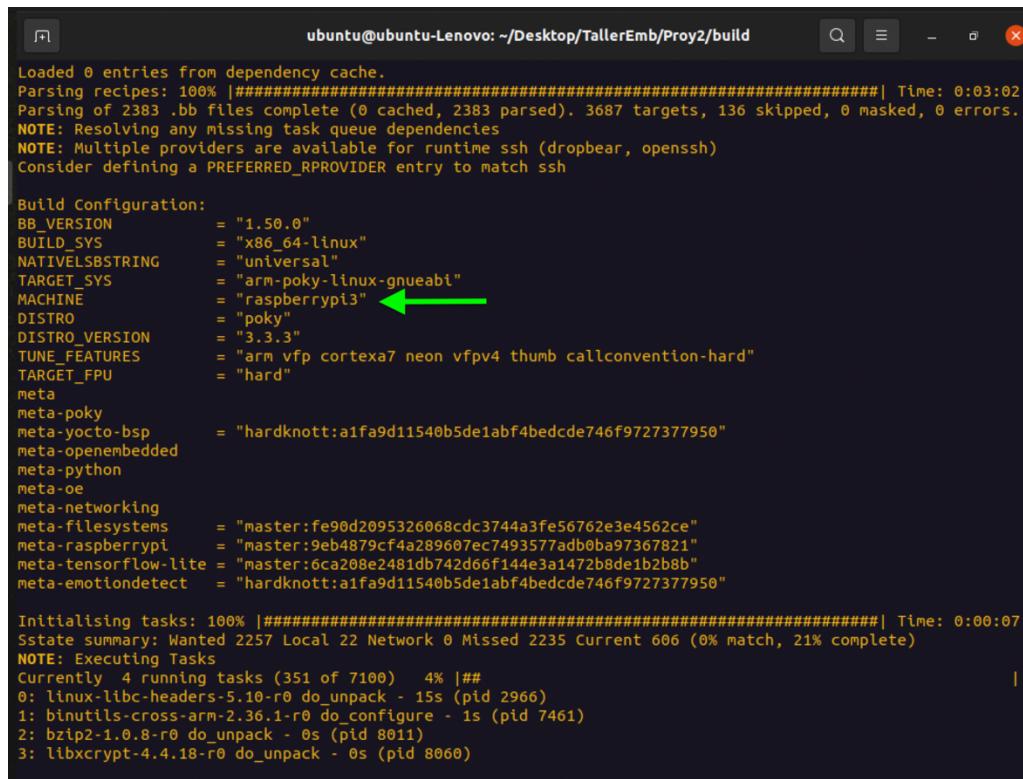
Se pasa el machine a raspberrypi para cocinarla y pasarla a la memoria SD, agrega en Build al local.conf los parámetros para hacer la imagen del raspberry pi.

```

280 CONF_VERSION = "1"
281
282 IMAGE_INSTALL_append += " \
283           opencv \
284           opencv-samples \
285 "
286 IMAGE_INSTALL_append = " python3-pip"
287
288 IMAGE_INSTALL_append = " python3-tensorflow-lite"
289
290 IMAGE_INSTALL_append += " emotiondetect"
291
292 IMAGE_INSTALL_append += " git"
293
294 IMAGE_INSTALL_append += " ssh"
295
296 IMAGE_FSTYPES_DEBUGFS += " tar.xz ext3 rpi-sdimg"
297 IMAGE_FSTYPES += " tar.xz ext3 rpi-sdimg"
298
299

```

Modificación del Build local.conf



```

ubuntu@ubuntu-Lenovo: ~/Desktop/TallerEmb/Proy2/build
Loaded 0 entries from dependency cache.
Parsing recipes: 100% |#####| Time: 0:03:02
Parsing of 2383 .bb files complete (0 cached, 2383 parsed). 3687 targets, 136 skipped, 0 masked, 0 errors.
NOTE: Resolving any missing task queue dependencies
NOTE: Multiple providers are available for runtime ssh (dropbear, openssh)
Consider defining a PREFERRED_PROVIDER entry to match ssh

Build Configuration:
BB_VERSION      = "1.50.0"
BUILD_SYS       = "x86_64-linux"
NATIVELSBSTRING = "universal"
TARGET_SYS      = "arm-poky-linux-gnueabi"
MACHINE         = "raspberrypi3" ←
DISTRO          = "poky"
DISTRO_VERSION  = "3.3.3"
TUNE_FEATURES   = "arm vfp cortexa7 neon vfpv4 thumb callconvention-hard"
TARGET_FPU       = "hard"
meta
meta-poky
meta-yocto-bsp
meta-openembedded
meta-python
meta-oe
meta-networking
meta-filesystems = "master:fe90d2095326068cdc3744a3fe56762e3e4562ce"
meta-raspberrypi = "master:9eb4879cf4a289607ec7493577adb0ba97367821"
meta-tensorflow-lite = "master:6ca208e2481db742d66f144e3a1472b8de1b2bb8"
meta-emotiondetect = "hardknott:a1fa9d11540b5de1abf4bedcde746f9727377950"

Initialising tasks: 100% |#####| Time: 0:00:07
Sstate summary: Wanted 2257 Local 22 Network 0 Missed 2235 Current 606 (0% match, 21% complete)
NOTE: Executing Tasks
Currently 4 running tasks (351 of 7100) 4% |#
0: linux-libc-headers-5.10-r0 do_unpack - 15s (pid 2966)
1: binutils-cross-arm-2.36.1-r0 do_configure - is (pid 7461)
2: bzip2-1.0.8-r0 do_unpack - 0s (pid 8011)
3: libcrypt-4.4.18-r0 do_unpack - 0s (pid 8060)

```

```

ubuntu@ubuntu-Lenovo: ~/Desktop/TallerEmb/Proy2/build
Loaded 3687 entries from dependency cache.
NOTE: Resolving any missing task queue dependencies
NOTE: Multiple providers are available for runtime ssh (dropbear, openssh)
Consider defining a PREFERRED_RPROVIDER entry to match ssh

Build Configuration:
BB_VERSION      = "1.50.0"
BUILD_SYS       = "x86_64-linux"
NATIVELSBSTRING = "universal"
TARGET_SYS      = "arm-poky-linux-gnueabi"
MACHINE         = "raspberrypi3"
DISTRO          = "poky"
DISTRO_VERSION  = "3.3.3"
TUNE_FEATURES   = "arm vfp cortexa7 neon vfpv4 thumb callconvention-hard"
TARGET_FPU       = "hard"
meta
meta-poky
meta-yocto-bsp  = "hardknott:a1fa9d11540b5de1abf4bedcde746f9727377950"
meta-openembedded
meta-python
meta-oe
meta-networking
meta-filesystems = "master:fe90d2095326068cdc3744a3fe56762e3e4562ce"
meta-raspberrypi = "master:9eb4879cf4a289607ec7493577adb0ba97367821"
meta-tensorflow-lite = "master:6ca208e2481db742d66f144e3a1472b8de1b2b8b"
meta-emotiondetect = "hardknott:a1fa9d11540b5de1abf4bedcde746f9727377950"

Initialising tasks: 100% #####| Time: 0:00:05
Sstate summary: Wanted 70 Local 0 Network 0 Missed 70 Current 2169 (0% match, 96% complete)
NOTE: Executing Tasks
NOTE: Tasks Summary: Attempted 5711 tasks of which 5556 didn't need to be rerun and all succeeded.

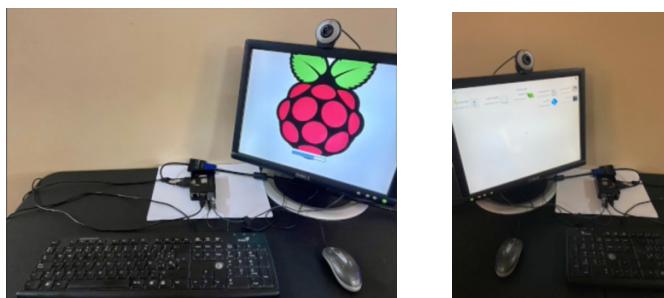
Summary: There was 1 WARNING message shown.

real    9m55.923s
user    0m3.186s
sys     0m0.680s
ubuntu@ubuntu-Lenovo:~/Desktop/TallerEmb/Proy2/build$ █

```

Logró cocinar bien y se hacen todas verificaciones de las capas y recetas. Se procede a pasar la imagen al SD para la raspberry mediante el comando:

```
ubuntu@ubuntu-Lenovo:~/Desktop/TallerEmb/Proy2/build/tmp/deploy/images/raspberrypi3$ sudo dd if=./core-image-sato-raspberrypi3.rpi-sdimg of=/dev/sdb
```



Fecha: 17/10/2021

Tipo de sesión: Grupal

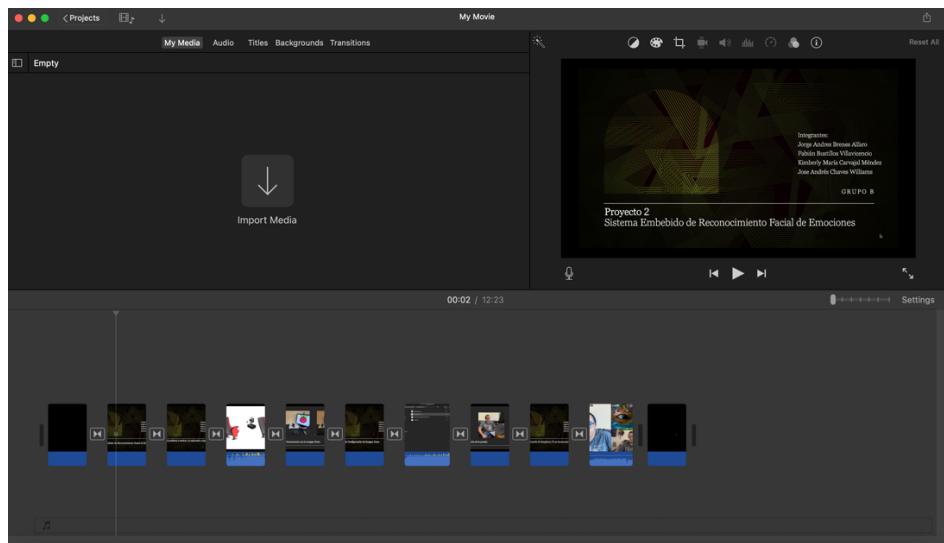
Actividad: Se logra correr de forma satisfactoria el código en la Raspberri Pi y se aprovecha para grabar los videos para usar en el tutorial más adelante.



Fecha: 18-24/10/2021

Tipo de sesión: Individual

Actividad: Se trabaja en el video para producirlo y editararlo, además de trabajar en la documentación y lo necesario para terminar el proyecto.



Referencias

- [1] A. Balaji, “Emotion Detection”, s.f. [Online] Disponible en: <https://github.com/atulapra/Emotion-detection>.
- [2] G. Solano, “Reconocimiento de emociones (EigenFaces, FisherFaces, LBPH)—Python – OpenCV”, 2020. [Online] Disponible en: <https://omesva.com/reconocimiento-de-emociones-opencv-python/>.
- [3] Programador Clic, “Reconocimiento de emociones OpenCV (implementado en Python, súper simple)”, s.f. [Online] Disponible en: <https://programmerclick.com/article/43501075874/>.
- [4] TensorFlow, “TensorFlow Lite”, s.f. [Online] Disponible en: <https://www.tensorflow.org/lite/guide?hl=es-419>.
- [5] TensorFlow, “Conversor de TensorFlow Lite”, s.f. [Online] Disponible en: <https://www.tensorflow.org/lite/convert?hl=es>.
- [6] TensorFlow, “Ejemplos de apps de TensorFlow Lite”, s.f. [Online] Disponible en: <https://www.tensorflow.org/lite/examples>.
- [7] Programador Clic, “Escritura y lectura de archivos .h5 (HDF5)”, s.f. [Online] Disponible en: <https://programmerclick.com/article/4092208083/>.
- [8] ICHI.PRO, “Implemente sus modelos de aprendizaje profundo en dispositivos de IoT con TensorFlow lite”, s.f. [Online] Disponible en: <https://ichi.pro/es/implemente-sus-modelos-de-aprendizaje-profundo-en-dispositivos-de-iot-con-tensorflow-lite-169134954367059>.
- [9] Raspberry Pi, “Raspberry Pi OS”, s.f. [Online] Disponible en: <https://www.raspberrypi.com/software/>.