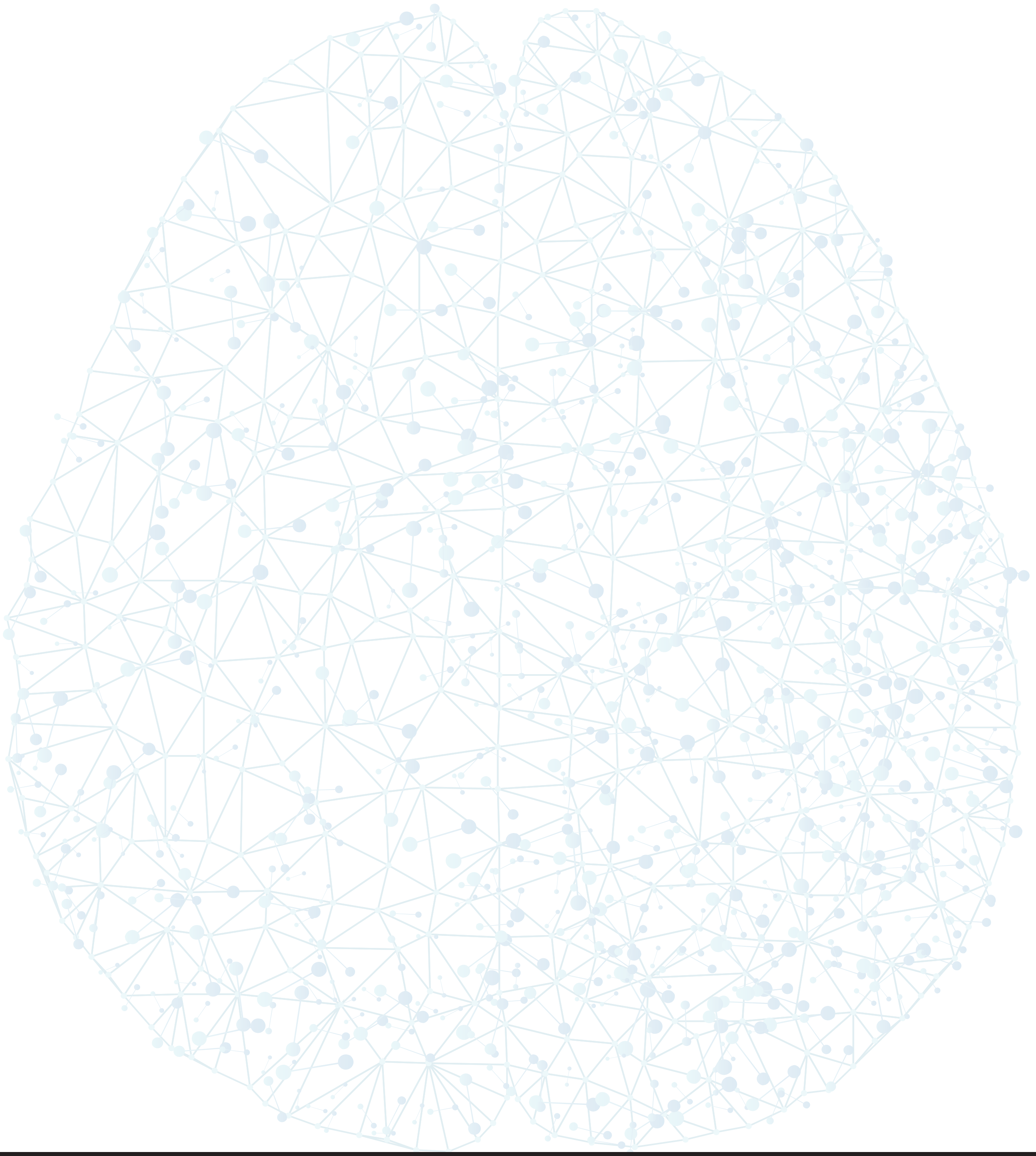
Inteligencia Artificial - TensorFlow



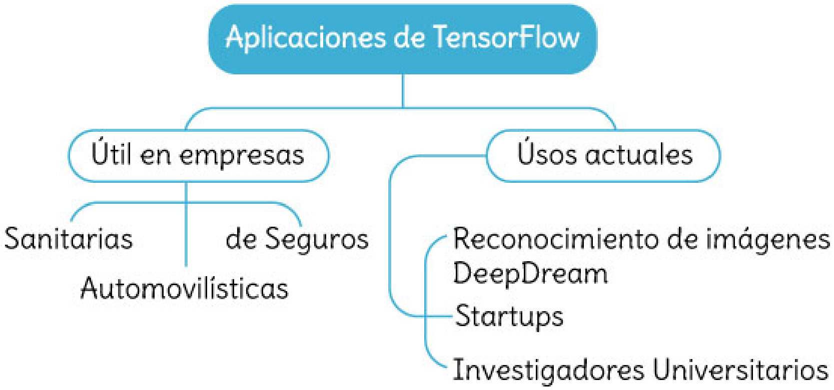
Arlette Calvo Montero

En qué consiste TensorFlow

Tensor Flow consiste en una biblioteca basada en un sistema de redes neuronales, por lo que tiene la capacidad de relacionar datos de una forma similar a como lo hace el cerebro humano.

Por ejemplo gracias a la capacidad de asociación del sistema de redes neuronales tiene la habilidad de poder relacionar imágenes y textos de manera rápida, además de poder reconocer varias palabras del alfabeto ya que tiene la capacidad de relacionar las letras y fonemas.

Entre sus principales ventajas, se pueden mencionar, que es una herramienta libre, la cual en el momento en que fue liberada su capacidad de reconocimiento y relación era superior al 93% en las imágenes, por otro lado a version liberada en el 2015 mejoró considerablemente el tiempo de respuesta a los 0.7 segundos.



Aplicaciones de TensorFlow

- Útil en empresas
  - Sanitarias
  - de Seguros
  - Automovilísticas
- Úsos actuales
  - Reconocimiento de imágenes
  - DeepDream
  - Startups
  - Investigadores Universitarios

Documentación de Tutoriales

• Image Recognition

En qué consiste:

Para el cerebro humano poder hacer una distinción entre objetos o seres a nivel visual, es generalmente una tarea sencilla, sin embargo para una computadora es una tarea más compleja, por lo que Image Recognition provee en un modelo, capaz de poder realizar reconocimiento de imágenes, por medio de la implementación del modelo llamado Inception-v3, el cual ha sido entrenada al intentar clasificar imágenes enteras en 1000 clases, donde como resultado muestra un listado de la siguiente manera: “Cebra”, “Dálmata”, “Lavavajillas”.

Conclusiones:

Image Recognition, permite poder reconocer imágenes de forma sorprendente y muy acertada, donde al proveer una imagen el muestra un listado con los resultados obtenidos, por ejemplo en este caso la imagen por identificar consiste en un panda, donde al finalizar el análisis muestra un listado de los posibles resultados y además coloca un puntaje correspondiente a la probabilidad de acierto.

Por otro lado el modelo utilizado en este caso fue entrenado con datos del 2012, por lo que posteriormente se podrían realizar más entrenamientos con datos más actuales con el fin de mejorar la capacidad de procesamiento.

Implementar su uso en el desarrollo de aplicaciones es muy factible, ya que esta herramienta únicamente necesita un dato de entrada y él provee un listado con los resultados obtenidos, por lo es de gran ayuda para los desarrolladores, además de que posee excelentes tiempos de respuesta.

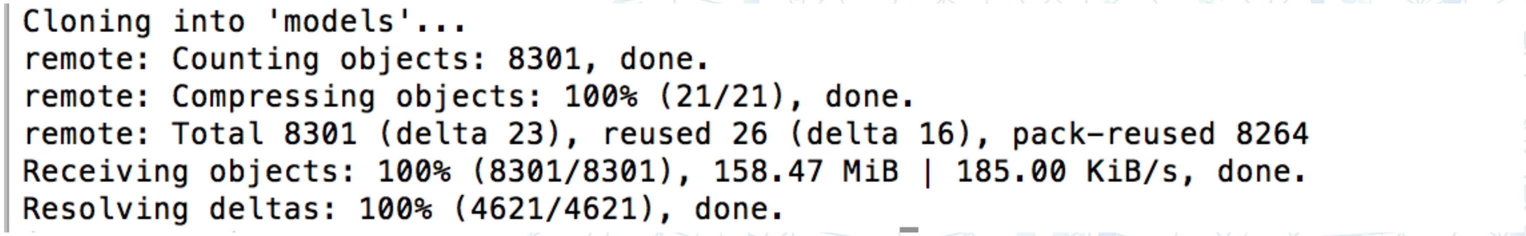
Cómo podría aplicarlo a un problema real:

Esta herramienta puede ser muy útil en muchos sistemas utilizados actualmente, por ejemplo en el manejo de inventarios de una determinada empresa, donde se necesite actualizar la galería correspondiente a sus productos.

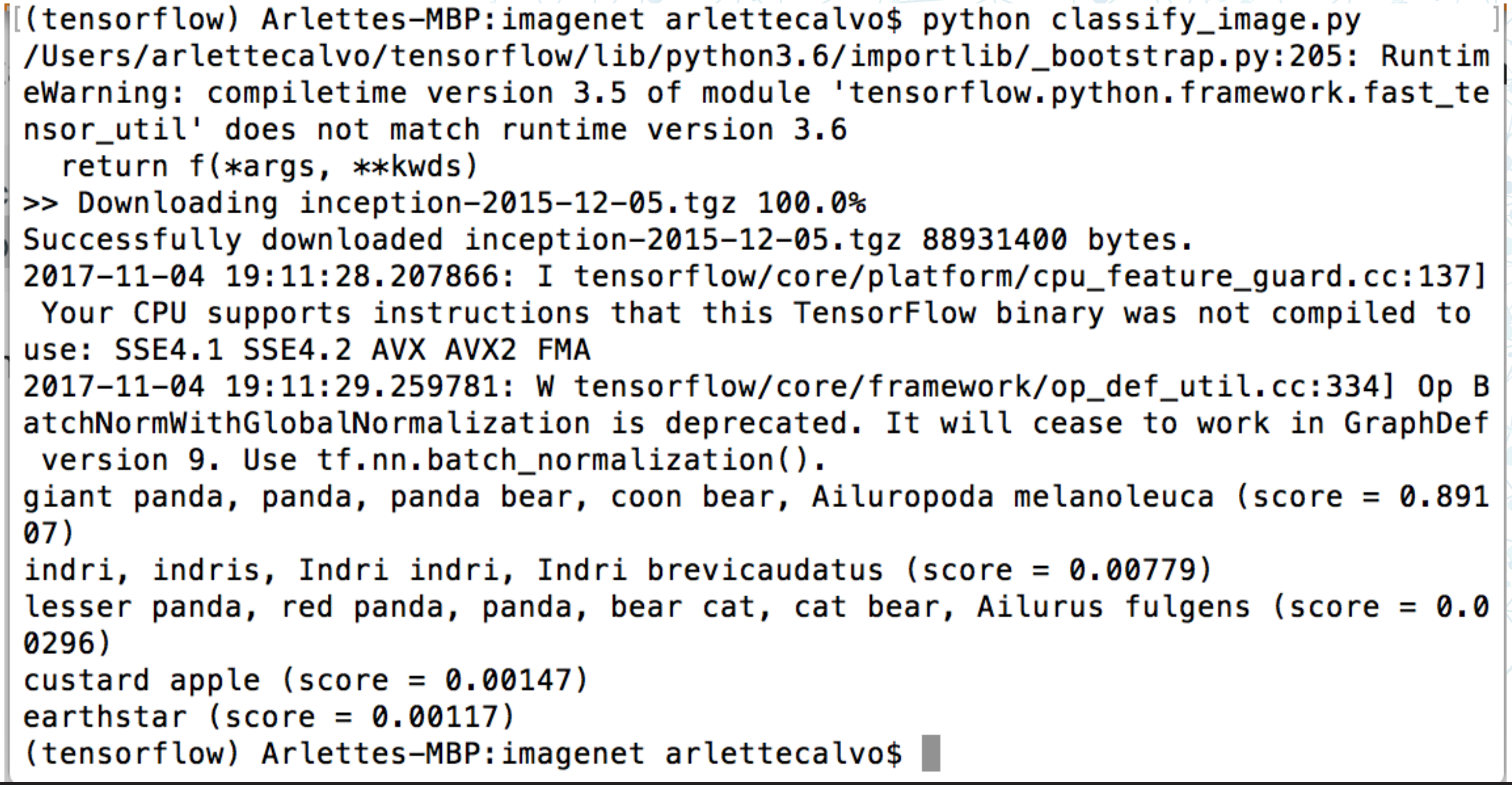
En este caso la herramienta es muy útil, ya que se puede desarrollar una plataforma que implemente el uso de este modelo, donde únicamente con colocarle como dato de entrada una imagen, el puede identificar de cual producto se trata y así mismo posteriormente poder clasificarla, con mayor rapidez y acierto.

Screenshots de resultados:

Para poder realizar este tutorial se debe clonar el repositorio correspondiente, posteriormente buscar la carpeta que contiene los modelos y ejecutar el archivo classify_image.py, el cual clasifica una imagen correspondiente a un panda, sin embargo se puede realizar con otra imagen, pero se debe modificar el argumento correspondiente al image file.



```
Cloning into 'models'...
remote: Counting objects: 8301, done.
remote: Compressing objects: 100% (21/21), done.
remote: Total 8301 (delta 23), reused 26 (delta 16), pack-reused 8264
Receiving objects: 100% (8301/8301), 158.47 MiB | 185.00 KiB/s, done.
Resolving deltas: 100% (4621/4621), done.
```



```
(tensorflow) Arlettes-MBP:imagenet arlettecalvo$ python classify_image.py
/Users/arlettecalvo/tensorflow/lib/python3.6/importlib/_bootstrap.py:205: Runtim
eWarning: compiletime version 3.5 of module 'tensorflow.python.framework.fast_te
nsor_util' does not match runtime version 3.6
  return f(*args, **kwds)
>> Downloading inception-2015-12-05.tgz 100.0%
Successfully downloaded inception-2015-12-05.tgz 88931400 bytes.
2017-11-04 19:11:28.207866: I tensorflow/core/platform/cpu_feature_guard.cc:137]
 Your CPU supports instructions that this TensorFlow binary was not compiled to
use: SSE4.1 SSE4.2 AVX AVX2 FMA
2017-11-04 19:11:29.259781: W tensorflow/core/framework/op_def_util.cc:334] Op B
atchNormWithGlobalNormalization is deprecated. It will cease to work in GraphDef
 version 9. Use tf.nn.batch_normalization().
giant panda, panda, panda bear, coon bear, Ailuropoda melanoleuca (score = 0.891
07)
indri, indris, Indri indri, Indri brevicaudatus (score = 0.00779)
lesser panda, red panda, panda, bear cat, cat bear, Ailurus fulgens (score = 0.0
0296)
custard apple (score = 0.00147)
earthstar (score = 0.00117)
(tensorflow) Arlettes-MBP:imagenet arlettecalvo$ 
```

Reentrenamiento de imagen

En qué consiste:

Este caso consiste en tomar un modelo completamente entrenado para un conjunto de categorías, donde se toma el último layer y se entrena nuevamente desde cero por medio del "transfer learning", es decir se hace un reentrenamiento de los pesos existentes para las nuevas clases.

No se refiere a un entrenamiento total, sin embargo dicho entrenamiento "parcial" resulta ser muy efectivo para muchas aplicaciones, además de reducir considerablemente los tiempos.

Conclusiones:

La implementación del image retraining, puede ser de gran ayuda en el desarrollo de aplicaciones, ya que por medio del transfer learning, donde al tener los layers previamente entrenados, se toma únicamente el último de ellos, se elimina y se hace un reentrenamiento del mismo, reutilizando los layers inferiores.

Lo más importante es que no es necesario realizar un entrenamiento "completo" lo que puede consumir mucho tiempo y recursos, únicamente con reentrenar el layer superior se puede obtener un buen resultado, por ejemplo en este caso, según el entrenamiento realizado la precisión de la prueba final es de 90.4%.

Cómo podría aplicarlo a un problema real:

Esta herramienta puede ser de gran utilidad en gran variedad de aplicaciones, por ejemplo en sistemas que necesiten el reconocimiento de grupos de animales, donde si se desea que el sistema reconozca a un grupo

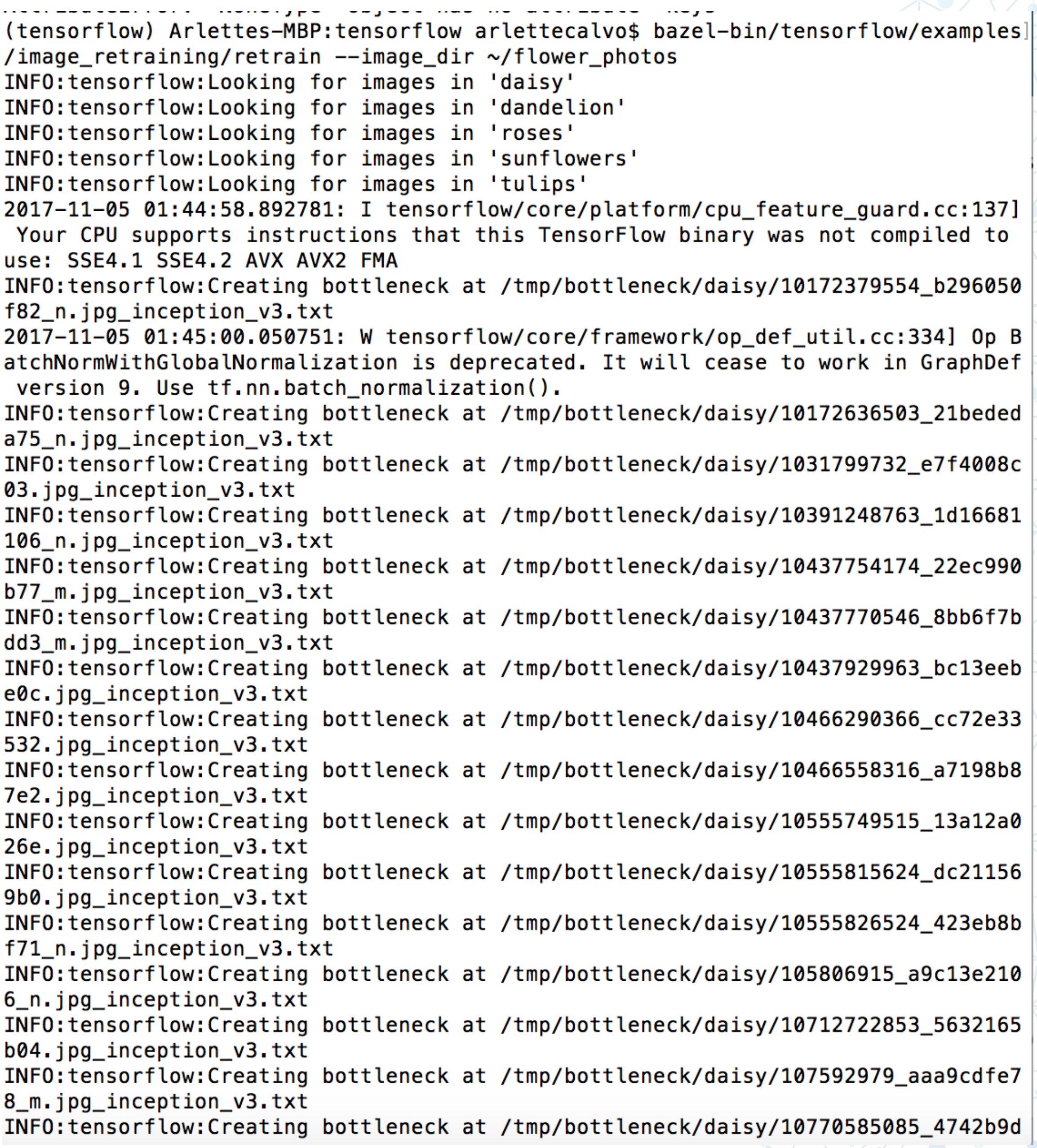
de animales en particular, únicamente se debe entrenar el layer superior, en lugar de tener que realizar un entrenamiento completo, lo que podría consumir mucho tiempo y recursos, al hacerlo de esta manera se reduce consideradamente el tiempo y a la vez se obtiene un buen resultado.

Screenshots de resultados:

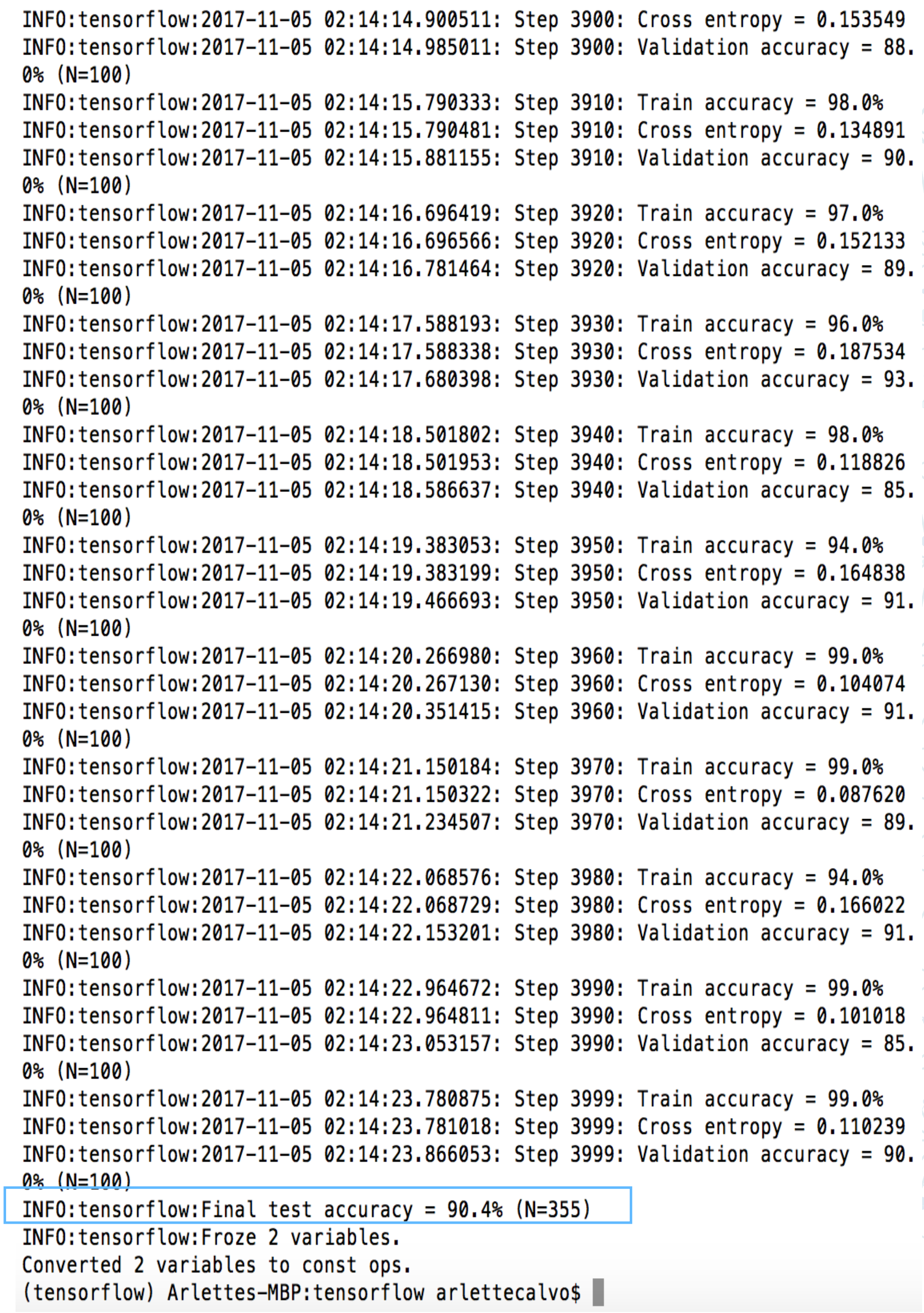
La finalidad de este tutorial consiste en la utilización del modelo Inception v3 que se había entrenado previamente, donde lo que se hace es eliminar el layer superior y hace un reentrenamiento del mismo, por medio del aprendizaje por transferencia, donde el aspecto más importante es que dicho entrenamiento es que se las capas inferiores que se han entrenado previamente se pueden reutilizar sin ninguna alteración.

Para la realización de dicho tutorial se utilizó el repositorio de imágenes propuesto en la documentación.

```
               ^
./tensorflow/contrib/tensor_forest/kernels/v4/grow_stats.h:385:8: warning: 'Init
LeafClassStats' overrides a member function but is not marked 'override' [-Winco
nsistent-missing-override]
  void InitLeafClassStats(int best_split_index, LeafStat* left_stats,
       ^
./tensorflow/contrib/tensor_forest/kernels/v4/grow_stats.h:196:16: note: overrid
den virtual function is here
  virtual void InitLeafClassStats(int best_split_index, LeafStat* left_stats,
               ^
./tensorflow/contrib/tensor_forest/kernels/v4/grow_stats.h:478:8: warning: 'Init
LeafClassStats' overrides a member function but is not marked 'override' [-Winco
nsistent-missing-override]
  void InitLeafClassStats(int best_split_index, LeafStat* left_stats,
       ^
./tensorflow/contrib/tensor_forest/kernels/v4/grow_stats.h:196:16: note: overrid
den virtual function is here
  virtual void InitLeafClassStats(int best_split_index, LeafStat* left_stats,
               ^
3 warnings generated.
INFO: From Linking tensorflow/contrib/factorization/gen_gen_clustering_ops_py_wr
appers_cc [for host]:
clang: warning: argument unused during compilation: '-pthread'
INFO: From Linking tensorflow/contrib/tensor_forest/gen_gen_tensor_forest_ops_py
_wrappers_cc [for host]:
clang: warning: argument unused during compilation: '-pthread'
INFO: From Linking tensorflow/python/gen_script_ops_py_wrappers_cc [for host]:
clang: warning: argument unused during compilation: '-pthread'
INFO: From Linking tensorflow/python/gen_checkpoint_ops_py_wrappers_cc [for host
]:
clang: warning: argument unused during compilation: '-pthread'
INFO: From Linking tensorflow/contrib/layers/gen_sparse_feature_cross_op_py_wrap
pers_cc [for host]:
clang: warning: argument unused during compilation: '-pthread'
INFO: From Linking tensorflow/contrib/stateless/gen_stateless_random_ops_py_wrap
pers_cc [for host]:
clang: warning: argument unused during compilation: '-pthread'
INFO: From Linking tensorflow/contrib/tensor_forest/gen_gen_stats_ops_py_py_wrap
pers_cc [for host]:
clang: warning: argument unused during compilation: '-pthread'
INFO: From Linking tensorflow/contrib/summary/gen_gen_summary_ops_py_wrappers_cc
 [for host]:
clang: warning: argument unused during compilation: '-pthread'
Target //tensorflow/examples/image_retraining:retrain up-to-date:
  bazel-bin/tensorflow/examples/image_retraining/retrain
INFO: Elapsed time: 3470.871s, Critical Path: 119.68s
(tensorflow) Arlettes-MBP:tensorflow arlettecalvo$ 
```



```
(tensorflow) Arlettes-MBP:tensorflow arlettecalvo$ bazel-bin/tensorflow/examples
/image_retraining/retrain --image_dir ~/flower_photos
INFO:tensorflow:Looking for images in 'daisy'
INFO:tensorflow:Looking for images in 'dandelion'
INFO:tensorflow:Looking for images in 'roses'
INFO:tensorflow:Looking for images in 'sunflowers'
INFO:tensorflow:Looking for images in 'tulips'
2017-11-05 01:44:58.892781: I tensorflow/core/platform/cpu_feature_guard.cc:137]
 Your CPU supports instructions that this TensorFlow binary was not compiled to
use: SSE4.1 SSE4.2 AVX AVX2 FMA
INFO:tensorflow:Creating bottleneck at /tmp/bottleneck/daisy/10172379554_b296050
f82_n.jpg_inception_v3.txt
2017-11-05 01:45:00.050751: W tensorflow/core/framework/op_def_util.cc:334] Op B
atchNormWithGlobalNormalization is deprecated. It will cease to work in GraphDef
 version 9. Use tf.nn.batch_normalization().
INFO:tensorflow:Creating bottleneck at /tmp/bottleneck/daisy/10172636503_21beded
a75_n.jpg_inception_v3.txt
INFO:tensorflow:Creating bottleneck at /tmp/bottleneck/daisy/1031799732_e7f4008c
03.jpg_inception_v3.txt
INFO:tensorflow:Creating bottleneck at /tmp/bottleneck/daisy/10391248763_1d16681
106_n.jpg_inception_v3.txt
INFO:tensorflow:Creating bottleneck at /tmp/bottleneck/daisy/10437754174_22ec990
b77_m.jpg_inception_v3.txt
INFO:tensorflow:Creating bottleneck at /tmp/bottleneck/daisy/10437770546_8bb6f7b
dd3_m.jpg_inception_v3.txt
INFO:tensorflow:Creating bottleneck at /tmp/bottleneck/daisy/10437929963_bc13eeb
e0c.jpg_inception_v3.txt
INFO:tensorflow:Creating bottleneck at /tmp/bottleneck/daisy/10466290366_cc72e33
532.jpg_inception_v3.txt
INFO:tensorflow:Creating bottleneck at /tmp/bottleneck/daisy/10466558316_a7198b8
7e2.jpg_inception_v3.txt
INFO:tensorflow:Creating bottleneck at /tmp/bottleneck/daisy/10555749515_13a12a0
26e.jpg_inception_v3.txt
INFO:tensorflow:Creating bottleneck at /tmp/bottleneck/daisy/10555815624_dc21156
9b0.jpg_inception_v3.txt
INFO:tensorflow:Creating bottleneck at /tmp/bottleneck/daisy/10555826524_423eb8b
f71_n.jpg_inception_v3.txt
INFO:tensorflow:Creating bottleneck at /tmp/bottleneck/daisy/105806915_a9c13e210
6_n.jpg_inception_v3.txt
INFO:tensorflow:Creating bottleneck at /tmp/bottleneck/daisy/10712722853_5632165
b04.jpg_inception_v3.txt
INFO:tensorflow:Creating bottleneck at /tmp/bottleneck/daisy/107592979_aaa9cdfe7
8_m.jpg_inception_v3.txt
INFO:tensorflow:Creating bottleneck at /tmp/bottleneck/daisy/10770585085_4742b9d
```



```
INFO:tensorflow:2017-11-05 02:14:14.900511: Step 3900: Cross entropy = 0.153549
INFO:tensorflow:2017-11-05 02:14:14.985011: Step 3900: Validation accuracy = 88.
0% (N=100)
INFO:tensorflow:2017-11-05 02:14:15.790333: Step 3910: Train accuracy = 98.0%
INFO:tensorflow:2017-11-05 02:14:15.790481: Step 3910: Cross entropy = 0.134891
INFO:tensorflow:2017-11-05 02:14:15.881155: Step 3910: Validation accuracy = 90.
0% (N=100)
INFO:tensorflow:2017-11-05 02:14:16.696419: Step 3920: Train accuracy = 97.0%
INFO:tensorflow:2017-11-05 02:14:16.696566: Step 3920: Cross entropy = 0.152133
INFO:tensorflow:2017-11-05 02:14:16.781464: Step 3920: Validation accuracy = 89.
0% (N=100)
INFO:tensorflow:2017-11-05 02:14:17.588193: Step 3930: Train accuracy = 96.0%
INFO:tensorflow:2017-11-05 02:14:17.588338: Step 3930: Cross entropy = 0.187534
INFO:tensorflow:2017-11-05 02:14:17.680398: Step 3930: Validation accuracy = 93.
0% (N=100)
INFO:tensorflow:2017-11-05 02:14:18.501802: Step 3940: Train accuracy = 98.0%
INFO:tensorflow:2017-11-05 02:14:18.501953: Step 3940: Cross entropy = 0.118826
INFO:tensorflow:2017-11-05 02:14:18.586637: Step 3940: Validation accuracy = 85.
0% (N=100)
INFO:tensorflow:2017-11-05 02:14:19.383053: Step 3950: Train accuracy = 94.0%
INFO:tensorflow:2017-11-05 02:14:19.383199: Step 3950: Cross entropy = 0.164838
INFO:tensorflow:2017-11-05 02:14:19.466693: Step 3950: Validation accuracy = 91.
0% (N=100)
INFO:tensorflow:2017-11-05 02:14:20.266980: Step 3960: Train accuracy = 99.0%
INFO:tensorflow:2017-11-05 02:14:20.267130: Step 3960: Cross entropy = 0.104074
INFO:tensorflow:2017-11-05 02:14:20.351415: Step 3960: Validation accuracy = 91.
0% (N=100)
INFO:tensorflow:2017-11-05 02:14:21.150184: Step 3970: Train accuracy = 99.0%
INFO:tensorflow:2017-11-05 02:14:21.150322: Step 3970: Cross entropy = 0.087620
INFO:tensorflow:2017-11-05 02:14:21.234507: Step 3970: Validation accuracy = 89.
0% (N=100)
INFO:tensorflow:2017-11-05 02:14:22.068576: Step 3980: Train accuracy = 94.0%
INFO:tensorflow:2017-11-05 02:14:22.068729: Step 3980: Cross entropy = 0.166022
INFO:tensorflow:2017-11-05 02:14:22.153201: Step 3980: Validation accuracy = 91.
0% (N=100)
INFO:tensorflow:2017-11-05 02:14:22.964672: Step 3990: Train accuracy = 99.0%
INFO:tensorflow:2017-11-05 02:14:22.964811: Step 3990: Cross entropy = 0.101018
INFO:tensorflow:2017-11-05 02:14:23.053157: Step 3990: Validation accuracy = 85.
0% (N=100)
INFO:tensorflow:2017-11-05 02:14:23.780875: Step 3999: Train accuracy = 99.0%
INFO:tensorflow:2017-11-05 02:14:23.781018: Step 3999: Cross entropy = 0.110239
INFO:tensorflow:2017-11-05 02:14:23.866053: Step 3999: Validation accuracy = 90.
0% (N=100)
INFO:tensorflow:Final test accuracy = 90.4% (N=355)
INFO:tensorflow:Froze 2 variables.
Converted 2 variables to const ops.
(tensorflow) Arlettes-MBP:tensorflow arlettecalvo$ 
```

```
(tensorflow) Arlettes-MBP:tensorflow arlettecalvo$ bazel build tensorflow/exampl
es/label_image:label_image && \
> bazel-bin/tensorflow/examples/label_image/label_image \
> --graph=/Users/arlettecalvo/tensorflow/tensorflow/tmp/retrained_graph.pb \
> --labels=/Users/arlettecalvo/tensorflow/tensorflow/tmp/retrained_labels.txt \
> --output_layer=final_result:0 \
> --image=/Users/arlettecalvo/tensorflow/tensorflow/flower_photos/daisy/5547758_
eea9edfd54_n.jpg
```

A Guide to TF Layers: Building a Convolutional Neural Network

En qué consiste:

Este tutorial consiste en mostrar las herramientas que posee TensorFlow para la creación de una red neuronal convolucional, donde se proporcionan métodos que facilitan la creación de los distintos "layers" necesarios para su elaboración.

Sin embargo es importante conocer en qué consiste y cómo se comporta una red neuronal convolucional. Dichas neuronas tienen pesos que permiten aprender, es decir cada neurona recibe entradas, realiza un producto escalar y posteriormente aplica la funcion de activación.

Por otro lado lo que diferencia a las redes neuronales convolucionales del resto, es que supone que las entradas son imágenes, por lo que se pueden codificar ciertas propiedades en la arquitectura, por otro lado su mayor aporte consiste en que permiten escalar bien para imágenes de mucha definición, ya que ellas trabajan modelando pequeñas piezas de información y posteriormente combinar esta información en las capas más profundas de la red.

Por ejemplo la primera capa intenta detectar los bordes y establecer patrones de detección de bordes, seguidamente las capas posteriores tratan de combinarlos en formas más simples y finalmente en patrones relacionados con iluminacion, escalas, entre otras.
De esta forma las capas finales tratan de hacer coincidir la imagen de entrada con los patrones y así realizar una predicción final.

Estructura

Capa convolucional

Implementa la operación de convolución, la cual recibe como entrada o input la imagen y luego aplica sobre ella un filtro que devuelve un mapa de las características de la imagen original, de esta forma se logra reducir el tamaño de los parámetros.

Capa de pooling

Reduce la cantidad de parámetros al quedarse con las características más comunes. Su utilidad principal radica en la reducción de las dimensiones espaciales (ancho x alto). La operación realizada por esta capa también se llama reducción de muestreo.
La operación que utiliza es max-pooling, que divide a la imagen de entrada en un conjunto de rectángulos y, respecto de cada subregión, se va quedando con el máximo valor.

Capa convolucional

En esta capa cada nodo está conectado a cada nodo en la capa anterior, dicha capa es la encargada de dar el resultado final de la red.

Conclusiones:

En este tutorial TensorFlow muestra las herramientas necesarias para poder crear una red neuronal convolucional, las cuales tienen como principal característica la utilización de layers convolucionales, lo que hace que esta arquitectura sea adecuada para procesar datos como imágenes de alta definición.

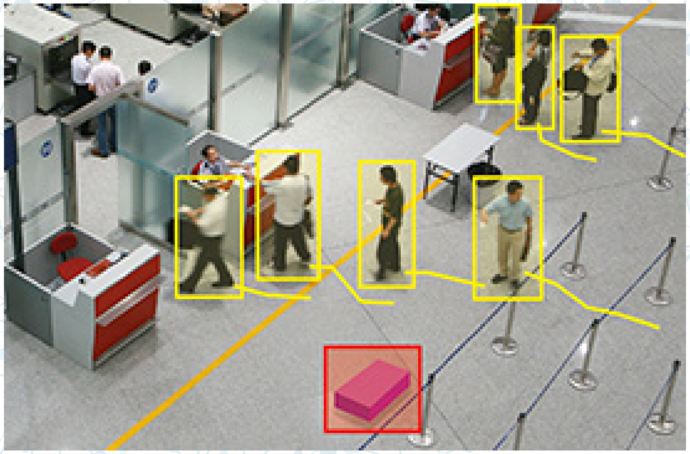
Por otro lado, dicha red neuronal funciona extrayendo las características directamente de las imágenes, es decir las características relevantes se aprenden mientras la red se entrena con la coleccion de imagenes, de esta forma suelen ser precisas para tareas como clasificación de objetos.

En su aprendizaje tienen la capacidad de detectar las características de las imágenes por medio de capas ocultas, donde cada una de estas capas aumenta la complejidad de las características aprendidas, por ejemplo se puede tener una capa que tenga la habilidad para detectar bordes, y la siguiente capa detecta formas más complejas pertenecientes a la forma del objeto.

Cómo podría aplicarlo a un problema real:

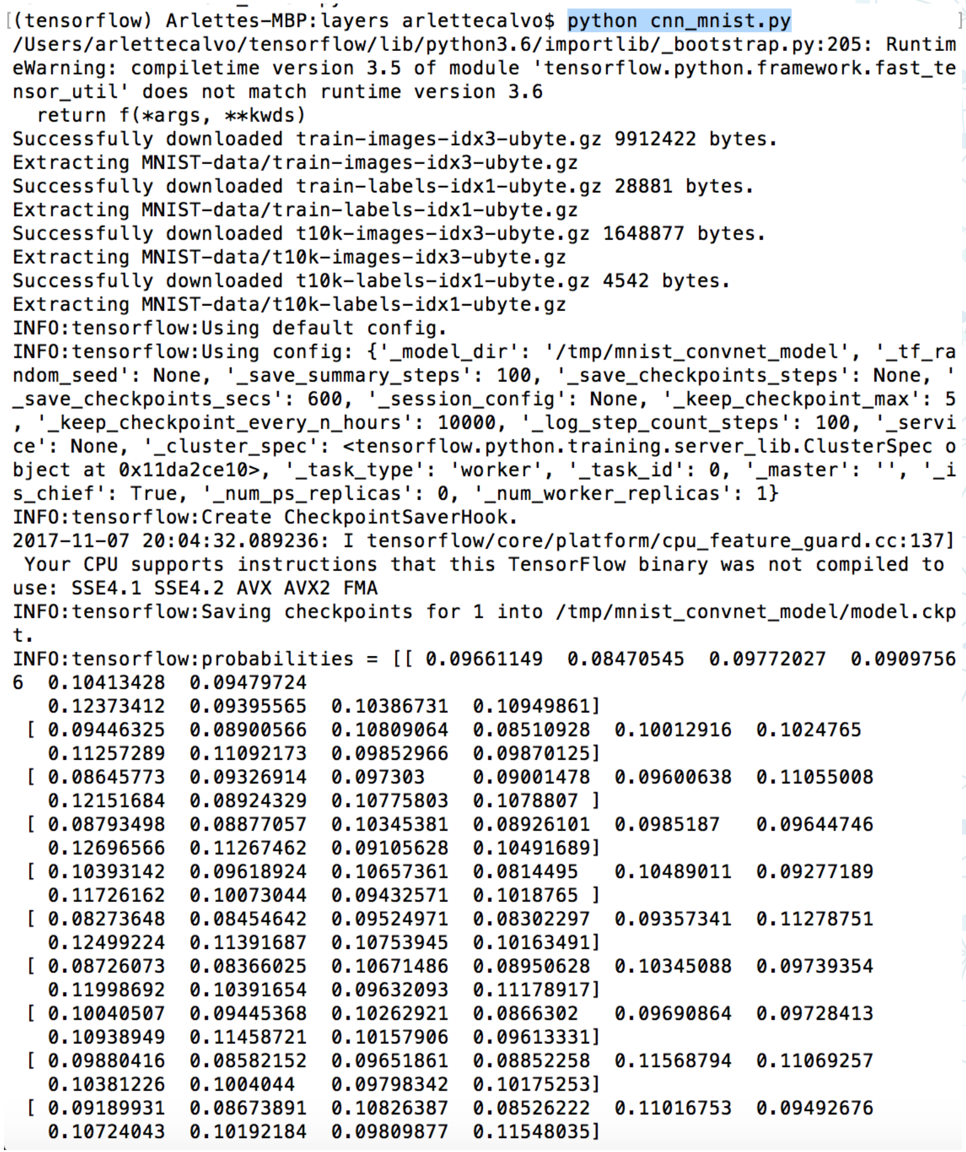
La implementación de este tipo de red neuronal, puede ser de gran utilidad para tareas como por ejemplo la detección de objetos en una imagen.

Donde se suministra como dato de entrada una imagen por ejemplo tomada por medio de una webcam, y a partir de ella, mediante la utilización de las herramientas que provee TensorFlow para crear la red, se puede detectar un objeto en particular que se encuentre en dicha imagen, incluso se podría reconocer y al mismo tiempo localizar el objeto dentro de la escena.

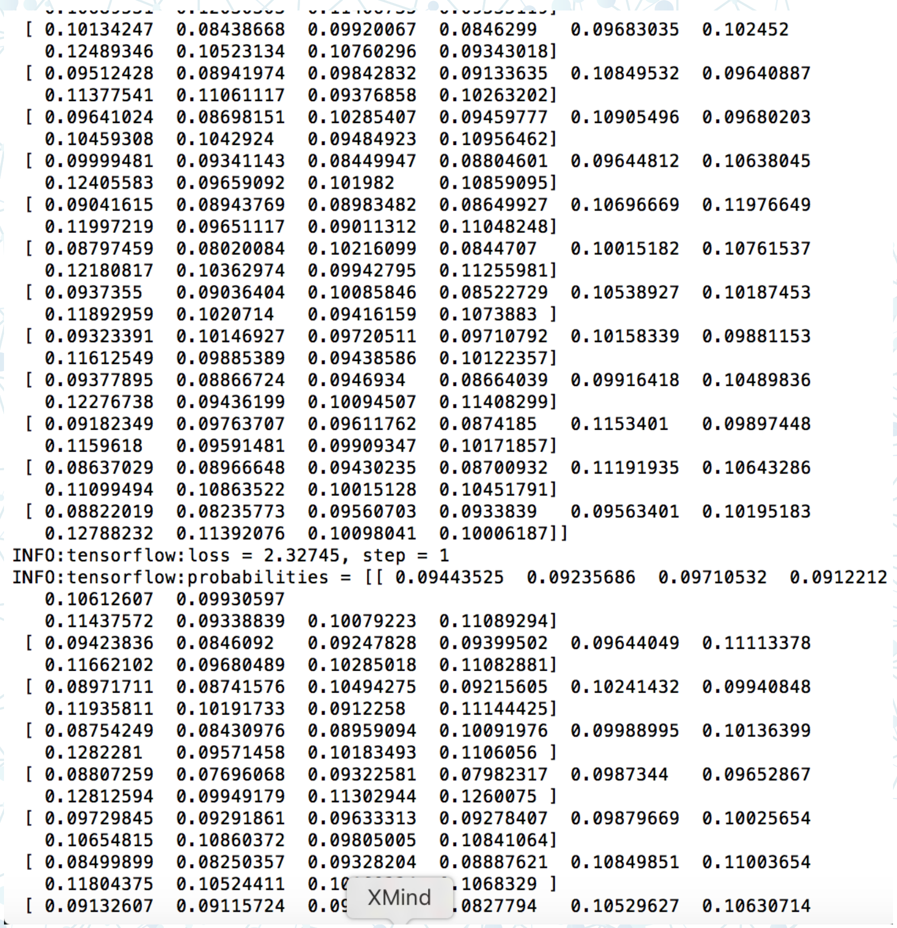


Screenshots de resultados:

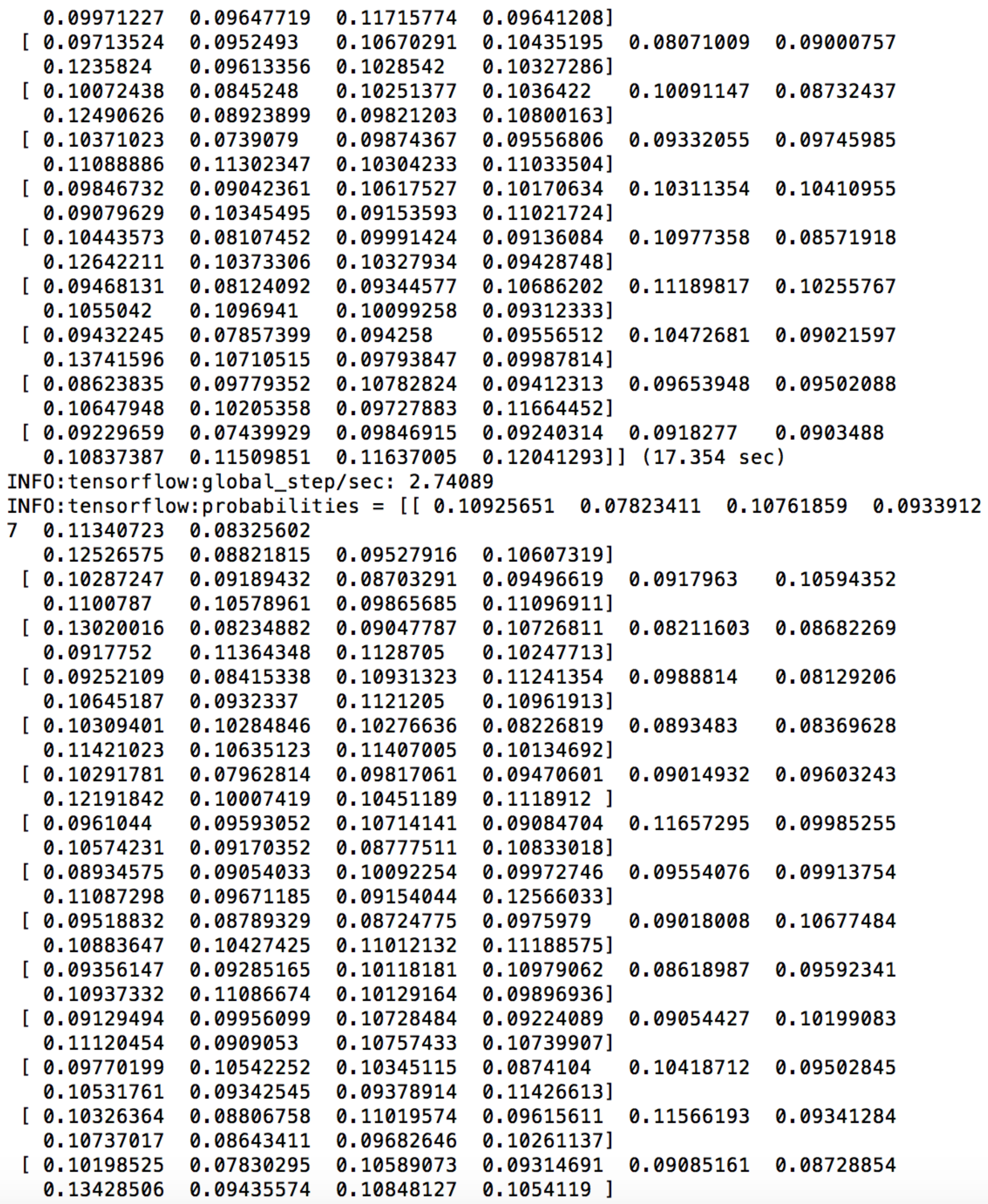
Para la realización de este tutorial, se fueron implementando cada uno de los pasos propuestos en la documentación, donde se fueron integrando poco a poco cada una de las capas que conforman la estructura de las redes neuronales convolucionales.



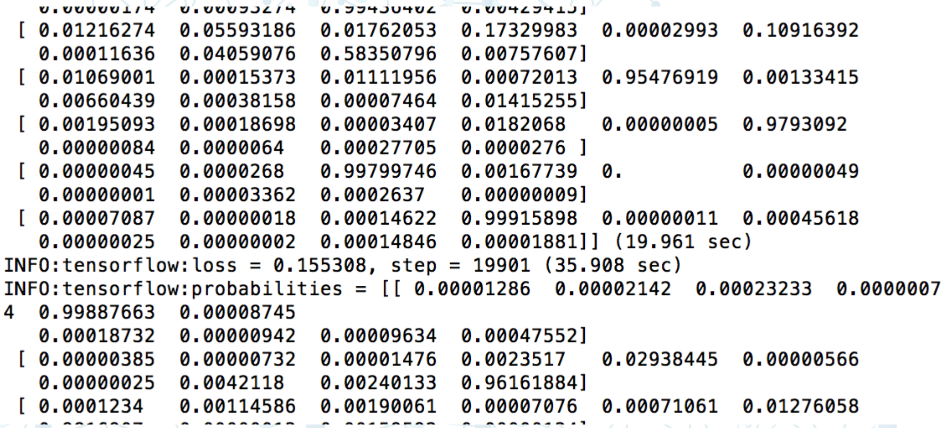
```
(tensorflow) Arlettes-MBP:layers arlettecalvo$ python cnn_mnist.py
/Users/arlettecalvo/tensorflow/lib/python3.6/importlib/_bootstrap.py:205: Runtim
eWarning: compiletime version 3.5 of module 'tensorflow.python.framework.fast_te
nsor_util' does not match runtime version 3.6
  return f(*args, **kwds)
Successfully downloaded train-images-idx3-ubyte.gz 9912422 bytes.
Extracting MNIST-data/train-images-idx3-ubyte.gz
Successfully downloaded train-labels-idx1-ubyte.gz 28881 bytes.
Extracting MNIST-data/train-labels-idx1-ubyte.gz
Successfully downloaded t10k-images-idx3-ubyte.gz 1648877 bytes.
Extracting MNIST-data/t10k-images-idx3-ubyte.gz
Successfully downloaded t10k-labels-idx1-ubyte.gz 4542 bytes.
Extracting MNIST-data/t10k-labels-idx1-ubyte.gz
INFO:tensorflow:Using default config.
INFO:tensorflow:Using config: {'_model_dir': '/tmp/mnist_convnet_model', '_tf_ra
ndom_seed': None, '_save_summary_steps': 100, '_save_checkpoints_steps': None, '
_save_checkpoints_secs': 600, '_session_config': None, '_keep_checkpoint_max': 5
, '_keep_checkpoint_every_n_hours': 10000, '_log_step_count_steps': 100, '_servi
ce': None, '_cluster_spec': <tensorflow.python.training.server_lib.ClusterSpec o
bject at 0x11da2ce10>, '_task_type': 'worker', '_task_id': 0, '_master': '', '_i
s_chief': True, '_num_ps_replicas': 0, '_num_worker_replicas': 1}
INFO:tensorflow:Create CheckpointSaverHook.
2017-11-07 20:04:32.089236: I tensorflow/core/platform/cpu_feature_guard.cc:137]
 Your CPU supports instructions that this TensorFlow binary was not compiled to
use: SSE4.1 SSE4.2 AVX AVX2 FMA
INFO:tensorflow:Saving checkpoints for 1 into /tmp/mnist_convnet_model/model.ckp
t.
INFO:tensorflow:probabilities = [[ 0.09661149  0.08470545  0.09772027  0.0909756
6  0.10413428  0.09479724
   0.12373412  0.09395565  0.10386731  0.10949861]
 [ 0.09446325  0.08900566  0.10809064  0.08510928  0.10012916  0.1024765
   0.11257289  0.11092173  0.09852966  0.09870125]
 [ 0.08645773  0.09326914  0.097303    0.09001478  0.09600638  0.11055008
   0.12151684  0.08924329  0.10775803  0.1078807 ]
 [ 0.08793498  0.08877057  0.10345381  0.08926101  0.0985187   0.09644746
   0.12696566  0.11267462  0.09105628  0.10491689]
 [ 0.10393142  0.09618924  0.10657361  0.0814495   0.10489011  0.09277189
   0.11726162  0.10073044  0.09432571  0.1018765 ]
 [ 0.08273648  0.08454642  0.09524971  0.08302297  0.09357341  0.11278751
   0.12499224  0.11391687  0.10753945  0.10163491]
 [ 0.08726073  0.08366025  0.10671486  0.08950628  0.10345088  0.09739354
   0.11998692  0.10391654  0.09632093  0.11178917]
 [ 0.10040507  0.09445368  0.10262921  0.0866302   0.09690864  0.09728413
   0.10938949  0.11458721  0.10157906  0.09613331]
 [ 0.09880416  0.08582152  0.09651861  0.08852258  0.11568794  0.11069257
   0.10381226  0.1004044   0.09798342  0.10175253]
 [ 0.09189931  0.08673891  0.10826387  0.08526222  0.11016753  0.09492676
   0.10724043  0.10192184  0.09809877  0.11548035]
```



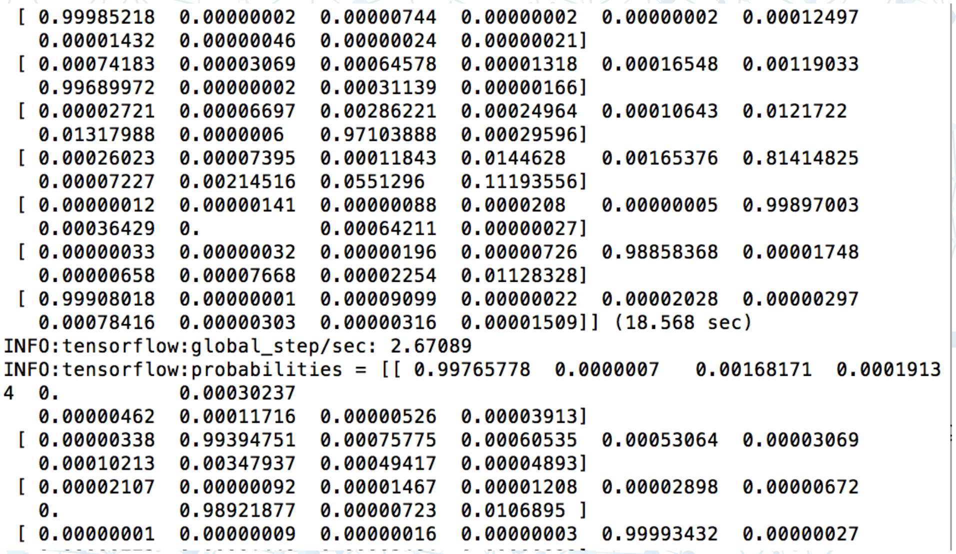
```
 [ 0.10134247  0.08438668  0.09920067  0.0846299   0.09683035  0.102452
   0.12489346  0.10523134  0.10760296  0.09343018]
 [ 0.09512428  0.08941974  0.09842832  0.09133635  0.10849532  0.09640887
   0.11377541  0.11061117  0.09376858  0.10263202]
 [ 0.09641024  0.08698151  0.10285407  0.09459777  0.10905496  0.09680203
   0.10459308  0.1042924   0.09484923  0.10956462]
 [ 0.09999481  0.09341143  0.08449947  0.08804601  0.09644812  0.10638045
   0.12405583  0.09659092  0.101982    0.10859095]
 [ 0.09041615  0.08943769  0.08983482  0.08649927  0.10696669  0.11976649
   0.11997219  0.09651117  0.09011312  0.11048248]
 [ 0.08797459  0.08020084  0.10216099  0.0844707   0.10015182  0.10761537
   0.12180817  0.10362974  0.09942795  0.11255981]
 [ 0.0937355   0.09036404  0.10085846  0.08522729  0.10538927  0.10187453
   0.11892959  0.1020714   0.09416159  0.1073883 ]
 [ 0.09323391  0.10146927  0.09720511  0.09710792  0.10158339  0.09881153
   0.11612549  0.09885389  0.09438586  0.10122357]
 [ 0.09377895  0.08866724  0.0946934   0.08664039  0.09916418  0.10489836
   0.12276738  0.09436199  0.10094507  0.11408299]
 [ 0.09182349  0.09763707  0.09611762  0.0874185   0.1153401   0.09897448
   0.1159618   0.09591481  0.09909347  0.10171857]
 [ 0.08637029  0.08966648  0.09430235  0.08700932  0.11191935  0.10643286
   0.11099494  0.10863522  0.10015128  0.10451791]
 [ 0.08822019  0.08235773  0.09560703  0.0933839   0.09563401  0.10195183
   0.12788232  0.11392076  0.10098041  0.10006187]]
INFO:tensorflow:loss = 2.32745, step = 1
INFO:tensorflow:probabilities = [[ 0.09443525  0.09235686  0.09710532  0.0912212
   0.10612607  0.09930597
   0.11437572  0.09338839  0.10079223  0.11089294]
 [ 0.09423836  0.0846092   0.09247828  0.09399502  0.09644049  0.11113378
   0.11662102  0.09680489  0.10285018  0.11082881]
 [ 0.08971711  0.08741576  0.10494275  0.09215605  0.10241432  0.09940848
   0.11935811  0.10191733  0.0912258   0.11144425]
 [ 0.08754249  0.08430976  0.08959094  0.10091976  0.09988995  0.10136399
   0.1282281   0.09571458  0.10183493  0.1106056 ]
 [ 0.08807259  0.07696068  0.09322581  0.07982317  0.0987344   0.09652867
   0.12812594  0.09949179  0.11302944  0.1260075 ]
 [ 0.09729845  0.09291861  0.09633313  0.09278407  0.09879669  0.10025654
   0.10654815  0.10860372  0.09805005  0.10841064]
 [ 0.08499899  0.08250357  0.09328204  0.08887621  0.10849851  0.11003654
   0.11804375  0.10524411  0.10  XMind  .1068329 ]
 [ 0.09132607  0.09115724  0.09          .0827794   0.10529627  0.10630714
```



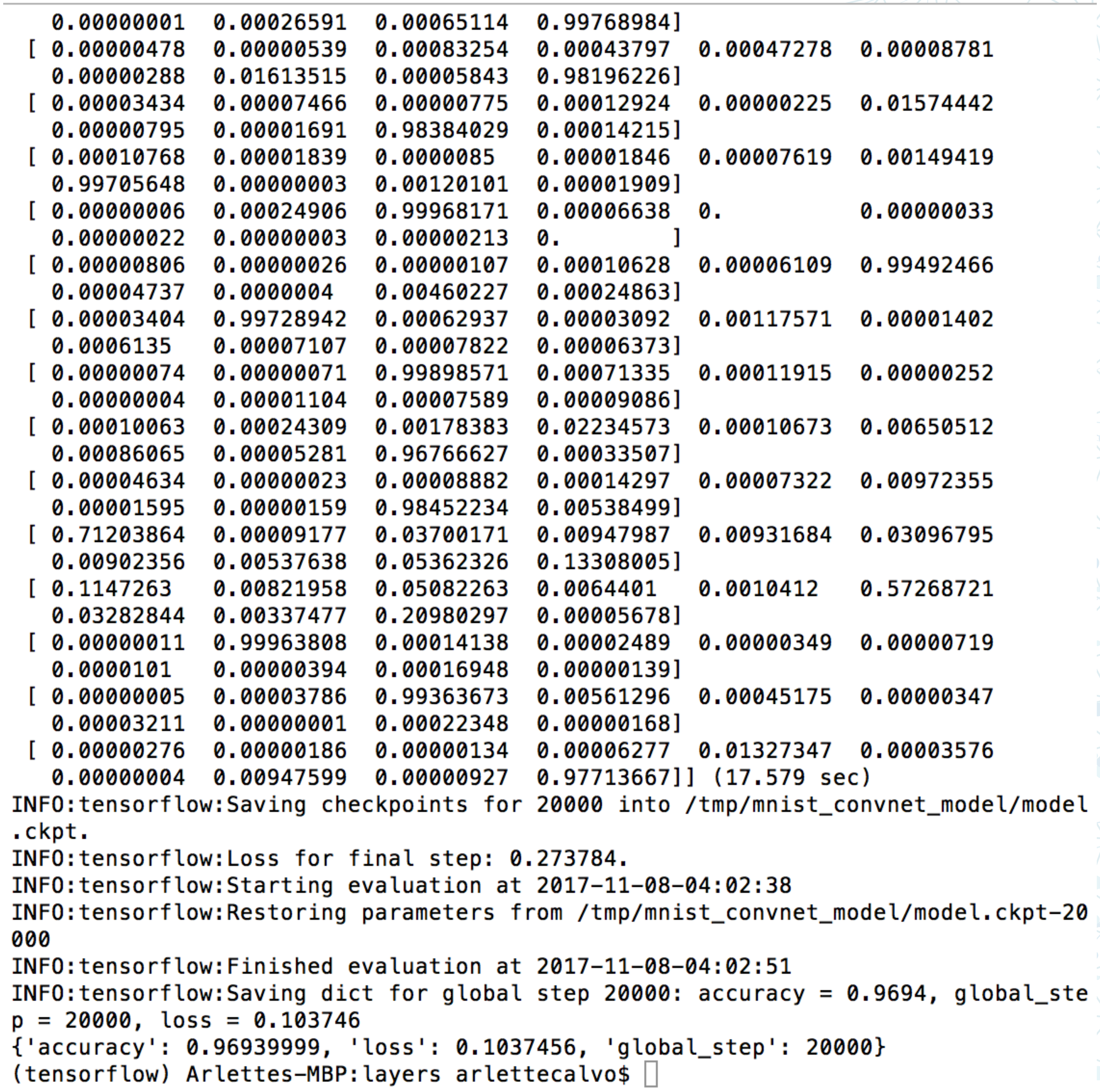
```
   0.09971227  0.09647719  0.11715774  0.09641208]
 [ 0.09713524  0.0952493   0.10670291  0.10435195  0.08071009  0.09000757
   0.1235824   0.09613356  0.1028542   0.10327286]
 [ 0.10072438  0.0845248   0.10251377  0.1036422   0.10091147  0.08732437
   0.12490626  0.08923899  0.09821203  0.10800163]
 [ 0.10371023  0.0739079   0.09874367  0.09556806  0.09332055  0.09745985
   0.11088886  0.11302347  0.10304233  0.11033504]
 [ 0.09846732  0.09042361  0.10617527  0.10170634  0.10311354  0.10410955
   0.09079629  0.10345495  0.09153593  0.11021724]
 [ 0.10443573  0.08107452  0.09991424  0.09136084  0.10977358  0.08571918
   0.12642211  0.10373306  0.10327934  0.09428748]
 [ 0.09468131  0.08124092  0.09344577  0.10686202  0.11189817  0.10255767
   0.1055042   0.1096941   0.10099258  0.09312333]
 [ 0.09432245  0.07857399  0.094258    0.09556512  0.10472681  0.09021597
   0.13741596  0.10710515  0.09793847  0.09987814]
 [ 0.08623835  0.09779352  0.10782824  0.09412313  0.09653948  0.09502088
   0.10647948  0.10205358  0.09727883  0.11664452]
 [ 0.09229659  0.07439929  0.09846915  0.09240314  0.0918277   0.0903488
   0.10837387  0.11509851  0.11637005  0.12041293]] (17.354 sec)
INFO:tensorflow:global_step/sec: 2.74089
INFO:tensorflow:probabilities = [[ 0.10925651  0.07823411  0.10761859  0.0933912
7  0.11340723  0.08325602
   0.12526575  0.08821815  0.09527916  0.10607319]
 [ 0.10287247  0.09189432  0.08703291  0.09496619  0.0917963   0.10594352
   0.1100787   0.10578961  0.09865685  0.11096911]
 [ 0.13020016  0.08234882  0.09047787  0.10726811  0.08211603  0.08682269
   0.0917752   0.11364348  0.1128705   0.10247713]
 [ 0.09252109  0.08415338  0.10931323  0.11241354  0.0988814   0.08129206
   0.10645187  0.0932337   0.1121205   0.10961913]
 [ 0.10309401  0.10284846  0.10276636  0.08226819  0.0893483   0.08369628
   0.11421023  0.10635123  0.11407005  0.10134692]
 [ 0.10291781  0.07962814  0.09817061  0.09470601  0.09014932  0.09603243
   0.12191842  0.10007419  0.10451189  0.1118912 ]
 [ 0.0961044   0.09593052  0.10714141  0.09084704  0.11657295  0.09985255
   0.10574231  0.09170352  0.08777511  0.10833018]
 [ 0.08934575  0.09054033  0.10092254  0.09972746  0.09554076  0.09913754
   0.11087298  0.09671185  0.09154044  0.12566033]
 [ 0.09518832  0.08789329  0.08724775  0.0975979   0.09018008  0.10677484
   0.10883647  0.10427425  0.11012132  0.11188575]
 [ 0.09356147  0.09285165  0.10118181  0.10979062  0.08618987  0.09592341
   0.10937332  0.11086674  0.10129164  0.09896936]
 [ 0.09129494  0.09956099  0.10728484  0.09224089  0.09054427  0.10199083
   0.11120454  0.0909053   0.10757433  0.10739907]
 [ 0.09770199  0.10542252  0.10345115  0.0874104   0.10418712  0.09502845
   0.10531761  0.09342545  0.09378914  0.11426613]
 [ 0.10326364  0.08806758  0.11019574  0.09615611  0.11566193  0.09341284
   0.10737017  0.08643411  0.09682646  0.10261137]
 [ 0.10198525  0.07830295  0.10589073  0.09314691  0.09085161  0.08728854
   0.13428506  0.09435574  0.10848127  0.1054119 ]
```



```
 [ 0.01216274  0.05593186  0.01762053  0.17329983  0.00002993  0.10916392
   0.00011636  0.04059076  0.58350796  0.00757607]
 [ 0.01069001  0.00015373  0.01111956  0.00072013  0.95476919  0.00133415
   0.00660439  0.00038158  0.00007464  0.01415255]
 [ 0.00195093  0.00018698  0.00003407  0.0182068   0.00000005  0.9793092
   0.00000084  0.0000064   0.00027705  0.0000276 ]
 [ 0.00000045  0.0000268   0.99799746  0.00167739  0.          0.00000049
   0.00000001  0.00003362  0.0002637   0.00000009]
 [ 0.00007087  0.00000018  0.00014622  0.99915898  0.00000011  0.00045618
   0.00000025  0.00000002  0.00014846  0.00001881]] (19.961 sec)
INFO:tensorflow:loss = 0.155308, step = 19901 (35.908 sec)
INFO:tensorflow:probabilities = [[ 0.00001286  0.00002142  0.00023233  0.0000007
4  0.99887663  0.00008745
   0.00018732  0.00000942  0.00009634  0.00047552]
 [ 0.00000385  0.00000732  0.00001476  0.0023517   0.02938445  0.00000566
   0.00000025  0.0042118   0.00240133  0.96161884]
 [ 0.0001234   0.00114586  0.00190061  0.00007076  0.00071061  0.01276058
```



```
 [ 0.99985218  0.00000002  0.00000744  0.00000002  0.00000002  0.00012497
   0.00001432  0.00000046  0.00000024  0.00000021]
 [ 0.00074183  0.00003069  0.00064578  0.00001318  0.00016548  0.00119033
   0.99689972  0.00000002  0.00031139  0.00000166]
 [ 0.00002721  0.00006697  0.00286221  0.00024964  0.00010643  0.0121722
   0.01317988  0.0000006   0.97103888  0.00029596]
 [ 0.00026023  0.00007395  0.00011843  0.0144628   0.00165376  0.81414825
   0.00007227  0.00214516  0.0551296   0.11193556]
 [ 0.00000012  0.00000141  0.00000088  0.0000208   0.00000005  0.99897003
   0.00036429  0.          0.00064211  0.00000027]
 [ 0.00000033  0.00000032  0.00000196  0.00000726  0.98858368  0.00001748
   0.00000658  0.00007668  0.00002254  0.01128328]
 [ 0.99908018  0.00000001  0.00009099  0.00000022  0.00002028  0.00000297
   0.00078416  0.00000303  0.00000316  0.00001509]] (18.568 sec)
INFO:tensorflow:global_step/sec: 2.67089
INFO:tensorflow:probabilities = [[ 0.99765778  0.0000007   0.00168171  0.0001913
4  0.          0.00030237
   0.00000462  0.00011716  0.00000526  0.00003913]
 [ 0.00000338  0.99394751  0.00075775  0.00060535  0.00053064  0.00003069
   0.00010213  0.00347937  0.00049417  0.00004893]
 [ 0.00002107  0.00000092  0.00001467  0.00001208  0.00002898  0.00000672
   0.          0.98921877  0.00000723  0.0106895 ]
 [ 0.00000001  0.00000009  0.00000016  0.00000003  0.99993432  0.00000027
```



```
   0.00000001  0.00026591  0.00065114  0.99768984]
 [ 0.00000478  0.00000539  0.00083254  0.00043797  0.00047278  0.00008781
   0.00000288  0.01613515  0.00005843  0.98196226]
 [ 0.00003434  0.00007466  0.00000775  0.00012924  0.00000225  0.01574442
   0.00000795  0.00001691  0.98384029  0.00014215]
 [ 0.00010768  0.00001839  0.0000085   0.00001846  0.00007619  0.00149419
   0.99705648  0.00000003  0.00120101  0.00001909]
 [ 0.00000006  0.00024906  0.99968171  0.00006638  0.          0.00000033
   0.00000022  0.00000003  0.00000213  0.        ]
 [ 0.00000806  0.00000026  0.00000107  0.00010628  0.00006109  0.99492466
   0.00004737  0.0000004   0.00460227  0.00024863]
 [ 0.00003404  0.99728942  0.00062937  0.00003092  0.00117571  0.00001402
   0.0006135   0.00007107  0.00007822  0.00006373]
 [ 0.00000074  0.00000071  0.99898571  0.00071335  0.00011915  0.00000252
   0.00000004  0.00001104  0.00007589  0.00009086]
 [ 0.00010063  0.00024309  0.00178383  0.02234573  0.00010673  0.00650512
   0.00086065  0.00005281  0.96766627  0.00033507]
 [ 0.00004634  0.00000023  0.00008882  0.00014297  0.00007322  0.00972355
   0.00001595  0.00000159  0.98452234  0.00538499]
 [ 0.71203864  0.00009177  0.03700171  0.00947987  0.00931684  0.03096795
   0.00902356  0.00537638  0.05362326  0.13308005]
 [ 0.1147263   0.00821958  0.05082263  0.0064401   0.0010412   0.57268721
   0.03282844  0.00337477  0.20980297  0.00005678]
 [ 0.00000011  0.99963808  0.00014138  0.00002489  0.00000349  0.00000719
   0.0000101   0.00000394  0.00016948  0.00000139]
 [ 0.00000005  0.00003786  0.99363673  0.00561296  0.00045175  0.00000347
   0.00003211  0.00000001  0.00022348  0.00000168]
 [ 0.00000276  0.00000186  0.00000134  0.00006277  0.01327347  0.00003576
   0.00000004  0.00947599  0.00000927  0.97713667]] (17.579 sec)
INFO:tensorflow:Saving checkpoints for 20000 into /tmp/mnist_convnet_model/model
.ckpt.
INFO:tensorflow:Loss for final step: 0.273784.
INFO:tensorflow:Starting evaluation at 2017-11-08-04:02:38
INFO:tensorflow:Restoring parameters from /tmp/mnist_convnet_model/model.ckpt-20
000
INFO:tensorflow:Finished evaluation at 2017-11-08-04:02:51
INFO:tensorflow:Saving dict for global step 20000: accuracy = 0.9694, global_ste
p = 20000, loss = 0.103746
{'accuracy': 0.96939999, 'loss': 0.1037456, 'global_step': 20000}
(tensorflow) Arlettes-MBP:layers arlettecalvo$ 
```