



Escuela de Ingeniería en Computación

Inteligencia Artificial - IC6200 - Grupo 2

**Proyecto de Investigación: A Guide to TF Layers: Building a
Convolutional Neural Network**

Estudiante:

Alanis Pineda, Stephannie - 201263425

Profesor: Luis Carlos Hernández Vega

Cartago, Costa Rica
II Semestre, 2017

Conclusiones

- Tensorflow provee herramientas útiles para cuando se quiere construir una red neuronal. El Framework tiene un API de alto nivel que provee funciones para optimizar la red neuronal; como crear capas densas o capas convolucionales.
- El tutorial enseña a utilizar el API de alto nivel que provee funciones para construir redes neuronales. El objetivo de la red del ejemplo del tutorial es poder leer imágenes de números escritos a mano, y retornar el número que es marcado, la posición del número en un arreglo de 10 valores.
- Las redes neuronales convolucionales son utilizadas principalmente para la clasificación de imágenes, porque aplican una serie de filtros a los pixeles de las imágenes, donde se extrae información importante y mejora el aprendizaje. Tienen 3 componentes que ayudan a cumplir el objetivo: capas convolucionales, capas de agrupamiento y capas densas, totalmente conectadas.
- El entrenamiento de la red neuronal es bastante largo, duró aproximadamente 3 horas entrenando. La red se entrenó finalizando con una exactitud del 97% y un error del 10%.
- En síntesis, la red neuronal cumple con el objetivo del tutorial el cual es poder reconocer números entre 0-9 escritos a mano.

Aplicación a un problema real

Para aplicaciones que realicen operaciones matemáticas, se utiliza esta red neuronal, solo con la foto de la operación se puede usar en el programa para obtener el cálculo de la respuesta. Otro fin sería en el área académica para estudiantes y profesores, es mucho más fácil enseñarles a niños por medio de fotos, haciendo la educación más interactiva. Así, como investigadores que tengan que procesar operaciones bastante grandes, esta red les permite ahorrarse el tiempo de ingreso de datos y obteniendo resultados rápido.

Screenshots

Proceso de entrenamiento:

```
[ 0.13268708 0.07640044 0.20189197 0.15134239 0.07125725 0.0617882
[ 0.08333924 0.06182084 0.08766709 0.07180553]
[ 0.09542235 0.14814474 0.10683519 0.10928729 0.08392022 0.06512494
0.08648141 0.09378369 0.10879158 0.10220854]
[ 0.08796021 0.13948557 0.11211608 0.10888357 0.1018172 0.08140134
0.11752888 0.07458228 0.10390133 0.07232367]
[ 0.08725529 0.13033321 0.13535777 0.10688008 0.09196784 0.07687579
0.0727681 0.09386865 0.1172408 0.08745247]
[ 0.09003444 0.0635029 0.09273209 0.13001893 0.11558465 0.0864725
0.06315302 0.1263056 0.1159779 0.11621798]
[ 0.08643788 0.05090483 0.08124224 0.09059189 0.1373578 0.08212336
0.10983476 0.12265544 0.1069497 0.13190214]
[ 0.09259966 0.14204891 0.10122023 0.09410652 0.09067712 0.09180677
0.10167665 0.08892903 0.10489907 0.092036 ]
[ 0.1077715 0.05932643 0.12765718 0.0781804 0.09920263 0.07568487
0.14323765 0.08586282 0.10350443 0.11957213]
[ 0.09578948 0.13918877 0.09319074 0.10127609 0.07630145 0.07642312
0.11605417 0.08726415 0.11632855 0.09818348]
[ 0.09264801 0.06648648 0.14122826 0.12146309 0.08528316 0.08446651
0.10740142 0.08221322 0.11232094 0.10648895]
[ 0.10957764 0.08283434 0.09458633 0.12373983 0.10482556 0.08306105
0.10711122 0.0876729 0.12992787 0.07666326]
[ 0.10572475 0.06426539 0.09393673 0.10956359 0.10938387 0.07910209
0.06153151 0.14315741 0.1188957 0.11443901]
[ 0.10456245 0.1627495 0.09398162 0.10189277 0.08881581 0.06891689
0.09639104 0.08656198 0.09651136 0.0996166 ]
[ 0.09616538 0.07699736 0.08558715 0.11674945 0.10107294 0.07742567
0.13460842 0.09657648 0.12150635 0.09331086]
[ 0.09175907 0.08107787 0.10631741 0.10441923 0.08634133 0.08131592
0.18565543 0.07723976 0.11131005 0.07456394]
[ 0.08479078 0.11293908 0.09055135 0.11231086 0.10699029 0.08526032
0.12524447 0.0798011 0.1075816 0.09453008]
[ 0.1230981 0.07056181 0.10577784 0.16025034 0.09009559 0.07292049
0.09190419 0.09213085 0.11466628 0.07859444]
[ 0.10104304 0.0795167 0.08893085 0.17160076 0.08149475 0.10020274
0.08235238 0.09245639 0.12769432 0.0747079 ]
[ 0.11446546 0.07160328 0.10058032 0.10645876 0.12725 0.08415075
0.10877246 0.09262758 0.09632684 0.09776454]
[ 0.08272795 0.09430148 0.07504708 0.12614818 0.10739441 0.08122621
0.0872148 0.11620335 0.11994497 0.1097916 ]
[ 0.08599028 0.13446389 0.11114748 0.12064772 0.08032364 0.08329417
0.09966841 0.09191798 0.0973199 0.09522649]
[ 0.16001193 0.06509928 0.11859181 0.11472028 0.06869743 0.07721435
0.11934518 0.10906217 0.09689607 0.07036164]
[ 0.09023786 0.11819302 0.09265658 0.08786929 0.09860693 0.09589729
0.11078042 0.09127557 0.10116357 0.11331943]
[ 0.10372395 0.08299629 0.10911967 0.13581435 0.076317 0.0772194
0.10168826 0.09130216 0.12614442 0.09567457]
[ 0.10702863 0.06833562 0.09225356 0.15575163 0.08354552 0.06966351
0.09338247 0.09927879 0.1168953 0.11386498]
[ 0.12642406 0.08019572 0.14016345 0.14248954 0.06765743 0.07776218
0.1087769 0.0788607 0.09795403 0.07971586]
[ 0.10225438 0.07586052 0.09727661 0.10679029 0.09059686 0.07961184
0.12446882 0.09218468 0.13873811 0.09221794]
[ 0.13828599 0.05792899 0.0895199 0.09381932 0.08597989 0.10025305
0.08329527 0.13325468 0.09567712 0.12198587]] (24.447 sec)
INFO:tensorflow:loss = 2.0571, step = 901 (51.192 sec)
```

```
0.00000000 0.00000000 0.00000000 0.00000000]
[ 0.84416062 0.00000612 0.00557586 0.06612694 0.00014693 0.06142657
 0.00109261 0.00379953 0.01621694 0.00144775]
[ 0.00797875 0.06249466 0.0062076 0.63490719 0.00034495 0.071878
 0.00781678 0.01780167 0.17797288 0.01259753]
[ 0.0123735 0.0054813 0.20128421 0.04259579 0.00030263 0.06323676
 0.00260643 0.00064287 0.67045343 0.00102309]
[ 0.0049133 0.00106673 0.00551922 0.00136952 0.83749408 0.01835628
 0.04384461 0.00177461 0.00555237 0.08010925]
[ 0.00394266 0.02344036 0.0015266 0.02238523 0.09111129 0.05140495
 0.00938826 0.19708219 0.02751154 0.57220691]
[ 0.00446332 0.00004116 0.96461582 0.01527076 0.00006913 0.00078103
 0.00890476 0.00008444 0.00570964 0.00006007]
[ 0.00050082 0.91971666 0.00713383 0.00534226 0.00079199 0.00558852
 0.00412347 0.0084102 0.04408495 0.00430715]
[ 0.40658161 0.02154099 0.00739839 0.07980382 0.00804715 0.21753182
 0.048781 0.00257406 0.15532596 0.05241518]
[ 0.0082407 0.00244603 0.01188473 0.07307386 0.0042397 0.16962206
 0.00866684 0.00369695 0.70691198 0.01121709]
[ 0.00879491 0.00006311 0.0157544 0.00070586 0.92901677 0.0046182
 0.01718254 0.00397659 0.00256637 0.01732123]
[ 0.07158881 0.0008302 0.00887041 0.00401181 0.40384832 0.06067296
 0.03116937 0.0604327 0.0648754 0.29370007]
[ 0.0022123 0.00009948 0.00116337 0.00805281 0.43160215 0.01356093
 0.00578377 0.01885521 0.05518141 0.46348861]
[ 0.00212884 0.00000972 0.0000027 0.00398833 0.03029166 0.15355389
 0.00023889 0.65870589 0.00266836 0.14838734]
[ 0.0102178 0.00042327 0.00018415 0.0230164 0.02097185 0.84750384
 0.00193466 0.00083615 0.07728565 0.01762623]
[ 0.00297556 0.00017837 0.00240784 0.00612433 0.28385684 0.0315857
 0.03092179 0.0053566 0.0063077 0.63028526]
[ 0.0081735 0.00203973 0.00454288 0.00699706 0.02438331 0.04578876
 0.00269465 0.03635165 0.76782417 0.10120434]
[ 0.00129111 0.00023994 0.97715533 0.00201832 0.0000873 0.00013472
 0.0180144 0.00001429 0.00097941 0.00006498]
[ 0.00681644 0.01024969 0.00439396 0.01880659 0.02667705 0.01495422
 0.00353327 0.76806509 0.04721456 0.0992891 ]
[ 0.26123691 0.0063062 0.0030722 0.00994467 0.01388215 0.48312941
 0.00784032 0.0213777 0.17519218 0.01801823]
[ 0.00208116 0.02050874 0.00609742 0.00515777 0.3784152 0.04822589
 0.00778125 0.05564109 0.0472631 0.42882842]
[ 0.00405667 0.00894079 0.00332591 0.0048058 0.0027183 0.04643884
 0.00070304 0.01059722 0.89940459 0.01900873]
[ 0.04748852 0.0007221 0.03586762 0.00126762 0.07310037 0.01158331
 0.81306881 0.00005711 0.01057841 0.0062661 ]
[ 0.00169571 0.00002974 0.04549644 0.00062026 0.00441061 0.00156562
 0.94448406 0.00001366 0.00156999 0.00011393]
[ 0.00216799 0.89119822 0.02122463 0.00477178 0.00237376 0.00592085
 0.00312249 0.02599366 0.03593254 0.00729403]] (88.526 sec)
INFO:tensorflow:loss = 0.515036, step = 2401 (170.212 sec)
```

```

[ 0.00002501 0.00518939 0.00235836 0.01752722 0.0015564 0.00646974
 0.00030084 0.00005738 0.96528161 0.001234 ]
[ 0.00002109 0.00000086 0.00002143 0.00031123 0.00001146 0.00009934
 0.00001956 0.0000011 0.99939048 0.00012337]
[ 0.00039157 0.00005855 0.00071561 0.0000338 0.00012654 0.00384901
 0.99449903 0. 0.00032577 0.00000008]
[ 0.0000009 0.00018878 0.99506253 0.00415296 0.00000896 0.00000232
 0.00000497 0.00001333 0.00055261 0.00001254]
[ 0.99260837 0.00000074 0.00025945 0.0007015 0.00000544 0.00577422
 0.00001002 0.00024384 0.000322 0.00007442]
[ 0.99706906 0.00000115 0.00043456 0.00001614 0.00005931 0.00108052
 0.00123149 0.00000483 0.00007599 0.0000269 ]
[ 0.00000377 0.00000007 0.99983394 0.00014416 0.00000005 0.00000016
 0.00000035 0.00000212 0.00000935 0.00000617]
[ 0.01244136 0.00046505 0.0013127 0.00011848 0.00004124 0.04440171
 0.94039315 0.00000178 0.00082128 0.00000326]
[ 0.98813474 0.00000076 0.00515265 0.00030142 0.00000009 0.00593856
 0.00000328 0.00020902 0.00015094 0.00010855]
[ 0.00000415 0.0000006 0.00000626 0.00001009 0.99565578 0.00002665
 0.00001634 0.00022662 0.0000161 0.00403724]
[ 0.0002859 0.87063152 0.00108466 0.00137599 0.00291656 0.00011438
 0.00098957 0.11160201 0.0097019 0.00129733]
[ 0.00514345 0.02454459 0.00858045 0.06688762 0.02632103 0.03961857
 0.00104844 0.29832631 0.02310706 0.50642258]
[ 0.0000025 0.00000022 0.00008375 0.00000004 0.00000555 0.00009192
 0.99955207 0. 0.0002639 0.00000002]
[ 0.0001474 0.00000131 0.0000751 0.92827034 0.00000757 0.07018106
 0.0006607 0.00000265 0.00110821 0.00014031]
[ 0.00008529 0.96613699 0.00420484 0.01160559 0.00006444 0.00027403
 0.00072819 0.00204271 0.01464474 0.0002131 ]
[ 0.00003249 0.99372673 0.00117559 0.00044745 0.00021813 0.00002489
 0.00004861 0.00260922 0.00152322 0.00019377]
[ 0.00010774 0.00061476 0.00120864 0.0008736 0.8770268 0.0019193
 0.00134187 0.00061273 0.00196576 0.11432866]
[ 0.00135553 0.00003141 0.93842852 0.05758137 0.00006058 0.00000972
 0.00061322 0.00000271 0.00178895 0.00012782]
[ 0.00000027 0.00000017 0.9991948 0.00001679 0.00006711 0.00000253
 0.00000118 0.00000012 0.00058798 0.00012916]
[ 0.00040818 0.00000317 0.00136425 0.00346595 0.00031418 0.00153952
 0.00006637 0.00006843 0.98970819 0.00306179]
[ 0.0005193 0.00001067 0.00086958 0.98898649 0.00000051 0.00918125
 0.00000365 0.00008892 0.00029185 0.00004771]
[ 0.00000107 0.00002368 0.00125887 0.00000173 0.99747747 0.00002405
 0.00117385 0.00000602 0.00001443 0.00001883]
[ 0.00000058 0.00000001 0.00001109 0.0000358 0.00000001 0.0000012
 0. 0.99988055 0.00000016 0.00007052]
[ 0.00000028 0.00000213 0.00000028 0.00005093 0.00000072 0.00000567
 0. 0.99803716 0.00000055 0.00190233]] (22.254 sec)
INFO:tensorflow:loss = 0.215531, step = 11701 (44.455 sec)

```

Final del entrenamiento:

```

INFO:tensorflow:Saving checkpoints for 20000 into /tmp/mnist_convnet_model/model.ckpt.
INFO:tensorflow:Loss for final step: 0.108961.
INFO:tensorflow:Starting evaluation at 2017-11-11-14:44:07
INFO:tensorflow:Restoring parameters from /tmp/mnist_convnet_model/model.ckpt-20000
INFO:tensorflow:Finished evaluation at 2017-11-11-14:44:23
INFO:tensorflow:Saving dict for global step 20000: accuracy = 0.9707, global_step = 20000, loss = 0.102288
{'accuracy': 0.9707003, 'loss': 0.10228846, 'global_step': 20000}

```

Accuracy: 97%, perdidos: 10%