

Υπολογιστική όραση και γραφικά

Ονοματεπώνυμο: Καλδάνης Θωμάς
ΑΜ: 2022025

Άσκηση #1, Βελτιστοποίηση αρχιτεκτονικής και υπερ-παραμέτρων

Για διαφορετικά Learning rate (0.01, 0.001, 0.0001):

Training with LR=0.01

Epoch 1/5 | TrainLoss: 4.6568 | ValLoss: 4.6074 | TrainAcc: 0.9820% | ValAcc: 1.0000%

Epoch 2/5 | TrainLoss: 4.6093 | ValLoss: 4.6071 | TrainAcc: 0.9340% | ValAcc: 1.0000%

Epoch 3/5 | TrainLoss: 4.6092 | ValLoss: 4.6068 | TrainAcc: 0.8900% | ValAcc: 1.0000%

Epoch 4/5 | TrainLoss: 4.6089 | ValLoss: 4.6078 | TrainAcc: 0.9420% | ValAcc: 1.0000%

Epoch 5/5 | TrainLoss: 4.6091 | ValLoss: 4.6075 | TrainAcc: 0.9660% | ValAcc: 1.0000%

Training with LR=0.001

Epoch 1/5 | TrainLoss: 4.0052 | ValLoss: 3.4028 | TrainAcc: 8.2200% | ValAcc: 18.9500%

Epoch 2/5 | TrainLoss: 3.5436 | ValLoss: 3.0992 | TrainAcc: 13.8360% | ValAcc: 23.8700%

Epoch 3/5 | TrainLoss: 3.3244 | ValLoss: 2.8652 | TrainAcc: 17.5780% | ValAcc: 28.3200%

Epoch 4/5 | TrainLoss: 3.1920 | ValLoss: 2.7524 | TrainAcc: 19.5100% | ValAcc: 31.4400%

Epoch 5/5 | TrainLoss: 3.0894 | ValLoss: 2.6353 | TrainAcc: 21.1060% | ValAcc: 32.7700%

Training with LR=0.0001

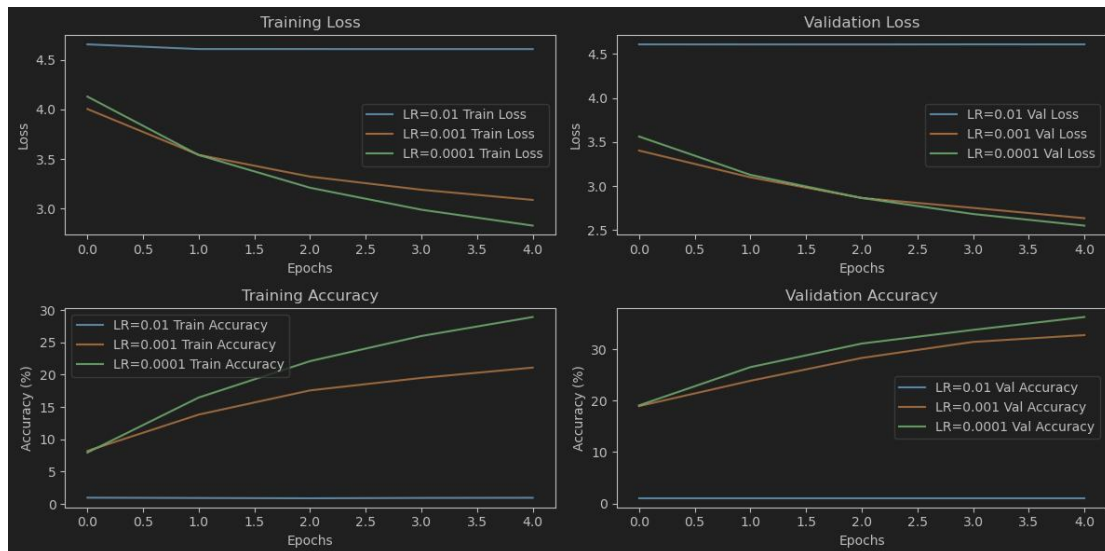
Epoch 1/5 | TrainLoss: 4.1305 | ValLoss: 3.5621 | TrainAcc: 7.9600% | ValAcc: 19.0900%

Epoch 2/5 | TrainLoss: 3.5417 | ValLoss: 3.1272 | TrainAcc: 16.4760% | ValAcc: 26.5300%

Epoch 3/5 | TrainLoss: 3.2120 | ValLoss: 2.8646 | TrainAcc: 22.1040% | ValAcc: 31.1200%

Epoch 4/5 | TrainLoss: 2.9911 | ValLoss: 2.6830 | TrainAcc: 25.9920% | ValAcc: 33.7800%

Epoch 5/5 | TrainLoss: 2.8309 | ValLoss: 2.5514 | TrainAcc: 28.9300% | ValAcc: 36.2900%



Παρατηρούμε πως για Learning rate = 0.01, το δίκτυο αποτυγχάνει να μάθει αφού η ακρίβεια παραμένει κοντά στο 1%, πράγμα που σημαίνει ότι η τιμή αυτή είναι πολύ μεγάλη για το μοντέλο Adam και δεν επιτρέπει σύγκλιση. Αντίθετα, για τις μικρότερες τιμές learning rate (0.001 και 0.0001), βλέπουμε μικρή μείωση του loss και σημαντική βελτίωση του accuracy.

Για διαφορετικά optimizer (Adam, SGD, RMSprop):

```
Training with Optimizer: Adam

Epoch 1/5 | TrainLoss: 4.0052 | ValLoss: 3.4028 | TrainAcc: 8.2200% | ValAcc: 18.9500%

Epoch 2/5 | TrainLoss: 3.5436 | ValLoss: 3.0992 | TrainAcc: 13.8360% | ValAcc: 23.8700%

Epoch 3/5 | TrainLoss: 3.3244 | ValLoss: 2.8652 | TrainAcc: 17.5780% | ValAcc: 28.3200%

Epoch 4/5 | TrainLoss: 3.1920 | ValLoss: 2.7524 | TrainAcc: 19.5100% | ValAcc: 31.4400%

Epoch 5/5 | TrainLoss: 3.0894 | ValLoss: 2.6353 | TrainAcc: 21.1060% | ValAcc: 32.7700%
```

Training with Optimizer: SGD

Epoch 1/5 | TrainLoss: 4.5743 | ValLoss: 4.4919 | TrainAcc: 1.8700% | ValAcc: 4.4500%

Epoch 2/5 | TrainLoss: 4.4618 | ValLoss: 4.3580 | TrainAcc: 3.9960% | ValAcc: 7.1600%

Epoch 3/5 | TrainLoss: 4.3436 | ValLoss: 4.2152 | TrainAcc: 5.4920% | ValAcc: 9.3300%

Epoch 4/5 | TrainLoss: 4.2329 | ValLoss: 4.0952 | TrainAcc: 6.8980% | ValAcc: 11.8300%

Epoch 5/5 | TrainLoss: 4.1357 | ValLoss: 3.9825 | TrainAcc: 8.1400% | ValAcc: 13.9200%

Training with Optimizer: RMSprop

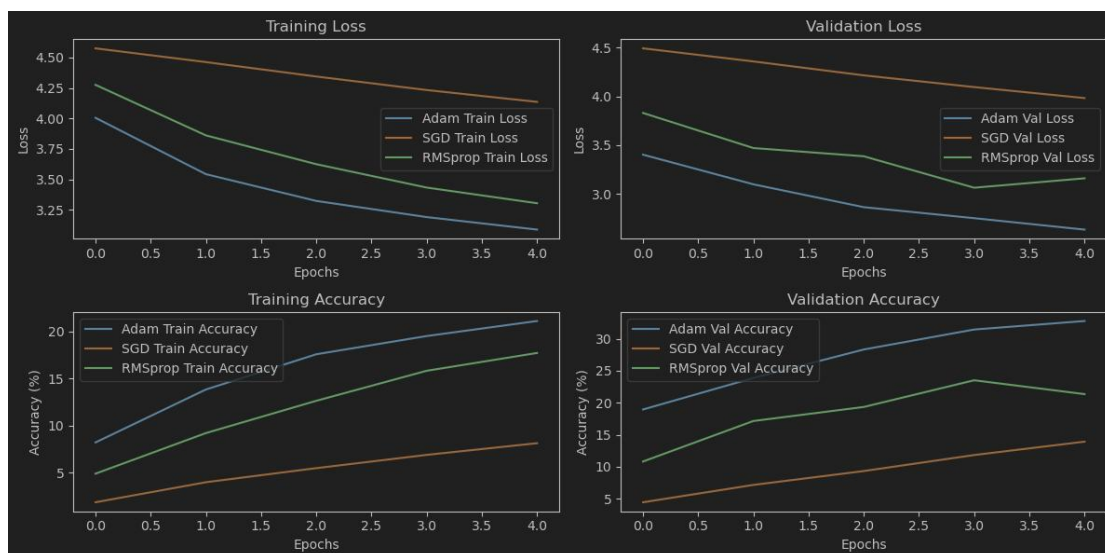
Epoch 1/5 | TrainLoss: 4.2753 | ValLoss: 3.8301 | TrainAcc: 4.9060% | ValAcc: 10.8200%

Epoch 2/5 | TrainLoss: 3.8612 | ValLoss: 3.4708 | TrainAcc: 9.2120% | ValAcc: 17.1500%

Epoch 3/5 | TrainLoss: 3.6252 | ValLoss: 3.3866 | TrainAcc: 12.6380% | ValAcc: 19.3400%

Epoch 4/5 | TrainLoss: 3.4339 | ValLoss: 3.0644 | TrainAcc: 15.8240% | ValAcc: 23.5100%

Epoch 5/5 | TrainLoss: 3.3054 | ValLoss: 3.1607 | TrainAcc: 17.7140% | ValAcc: 21.3500%



Βλέπουμε πως ο Adam παρουσιάζει τα καλύτερα αποτελέσματα μιας και έχει το μικρότερο loss και μεγαλύτερο accuracy σε σχέση με τα υπόλοιπα μοντέλα. Ο SGD έχει χαμηλή απόδοση και ο RMSprop παρουσιάζει ενδιάμεση συμπεριφορά.

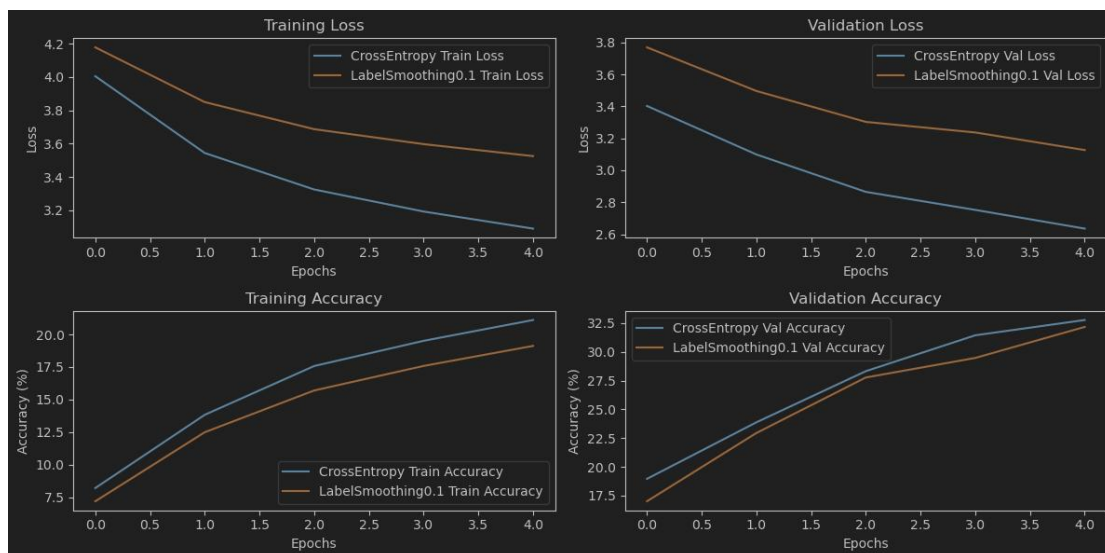
Συνάρτηση κόστους:

Training with Loss: CrossEntropy

```
Epoch 1/5 | TrainLoss: 4.0052 | ValLoss: 3.4028 | TrainAcc: 8.2200% | ValAcc: 18.9500%  
Epoch 2/5 | TrainLoss: 3.5436 | ValLoss: 3.0992 | TrainAcc: 13.8360% | ValAcc: 23.8700%  
Epoch 3/5 | TrainLoss: 3.3244 | ValLoss: 2.8652 | TrainAcc: 17.5780% | ValAcc: 28.3200%  
Epoch 4/5 | TrainLoss: 3.1920 | ValLoss: 2.7524 | TrainAcc: 19.5100% | ValAcc: 31.4400%  
Epoch 5/5 | TrainLoss: 3.0894 | ValLoss: 2.6353 | TrainAcc: 21.1060% | ValAcc: 32.7700%
```

Training with Loss: LabelSmoothing0.1

```
Epoch 1/5 | TrainLoss: 4.1787 | ValLoss: 3.7696 | TrainAcc: 7.2040% | ValAcc: 17.0000%  
Epoch 2/5 | TrainLoss: 3.8497 | ValLoss: 3.4966 | TrainAcc: 12.5000% | ValAcc: 22.9400%  
Epoch 3/5 | TrainLoss: 3.6869 | ValLoss: 3.3030 | TrainAcc: 15.7020% | ValAcc: 27.7700%  
Epoch 4/5 | TrainLoss: 3.5971 | ValLoss: 3.2369 | TrainAcc: 17.5840% | ValAcc: 29.4700%  
Epoch 5/5 | TrainLoss: 3.5250 | ValLoss: 3.1270 | TrainAcc: 19.1200% | ValAcc: 32.1700%
```



Εδώ ξεχωρίζουμε τις διαφορές του cross entropy με και χωρίς label smoothing. Αν και στα πρώτα epochs η ακρίβεια με label smoothing είναι χαμηλή, στο τέλος βλέπουμε πως το accuracy φτάνει την τιμή της ακρίβειας χωρίς label smoothing. Κάτι που σημαίνει πως για παραπάνω epochs, το accuracy με label smoothing μπορεί να ξεπεράσει την τιμή της ακρίβειας χωρίς.

Ενδεικτικά αποτελέσματα ταξινόμησης



Όσα από τα παραδείγματα κρατάνε ίδιο P(predict) και T(true), είναι ταξινομημένα σωστά.

Άσκηση #2, Μεταφορά μάθησης για ταξινόμηση εικόνων:

Για διαφορετικά epochs(5, 10, 15):

Training with epochs=5

Epoch 1/5 | TrainLoss: 1.3159 | ValLoss: 0.8346 | TrainAcc: 61.28% | ValAcc: 74.18%

Epoch 2/5 | TrainLoss: 0.3746 | ValLoss: 0.7956 | TrainAcc: 87.77% | ValAcc: 75.68%

Epoch 3/5 | TrainLoss: 0.2340 | ValLoss: 0.7976 | TrainAcc: 92.49% | ValAcc: 75.54%

Epoch 4/5 | TrainLoss: 0.1614 | ValLoss: 0.8232 | TrainAcc: 95.21% | ValAcc: 75.14%

Epoch 5/5 | TrainLoss: 0.1047 | ValLoss: 0.8238 | TrainAcc: 97.28% | ValAcc: 75.41%

Training with epochs=10

Epoch 1/10 | TrainLoss: 1.3577 | ValLoss: 0.7787 | TrainAcc: 60.12% | ValAcc: 74.86%

Epoch 2/10 | TrainLoss: 0.3720 | ValLoss: 0.8020 | TrainAcc: 87.60% | ValAcc: 74.32%

Epoch 3/10 | TrainLoss: 0.1997 | ValLoss: 0.7773 | TrainAcc: 94.36% | ValAcc: 76.63%

Epoch 4/10 | TrainLoss: 0.1592 | ValLoss: 0.7731 | TrainAcc: 95.28% | ValAcc: 77.72%

Epoch 5/10 | TrainLoss: 0.1262 | ValLoss: 0.7547 | TrainAcc: 96.20% | ValAcc: 77.17%

Epoch 6/10 | TrainLoss: 0.0991 | ValLoss: 0.8270 | TrainAcc: 97.38% | ValAcc: 75.14%

Epoch 7/10 | TrainLoss: 0.0865 | ValLoss: 0.8334 | TrainAcc: 97.35% | ValAcc: 76.09%

Epoch 8/10 | TrainLoss: 0.0715 | ValLoss: 0.8202 | TrainAcc: 98.00% | ValAcc: 76.36%

Epoch 9/10 | TrainLoss: 0.0590 | ValLoss: 0.8801 | TrainAcc: 98.37% | ValAcc: 75.27%

Epoch 10/10 | TrainLoss: 0.0513 | ValLoss: 0.8820 | TrainAcc: 98.78% | ValAcc: 75.82%

Training with epochs=15

Epoch 1/15 | TrainLoss: 1.3691 | ValLoss: 0.8137 | TrainAcc: 60.29% | ValAcc: 73.78%

Epoch 2/15 | TrainLoss: 0.3807 | ValLoss: 0.8059 | TrainAcc: 87.43% | ValAcc: 75.41%

Epoch 3/15 | TrainLoss: 0.2264 | ValLoss: 0.7779 | TrainAcc: 93.07% | ValAcc: 76.90%

Epoch 4/15 | TrainLoss: 0.1501 | ValLoss: 0.8472 | TrainAcc: 95.35% | ValAcc: 74.46%

Epoch 5/15 | TrainLoss: 0.1060 | ValLoss: 0.8306 | TrainAcc: 96.98% | ValAcc: 76.63%

Epoch 6/15 | TrainLoss: 0.0921 | ValLoss: 0.8194 | TrainAcc: 97.62% | ValAcc: 76.49%

Epoch 7/15 | TrainLoss: 0.0765 | ValLoss: 0.8654 | TrainAcc: 97.76% | ValAcc: 75.82%

Epoch 8/15 | TrainLoss: 0.0675 | ValLoss: 0.8729 | TrainAcc: 98.23% | ValAcc: 75.68%

Epoch 9/15 | TrainLoss: 0.0486 | ValLoss: 0.8672 | TrainAcc: 98.91% | ValAcc: 76.36%

Epoch 10/15 | TrainLoss: 0.0450 | ValLoss: 0.8517 | TrainAcc: 99.05% | ValAcc: 76.49%

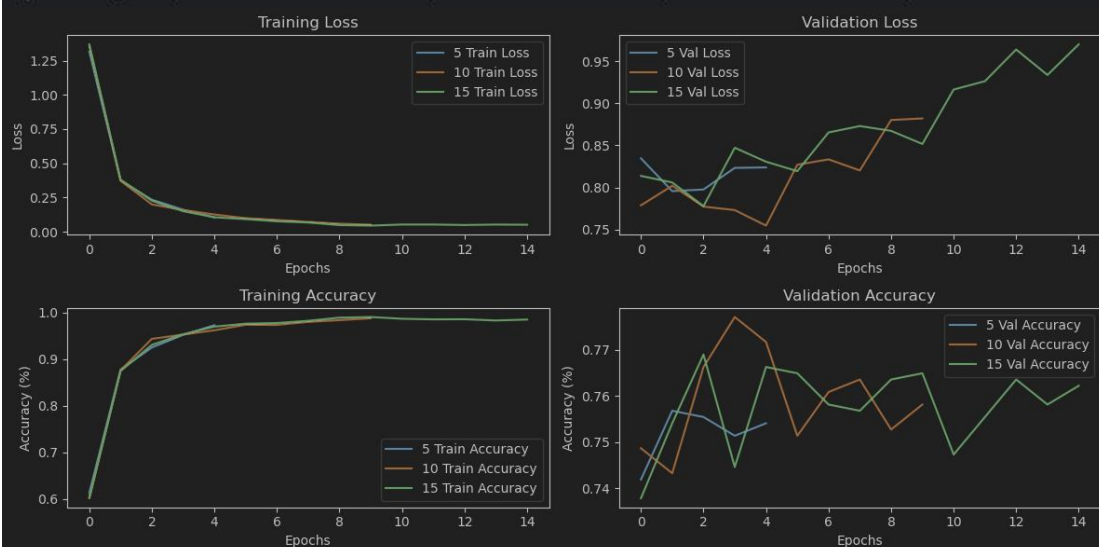
Epoch 11/15 | TrainLoss: 0.0528 | ValLoss: 0.9163 | TrainAcc: 98.68% | ValAcc: 74.73%

Epoch 12/15 | TrainLoss: 0.0528 | ValLoss: 0.9262 | TrainAcc: 98.54% | ValAcc: 75.54%

Epoch 13/15 | TrainLoss: 0.0493 | ValLoss: 0.9638 | TrainAcc: 98.57% | ValAcc: 76.36%

Epoch 14/15 | TrainLoss: 0.0526 | ValLoss: 0.9336 | TrainAcc: 98.30% | ValAcc: 75.82%

Epoch 15/15 | TrainLoss: 0.0513 | ValLoss: 0.9700 | TrainAcc: 98.51% | ValAcc: 76.22%



Το μοντέλο έχει υψηλό training accuracy, το οποίο αυξάνεται σταθερά μέχρι τα 10 epochs. Αντίθετα, το validation accuracy, σταθεροποιείται γύρω στο 76% και δεν παρουσιάζει κάποια ουσιαστική βελτίωση μετά από 4-5 epochs (από 10-15 epochs αυξάνεται και το validation loss κατά πολύ). Άρα στην περίπτωση μας, ιδανικά θα χρησιμοποιούσαμε 5-10 epochs. Η αύξηση των epochs από ένα σημείο και μετά οδηγεί σε overfitting, με το μοντέλο να μαθαίνει καλά τα δεδομένα εκπαίδευσης αλλά να μην έχει τόσο καλή επίδοση στα δεδομένα επικύρωσης.

Για διαφορετικά Learning rate (0.01, 0.001, 0.0001):

Training with LR=0.01

Epoch 1/5 | TrainLoss: 5.5608 | ValLoss: 4.5501 | TrainAcc: 54.62% | ValAcc: 66.03%

Epoch 2/5 | TrainLoss: 2.2794 | ValLoss: 4.3857 | TrainAcc: 80.16% | ValAcc: 70.38%

Epoch 3/5 | TrainLoss: 1.7137 | ValLoss: 4.7468 | TrainAcc: 85.19% | ValAcc: 71.60%

Epoch 4/5 | TrainLoss: 1.3172 | ValLoss: 4.6909 | TrainAcc: 88.72% | ValAcc: 71.88%

Epoch 5/5 | TrainLoss: 1.2300 | ValLoss: 5.7334 | TrainAcc: 89.27% | ValAcc: 71.47%

Training with LR=0.001

Epoch 1/5 | TrainLoss: 1.3553 | ValLoss: 0.8870 | TrainAcc: 60.97% | ValAcc: 72.55%

Epoch 2/5 | TrainLoss: 0.3822 | ValLoss: 0.8327 | TrainAcc: 87.84% | ValAcc: 73.23%

Epoch 3/5 | TrainLoss: 0.2251 | ValLoss: 0.8547 | TrainAcc: 92.56% | ValAcc: 75.68%

Epoch 4/5 | TrainLoss: 0.1602 | ValLoss: 0.8182 | TrainAcc: 95.18% | ValAcc: 75.41%

Epoch 5/5 | TrainLoss: 0.1058 | ValLoss: 0.8442 | TrainAcc: 97.11% | ValAcc: 76.36%

Training with LR=0.0001

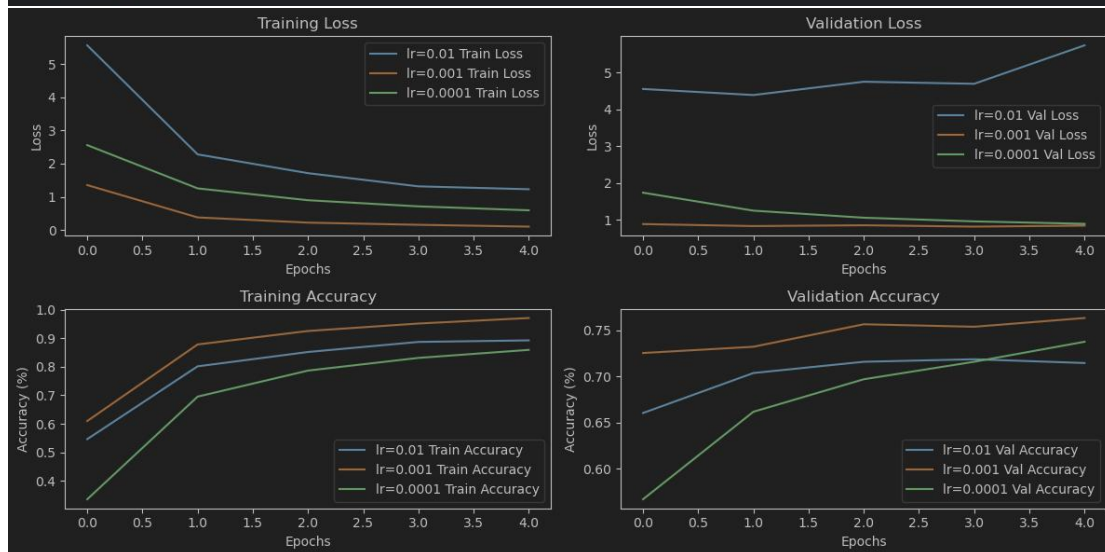
Epoch 1/5 | TrainLoss: 2.5579 | ValLoss: 1.7383 | TrainAcc: 33.53% | ValAcc: 56.66%

Epoch 2/5 | TrainLoss: 1.2560 | ValLoss: 1.2510 | TrainAcc: 69.53% | ValAcc: 66.17%

Epoch 3/5 | TrainLoss: 0.8997 | ValLoss: 1.0593 | TrainAcc: 78.67% | ValAcc: 69.70%

Epoch 4/5 | TrainLoss: 0.7146 | ValLoss: 0.9601 | TrainAcc: 83.12% | ValAcc: 71.60%

Epoch 5/5 | TrainLoss: 0.5965 | ValLoss: 0.8936 | TrainAcc: 85.94% | ValAcc: 73.78%



Το καλύτερο αποτέλεσμα το παρατηρούμε για Learning rate = 0.001 αφού έχει τα χαμηλότερα loss μεταξύ των learning rate και το καλύτερο training και validation accuracy, ενώ το learning rate = 0.01 είναι πολύ μεγάλο νούμερο για το μοντέλο μας και το learning rate = 0.0001 είναι πολύ μικρό.

Ενδεικτικά αποτελέσματα ταξινόμησης



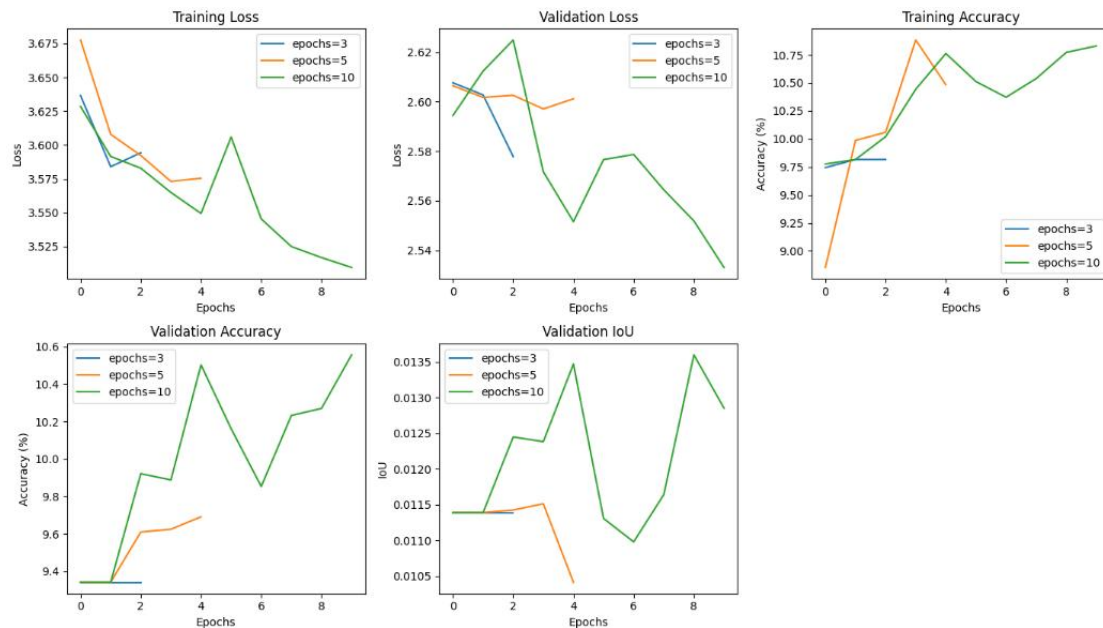
Όσα από τα παραδείγματα κρατάνε ίδιο P(predict) και T(true), είναι ταξινομημένα σωστά.

Άσκηση #3, Σημασιολογική τμηματοποίηση:

(Για λόγους υπολογιστικού κόστους έχει χρησιμοποιηθεί υποσύνολο 4000 εικόνων από το σύνολο εκπαίδευσης του SBD Dataset)

Για διαφορετικά epochs(3, 5, 10):

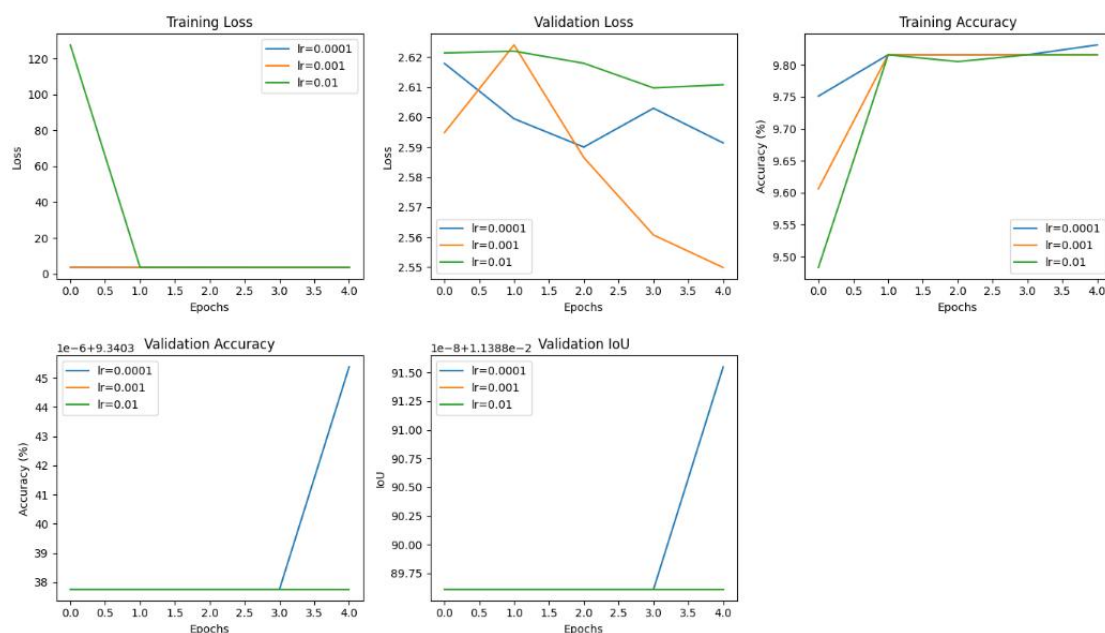
Training with epochs=3									
Epoch 1/3:	100%		400/400	[01:35<00:00,	4.20it/s]				
Epoch 1/3		TrainLoss:	3.6365		ValLoss:	2.6076		TrainAcc:	9.74% ValAcc: 9.34% ValIoU: 0.0114
Epoch 2/3:	100%		400/400	[01:35<00:00,	4.20it/s]				
Epoch 2/3		TrainLoss:	3.5840		ValLoss:	2.6027		TrainAcc:	9.82% ValAcc: 9.34% ValIoU: 0.0114
Epoch 3/3:	100%		400/400	[01:35<00:00,	4.20it/s]				
Epoch 3/3		TrainLoss:	3.5943		ValLoss:	2.5779		TrainAcc:	9.82% ValAcc: 9.34% ValIoU: 0.0114
Training with epochs=5									
Epoch 1/5:	100%		400/400	[01:35<00:00,	4.19it/s]				
Epoch 1/5		TrainLoss:	3.6776		ValLoss:	2.6065		TrainAcc:	8.85% ValAcc: 9.34% ValIoU: 0.0114
Epoch 2/5:	100%		400/400	[01:35<00:00,	4.20it/s]				
Epoch 2/5		TrainLoss:	3.6079		ValLoss:	2.6018		TrainAcc:	9.99% ValAcc: 9.34% ValIoU: 0.0114
Epoch 3/5:	100%		400/400	[01:35<00:00,	4.20it/s]				
Epoch 3/5		TrainLoss:	3.5923		ValLoss:	2.6026		TrainAcc:	10.06% ValAcc: 9.61% ValIoU: 0.0114
Epoch 4/5:	100%		400/400	[01:35<00:00,	4.18it/s]				
Epoch 4/5		TrainLoss:	3.5731		ValLoss:	2.5971		TrainAcc:	10.88% ValAcc: 9.62% ValIoU: 0.0115
Epoch 5/5:	100%		400/400	[01:35<00:00,	4.19it/s]				
Epoch 5/5		TrainLoss:	3.5754		ValLoss:	2.6012		TrainAcc:	10.48% ValAcc: 9.69% ValIoU: 0.0104
Training with epochs=10									
Epoch 1/10:	100%		400/400	[01:35<00:00,	4.19it/s]				
Epoch 1/10		TrainLoss:	3.6285		ValLoss:	2.5945		TrainAcc:	9.78% ValAcc: 9.34% ValIoU: 0.0114
Epoch 2/10:	100%		400/400	[01:35<00:00,	4.18it/s]				
Epoch 2/10		TrainLoss:	3.5916		ValLoss:	2.6124		TrainAcc:	9.82% ValAcc: 9.34% ValIoU: 0.0114
Epoch 3/10:	100%		400/400	[01:35<00:00,	4.20it/s]				
Epoch 3/10		TrainLoss:	3.5829		ValLoss:	2.6249		TrainAcc:	10.02% ValAcc: 9.92% ValIoU: 0.0124
Epoch 4/10:	100%		400/400	[01:35<00:00,	4.18it/s]				
Epoch 4/10		TrainLoss:	3.5650		ValLoss:	2.5717		TrainAcc:	10.44% ValAcc: 9.89% ValIoU: 0.0124
Epoch 5/10:	100%		400/400	[01:36<00:00,	4.16it/s]				
Epoch 5/10		TrainLoss:	3.5495		ValLoss:	2.5516		TrainAcc:	10.76% ValAcc: 10.50% ValIoU: 0.0135
Epoch 6/10:	100%		400/400	[01:35<00:00,	4.19it/s]				
Epoch 6/10		TrainLoss:	3.6059		ValLoss:	2.5766		TrainAcc:	10.51% ValAcc: 10.16% ValIoU: 0.0113
Epoch 7/10:	100%		400/400	[01:35<00:00,	4.20it/s]				
Epoch 7/10		TrainLoss:	3.5454		ValLoss:	2.5787		TrainAcc:	10.37% ValAcc: 9.85% ValIoU: 0.0110
Epoch 8/10:	100%		400/400	[01:35<00:00,	4.18it/s]				
Epoch 8/10		TrainLoss:	3.5250		ValLoss:	2.5645		TrainAcc:	10.54% ValAcc: 10.23% ValIoU: 0.0116
Epoch 9/10:	100%		400/400	[01:35<00:00,	4.20it/s]				
Epoch 9/10		TrainLoss:	3.5168		ValLoss:	2.5519		TrainAcc:	10.77% ValAcc: 10.27% ValIoU: 0.0136
Epoch 10/10:	100%		400/400	[01:35<00:00,	4.19it/s]				
Epoch 10/10		TrainLoss:	3.5095		ValLoss:	2.5331		TrainAcc:	10.83% ValAcc: 10.56% ValIoU: 0.0128



Παρατηρούμε ότι τα validation και train loss μειώνονται σταδιακά με την αύξηση των epochs, παρόλα αυτά όμως, οι τιμές τους παραμένουν μεγάλες και οι μετρικές accuracy και IOU βρίσκονται σε πολύ χαμηλά επίπεδα. Αυτό υποδηλώνει ότι το μοντέλο δεν μπορεί να εκτελέσει αποτελεσματική τμηματοποίηση για αυτό τον αριθμό των epochs και στην απουσία χρήσης προεκπαιδευμένων βαρών. Η χρήση pretraining θα μπορούσε να οδηγήσει σε καλύτερα αποτελέσματα, ακόμη και με τον περιορισμένο αριθμό εικόνων και epochs που χρησιμοποιεί η άσκηση.

Για διαφορετικά Learning rate (0.0001, 0.001, 0.01):

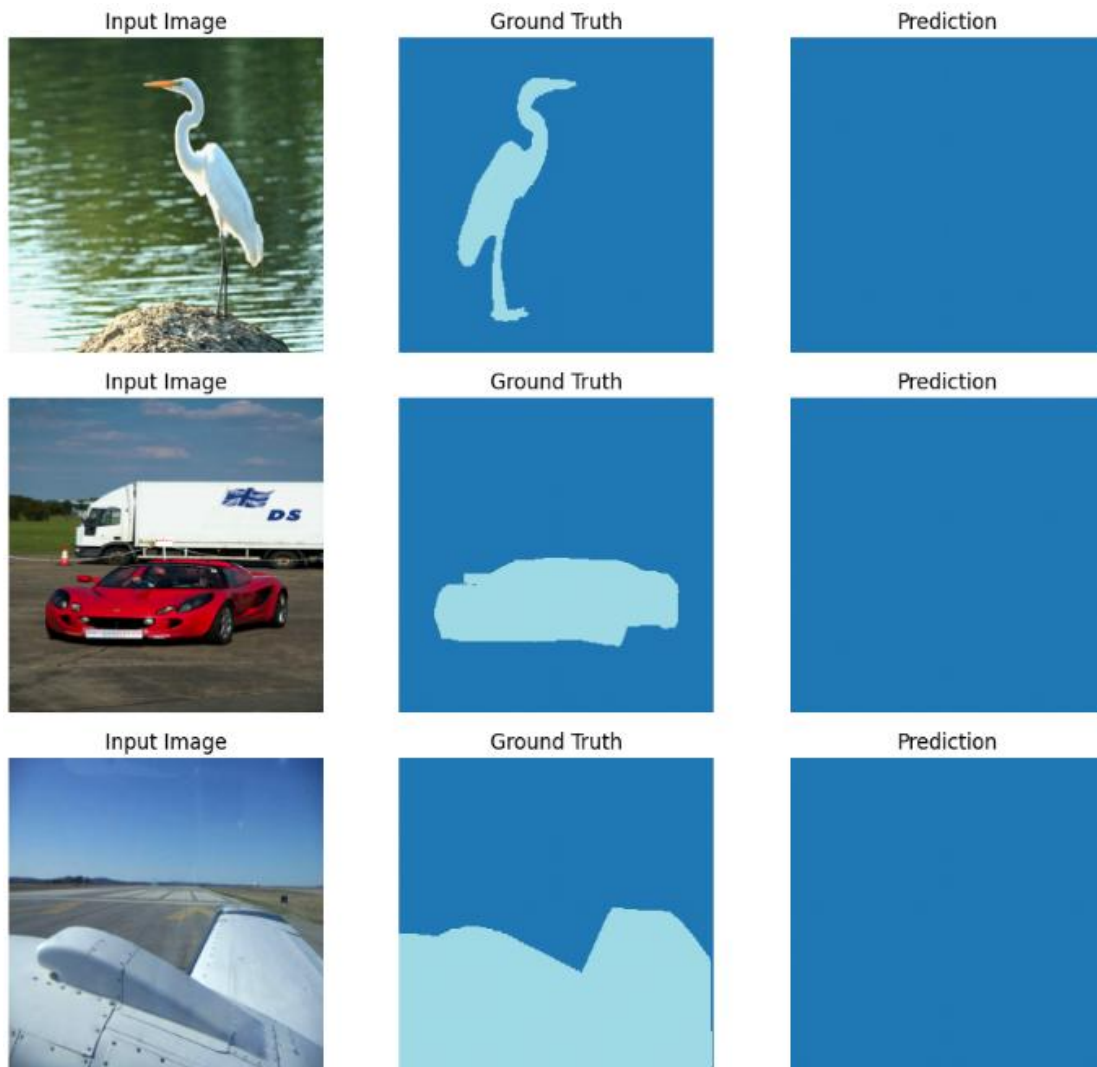
Training with LR = 0.0001									
Epoch 1/5: 100%		400/400	[01:35<00:00,	4.21it/s]					
Epoch 1/5	TrainLoss: 3.6671	ValLoss: 2.6180	TrainAcc: 9.75%	ValAcc: 9.34%	ValIoU: 0.0114				
Epoch 2/5: 100%		400/400	[01:35<00:00,	4.20it/s]					
Epoch 2/5	TrainLoss: 3.5806	ValLoss: 2.5995	TrainAcc: 9.82%	ValAcc: 9.34%	ValIoU: 0.0114				
Epoch 3/5: 100%		400/400	[01:34<00:00,	4.22it/s]					
Epoch 3/5	TrainLoss: 3.5758	ValLoss: 2.5900	TrainAcc: 9.82%	ValAcc: 9.34%	ValIoU: 0.0114				
Epoch 4/5: 100%		400/400	[01:35<00:00,	4.20it/s]					
Epoch 4/5	TrainLoss: 3.5726	ValLoss: 2.6030	TrainAcc: 9.82%	ValAcc: 9.34%	ValIoU: 0.0114				
Epoch 5/5: 100%		400/400	[01:35<00:00,	4.21it/s]					
Epoch 5/5	TrainLoss: 3.5712	ValLoss: 2.5914	TrainAcc: 9.83%	ValAcc: 9.34%	ValIoU: 0.0114				
Training with LR = 0.001									
Epoch 1/5: 100%		400/400	[01:35<00:00,	4.20it/s]					
Epoch 1/5	TrainLoss: 3.6442	ValLoss: 2.5948	TrainAcc: 9.61%	ValAcc: 9.34%	ValIoU: 0.0114				
Epoch 2/5: 100%		400/400	[01:35<00:00,	4.20it/s]					
Epoch 2/5	TrainLoss: 3.5918	ValLoss: 2.6241	TrainAcc: 9.82%	ValAcc: 9.34%	ValIoU: 0.0114				
Epoch 3/5: 100%		400/400	[01:35<00:00,	4.20it/s]					
Epoch 3/5	TrainLoss: 3.5620	ValLoss: 2.5866	TrainAcc: 9.82%	ValAcc: 9.34%	ValIoU: 0.0114				
Epoch 4/5: 100%		400/400	[01:35<00:00,	4.20it/s]					
Epoch 4/5	TrainLoss: 3.5426	ValLoss: 2.5607	TrainAcc: 9.82%	ValAcc: 9.34%	ValIoU: 0.0114				
Epoch 5/5: 100%		400/400	[01:35<00:00,	4.20it/s]					
Epoch 5/5	TrainLoss: 3.5427	ValLoss: 2.5499	TrainAcc: 9.82%	ValAcc: 9.34%	ValIoU: 0.0114				
Training with LR = 0.01									
Epoch 1/5: 100%		400/400	[01:34<00:00,	4.21it/s]					
Epoch 1/5	TrainLoss: 127.5831	ValLoss: 2.6214	TrainAcc: 9.48%	ValAcc: 9.34%	ValIoU: 0.0114				
Epoch 2/5: 100%		400/400	[01:35<00:00,	4.20it/s]					
Epoch 2/5	TrainLoss: 3.6041	ValLoss: 2.6220	TrainAcc: 9.82%	ValAcc: 9.34%	ValIoU: 0.0114				
Epoch 3/5: 100%		400/400	[01:35<00:00,	4.20it/s]					
Epoch 3/5	TrainLoss: 3.6095	ValLoss: 2.6180	TrainAcc: 9.81%	ValAcc: 9.34%	ValIoU: 0.0114				
Epoch 4/5: 100%		400/400	[01:35<00:00,	4.20it/s]					
Epoch 4/5	TrainLoss: 3.6030	ValLoss: 2.6098	TrainAcc: 9.82%	ValAcc: 9.34%	ValIoU: 0.0114				
Epoch 5/5: 100%		400/400	[01:35<00:00,	4.19it/s]					
Epoch 5/5	TrainLoss: 3.5807	ValLoss: 2.6108	TrainAcc: 9.82%	ValAcc: 9.34%	ValIoU: 0.0114				



Τα πειράματα με διαφορετικά Learning rates δεν οδήγησαν σε ουσιαστική διαφορά με εκείνα των epochs. Ο λόγος είναι ο ίδιος με

πρίν αφού τα εροchs που χρησιμοποιεί η άσκηση είναι λιγά για να βρεθούν ουσιαστικά αποτελέσματα χωρίς pretraining.

Ενδεικτικά αποτελέσματα τμηματοποίησης



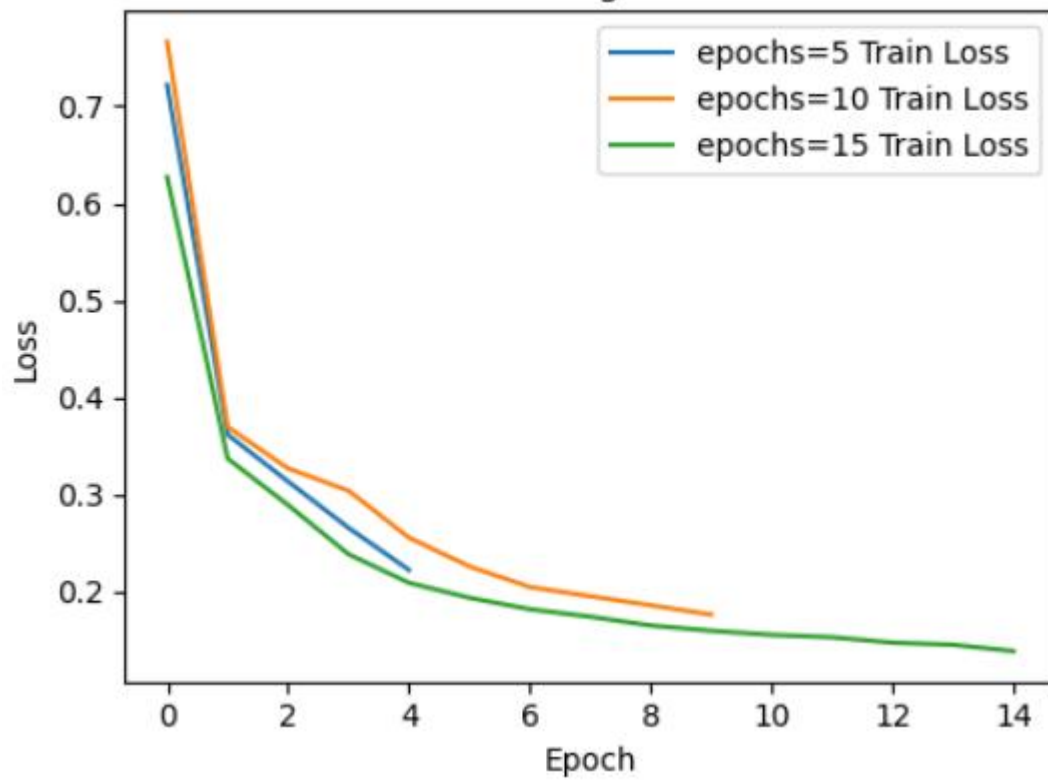
Άσκηση #4, Ανίχνευση αντικειμένων:

(Για λόγους υπολογιστικού κόστους στην συγκεκριμένη άσκηση έχει χρησιμοποιηθεί subset 150, 50)

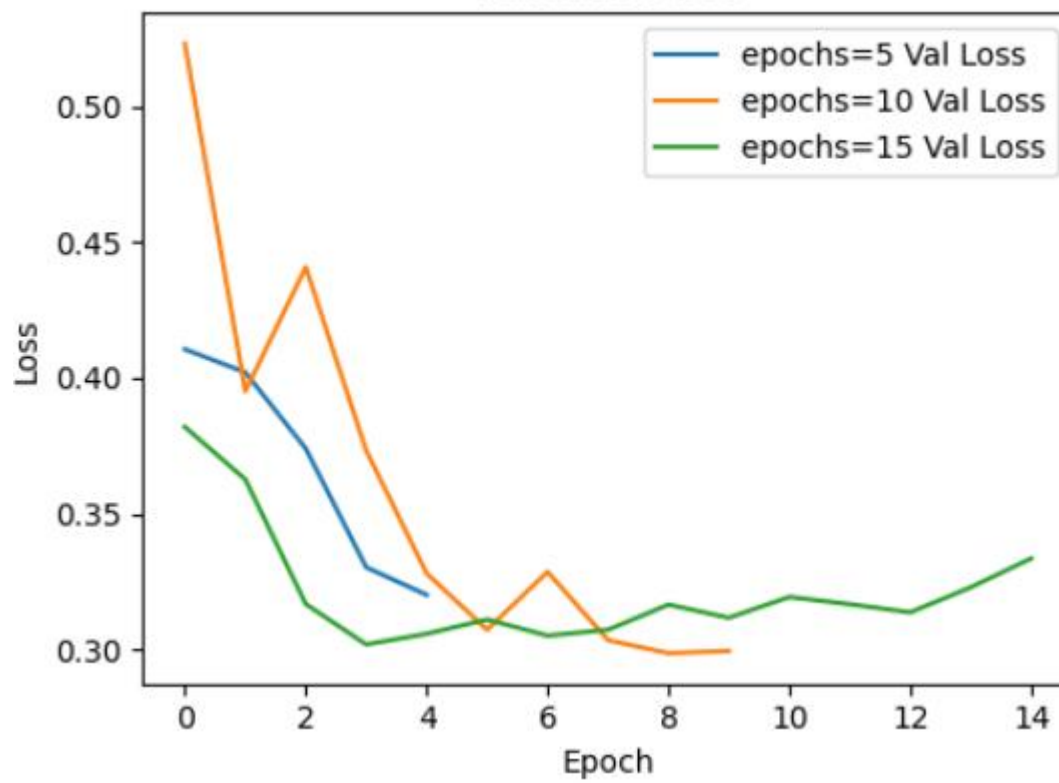
Για διαφορετικά epochs(5, 10, 15):

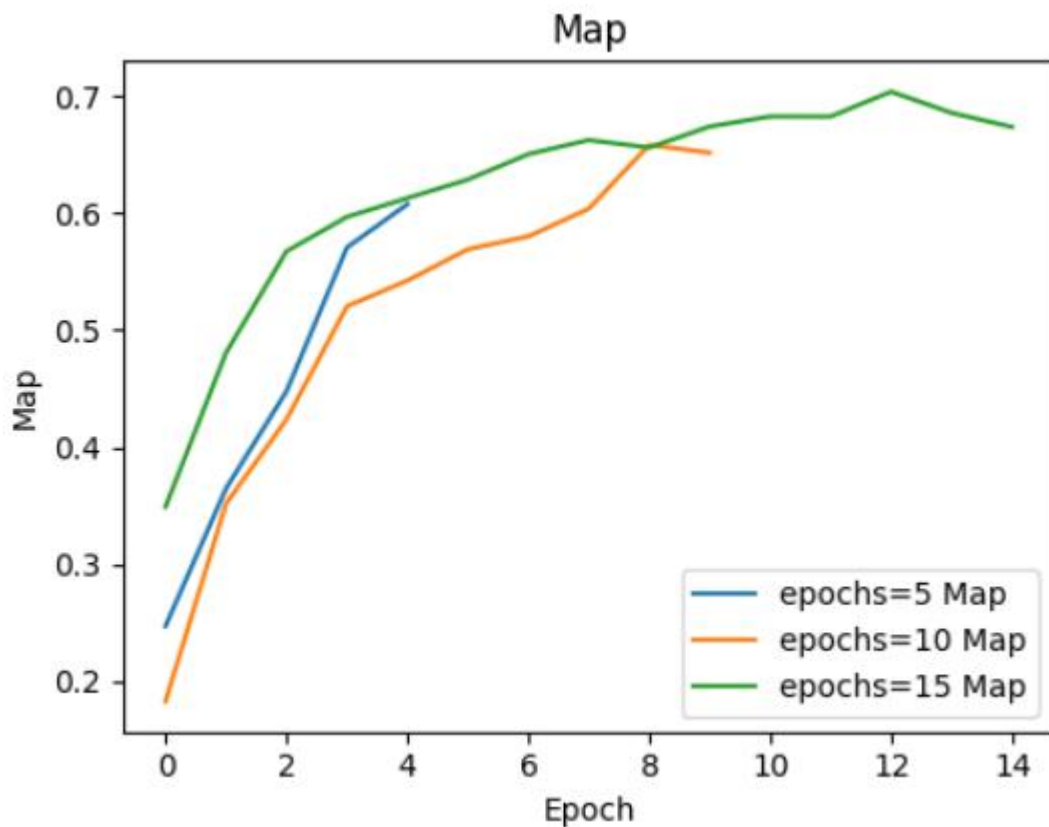
Epoch 1/5	Train Loss: 0.7219	Val Loss: 0.4105	Map: 0.2474
Epoch 2/5	Train Loss: 0.3616	Val Loss: 0.4020	Map: 0.3648
Epoch 3/5	Train Loss: 0.3133	Val Loss: 0.3739	Map: 0.4478
Epoch 4/5	Train Loss: 0.2656	Val Loss: 0.3302	Map: 0.5706
Epoch 5/5	Train Loss: 0.2222	Val Loss: 0.3201	Map: 0.6076
Training with epochs=10			
Epoch 1/10	Train Loss: 0.7665	Val Loss: 0.5230	Map: 0.1831
Epoch 2/10	Train Loss: 0.3696	Val Loss: 0.3950	Map: 0.3518
Epoch 3/10	Train Loss: 0.3268	Val Loss: 0.4407	Map: 0.4237
Epoch 4/10	Train Loss: 0.3038	Val Loss: 0.3732	Map: 0.5203
Epoch 5/10	Train Loss: 0.2554	Val Loss: 0.3280	Map: 0.5423
Epoch 6/10	Train Loss: 0.2258	Val Loss: 0.3072	Map: 0.5691
Epoch 7/10	Train Loss: 0.2045	Val Loss: 0.3286	Map: 0.5800
Epoch 8/10	Train Loss: 0.1951	Val Loss: 0.3034	Map: 0.6037
Epoch 9/10	Train Loss: 0.1857	Val Loss: 0.2986	Map: 0.6581
Epoch 10/10	Train Loss: 0.1762	Val Loss: 0.2994	Map: 0.6515
Training with epochs=15			
Epoch 1/15	Train Loss: 0.6270	Val Loss: 0.3819	Map: 0.3493
Epoch 2/15	Train Loss: 0.3370	Val Loss: 0.3626	Map: 0.4807
Epoch 3/15	Train Loss: 0.2891	Val Loss: 0.3167	Map: 0.5674
Epoch 4/15	Train Loss: 0.2384	Val Loss: 0.3018	Map: 0.5967
Epoch 5/15	Train Loss: 0.2089	Val Loss: 0.3057	Map: 0.6128
Epoch 6/15	Train Loss: 0.1935	Val Loss: 0.3110	Map: 0.6286
Epoch 7/15	Train Loss: 0.1816	Val Loss: 0.3051	Map: 0.6503
Epoch 8/15	Train Loss: 0.1740	Val Loss: 0.3072	Map: 0.6624
Epoch 9/15	Train Loss: 0.1649	Val Loss: 0.3165	Map: 0.6559
Epoch 10/15	Train Loss: 0.1594	Val Loss: 0.3116	Map: 0.6739
Epoch 11/15	Train Loss: 0.1552	Val Loss: 0.3193	Map: 0.6825
Epoch 12/15	Train Loss: 0.1528	Val Loss: 0.3166	Map: 0.6824
Epoch 13/15	Train Loss: 0.1472	Val Loss: 0.3136	Map: 0.7037
Epoch 14/15	Train Loss: 0.1451	Val Loss: 0.3229	Map: 0.6856
Epoch 15/15	Train Loss: 0.1384	Val Loss: 0.3335	Map: 0.6735

Training loss



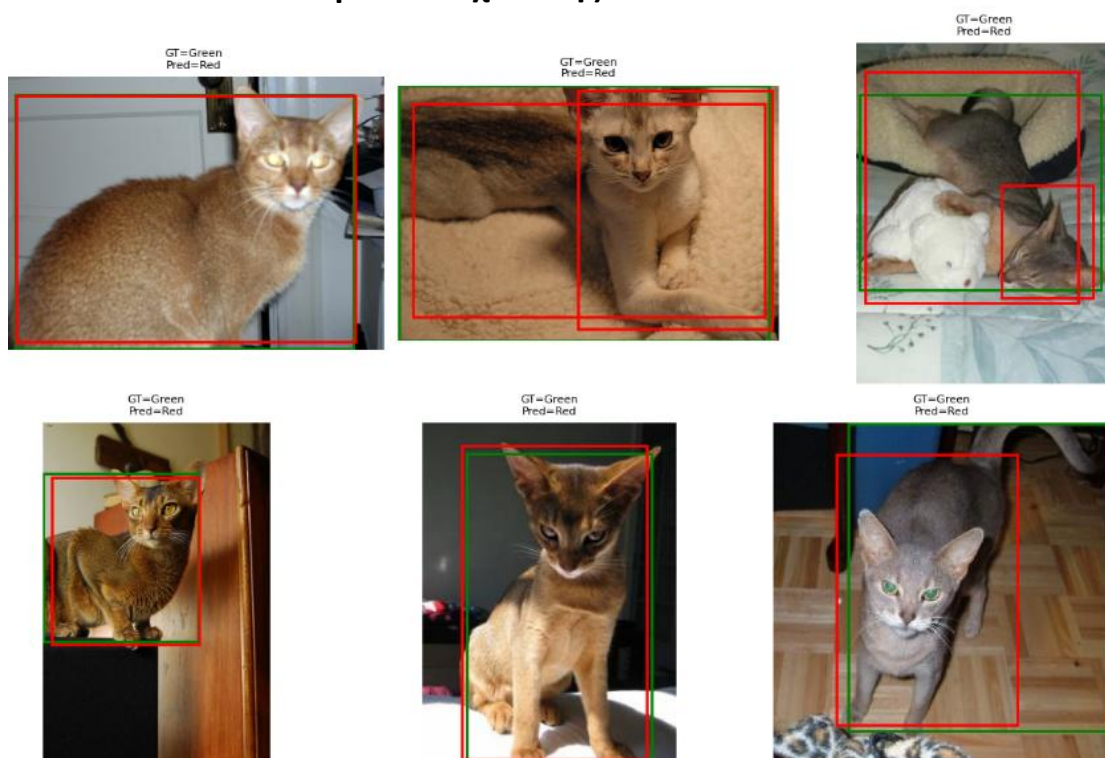
Validation loss





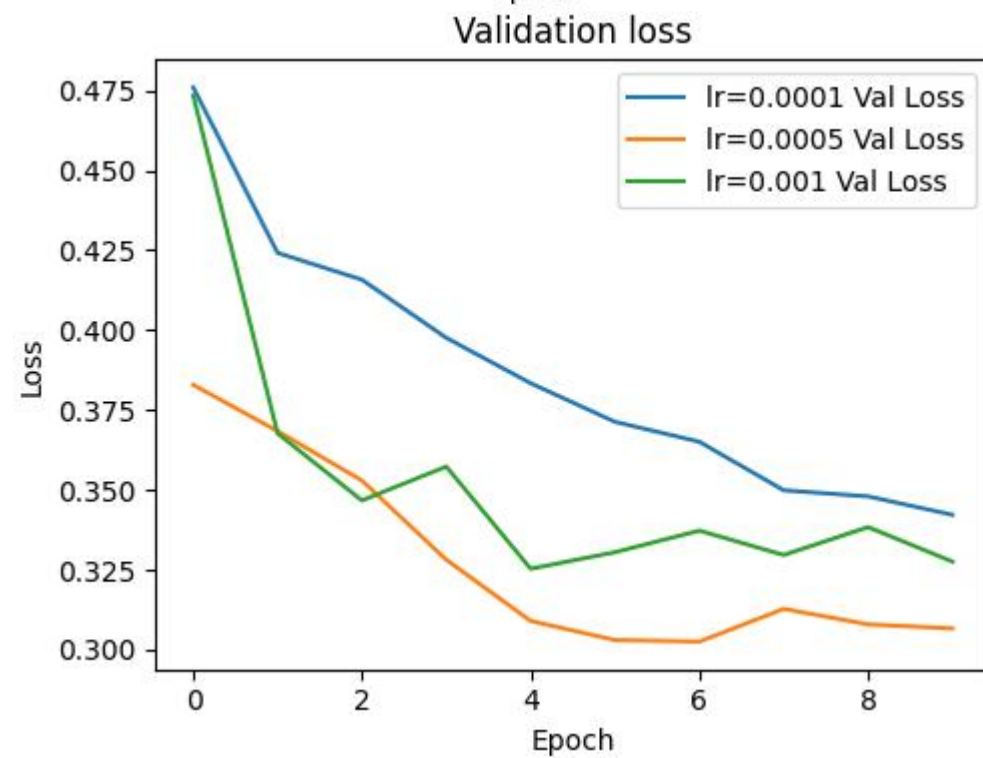
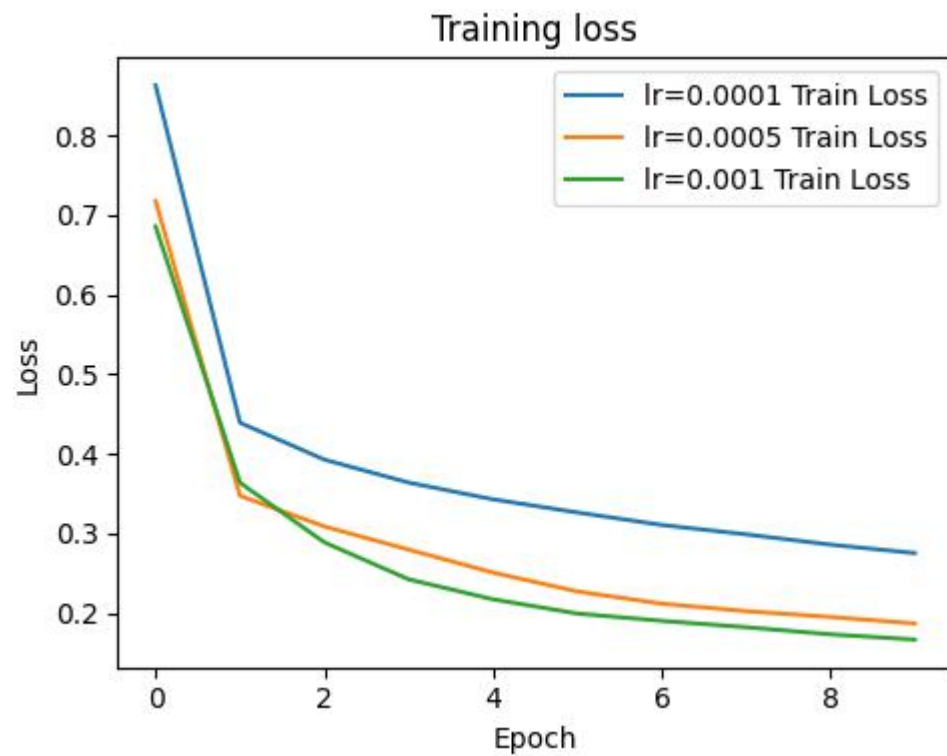
Η συνεχή μείωση του training loss μας δείχνει ότι το μοντέλο μαθαίνει ικανοποιητικά από τα δεδομένα εκπαίδευσης. Αντίστοιχα, και το validation loss αρχικά μειώνεται, στην συνέχεια όμως, με την αύξηση των epochs, έχουμε και μικρή αύξηση του validation loss. Παρατούμε πως για 5 epochs, το μοντέλο δεν έχει προλάβει να συγκλίνει με αποτέλεσμα η μετρική map να βρίσκεται περίπου στο 0.6, κάτι που σημαίνει ότι η ανίχνευση είναι μέτρια. Όσο όμως προσθέτουμε epochs, το μοντέλο ξεκινά και εμφανίζει όλο και καλύτερα αποτελέσματα, με μέγιστη επίδοση το map να είναι περίπου 0.7, δηλαδή το μοντέλο λειτουργεί αρκετά καλά για περίπου 13 epochs, ενώ απο εκείνο το σημείο και μετά ξεκινά να μειώνεται και πάλι το map και να αυξάνεται το validation loss, κάτι που δηλώνει εμφάνιση overfitting.

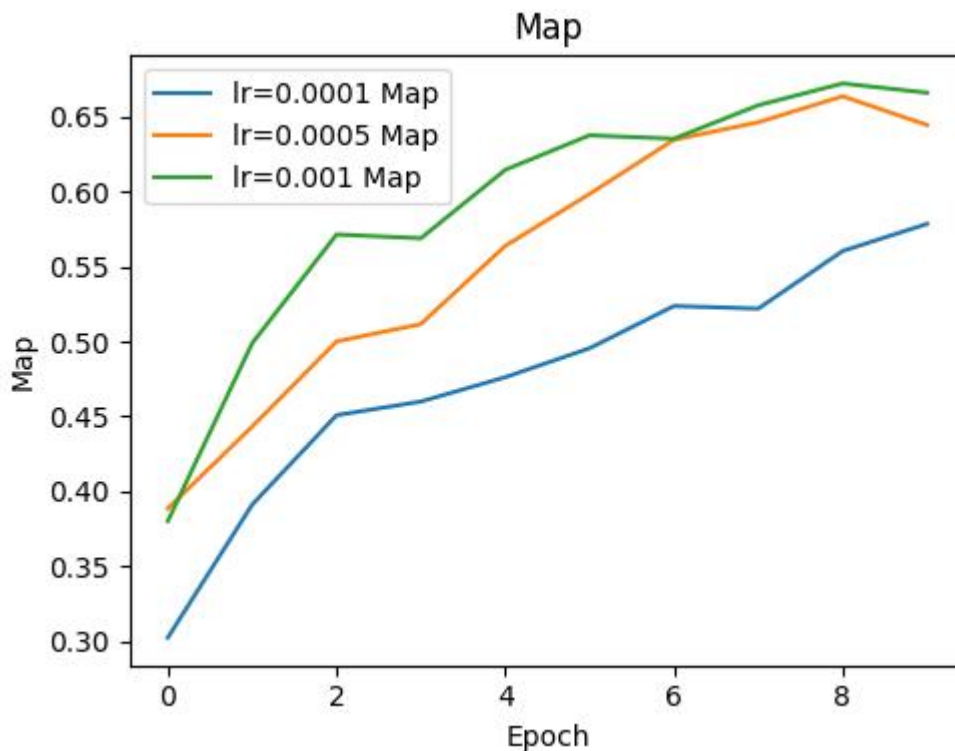
Ενδεικτικά αποτελέσματα ανίχνευσης:



Για διαφορετικά Learning rate (0.0001, 0.0005, 0.001):

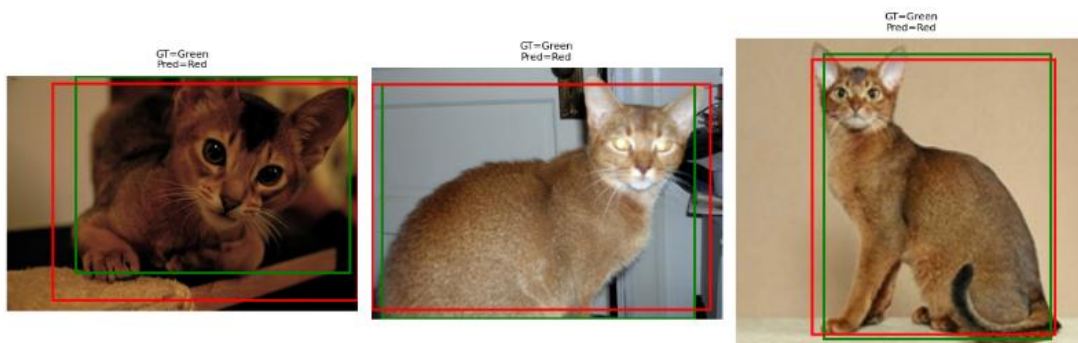
Training with lr=0.0001				
Epoch 1/10	Train Loss: 0.8627	Val Loss: 0.4760	Map: 0.3022	
Epoch 2/10	Train Loss: 0.4391	Val Loss: 0.4242	Map: 0.3910	
Epoch 3/10	Train Loss: 0.3927	Val Loss: 0.4158	Map: 0.4508	
Epoch 4/10	Train Loss: 0.3638	Val Loss: 0.3976	Map: 0.4599	
Epoch 5/10	Train Loss: 0.3428	Val Loss: 0.3834	Map: 0.4761	
Epoch 6/10	Train Loss: 0.3263	Val Loss: 0.3713	Map: 0.4955	
Epoch 7/10	Train Loss: 0.3106	Val Loss: 0.3651	Map: 0.5237	
Epoch 8/10	Train Loss: 0.2988	Val Loss: 0.3499	Map: 0.5220	
Epoch 9/10	Train Loss: 0.2859	Val Loss: 0.3480	Map: 0.5604	
Epoch 10/10	Train Loss: 0.2753	Val Loss: 0.3422	Map: 0.5785	
Training with lr=0.0005				
Epoch 1/10	Train Loss: 0.7176	Val Loss: 0.3829	Map: 0.3884	
Epoch 2/10	Train Loss: 0.3472	Val Loss: 0.3684	Map: 0.4432	
Epoch 3/10	Train Loss: 0.3087	Val Loss: 0.3529	Map: 0.5000	
Epoch 4/10	Train Loss: 0.2796	Val Loss: 0.3281	Map: 0.5116	
Epoch 5/10	Train Loss: 0.2507	Val Loss: 0.3090	Map: 0.5638	
Epoch 6/10	Train Loss: 0.2270	Val Loss: 0.3030	Map: 0.5986	
Epoch 7/10	Train Loss: 0.2117	Val Loss: 0.3025	Map: 0.6348	
Epoch 8/10	Train Loss: 0.2023	Val Loss: 0.3128	Map: 0.6464	
Epoch 9/10	Train Loss: 0.1950	Val Loss: 0.3079	Map: 0.6638	
Epoch 10/10	Train Loss: 0.1869	Val Loss: 0.3066	Map: 0.6446	
Training with lr=0.001				
Epoch 1/10	Train Loss: 0.6856	Val Loss: 0.4734	Map: 0.3801	
Epoch 2/10	Train Loss: 0.3637	Val Loss: 0.3677	Map: 0.4988	
Epoch 3/10	Train Loss: 0.2887	Val Loss: 0.3467	Map: 0.5715	
Epoch 4/10	Train Loss: 0.2423	Val Loss: 0.3573	Map: 0.5689	
Epoch 5/10	Train Loss: 0.2172	Val Loss: 0.3253	Map: 0.6147	
Epoch 6/10	Train Loss: 0.1993	Val Loss: 0.3305	Map: 0.6377	
Epoch 7/10	Train Loss: 0.1901	Val Loss: 0.3373	Map: 0.6354	
Epoch 8/10	Train Loss: 0.1822	Val Loss: 0.3296	Map: 0.6578	
Epoch 9/10	Train Loss: 0.1732	Val Loss: 0.3384	Map: 0.6724	
Epoch 10/10	Train Loss: 0.1666	Val Loss: 0.3276	Map: 0.6662	





Και πάλι παρατηρούμε ότι το train loss μειώνεται καθώς αυξάνουμε τα epochs που σημαίνει ότι το μοντέλο μαθαίνει αποτελεσματικά. Πάλι το validation loss, όπως και στην περίπτωση των διαφορετικών epochs, αρχικά μειώνεται και στην συνέχεια υπάρχουν μικρές διακυμάνσεις. Για learning rate 0.0001 δεν έχουμε τόσο καλά αποτελέσματα, το map είναι μικρότερο του 0.6 κάτι που δηλώνει ότι η ανίχνευση είναι χειρότερη από μέτρια. Τα υπόλοιπα learning rates παρουσιάζουν παρόμοια αποτελέσματα μέτριου προς καλού επιπέδου, με παρουσία μικρού overfitting καθώς το learning loss και map παρουσιάζουν μικρές διακυμάνσεις.

Ενδεικτικά αποτελέσματα ανίχνευσης:



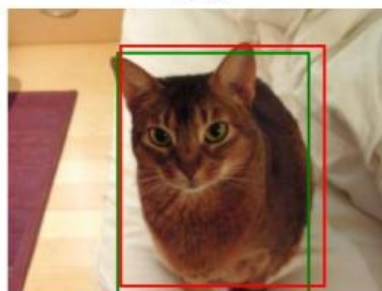
GT=Green
Pred=Red



GT=Green
Pred=Red



GT=Green
Pred=Red



Άσκηση #5, Συγκριτική αξιολόγηση συνελικτικών δικτύων και δικτύων μετασχηματισμών:

Στην άσκηση χρησιμοποιήθηκαν και τα δυο μοντέλα σε προεκπαιδευμένη μορφή, αξιοποιώντας βάρη που έχουν εκπαιδευτεί στο σύνολο δεδομένων IMAGENET. Αυτή η επιλογή έγινε για λόγους υπολογιστικού κόστους και κυρίως για το VGG μοντέλο.

Για διάφορα epochs(3, 5, 7)

VGG16 model

VGG16 model				
Training with epochs=3				
Epoch 1/3	TrainLoss: 0.7951	TrainAcc: 71.82%	ValLoss: 0.6214	ValAcc: 78.08%
Epoch 2/3	TrainLoss: 0.6964	TrainAcc: 75.54%	ValLoss: 0.5946	ValAcc: 79.30%
Epoch 3/3	TrainLoss: 0.6720	TrainAcc: 76.23%	ValLoss: 0.5713	ValAcc: 79.96%
Training with epochs=5				
Epoch 1/5	TrainLoss: 0.7956	TrainAcc: 71.99%	ValLoss: 0.6203	ValAcc: 78.53%
Epoch 2/5	TrainLoss: 0.6899	TrainAcc: 75.33%	ValLoss: 0.5860	ValAcc: 79.56%
Epoch 3/5	TrainLoss: 0.6791	TrainAcc: 75.98%	ValLoss: 0.5791	ValAcc: 79.66%
Epoch 4/5	TrainLoss: 0.6725	TrainAcc: 76.34%	ValLoss: 0.6082	ValAcc: 78.51%
Epoch 5/5	TrainLoss: 0.6699	TrainAcc: 76.44%	ValLoss: 0.5787	ValAcc: 79.53%
Training with epochs=7				
Epoch 1/7	TrainLoss: 0.7931	TrainAcc: 71.82%	ValLoss: 0.6192	ValAcc: 78.61%
Epoch 2/7	TrainLoss: 0.6918	TrainAcc: 75.45%	ValLoss: 0.5843	ValAcc: 79.49%
Epoch 3/7	TrainLoss: 0.6774	TrainAcc: 76.06%	ValLoss: 0.5736	ValAcc: 80.05%
Epoch 4/7	TrainLoss: 0.6742	TrainAcc: 76.11%	ValLoss: 0.5598	ValAcc: 80.42%
Epoch 5/7	TrainLoss: 0.6659	TrainAcc: 76.61%	ValLoss: 0.5584	ValAcc: 80.56%
Epoch 6/7	TrainLoss: 0.6641	TrainAcc: 76.62%	ValLoss: 0.5616	ValAcc: 80.21%
Epoch 7/7	TrainLoss: 0.6680	TrainAcc: 76.37%	ValLoss: 0.5705	ValAcc: 80.33%

VIT model

VIT model

Training with epochs=3

Epoch 1/3 | TrainLoss: 0.4223 | TrainAcc: 89.25% | ValLoss: 0.2263 | ValAcc: 93.25%

Epoch 2/3 | TrainLoss: 0.2050 | TrainAcc: 93.50% | ValLoss: 0.1924 | ValAcc: 93.99%

Epoch 3/3 | TrainLoss: 0.1795 | TrainAcc: 94.16% | ValLoss: 0.1790 | ValAcc: 94.30%

Training with epochs=5

Epoch 1/5 | TrainLoss: 0.4094 | TrainAcc: 89.93% | ValLoss: 0.2253 | ValAcc: 93.04%

Epoch 2/5 | TrainLoss: 0.2033 | TrainAcc: 93.47% | ValLoss: 0.1924 | ValAcc: 93.86%

Epoch 3/5 | TrainLoss: 0.1779 | TrainAcc: 94.21% | ValLoss: 0.1787 | ValAcc: 94.28%

Epoch 4/5 | TrainLoss: 0.1638 | TrainAcc: 94.62% | ValLoss: 0.1711 | ValAcc: 94.45%

Epoch 5/5 | TrainLoss: 0.1554 | TrainAcc: 94.93% | ValLoss: 0.1667 | ValAcc: 94.50%

Training with epochs=7

Epoch 1/7 | TrainLoss: 0.4158 | TrainAcc: 89.64% | ValLoss: 0.2269 | ValAcc: 93.09%

Epoch 2/7 | TrainLoss: 0.2046 | TrainAcc: 93.39% | ValLoss: 0.1933 | ValAcc: 93.84%

Epoch 3/7 | TrainLoss: 0.1797 | TrainAcc: 94.15% | ValLoss: 0.1797 | ValAcc: 94.25%

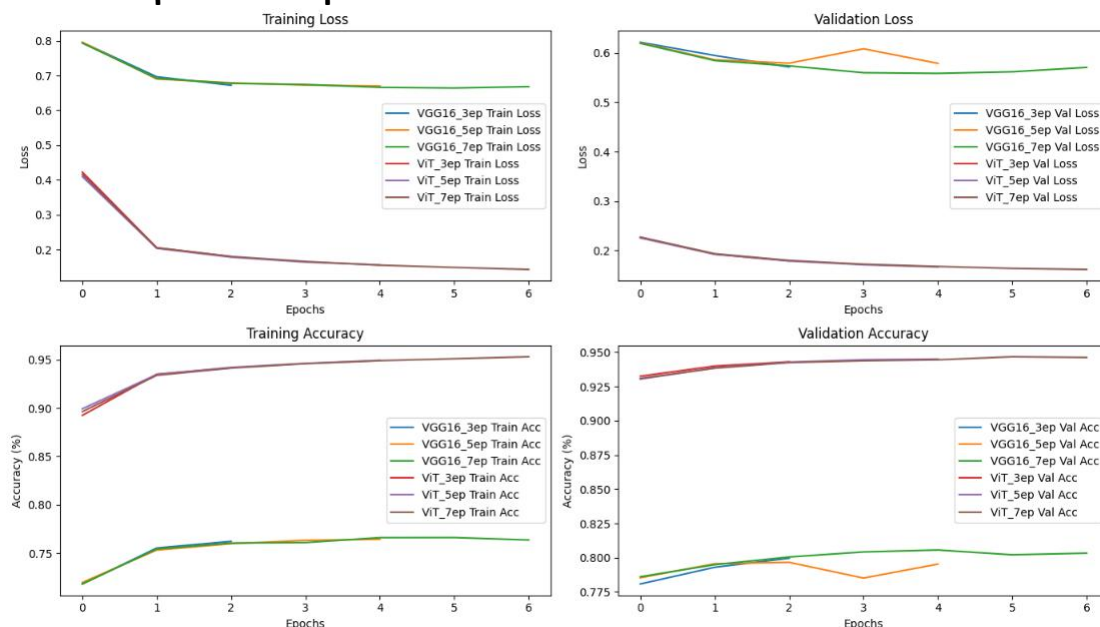
Epoch 4/7 | TrainLoss: 0.1654 | TrainAcc: 94.60% | ValLoss: 0.1721 | ValAcc: 94.38%

Epoch 5/7 | TrainLoss: 0.1549 | TrainAcc: 94.91% | ValLoss: 0.1676 | ValAcc: 94.45%

Epoch 6/7 | TrainLoss: 0.1484 | TrainAcc: 95.10% | ValLoss: 0.1637 | ValAcc: 94.67%

Epoch 7/7 | TrainLoss: 0.1426 | TrainAcc: 95.31% | ValLoss: 0.1616 | ValAcc: 94.62%

Plots και για τα δυο μοντέλα



Και τα δυο μοντέλα επωφελούνται σημαντικά από τα προεκπαιδευμένα βάρη αφού ήδη απο το πρώτο epoch έχουμε για το VGG training accuracy 71% και validation accuracy 78% και για το ViT μοντέλο έχουμε training accuracy 89% και validation accuracy 93%. Αν τα μοντέλα εκπαιδευόντουσαν απο την αρχή, θα χρειαζόμασταν πολύ περισσότερα epochs (αρα και πολύ περισσότερος χρόνος εκτέλεσης). Και τα δυο μοντέλα όντως μαθαίνουν αφού παρατηρούμε πως το training loss μειώνεται σταθερά, όπως επίσης και το validation loss (με μικρές διακυμάνσεις) και τα training και loss accuracy αυξάνονται.

Για διαφορετικά Learning rate(0.01, 0.001, 0.0001)

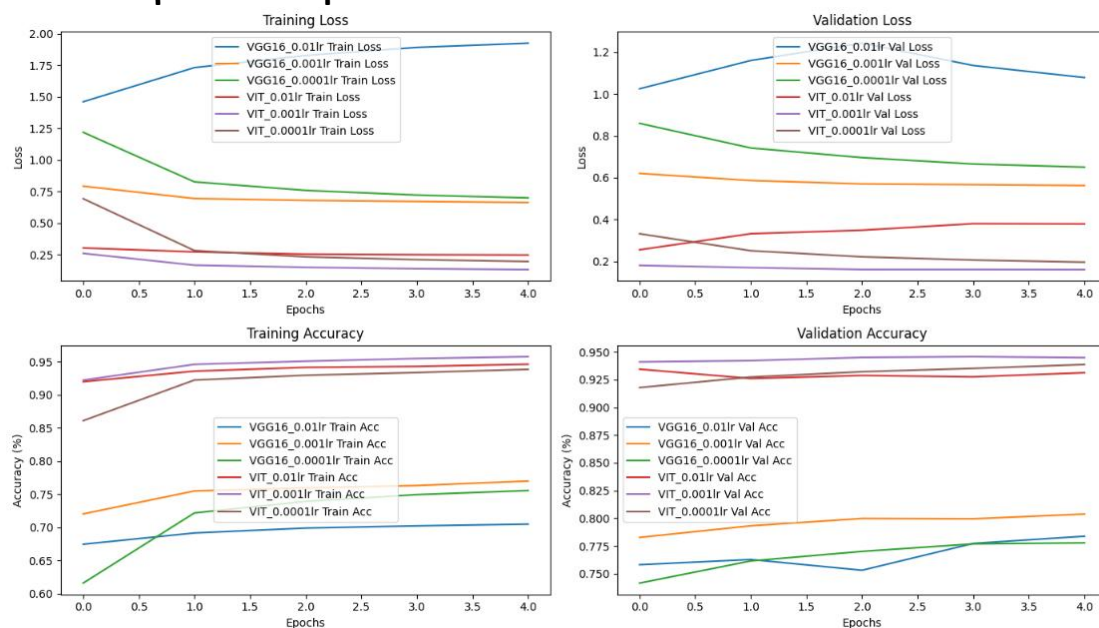
VGG model

VGG16 model				
Training with LR=0.01				
Epoch 1/5	TrainLoss: 1.4598	TrainAcc: 67.43%	ValLoss: 1.0255	ValAcc: 75.81%
Epoch 2/5	TrainLoss: 1.7308	TrainAcc: 69.13%	ValLoss: 1.1610	ValAcc: 76.28%
Epoch 3/5	TrainLoss: 1.8268	TrainAcc: 69.87%	ValLoss: 1.2439	ValAcc: 75.31%
Epoch 4/5	TrainLoss: 1.8907	TrainAcc: 70.20%	ValLoss: 1.1370	ValAcc: 77.73%
Epoch 5/5	TrainLoss: 1.9245	TrainAcc: 70.47%	ValLoss: 1.0792	ValAcc: 78.38%
Training with LR=0.001				
Epoch 1/5	TrainLoss: 0.7912	TrainAcc: 72.00%	ValLoss: 0.6205	ValAcc: 78.27%
Epoch 2/5	TrainLoss: 0.6930	TrainAcc: 75.47%	ValLoss: 0.5866	ValAcc: 79.32%
Epoch 3/5	TrainLoss: 0.6782	TrainAcc: 75.93%	ValLoss: 0.5704	ValAcc: 79.98%
Epoch 4/5	TrainLoss: 0.6697	TrainAcc: 76.29%	ValLoss: 0.5668	ValAcc: 79.95%
Epoch 5/5	TrainLoss: 0.6614	TrainAcc: 76.96%	ValLoss: 0.5627	ValAcc: 80.38%
Training with LR=0.0001				
Epoch 1/5	TrainLoss: 1.2181	TrainAcc: 61.57%	ValLoss: 0.8602	ValAcc: 74.15%
Epoch 2/5	TrainLoss: 0.8251	TrainAcc: 72.15%	ValLoss: 0.7423	ValAcc: 76.15%
Epoch 3/5	TrainLoss: 0.7575	TrainAcc: 73.90%	ValLoss: 0.6962	ValAcc: 77.01%
Epoch 4/5	TrainLoss: 0.7205	TrainAcc: 74.91%	ValLoss: 0.6656	ValAcc: 77.69%
Epoch 5/5	TrainLoss: 0.6981	TrainAcc: 75.53%	ValLoss: 0.6505	ValAcc: 77.78%

VIT model

VIT model				
Training with LR=0.01				
Epoch 1/5	TrainLoss: 0.3012	TrainAcc: 91.95%	ValLoss: 0.2551	ValAcc: 93.45%
Epoch 2/5	TrainLoss: 0.2699	TrainAcc: 93.54%	ValLoss: 0.3320	ValAcc: 92.61%
Epoch 3/5	TrainLoss: 0.2517	TrainAcc: 94.11%	ValLoss: 0.3488	ValAcc: 92.88%
Epoch 4/5	TrainLoss: 0.2477	TrainAcc: 94.26%	ValLoss: 0.3800	ValAcc: 92.76%
Epoch 5/5	TrainLoss: 0.2452	TrainAcc: 94.58%	ValLoss: 0.3789	ValAcc: 93.13%
Training with LR=0.001				
Epoch 1/5	TrainLoss: 0.2583	TrainAcc: 92.18%	ValLoss: 0.1802	ValAcc: 94.11%
Epoch 2/5	TrainLoss: 0.1645	TrainAcc: 94.57%	ValLoss: 0.1697	ValAcc: 94.22%
Epoch 3/5	TrainLoss: 0.1477	TrainAcc: 95.04%	ValLoss: 0.1606	ValAcc: 94.51%
Epoch 4/5	TrainLoss: 0.1366	TrainAcc: 95.45%	ValLoss: 0.1607	ValAcc: 94.58%
Epoch 5/5	TrainLoss: 0.1294	TrainAcc: 95.73%	ValLoss: 0.1602	ValAcc: 94.49%
Training with LR=0.0001				
Epoch 1/5	TrainLoss: 0.6918	TrainAcc: 86.07%	ValLoss: 0.3318	ValAcc: 91.79%
Epoch 2/5	TrainLoss: 0.2806	TrainAcc: 92.20%	ValLoss: 0.2506	ValAcc: 92.74%
Epoch 3/5	TrainLoss: 0.2306	TrainAcc: 92.92%	ValLoss: 0.2214	ValAcc: 93.22%
Epoch 4/5	TrainLoss: 0.2084	TrainAcc: 93.33%	ValLoss: 0.2060	ValAcc: 93.52%
Epoch 5/5	TrainLoss: 0.1938	TrainAcc: 93.81%	ValLoss: 0.1957	ValAcc: 93.87%

Plots και για τα δυο μοντέλα



Για το VGG μοντέλο παρατηρούμε ότι με learning rate = 0.01 η εκπαίδευση είναι ασταθής αφού τα training και validation loss αυξάνονται. Για learning rates 0.001 και 0.0001 παρατηρούμε πολύ κοντινά αποτελέσματα, με καλύτερη επίδοση το 0.001. Αντίστοιχα αποτελέσματα παρατηρούμε και για το μοντέλο ViT, με το learning rate ίσο με 0.001 να παρουσιάζει και πάλι τα καλύτερα αποτελέσματα.

Ενδεικτικά αποτελέσματα

