

Υπολογιστική όραση και γραφικά

Όνοματεπώνυμο: Καλδάνης Θωμάς
AM: 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

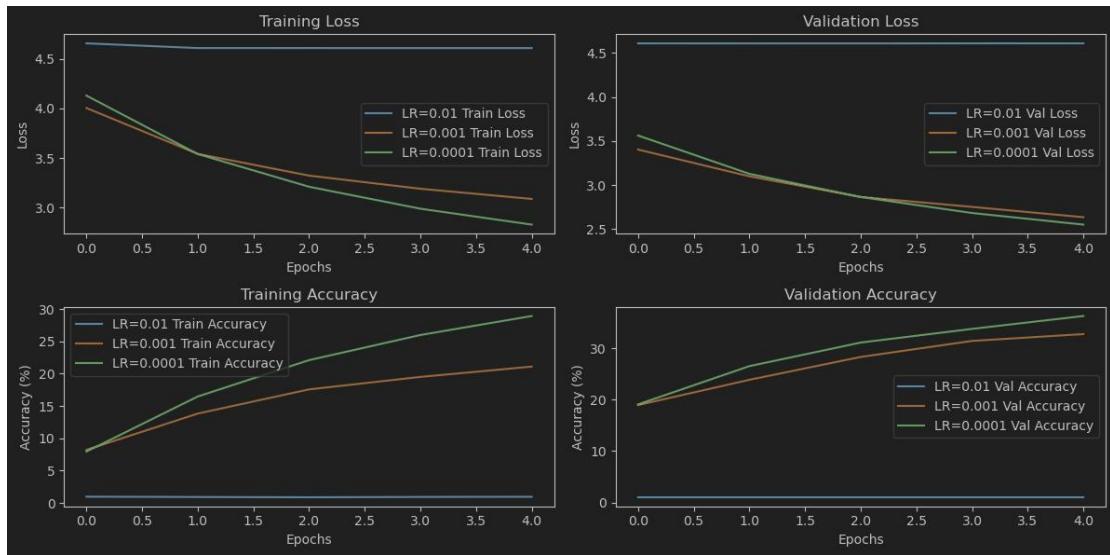
Epoch 1/5 | TrainLoss: 4.1305 | ValLoss: 3.5621 | TrainAcc: 7.9600% | ValAcc: 19.0900%

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%

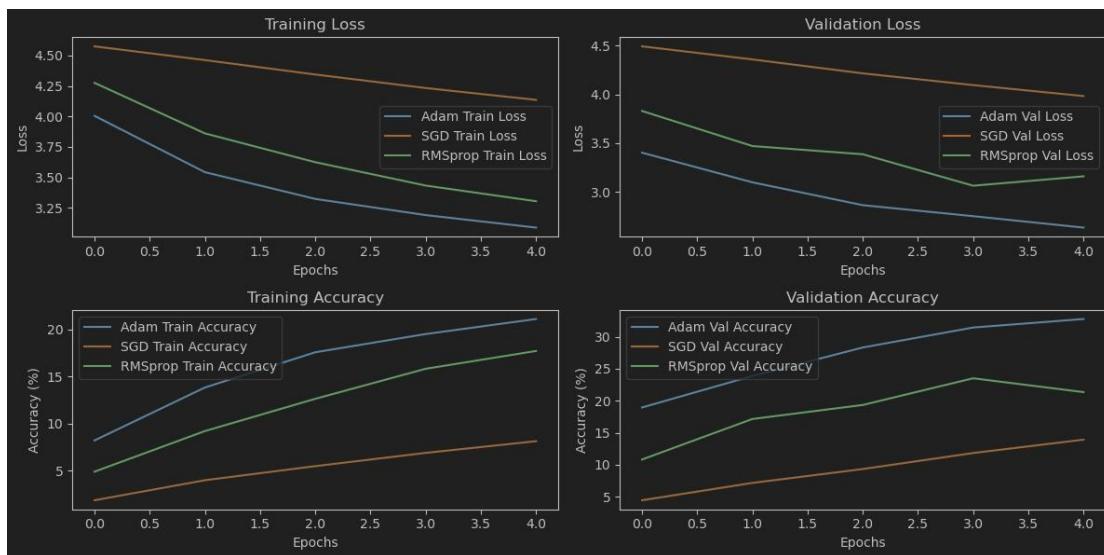
Epoch 2/5 | TrainLoss: 3.8612 | ValLoss: 3.4708 | TrainAcc: 9.2120% | ValAcc: 17.1500%

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%

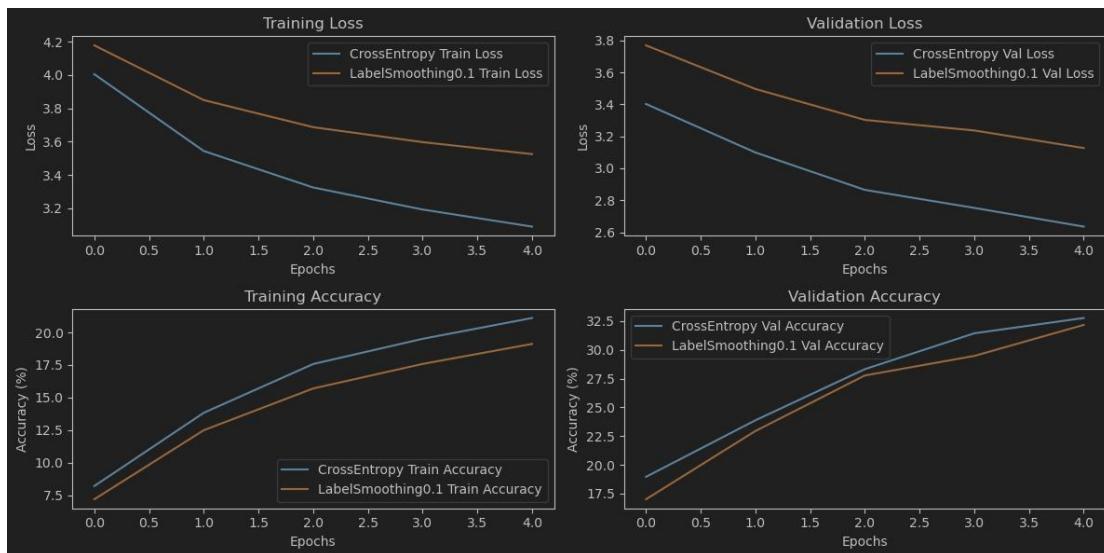
Epoch 2/5 | TrainLoss: 3.8497 | ValLoss: 3.4966 | TrainAcc: 12.5000% | ValAcc: 22.9400%

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 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%

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

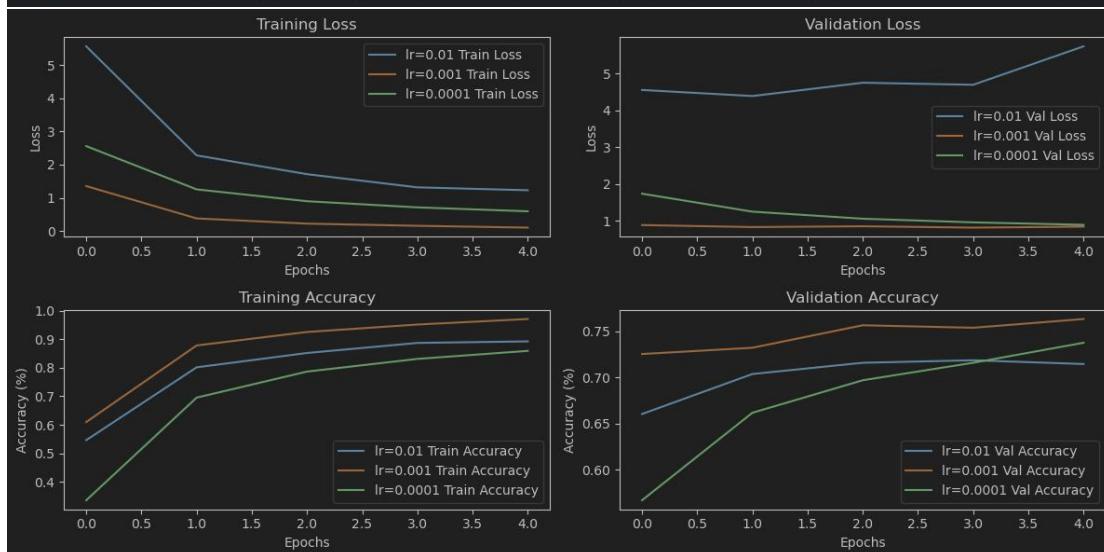
Epoch 1/5 | TrainLoss: 2.5579 | ValLoss: 1.7383 | TrainAcc: 33.53% | ValAcc: 56.66%

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



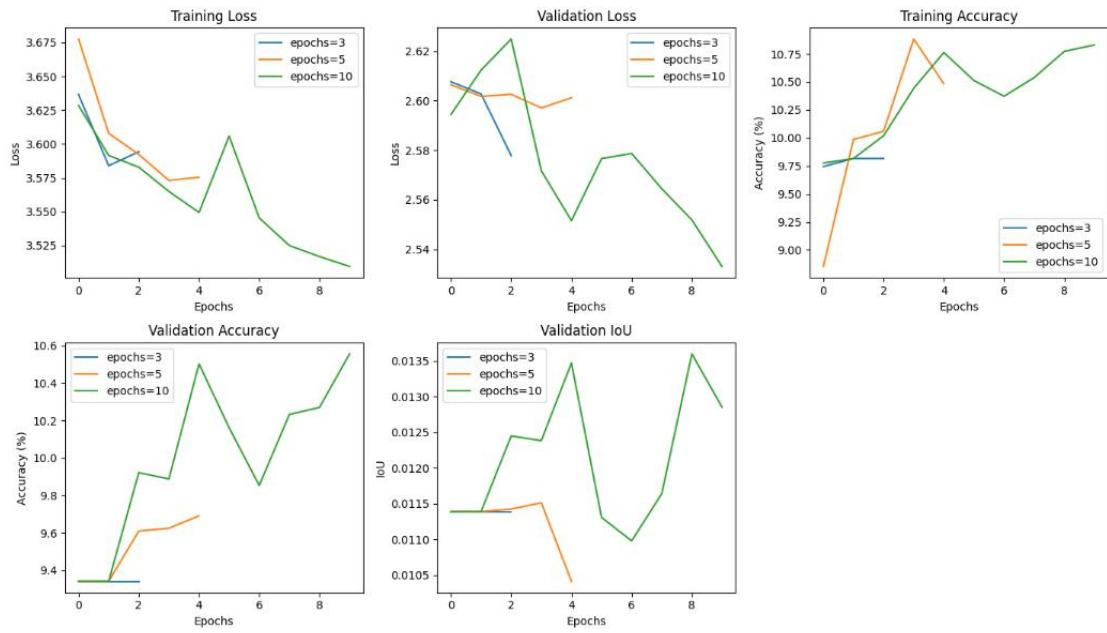
Όσα από τα παραδείγματα κρατάνε ίδιο P(predict) και T(true), είναι ταξινομημένα σωστά.

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 προεκπαίδευμένων 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):

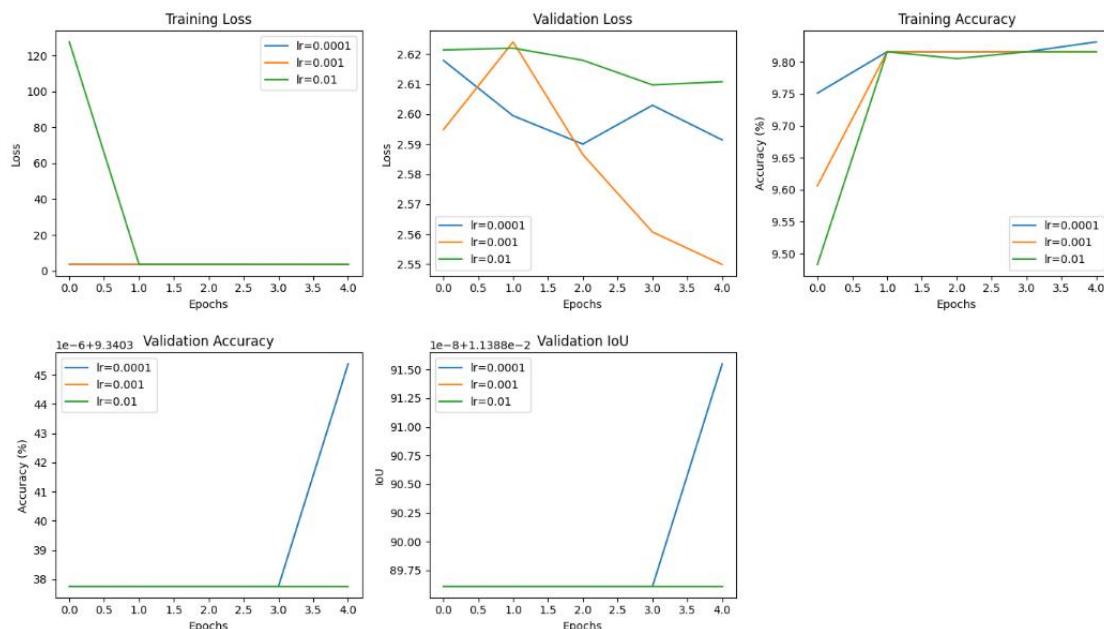
```

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: 0.011
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

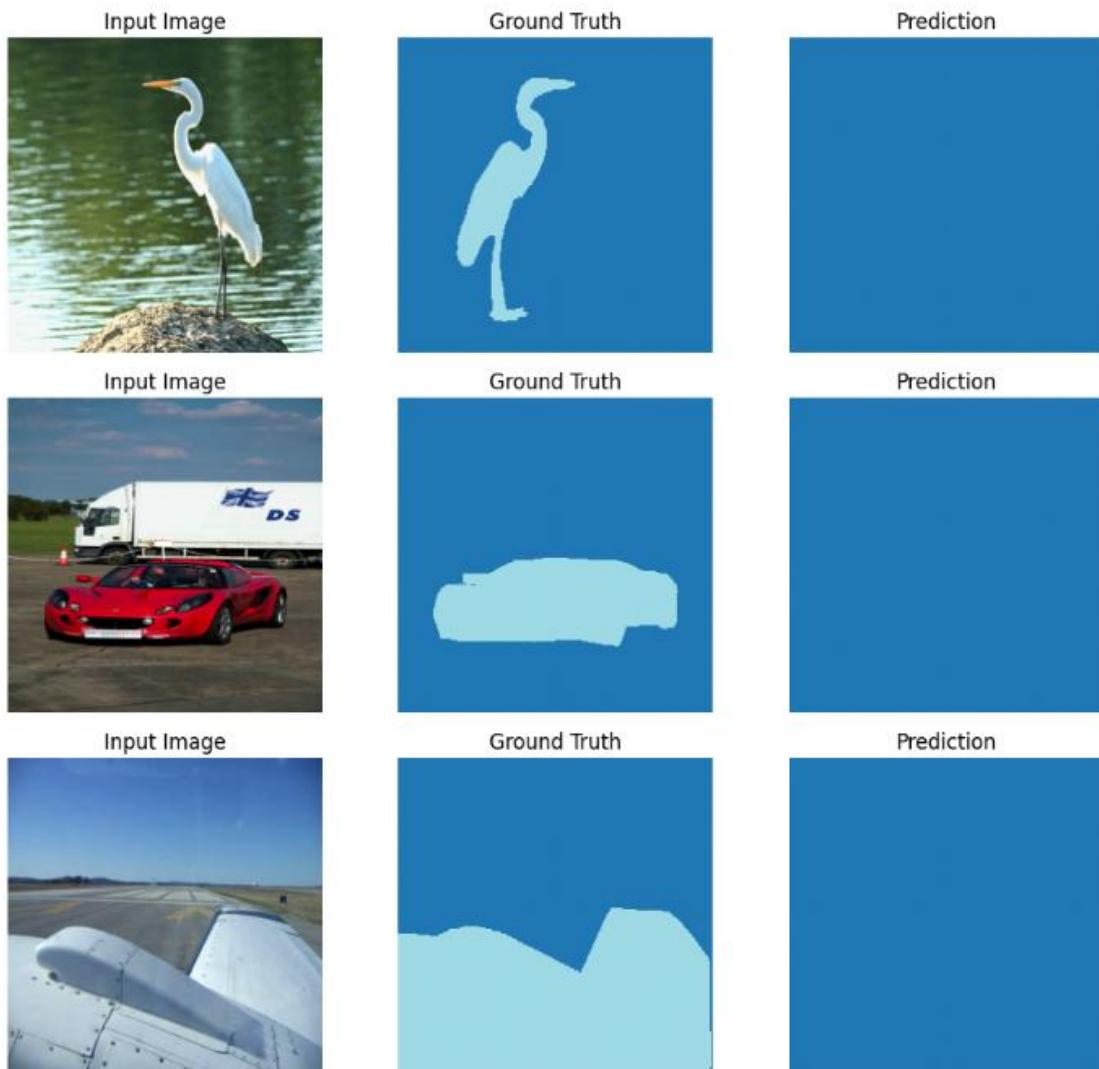
```



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

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

Ενδεικτικά αποτελέσματα τμηματοποίησης



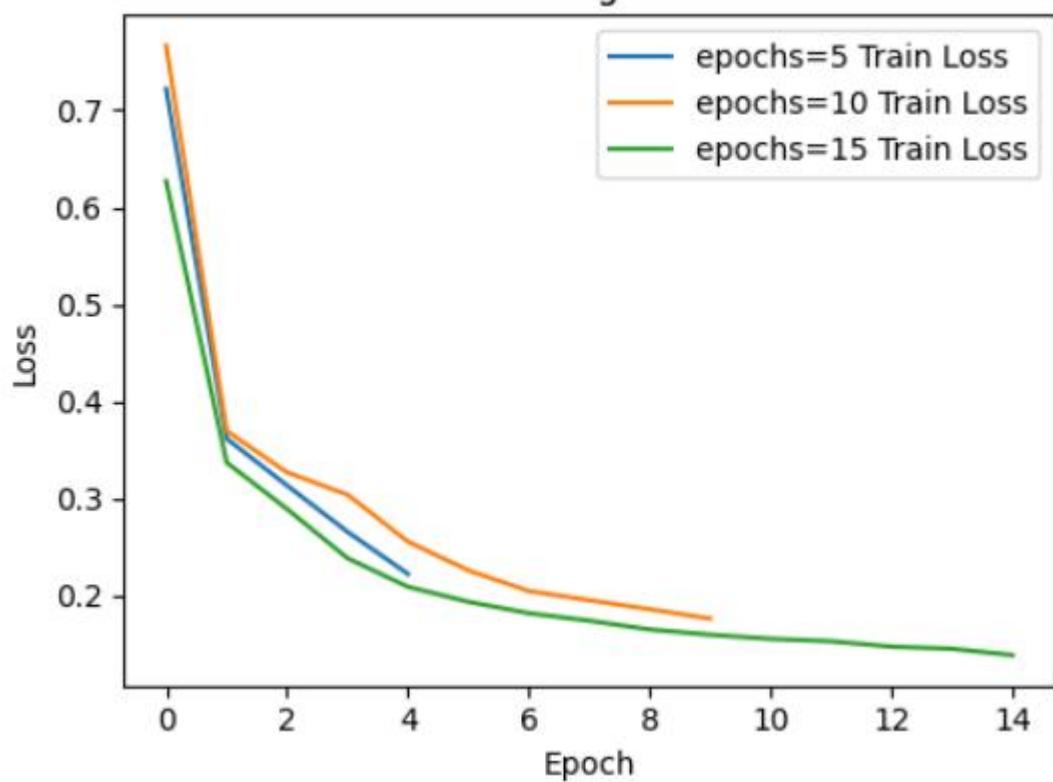
Άσκηση #4, Ανίχνευση αντικειμένων:

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

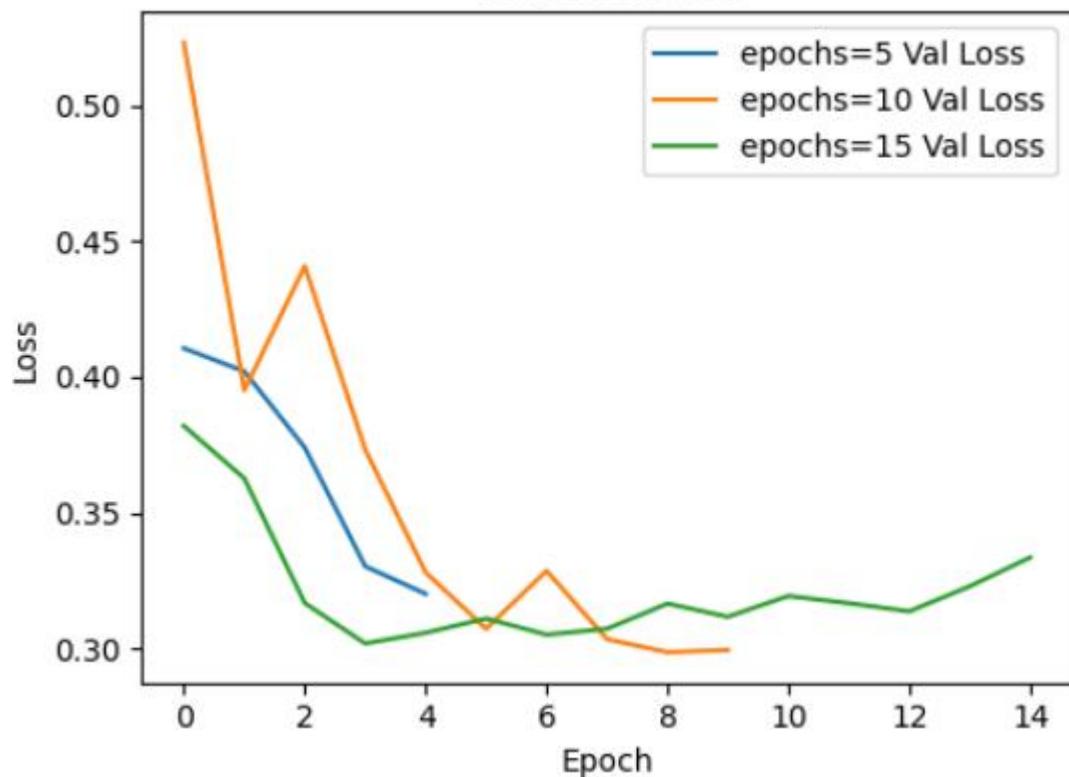
Για διαφορετικά epochs(5, 10, 15):

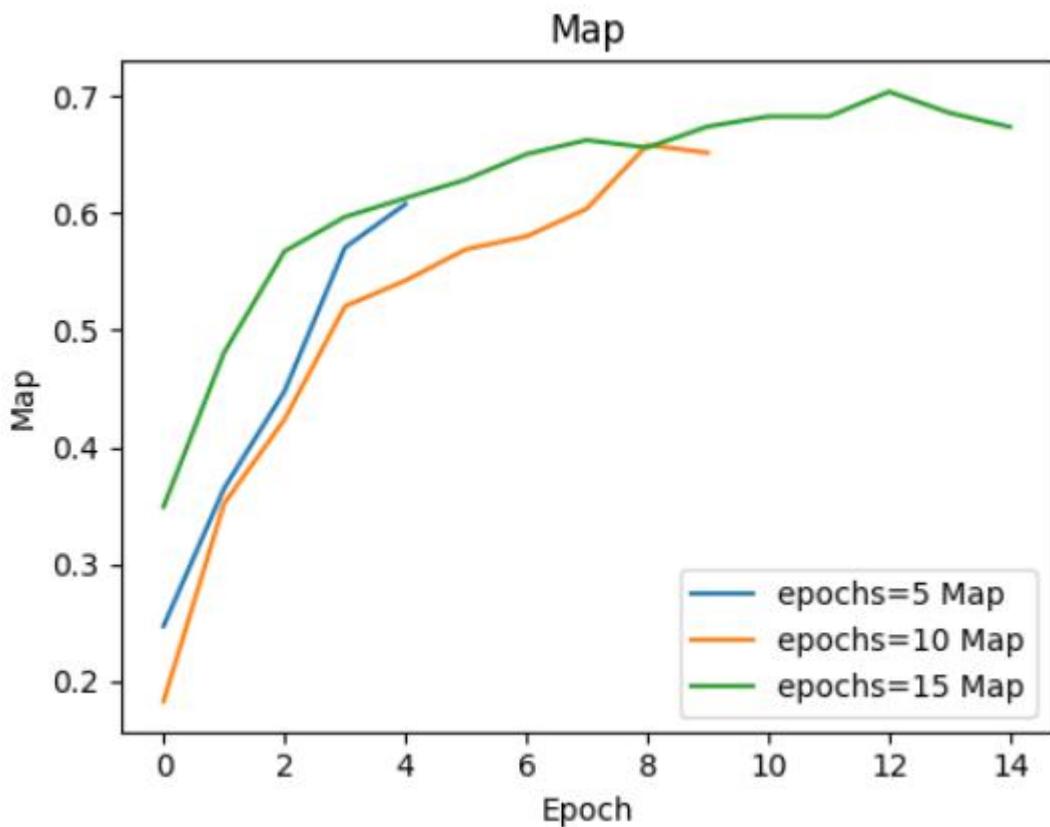
Epoch 1/5 Train Loss: 0.7219 Val Loss: 0.4105 Map: 0.2474
Epoch 2/5 Train Loss: 0.3616 Val Loss: 0.4020 Map: 0.3648
Epoch 3/5 Train Loss: 0.3133 Val Loss: 0.3739 Map: 0.4478
Epoch 4/5 Train Loss: 0.2656 Val Loss: 0.3302 Map: 0.5706
Epoch 5/5 Train Loss: 0.2222 Val Loss: 0.3201 Map: 0.6076
Training with 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



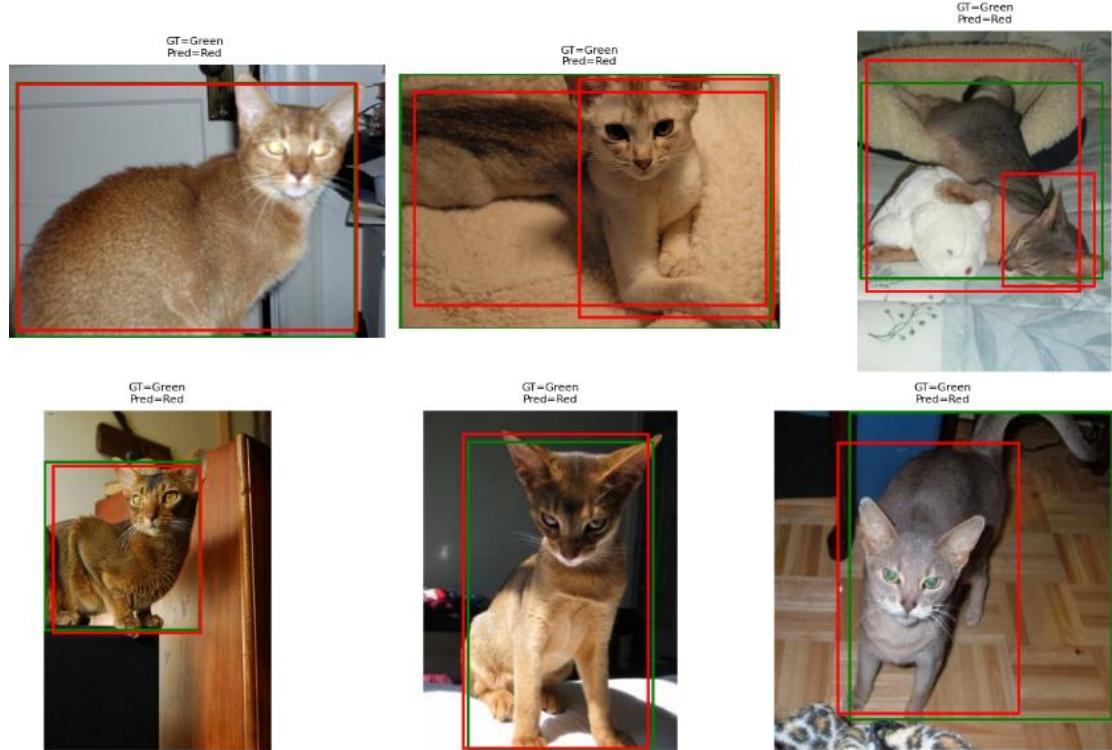
Validation loss





Η συνεχή μείωση του training loss μας δείχνει ότι το μοντέλο μαθαίνει ικανοποιητικά από τα δεδομένα εκπαίδευσης. Άντιστοιχα, και το validation loss αρχικά μειώνεται, στην συνέχεια όμως, με την άυξηση 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 από εκείνο το σημείο και μετά ξεκινά να μειώνεται και πάλι το map και να αυξάνεται το validation loss, κάτι που δηλώνει εμφάνιση overfitting.

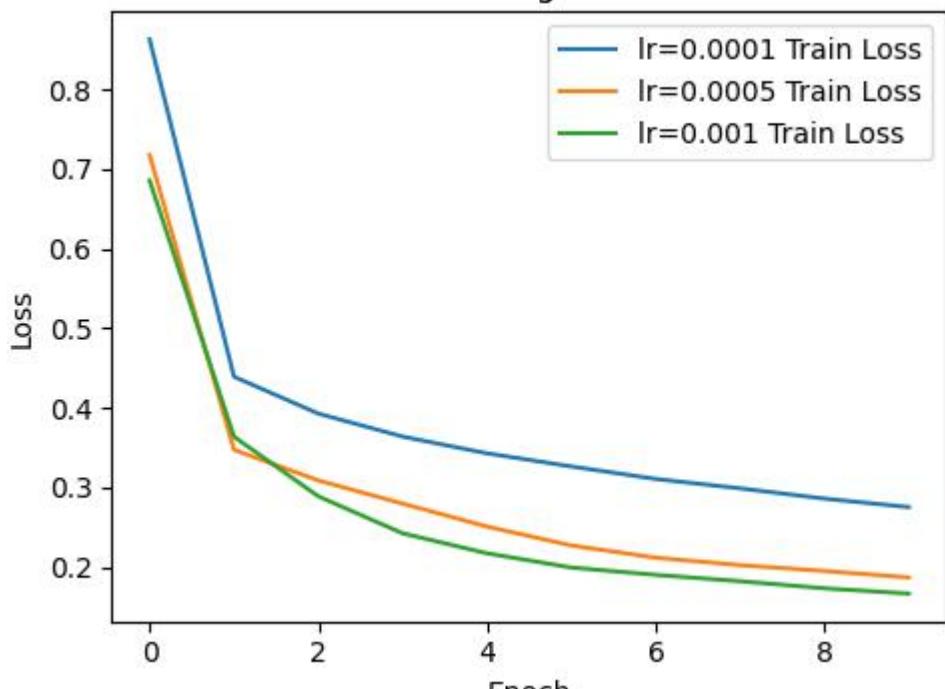
Ενδεικτικά αποτελέσματα ανίχνευσης:



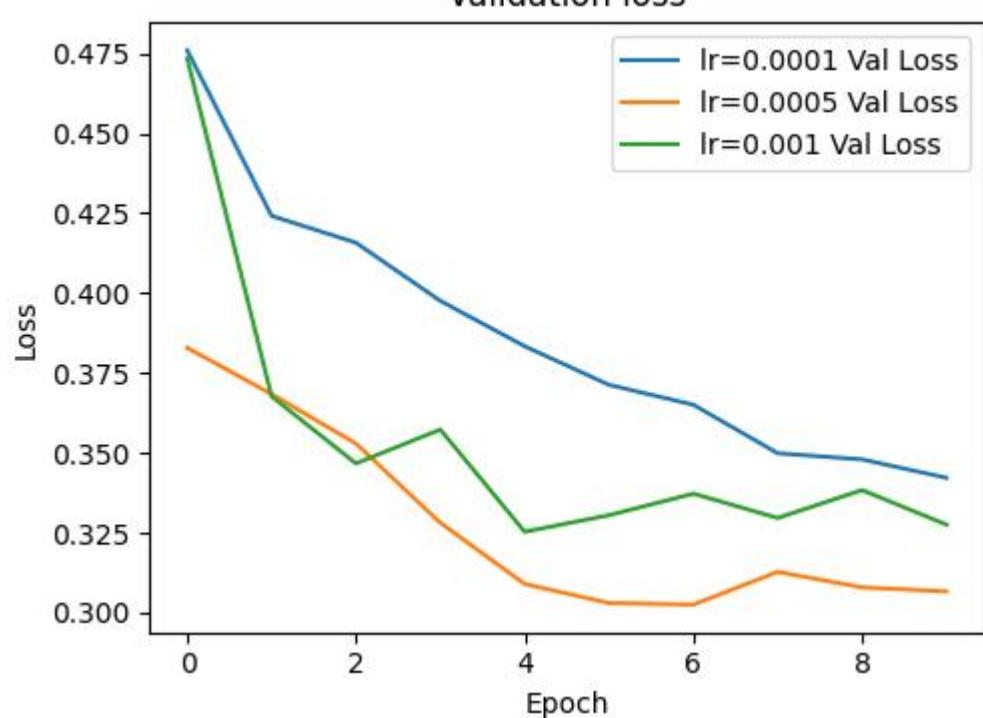
Για διαφορετικά Learning rate (0.0001, 0.0005, 0.001):

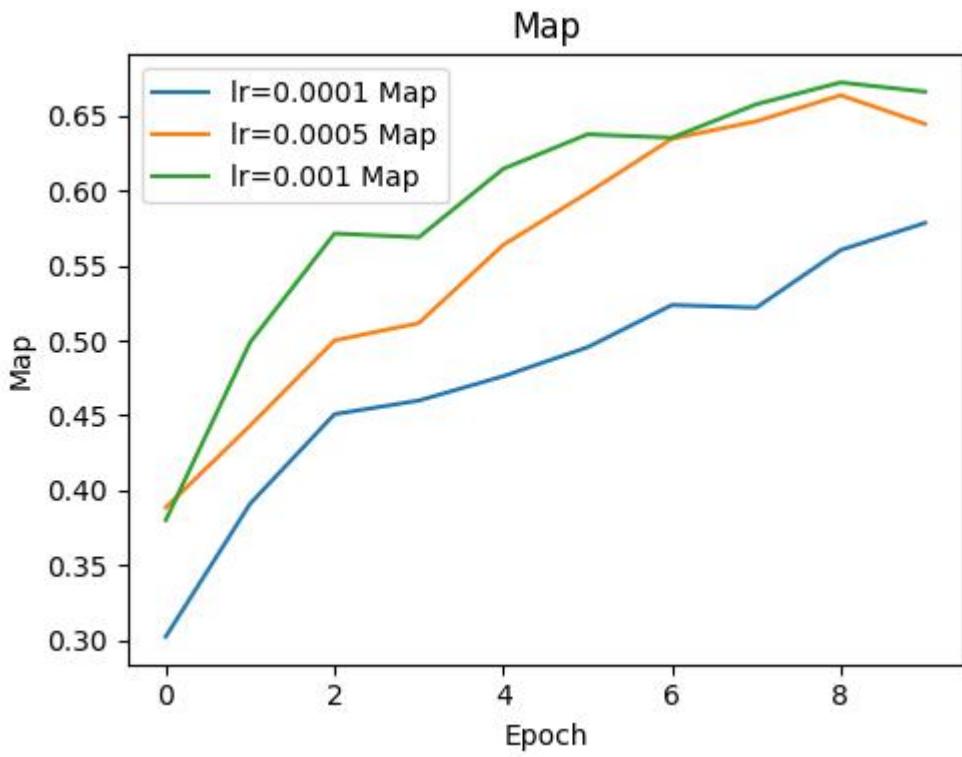
Training with lr=0.0001				
Epoch 1/10	Train Loss: 0.8627	Val Loss: 0.4760	Map: 0.3022	
Epoch 2/10	Train Loss: 0.4391	Val Loss: 0.4242	Map: 0.3910	
Epoch 3/10	Train Loss: 0.3927	Val Loss: 0.4158	Map: 0.4508	
Epoch 4/10	Train Loss: 0.3638	Val Loss: 0.3976	Map: 0.4599	
Epoch 5/10	Train Loss: 0.3428	Val 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	

Training loss



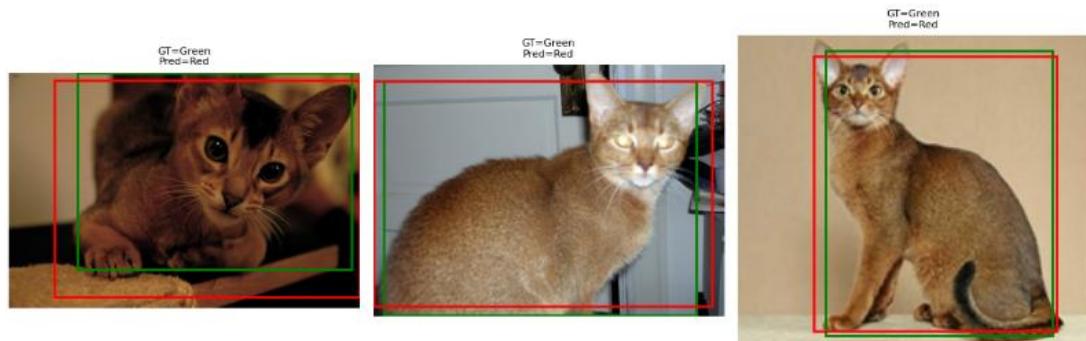
Validation loss

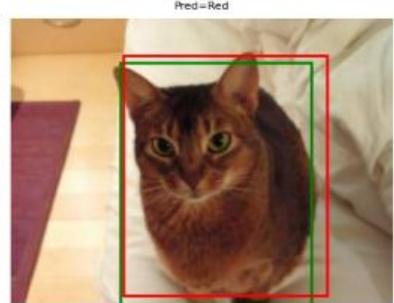
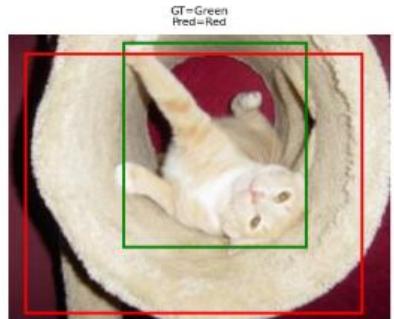




Και πάλι παρατηρούμε ότι το train loss μειώνεται καθώς αυξάνουμε τα epochs που σημαίνει ότι το μοντέλο μαθαίνει αποτελεσματικά. Πάλι το validation loss, όπως και στην περίπτωση των διαφορετικών epochs, αρχικά μειώνεται και στην συνέχεια υπάρχουν μικρές διακυμάνσεις. Για learning rate 0.0001 δεν έχουμε 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 πρός καλού επιπέδου, με παρουσία μικρού overfitting καθώς το learning loss και map παρουσιάζουν μικρές διακυμάνσεις.

Ενδεικτικά αποτελέσματα ανίχνευσης:





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

Στην άσκηση χρησιμοποιήθηκαν και τα δυο μοντέλα σε προεκπαίδευμένη 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: 0.5882 | 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%

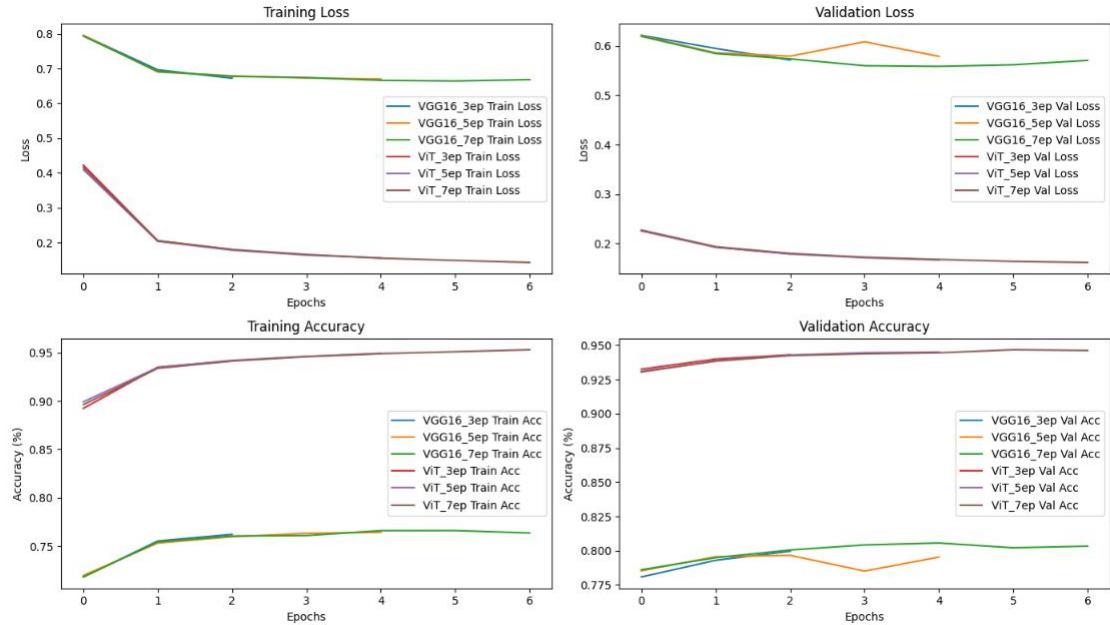
Training with epochs=5

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 από τα 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 από 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 επίσεις 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

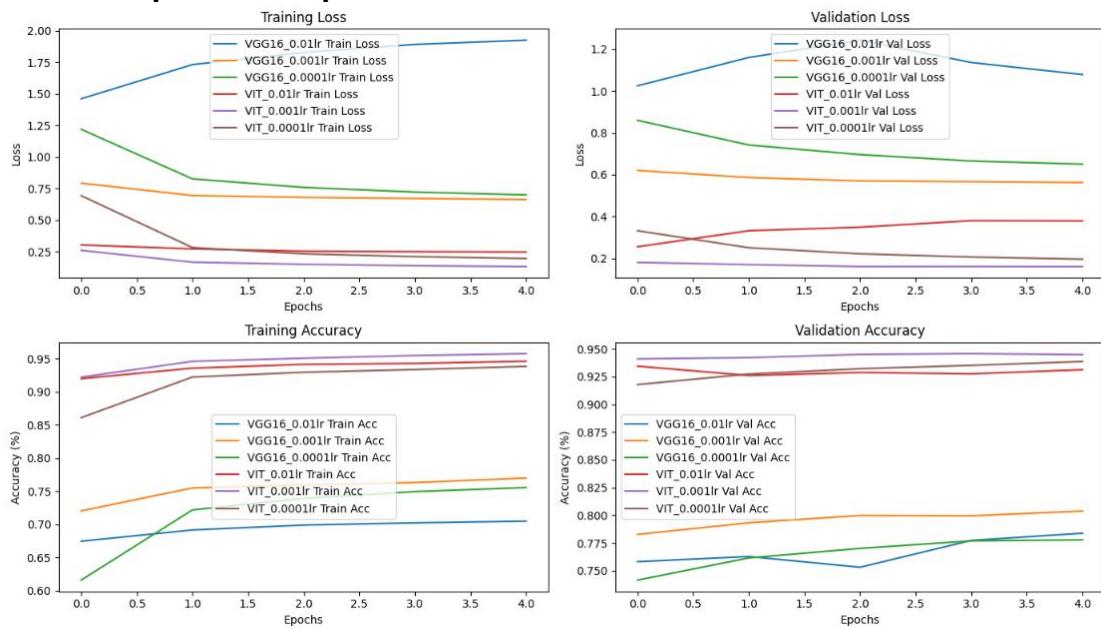
Training with LR=0.01

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 αυξάνοντα. 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

