

**ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΜΑΘΗΣΗ & ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΦΥΣΙΚΗΣ
ΓΛΩΣΣΑΣ**

**ΕΡΓΑΣΙΑ 4: ΜΗ ΕΠΙΒΛΕΠΟΜΕΝΗ ΜΑΘΗΣΗ -
ΣΥΣΤΑΔΟΠΟΙΗΣΗ**

ΚΑΓΙΑΣ ΑΝΤΩΝΙΟΣ - aid23003

aid23003@uom.edu.gr

Πίνακας περιεχομένων

Εισαγωγή.....	3
Μέθοδοι που εφαρμόστηκαν	4
Φόρτωση dataset, δημιουργία και εκπαίδευση μοντέλου	4
Συμπεράσματα	5
Mini-Batch K-Means clustering	5
Hierarchical clustering	6
Birch clustering	7
Αποτελέσματα μετρικών	8

Εισαγωγή

Το αντικείμενο της εργασίας είναι η ανάπτυξη συνδυαστικών μοντέλων βαθιάς μάθησης / τεχνικών συσταδοποίησης που θα χρησιμοποιηθούν πάνω στα δεδομένα του dataset fashion-mnist. Το dataset αυτό περιέχει συνολικά 70.000 εικόνες διαστάσεως 28x28 εκ των οποίων οι 60.000 αποτελούν εικόνες training και οι υπόλοιπες 10.000 είναι για testing. Οι εικόνες ανήκουν σε μία από τις παρακάτω 10 κατηγορίες:

Class	Category
0	T-shirt/top
1	Trouser
2	Pullover
3	Dress
4	Coat
5	Sandal
6	Shirt
7	Sneaker
8	Bag
9	Ankle boot

Θα δημιουργηθεί ένα αρχείο python στο οποίο θα γίνεται η δημιουργία και η εκπαίδευση του μοντέλου καθώς και η χρήση του πάνω στα test data.

Θα γίνουν οι εξής ενέργειες:

1. Φόρτωση του dataset
2. Χωρισμός σε train, validation, test sets
3. Δημιουργία και καθορισμός της αρχιτεκτονικής του μοντέλου CNN
4. Εκπαίδευση του μοντέλου
5. Χρήση του μοντέλου πάνω στο test set
6. Εκτύπωση 10 τυχαίων εικόνων από το dataset καθώς και 10 τυχαίων εικόνων από τις ανακατασκευασμένες
7. Κωδικοποίηση των εικόνων με τον encoder
8. Δημιουργία κανονικοποιημένου set εικόνων
9. Χρήση 3 διαφορετικών τεχνικών συσταδοποίησης για δημιουργία υποομάδων
10. Υπολογισμός δεικτών απόδοσης
11. Οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων από κάθε τεχνική συσταδοποίησης

Τα βήματα 9, 10 και 11 θα εκτελεστούν δύο φορές με τις εξής παραλλαγές:

- Στη μία περίπτωση για τις κανονικοποιημένες τιμές των pixel των εικόνων στο [0, 1]

- Στη δεύτερη περίπτωση για τις τιμές των pixel των εικόνων που παράγει ο encoder

Το αρχείο `pythop` αποτελεί μέρος των παραδοτέων όπως και το παρόν report. Επίσης, θα παραδοθεί και το Google Colaboratory αρχείο με κατάληξη `.ipynb` που περιέχει συνολικά όλο τον κώδικα μαζί με τα απαραίτητα σχόλια.

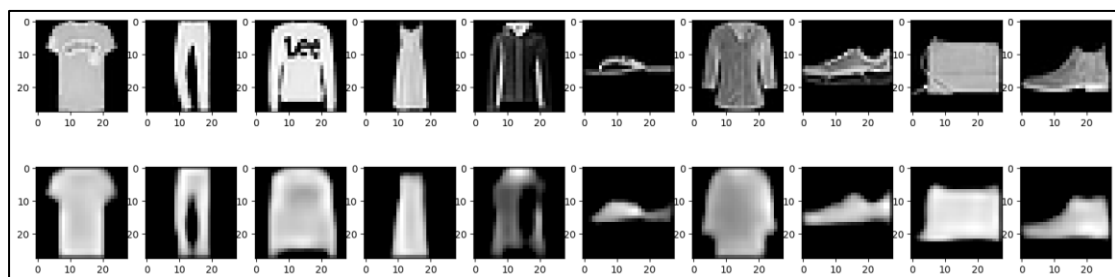
Μέθοδοι που εφαρμόστηκαν

Φόρτωση dataset, δημιουργία και εκπαίδευση μοντέλου

Αφού κατεβάσουμε και φορτώσουμε το dataset γίνεται απευθείας ο διαχωρισμός σε train και test sets. Έτσι, στην συνέχεια δημιουργούμε και το validation set από το train set με αναλογία 80/20. Στο τέλος έχουμε 48.000 train εικόνες, 12.000 validation εικόνες και 10.000 test εικόνες.

Έπειτα γίνεται η δημιουργία του μοντέλου CNN η οποία είναι ουσιαστικά στοίβα από στρώματα Conv2D και MaxPooling2D. Στο πρώτο στρώμα θα περαστούν ως `input_shape` οι διαστάσεις των εικόνων που είναι 28x28x1.

Στη συνέχεια θα κάνουμε compile το μοντέλο μας με arguments `optimizer='adam', loss=tf.keras.losses.mse, metrics=[accuracy]` και θα κάνουμε fit στα train data μας χρησιμοποιώντας και τα validation data. Ακόμη, θα χρησιμοποιήσουμε το μοντέλο μας πάνω στα test data και θα εκτυπώσουμε μία εικόνα από κάθε κλάση για το αρχικό dataset και για τις εικόνες που θα ανακατασκευάσει ο encoder. Το αποτέλεσμα παρουσιάζεται παρακάτω:



Εικόνα 1. Εικόνες από το αρχικό dataset (επάνω) και από τις ανακατασκευασμένες από τον encoder (κάτω)

Ακολουθεί η κανονικοποίηση των τιμών των pixel των εικόνων και η χρήση 3 τεχνικών clustering. Μετά από κάθε clustering εκτυπώνονται 10 εικόνες για κάθε cluster που δημιουργείται και τέλος υπολογίζονται 4 μετρικές:

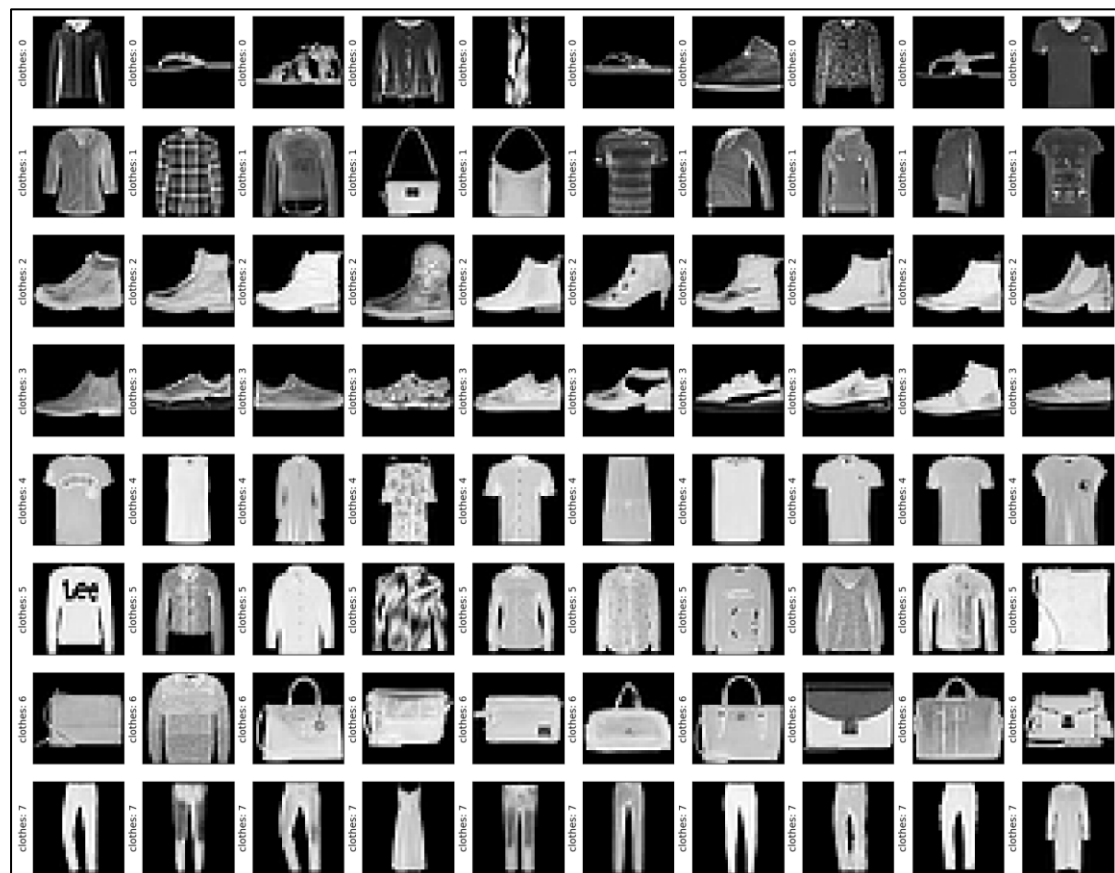
- Silhouette Coefficient. Όσο μεγαλύτερο, τόσο πιο πυκνά τα clusters.
- Calinski-Harabasz Index. Όσο μεγαλύτερο, τόσο καλύτερα ορισμένα είναι τα clusters.

- Davies-Bouldin Index. Το 0 είναι η χαμηλότερη τιμή που μπορεί να πάρει και υποδεικνύει καλό partitioning.
- V-measure. Μέτρο που συνδυάζει το homogeneity (κάθε cluster περιέχει μέλη του ίδιου class) και το completeness (όλα τα μέλη ενός class κατατάσσονται στο ίδιο cluster). Παίρνει τιμές από 0 (κακό) έως 1 (βέλτιστο).

Συμπεράσματα

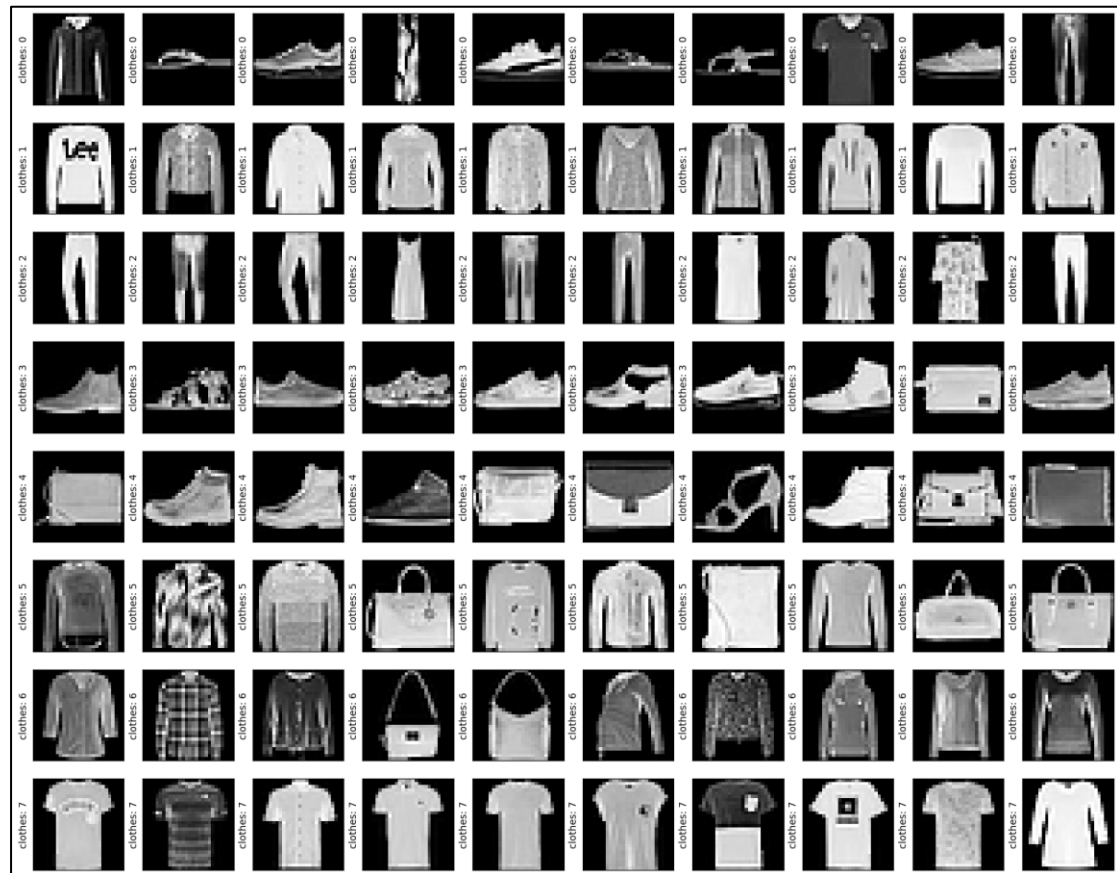
Mini-Batch K-Means clustering

Το clustering με την τεχνική Mini-Batch K-Means για τις τιμές των pixel των εικόνων που παράγει ο encoder (encoded εικόνες) έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία 8 clusters τα οποία οπτικοποιούνται παρακάτω. Κάποιος βασικός διαχωρισμός φαίνεται να έχει γίνει, όπως για παράδειγμα το cluster 2 που περιλαμβάνει τα ankle boots, το cluster 3 που περιλαμβάνει sneakers και το cluster 6 που περιέχει purses:



Εικόνα 2. Αποτελέσματα Mini-Batch K-Means clustering (encoded images)

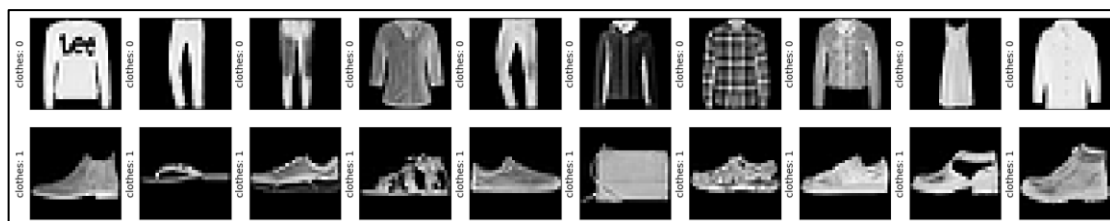
Το clustering με την τεχνική Mini-Batch K-Means για τις κανονικοποιημένες τιμές των pixel των εικόνων έχει και πάλι ως αποτέλεσμα τη δημιουργία 8 clusters:



Εικόνα 3. Αποτελέσματα Mini-Batch K-Means clustering (normalized images)

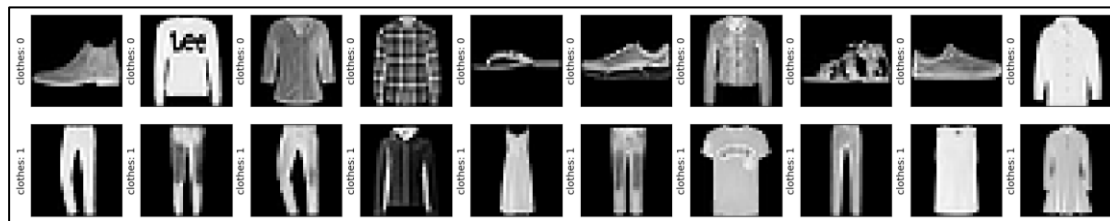
Hierarchical clustering

Το αποτέλεσμα του Hierarchical clustering για τις encoded εικόνες είναι 2 clusters τα οποία φαίνεται να είναι διαχωρισμένα σε «ρούχα» και «υποδήματα»:



Εικόνα 4. Αποτελέσματα Hierarchical clustering (encoded images)

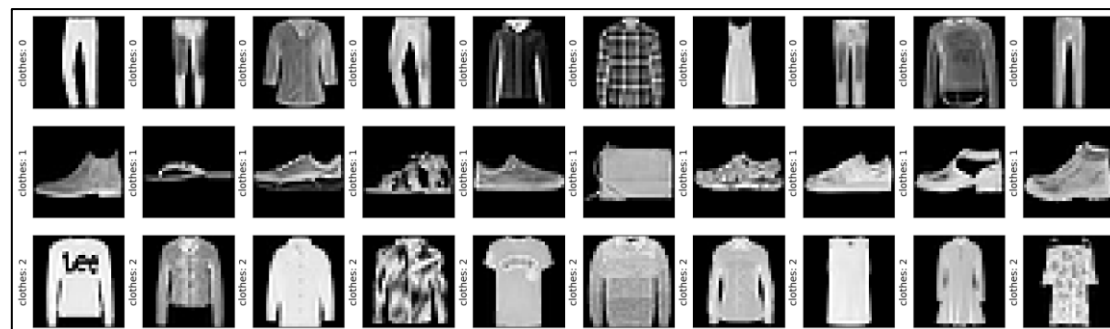
Αντίστοιχη εικόνα παρουσιάζει και το Hierarchical clustering για τις normalized εικόνες όσον αφορά τον αριθμό των clusters, ωστόσο τα περιεχόμενα κάθε cluster είναι πιο αναμειγμένα:



Εικόνα 5. Αποτελέσματα Hierarchical clustering (normalized images)

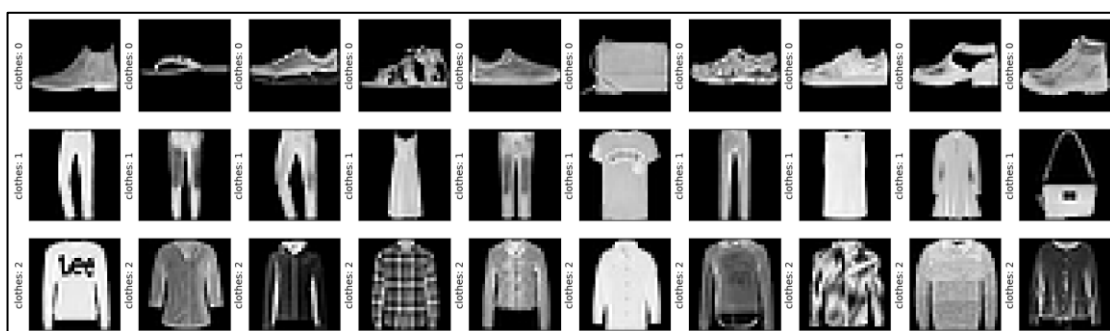
Birch clustering

Η τελευταία μέθοδος clustering που χρησιμοποιήθηκε είναι το Birch clustering. Όταν έτρεξε για τις encoded εικόνες, το αποτέλεσμα ήταν η δημιουργία 3 clusters. Το cluster 1 φαίνεται να περιέχει στην πλειοψηφία του υποδήματα, ενώ τα άλλα δύο cluster έχουν «μείγμα» διαφόρων ρούχων:



Εικόνα 6. Αποτελέσματα Birch clustering (encoded images)

Παρόμοια αποτελέσματα και για το clustering για τις normalized εικόνες όπου δημιουργούνται 3 clusters εκ των οποίων το ένα περιέχει τα υποδήματα:



Εικόνα 7. Αποτελέσματα Birch clustering (normalized images)

Αποτελέσματα μετρικών

Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα των διαφόρων μετρικών για τις 3 τεχνικές clustering:

Clustering method	Px. Val.	Silhouette Coefficient	Calinski-Harabasz Index	Davies-Bouldin Index	V-measure
Mini-Batch K-Means	Encoded	-0.02	2081.59	13.78	1.0
Mini-Batch K-Means	Normalized	-0.11	1431.39	7.50	1.0
Hierarchical clustering	Encoded	0.35	7302.85	0.85	1.0
Hierarchical clustering	Normalized	0.31	5854.10	1.01	1.0
Birch clustering	Encoded	0.10	3707.04	6.56	1.0
Birch clustering	Normalized	0.16	5361.29	1.48	1.0

Όπως μπορεί να δει κάποιος από τα παραπάνω αποτελέσματα αλλά και πιο αναλυτικά από το excel που συνοδεύει το παρόν report, με βάση και τον ορισμό των μετρικών η κατάταξη των τεχνικών clustering είναι η εξής:

1. Hierarchical clustering για encoded εικόνες
2. Hierarchical clustering για normalized εικόνες
3. Birch clustering για normalized εικόνες
4. Birch clustering για encoded εικόνες
5. Mini-Batch K-means clustering για encoded εικόνες
6. Mini-Batch K-means clustering για normalized εικόνες