|  |
| --- |
| Photo displaying partial image of two pie charts on a canvas-textured page |
| Συστήματα Πολυμέσων  [Εμβόλιμη εξεταστική - 2024] |
| |  |  |  | | --- | --- | --- | | ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΧΡΙΣΤΟΠΟΥΛΟΣ | ΕΞΑΜΗΝΟ 9ο | Π20206 | |

**ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ**

[preparation………………………………………………………………………………………………………………….2](#prepetation)

[ΘΕΜΑ i………………………………………………………………………………………………………………………..2](#i)

[ΘΕΜΑ ii……………………………………………………………………………………………………………………….4](#ii)

[ΘΕΜΑ iii………………………………………………………………………………………………………………………5](#iii)

[ΘΕΜΑ iv………………………………………………………………………………………………………………………6](#iv)

[Για το auxiliary……………………………………………………………………………………………………………](#giatoauxiliary)..6

[**MyGithub**](https://github.com/Georgechrp/MultimediaSystemsProject)**Repository**

**Preparation:**

* Εγκατάσταση **PyCharm**.
* Θα χρησιμοποιήσω τις βιβλιοθήκες
* **numPy**,
* **opencv-python**(για ανάγνωση/αποθήκευση αρχείων - απαιτείται εγκατάσταση) και
* **zlib:** για συμπίεση χωρίς απώλειες και αποσυμπίεση δεδομένων(για συμπίεση τόσο του I-Frame όσο και του Error Frame) .
* **Os**, για δημιουργεία φακέλων στο σύστημα
* Χρησιμοποιούμε ένα βίντεο με κατάληξη **.avi** με διάρκεια **10 seconds.**

Σημείωση: Στο αρχείο **coder.py** έχει υλοποιηθεί το ερώτημα **(i), (ii)** & **(iv).** Στην τεκμηρίωση του **coder.py** δεν εξηγούνται σημεία που έχουν να κάνουν με το **menu** ή με τον τρόπο **δημιουργίας αρχείων** που προστέθηκαν για καλύτερη χρήση και κατανόηση.

**i)**

* Σε πρώτη φάση, στο αρχείο **coder.py** στον ίδιο φάκελο βάζουμε και το **video** μας.
* ανοίγουμε το βίντεο και αποθηκεύουμε όλα τα καρέ στον πίνακα frames:

A computer screen shot of a program

Description automatically generated

Εάν εκτυπώσουμε την μεταβλητή **frame\_count** θα έχουμε **output**: Σύνολο καρέ: 300 (Η διάρκεια του video είναι 10 seconds 🡪 30 frames per second)

Εάν εκτυπώσουμε τον πίνακα **frames** μπορούμε να δούμε πληροφορίες όπως διαστάσεις και ένταση φωτεινότητας.

* Σε δεύτερη φάση, θα υπολογίσουμε την **εικόνα σφάλματος** για κάθε **P-Frame** ως εξής: εικόνα σφάλματος = P-frame – προηγούμενο frame.Ο τύπος αυτο ισχύει επειδη η εκφώνηση αναφέρει οτι δεν πρέπει να χρησιμοποιηθεί **αντιστάθμιση κίνησης**.
* Να αναφέρουμε εν τάχει πώς τα **I–frames** κωδικοποιούνται ανεξάρτητα, ως πλήρεις εικόνες, ενώ τα **P-frames** κωδικοποιούνται με βάση την πρόβλεψη από προηγούμενα frames. Αποθηκεύονται μόνο οι διαφορές σε σχέση με το προηγούμενο frame.
* Το **GOP** είναι **12**, αφού η εκφώνηση λέει *υποθέστε ότι ανά 12 πλαίσια το πρώτο είναι πάντα τύπου I και τα υπόλοιπα τύπου P.*
* Η **μετατροπή σε byte array** με την χρήση της .**tobytes**() μετατρέπει το καρέ από **numpy array** σε μια **ακολουθία** **byte**. Αυτό είναι απαραίτητο για τη συμπίεση.
* Για να αποφευχθεί **υπερχείλιση τιμών** κατά την **αφαίρεση**, τα δεδομένα των καρέ μετατρέπονται προσωρινά σε ακέραιους (**astype**(**int**)).

A computer screen shot of a black screen

Description automatically generated

* Στο αρχείο **auxiliary** μπορούμε να δούμε όλα **error frames** (από τα **P-frames** εννοείται).
* Σε τρίτη φάση, θα φτιάξουμε και την λειτουργία της **αποκωδικοποίησης**.
* Τα **I-frames** αποθηκεύονται όπως είναι, ενώ τα **P-frames** ανακατασκευάζονται από το προηγούμενο αποκωδικοποιημένο καρέ και την αντίστοιχη **εικόνα σφάλματος**.
* Η κωδικοποιημένη μορφή του καρέ (στη λίστα **encoded\_frames**) αποσυμπιέζεται με τη μέθοδο **zlib.decompress**().Η μέθοδος αυτή επαναφέρει τα συμπιεσμένα byte στην αρχική τους μορφή.
* Τα **αποσυμπιεσμένα** δεδομένα είναι σε μορφή ακολουθίας **byte**, οπότε χρειάζεται να μετατραπούν ξανά σε πίνακα εικόνας (numpy array).Αυτό γίνεται με τη χρήση της np.**frombuffer**(), όπου καθορίζουμε τον τύπο δεδομένων (dtype=np.uint8) και το σχήμα (**reshape(frames[0].shape**)).
* Όπως πριν, τα αποσυμπιεσμένα δεδομένα μετατρέπονται σε πίνακα (**numpy array**) με τη **np.frombuffer**(). Εδώ ο τύπος δεδομένων είναι **np.int16**, καθώς το **Error Frame** περιέχει θετικές και αρνητικές διαφορές.

A computer screen shot of a black screen

Description automatically generated

* Αναλυτικά παραδείγματα εκτέλεσης στο **auxiliary2024.zip**

**ii)** Υλοποιήσαμε την **τεχνική εξαντλητικής αντιστάθμισης κίνησης** για τη βελτίωση της συμπίεσης βίντεο. Η προσέγγιση αυτή βασίζεται στον διαχωρισμό των καρέ σε **macroblocks** και τη χρήση **διανυσμάτων κίνησης** για την πρόβλεψη των **P-frames**.

Διαδικασία:

* + Κάθε καρέ διαχωρίστηκε σε **macroblocks** μεγέθους 16x16 pixels. Ο διαχωρισμός αυτός επιτρέπει την επεξεργασία μικρότερων περιοχών του καρέ.A computer screen shot of a code

    Description automatically generated
  + Για κάθε **macroblock** του τρέχοντος καρέ (P-frame), ορίστηκε μια περιοχή αναζήτησης στο προηγούμενο καρέ (I-frame ή P-frame) με **ακτίνα 8 pixels** γύρω από τη θέση του macroblock.

A black background with white text

Description automatically generated

* + Για κάθε macroblock, εξετάσαμε όλα τα υποψήφια macroblocks εντός της περιοχής αναζήτησης.
  + Χρησιμοποιήσαμε ως μέτρο σύγκρισης τη **Μέση Απόλυτη Διαφορά** (MAD), η οποία υπολογίζεται ως το άθροισμα των απόλυτων διαφορών των pixel μεταξύ των δυο macroblocks.
  + Το macroblock με την ελάχιστη **MAD** επιλέγεται ως το "καλύτερο ταίριασμα". Αν δεν βρεθεί καλό ταίριασμα, χρησιμοποιείται μηδενικό διάνυσμα κίνησης.

A computer screen shot of a black screen

Description automatically generated

* + Η εικόνα σφάλματος (Error Frame) προκύπτει από τη διαφορά μεταξύ του τρέχοντος macroblock και του αντίστοιχου ταιριάσματος: 
  + Τα **Error** Frames αποθηκεύονται για κάθε P-frame. Τα διανύσματα κίνησης και τα Error Frames συμπιέστηκαν χρησιμοποιώντας τη βιβλιοθήκη **zlib** και αποθηκεύτηκαν σε ξεχωριστό φάκελο (encoded\_frames\_motion).

A computer screen shot of a program code

Description automatically generated

Παρατηρήσεις:

* Τα διανύσματα κίνησης καταγράφουν τη μετατόπιση κάθε macroblock σε σχέση με το προηγούμενο καρέ, διευκολύνοντας την ανακατασκευή των P-frames.
* Η διαδικασία εξαντλητικής αναζήτησης είναι ακριβής αλλά υπολογιστικά απαιτητική, καθώς εξετάζονται όλες οι πιθανές μετατοπίσεις.
* Τα Error Frames περιέχουν μόνο τις διαφορές, μειώνοντας σημαντικά το μέγεθος των δεδομένων.
* Η εξαντλητική αντιστάθμιση κίνησης προσφέρει καλύτερη συμπίεση σε σχέση με την απλή πρόβλεψη χωρίς αντιστάθμιση.
* Τα δεδομένα που προκύπτουν (διανύσματα κίνησης και Error Frames) παρέχουν τα απαραίτητα στοιχεία για την ακριβή αποκωδικοποίηση.
* Αναλυτικά παραδείγματα εκτέλεσης(Error Frames & διανύσματα κίνησης) στο **auxiliary2024.zip**

**iii)** Δεν έχει υλοποιηθεί το παρόν ερώτημα.

**iv)**

* Για τον υπολογισμό του **βαθμού συμπίεσης** για την περίπτωση **(i) :**
* Υπολογίζεται διαιρώντας το συνολικό μέγεθος των αρχικών δεδομένων (τα καρέ χωρίς συμπίεση) με το συνολικό μέγεθος των συμπιεσμένων δεδομένων.A computer screen shot of a program code

  Description automatically generated
* **Output**:   
  Βαθμός Συμπίεσης:

Μέγεθος αρχικών δεδομένων: 1779.79 MB

Μέγεθος συμπιεσμένων δεδομένων: 296.92 MB

Τελικός βαθμός συμπίεσης: 5.99

* Επομένως τα συμπιεσμένα δεδομένα είναι σχεδόν **6 φορές μικρότερα** από τα αρχικά. Με τη συμπίεση, εξοικονομήθηκε σημαντικός χώρος αποθήκευσης, καθώς το μέγεθος μειώθηκε από **1779.79 MB** σε μόλις **296.92 MB**.
* Για τον υπολογισμό του **βαθμού συμπίεσης** για την περίπτωση **(ii)** [δεν έχει υλοποιηθεί](#iii).

**Για το auxiliary2024.zip[**Η μέθοδος **imwrite()** ανήκει στην κατηγορία αποθήκευσης αρχείων, αποθηκεύει frame σε μορφή αρχείου (π.χ., PNG, JPG)**]:**

* **Ερώτημα i**

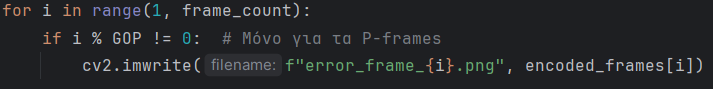
File : “ encoded\_frames” [Τα κωδικοποιημένα frames]

File : “ decoded\_frames” [Τα αποκωδικοποιημένα frames]

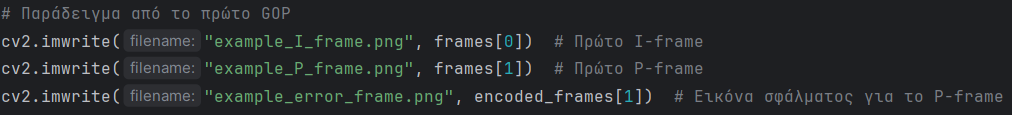
File : “ 300 original frames” [Ολα τα frames(θα χρησιμοποιηθούν στο ii ερώτημα)]



File : “ Error Frames(Only P-frames)” [Όλες οι **εικόνες σφάλματος**]



File : “Example - first GOP”[ Ένα παράδειγμα **I-frame** και το αντίστοιχο **P-frame**, καθώς και την εικόνα σφάλματος του **P-frame**]



* **Ερώτημα ii**

File : “ encoded\_folder\_with\_motion” [Τα συμπιεσμένα καρέ από την εξαντλητική αντιστάθμιση κίνησης]

