

Πρότυπο JPEG

Πολιτάκης Μιχάλης
Δώρα Φώτα

Εισαγωγή

- Κατά την πρόσφατη μετάβαση από τη συμβατική στην ψηφιακή φωτογραφία, οι περισσότεροι άνθρωποι χρησιμοποιούν τον όρο JPEG παντού ως αναφορά σε ψηφιακές εικόνες. Είναι σύνηθες να ακούμε κάποιον να αναφέρεται σε μια ψηφιακή εικόνα ως αρχείο JPEG. Γενικά, οι περισσότερες ψηφιακές φωτογραφικές μηχανές στην αγορά σήμερα είναι σε θέση να αποθηκεύουν φωτογραφίες σε αυτήν τη μορφή αρχείου.

Εισαγωγή

- Όσο κοινά και αν είναι αυτά τα αρχεία στη ζωή όλων, πολύ λίγοι χρήστες γνωρίζουν πραγματικά τι συμβαίνει μέσα σε ένα αρχείο JPEG. Η εσωτερική λειτουργία αυτής της μορφής αρχείου που χρησιμοποιούμε τόσο συχνά, αναδεικνύοντας τα πολλά πλεονεκτήματά της και τα πολλά ελαττώματα. Όπως κάθε εργαλείο που μας είναι διαθέσιμο , υπάρχουν σωστοί τρόποι χρήσης της μορφής αρχείου JPEG και υπάρχουν φορές που είναι κακή επιλογή.

Γενικά για την επεξεργασία

- Η μορφή Joint Photographic Experts Group (JPEG) για αποθήκευση εικόνας αντιπροσωπεύει μια σειρά τεχνικών που αποσκοπούν στη μείωση του πλεονασμού που υπάρχει στα περισσότερα δεδομένα εικόνας. Ο πλεονασμός ορίζεται ως "η χρήση λέξεων ή δεδομένων που θα μπορούσαν να παραλειφθούν χωρίς απώλεια νοήματος ή λειτουργίας. Επανάληψη ή υπερβολή πληροφοριών". Οι ψηφιακές εικόνες δείχνουν πλεονασμό στα δεδομένα με διάφορους τρόπους.

Γενικά για την επεξεργασία

- Η τιμή φωτεινότητας ή ο ψηφιακός αριθμός δύο γειτονικών εικονοστοιχείων είναι συχνά παρόμοιες, αν όχι οι ίδιες, σε μέγεθος. Σε αυτή την περίπτωση, η τιμή μέτρησης φωτεινότητας του επόμενου εικονοστοιχείου σε μια σειρά στοιχείων εικόνας ήταν η ίδια με την τιμή του προηγούμενου εικονοστοιχείου.

Γενικά για την επεξεργασία

- Εάν όντως συμβαίνει αυτό, τότε μπορούμε να πούμε ότι δεν χρειάζεται να χρησιμοποιήσουμε όλα τα δεδομένα σε μια εικόνα για να αναπαραστήσουμε τις πληροφορίες στη φωτογραφία. Αυτός ο συγκεκριμένος τύπος πλεονασμού είναι γνωστός ως πλεονασμός μεταξύ εικονοστοιχείων.

Γενικά για την επεξεργασία

- Ο τρόπος με τον οποίο αναπαριστούμε τις φωτογραφίες ως ψηφιακές εικόνες είναι χρησιμοποιώντας αριθμούς μεταξύ 0 (μαύρο) και 255 (λευκό). Αυτές είναι οι τιμές που μπορούν να αποθηκευτούν σε ένα μόνο byte μνήμης. Έτσι, από το σχεδιασμό, χρησιμοποιούμε δεδομένα 8 bits (8 bits = 1 byte) για να αναπαραστήσουμε τη φωτεινότητα κάθε pixel σε μια εικόνα.

Επεξεργασία JPEG

- Το ανθρώπινο οπτικό σύστημα, όσο αξιόλογο κι αν είναι, είναι εύκολο να ξεγελαστεί. Εάν μειώσετε τον αριθμό των ψηφιακών τιμών μέτρησης που χρησιμοποιούνται για την αναπαράσταση της κλίμακας από μαύρο σε άσπρο σε μια ψηφιακή εικόνα, το ανθρώπινο οπτικό σύστημα αργεί να αντιληφθεί τις διαφορές.

Επεξεργασία JPEG

- Εάν ο αριθμός των ψηφιακών μετρήσεων μειωθεί από 256 σε 64 χρησιμοποιώντας απλό κβαντισμό σε γκρι επίπεδο, πολύ λίγοι παρατηρητές θα παρατηρήσουν τη διαφορά . Αυτό προφανώς θα εξαρτηθεί από το περιεχόμενο της εικόνας. Ωστόσο, οι αδυναμίες του ανθρώπινου οπτικού συστήματος μπορούν να αξιοποιηθούν για να μειώσουν τον τρίτο τύπο πλεονασμού δεδομένων σε εικόνες γνωστές ως ψυχο-οπτικοί πλεονασμοί.

Επεξεργασία JPEG

- Το ανθρώπινο οπτικό σύστημα βασίζεται περισσότερο στο χωρικό περιεχόμενο και οξύτητα παρά στο χρώμα για ερμηνεία. Για το λόγο αυτό, μια έγχρωμη φωτογραφία, που αντιπροσωπεύεται από μια κόκκινη, πράσινη και μπλε εικόνα, μετατρέπεται σε διαφορετικό χρωματικό χώρο που επιχειρεί να απομονώσει αυτά τα δύο συστατικά του περιεχομένου της εικόνας. συγκεκριμένα ο χώρος χρώματος YCC ή φωτεινότητας/χρωματισμού-κόκκινου/χρωματισμού-μπλε.

Μετατροπή χρωματικού χώρου

- Αυτός ο μετασχηματισμός χρωματικού χώρου πραγματοποιείται από εικονοστοιχείο σε εικονοστοιχείο με τις ψηφιακές μετρήσεις να μετατρέπονται σύμφωνα με τους ακόλουθους κανόνες : όπου οι όροι R, G και B αντιπροσωπεύουν τον ψηφιακό αριθμό κόκκινου, πράσινου και μπλε για ένα συγκεκριμένο pixel και το Bit Depth είναι ο αριθμός των bit που χρησιμοποιούνται για την αποθήκευση της τιμής φωτεινότητας κάθε pixel.

Μετατροπή χρωματικού χώρου

- Η εικόνα φέρει την πλειονότητα των χωρικών πληροφοριών της αρχικής εικόνας και είναι πράγματι απλώς ένας σταθμισμένος μέσος όρος των αρχικών τιμών ψηφιακής καταμέτρησης κόκκινου, πράσινου και μπλε για κάθε εικονοστοιχείο.

Μετατροπή χρωματικού χώρου

- Η διαδικασία JPEG χρησιμοποιεί μεμονωμένες εικόνες χρωματισμού πριν προχωρήσει στο μισό αριθμό μεμονωμένων σειρών και στηλών. Δεδομένου ότι υπάρχει μικρή χωρική λεπτομέρεια σε αυτά τα κανάλια, η υπό δειγματοληψία δεν απορρίπτει πολύ σημαντικά δεδομένα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να μένει το ένα τέταρτο του αριθμού των εικονοστοιχείων στις αρχικές αναπαραστάσεις.

Διαχωρισμός σε κομμάτια

- Καθώς οι δύο πρώτες φάσεις της διαδικασίας JPEG προσπαθούν να επωφεληθούν από τις αδυναμίες του ανθρώπινου οπτικού συστήματος και να μειώσουν τον ψυχο-οπτικό πλεονασμό, η επόμενη φάση επιχειρεί να εκμεταλλευτεί τον πλεονασμό μεταξύ των εικονοστοιχείων που υπάρχει στα περισσότερα δεδομένα εικόνας.

Διαχωρισμός σε κομμάτια

- Εάν μια εικόνα χωριστεί σε μικρές υποενότητες ή μπλοκ, η πιθανότητα τα εικονοστοιχεία σε αυτά τα μπλοκ να έχουν παρόμοια επίπεδα ψηφιακού αριθμού είναι υψηλή για την πλειοψηφία των μπλοκ σε όλη την εικόνα. Τα μπλοκ που περιλαμβάνουν χαρακτηριστικά εικόνας υψηλής αντίθεσης, όπως οι άκρες, προφανώς δεν θα εμφανίσουν αυτήν τη συμπεριφορά.

Διακριτός μετασχηματισμός συνημίτονου

- Ο μετασχηματισμός πεδίου συχνότητας που επιλέγεται από τα μέλη του JPEG είναι ο διακριτός μετασχηματισμός συνημίτονου (DCT). Αυτό επιλέχθηκε έναντι του πιο παραδοσιακού μετασχηματισμού Fourier αφού παράγει συντελεστές μετασχηματισμού πραγματικής αξίας και όχι φανταστικής αξίας που αποθηκεύονται πιο εύκολα με συμπαγή τρόπο στη μνήμη.

Διακριτός μετασχηματισμός συνημίτονου

- Το DCT εκτελείται σε δισδιάστατα σύνολα δεδομένων ως μια σειρά διαδοχικών μονοδιάστατων μετασχηματισμών στις σειρές και στη συνέχεια τις στήλες του δισδιάστατου πίνακα. Για κάθε μπλοκ εικονοστοιχείων 8×8 στις αρχικές εικόνες φωτεινότητας και χρωματισμού, υπολογίζεται το DCT. Για την πλειοψηφία των μπλοκ στην εικόνα, μόνο ένας μικρός αριθμός των 64 εικονοστοιχείων στο μπλοκ 8×8 θα έχει συντελεστές DCT που είναι σημαντικοί σε μέγεθος.

Διακριτός μετασχηματισμός συνημίτονου

- Οι συντελεστές DCT υπολογίζονται για κάθε μπλοκ εικονοστοιχείων 8×8 στην εικόνα. Σε αυτό το σημείο, ολόκληρη η διαδικασία JPEG είναι εντελώς αναστρέψιμη, εκτός από τις απώλειες που οφείλονται στην υπο δειγματοληψία των δύο καναλιών χρωμοχρηματοδότησης.

Κβαντοποίηση

- Το επόμενο βήμα επεξεργασίας στην αλυσίδα υπολογισμών που συνθέτουν τη συμπίεση εικόνας JPEG είναι η κβαντοποίηση των συντελεστών DCT σε καθένα από τα μπλοκ 8x8. Σε αυτό το βήμα η διαδικασία είναι σε θέση να επιτύχει τη μεγαλύτερη συμπίεση. Ωστόσο, είναι εις βάρος της ποιότητας της εικόνας. Η όλη διαδικασία γίνεται αυτό που αναφέρεται στην κοινότητα συμπίεσης εικόνας ως "απώλεια". Η διαδικασία είναι ακόμα αναστρέψιμη, ωστόσο, δεν μπορεί πλέον να αναπαράγει ακριβώς τα αρχικά δεδομένα εικόνας.

Κβαντοποίηση

- Οι συντελεστές DCT γίνονται μικρότεροι σε μέγεθος καθώς κάποιος απομακρύνεται από το στοιχείο της χαμηλότερης συχνότητας (βρίσκεται πάντα στην επάνω αριστερή γωνία του μπλοκ 8x8). Η ποσοτικοποίηση των συντελεστών DCT κλιμακώνει κάθε έναν από τους συντελεστές DCT με έναν καθορισμένο και μοναδικό παράγοντα, του οποίου η ισχύς βασίζεται στον συντελεστή ποιότητας που καθορίζεται από τον χρήστη.

Κβαντοποίηση

- Τρεις παράγοντες κλιμάκωσης χρησιμοποιούνται για να διαιρέσουν, σε συντελεστή ανά συντελεστή, τους συντελεστές DCT σε κάθε μπλοκ 8×8 , το κανάλι φωτεινότητας και για τα δύο κανάλια χρωματοχρημείας τους παράγοντες κβαντισμού. Κάθε στοιχείο των κλιμακούμενων τιμών συντελεστή στρογγυλοποιείται και μετατρέπεται σε ακέραιη τιμή.

Συμπύεση

- Μόλις οι συντελεστές DCT κλιμακωθούν, ποσοτικοποιηθούν και μετατραπούν σε ακέραιες τιμές, τα δεδομένα είναι έτοιμα για κωδικοποίηση και αποθήκευση. Σε αυτό το στάδιο, έχουμε ρυθμίσει τους συντελεστές DCT με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι έτοιμοι για κωδικοποίηση μείωσης πλεονασμού.

Συμπίεση

- Το τελευταίο βήμα στη διαδικασία JPEG είναι η χρήση της κωδικοποίησης Huffman για την αναπαράσταση των συντελεστών DCT με όσο το δυνατόν πιο αποτελεσματικό τρόπο.