



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS

ΑΝΟΙΚΤΑ ακαδημαϊκά
μαθήματα ΠΠ

Ψηφιακή Επεξεργασία και Ανάλυση Εικόνας

Ενότητα 1^η: Εισαγωγή

Καθ. Κωνσταντίνος Μπερμπερίδης
Πολυτεχνική Σχολή
Μηχανικών Η/Υ & Πληροφορικής

Σκοποί ενότητας

- Βασικά στοιχεία της ψηφιακής επεξεργασίας και ανάλυσης εικόνας
- Πληροφορίες μαθήματος



Περιεχόμενα ενότητας

- Η έννοια της εικόνας
- Ψηφιακή επεξεργασία εικόνας
- Ψηφιακή ανάλυση εικόνας
- Σχετικές επιστημονικές περιοχές
- Περιοχές ψηφιακής επεξεργασίας & ανάλυσης εικόνας
- Διαδικαστικά θέματα μαθήματος



Τι είναι εικόνα;



- Οτιδήποτε μπορούμε να δούμε ή να απεικονίσουμε
 - Π.χ. Μια εικόνα τοπίου αλλά και η απεικόνιση της απορρόφησης ακτινοβολίας στις ακτινογραφίες, η απεικόνιση των ταλαντώσεων των ατόμων Η σε MRI κ.λπ.
- Ένα δισδιάστατο σήμα



Μια εικόνα αξίζει όσο χίλιες λέξεις*

Σε κάθε περίπτωση, είναι προφανές ότι οι εικόνες έχουν σημαντική θέση στη ζωή του ανθρώπου, γιατί με αυτές:

- Σε ατομικό επίπεδο
 - Κίνηση, σκέψη, απόφαση, δράση, διασκέδαση κ.λπ.
- Σε κοινωνικό επίπεδο
 - Ενημέρωση, επικοινωνία, κ.λπ.
- Σε επαγγελματικό επίπεδο
 - Εξαγωγή συμπερασμάτων, κ.λπ.

* Το εν λόγω ρητό (κινέζικο ;) ισχύει ούτως ή άλλως («ποιητική αδεία»). Σίγουρα όμως ισχύει και από τη σκοπιά της Θεωρίας Πληροφορίας.



Απαιτείται εξειδικευμένος κλάδος στην πληροφορική γιατί ...

- Ο όγκος οπτικών δεδομένων είναι τεράστιος, άρα:
 - Αποδοτική αποθήκευση ή/και μετάδοση
 - Αποδοτικοί αλγόριθμοι επεξεργασίας και ανάλυσης
- Η εξαγωγή συμπερασμάτων σε εφαρμογές απαιτεί:
 - Ταχύτητα
 - Αξιοπιστία

Ιδιαιτερότητα:

Οι λύσεις που δίνονται έχουν συχνά εξειδικευμένο χαρακτήρα (ad hoc)



Δυναμική ανάπτυξη της ΨΕΑΕ τα τελευταία χρόνια

Συντελεστές της ανάπτυξης:

- Ανάπτυξη αποδοτικών τεχνικών επεξεργασίας και ανάλυσης
- Διαθεσιμότητα φθηνού και ισχυρού υπολογιστικού εξοπλισμού
- Σημαντική πρόοδος στις τεχνολογίες των συστημάτων καταγραφής των εικόνων και απεικόνισης φαινομένων
- Συνεχής ανάδειξη νέων εφαρμογών



Ψηφιακή επεξεργασία εικόνων

- Ένα σύστημα επεξεργασίας εικόνων ...
 - Καταγράφει εικόνες (μία προς μία ή/και ακολουθία)
 - Επεξεργάζεται εικόνες με ψηφιακό τρόπο
 - Εξάγει νέες εικόνες
- Παραδείγματα επεξεργασιών εικόνων
 - Βελτίωση ποιότητας
 - Φιλτράρισμα θορύβων
 - Αποκατάσταση υποβαθμισμένων εικόνων
 - Συμπίεση
 - Ανακατασκευή από προβολές
 - Υδατογράφιση



Ψηφιακή ανάλυση εικόνων

- Ένα σύστημα ανάλυσης εικόνων
 - Λαμβάνει εικόνες
 - Περιγράφει και αναγνωρίζει το περιεχόμενο τους
 - Εξάγει περιγραφές
- Προσπαθεί να μιμηθεί την ανθρώπινη όραση
(φιλόδοξο !!!)
- Χρησιμοποιείται κυρίως σε εξειδικευμένες εφαρμογές
(βιομηχανία, ιατρική, γεωλογία, κίνηση οχήματος κ.λπ.) αλλά ήδη τη συναντάμε και σε πολλές εφαρμογές της καθημερινής ζωής (face detection, OCR, navigation, ...)



Σχετικές Επιστημονικές περιοχές (1/2)

- Ψηφιακή επεξεργασία σήματος
 - Η εικόνα είναι δισδιάστατο σήμα
 - Θεωρία και τεχνικές επεξεργασίας
- Αναγνώριση προτύπων
 - Κατηγοριοποίηση αντικειμένων που απεικονίζονται σε εικόνες / Λήψη αποφάσεων
- Γραφική
 - Ψηφιακή σύνθεση εικόνας από συμβολική περιγραφή



Σχετικές Επιστημονικές περιοχές (2/2)

- Τεχνητή νοημοσύνη και μηχανική μάθηση
 - Ερμηνεία εικόνας από μηχανή (τεχνικές μηχανικής μάθησης για ανάλυση εικόνας)
- Επικοινωνίες, Διαδίκτυο
 - Αποδοτική μετάδοση/μεταφορά πολυμεσικών δεδομένων
 - Προστασία δικαιωμάτων (watermarking)
- Βάσεις δεδομένων
 - Αποθήκευση (επεξεργασία εικόνας)
 - Ανάκτηση (ανάλυση εικόνας)



Σχέση εικόνας - περιγραφής

Είσοδος Έξοδος	Εικόνα	Περιγραφή
Εικόνα	Επεξεργασία Εικόνας	Γραφική
Περιγραφή	Ανάλυση Εικόνας	Μετατροπές



Περιοχές ψηφιακής επεξεργασίας και ανάλυσης εικόνας (1/6)

- 2-D σήματα και συστήματα
 - Βασικές έννοιες
 - Ιδιότητες 2-D συστημάτων
 - Μετασχηματισμοί (DFT, DCT, Hadamard κ.λπ.)
 - Φυσική σημασία του πεδίου συχνοτήτων
- Δειγματοληψία και Ψηφιοποίηση
 - Θεωρία και μέθοδοι δειγματοληψίας και κβαντισμού
 - Ιδιαιτερότητες



Περιοχές ψηφιακής επεξεργασίας και ανάλυσης εικόνας (2/6)

- Καταγραφή εικόνας
 - Προβλήματα στη διαδικασία πρόσληψης-καταγραφής
 - Παραμορφώσεις
 - Θάμπωμα
 - Θόρυβος καταγραφής
 - Γεωμετρικές παραμορφώσεις
 - Το σύστημα της Ανθρώπινης Όρασης
- Αναπαράσταση και μοντελοποίηση
 - Ορθογώνια επέκταση σε εικόνες βάσης
 - Στοχαστικά / Γεωμετρικά Μοντέλα



Περιοχές ψηφιακής επεξεργασίας και ανάλυσης εικόνας (3/6)

- Βελτίωση εικόνας
 - Π.χ. βελτίωση αντίθεσης / ψευδοχρωματισμός κλπ
 - Στάδιο που προηγείται των επεξεργασιών υψηλού επιπέδου
 - Ο τελικός αποδέκτης μπορεί να είναι ο άνθρωπος ή η μηχανή
 - Γενικά ο στόχος είναι υποκειμενικός
- Αποκατάσταση εικόνας
 - Εικόνα F , σύστημα H , λήψη εικόνας $F*H$, στόχος η F
 - Π.χ. αντιμετώπιση θολώματος / μείωση θορύβου / αναίρεση της υποβάθμισης λόγω κίνησης κλπ.
 - Ο στόχος είναι αντικειμενικός.



Περιοχές ψηφιακής επεξεργασίας και ανάλυσης εικόνας (4/6)

- Συμπύεση
 - Ο όγκος των 2-D ή 3-D δεδομένων είναι τεράστιος
 - Χωρίς απώλειες μετά την αποσυμπύεση (π.χ. ιατρικές εφαρμογές, έργα τέχνης, ιστορικά ντοκουμέντα)
 - Με απώλειες (π.χ. στις πολυμεσικές εφαρμογές)
- Ανακατασκευή από προβολές
 - Απεικόνιση φυσικών ιδιοτήτων του εσωτερικού στερεών σωμάτων (π.χ. στην αξονική τομογραφία, MRI)
 - Εφαρμογές σε: Ιατρική, Βιομηχανία, Γεωλογία κλπ.



Περιοχές ψηφιακής επεξεργασίας και ανάλυσης εικόνας (5/6)

- Γεωμετρική περιγραφή 3-D σωμάτων
 - Είσοδος: Εικόνες του στερεού αντικειμένου από διαφορετικές οπτικές γωνίες
 - Έξοδος: Γεωμετρική περιγραφή
- Στερεοσκοπική όραση
 - Ανάκτηση βάθους, εκτίμηση κινηματικών παραμέτρων, επισκόπηση επιφανειών, πλοήγηση κ.λ.π.
- Επεξεργασία έγχρωμων εικόνων
 - Ιδιαιτερότητες
 - Θεωρία Χρώματος / Πολυφασματικές Εικόνες



Περιοχές ψηφιακής επεξεργασίας και ανάλυσης εικόνας (6/6)

- Από την Επεξεργασία στην Ανάλυση
 - Αναγνώριση Περιγραμμάτων
 - Κατάτμηση / Οριοθέτηση Περιοχών
 - Ανάλυση Υφής
 - Περιγραφή Σχήματος / Αντικειμένου
- Επεξεργασία και Ανάλυση Ακολουθίας Εικόνων
 - Συμπύεση (ιδιαιτερότητες)
 - Αναγνώριση Κινουμένων Αντικειμένων
 - Ανάλυση Κίνησης
- Άλλες περιοχές: Π.χ. Υδατογράφηση, Στεγανογραφία, Ανάκτηση Πληροφορίας από Βάσεις Εικόνων κλπ.



Θέματα που θα δούμε (1/2)

- Εισαγωγικές έννοιες
- Δισδιάστατα Σήματα και Συστήματα
- Ψηφιακή Καταγραφή Εικόνας
- Βελτίωση Εικόνας
- Αποκατάσταση Εικόνας
- Συμπίεση Εικόνας



Θέματα που θα δούμε (2/2)

- Ανίχνευση Ακμών
- Κατάτμηση Εικόνας
- Περιγραφή Σχήματος
- Ανάλυση Εικόνας
- Θεωρία Χρώματος – Έγχρωμες & Πολυφασματικές Εικόνες



Διαδικαστικά ζητήματα (1/2)

Συγγράμματα:

- «Ψηφιακή Επεξεργασία Εικόνας», Ιωάννης Πήτας, Θεσσαλονίκη 2010.
- «Ψηφιακή Επεξεργασία και Ανάλυση Εικόνας», Ν. Παπαμάρκος, Εκδότης: Γκιούρδας, 2005.
- Άλλα βοηθήματα: Διαφάνειες μαθήματος, Προτεινόμενη Βιβλιογραφία.



Διαδικαστικά ζητήματα (2/2)

- Στη διάρκεια του εξαμήνου θα δοθούν: α) ένα σετ υποχρεωτικών ασκήσεων, β) μια άσκηση-εφαρμογή από ένα σύνολο θεμάτων επιλογής. Οι ασκήσεις θα εκπονούνται ατομικά.
- Η 2^η άσκηση μπορεί να παραδοθεί είτε τον Ιούλιο είτε το Σεπτέμβριο.
- Οι τεχνικές αναφορές των ασκήσεων θα παραδίδονται εμπρόθεσμα και θα έχουν ισχύ για μία ακόμη χρονιά.
- Ο τελικός βαθμός θα υπολογίζεται ως: $0.5 * (\text{βαθμός τελικής εξέτασης}) + 0.5 * (\text{Μ.Ο. ασκήσεων})$
- Η τελική εξέταση θα είναι προφορική σε όλη την ύλη και πρέπει ο βαθμός σε αυτήν να είναι ≥ 4.0



Τέλος Ενότητας

Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Αθηνών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Σημείωμα Ιστορικού Εκδόσεων Έργου

Το παρόν έργο αποτελεί την έκδοση **1.0**.



Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Πανεπιστήμιο Πατρών, Κωνσταντίνος Μπερμπερίδης, 2015.

«Ψηφιακή Επεξεργασία & Ανάλυση Εικόνας. Εισαγωγή». Έκδοση: 1.0.

Πάτρα 2015. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:

<https://eclass.upatras.gr/courses/CEID1033/>.



Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Μη Εμπορική Χρήση Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Ως **Μη Εμπορική** ορίζεται η χρήση:

- που δεν περιλαμβάνει άμεσο ή έμμεσο οικονομικό όφελος από την χρήση του έργου, για το διανομέα του έργου και αδειοδόχο
- που δεν περιλαμβάνει οικονομική συναλλαγή ως προϋπόθεση για τη χρήση ή πρόσβαση στο έργο
- που δεν προσπορίζει στο διανομέα του έργου και αδειοδόχο έμμεσο οικονομικό όφελος (π.χ. διαφημίσεις) από την προβολή του έργου σε διαδικτυακό τόπο

Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.