

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ,
ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ



ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΠΡΟΤΥΠΩΝ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΙΚΟΝΑΣ

Ακαδημαϊκό Έτος 2007 – 2008, Χειμερινό Εξάμηνο

Γενικές Πληροφορίες

Κωδικός Μαθήματος:	ΚΕΣ 03
Διδάσκων:	Ν. Τσαπατσούλης, Επίκουρος Καθηγητής Π.Δ. 407/80
Πρόγραμμα Σπουδών:	Προπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών
Κατεύθυνση:	Ψηφιακή Επεξεργασία Σήματος
Κατηγορία Μαθήματος:	Κορμού Κατεύθυνσης
Εξάμηνο:	5 ^ο
Διαδικτυακός τόπος μαθήματος:	eClass Πανεπιστημίου Πελοποννήσου

Εισαγωγή

Η ευκολία με την οποία αντιλαμβανόμαστε ένα πρόσωπο, διακρίνουμε τους χαρακτήρες, ξεχωρίζουμε τα κλειδιά μας μόνο με την αφή, και αναγνωρίζουμε αν ένα φρούτο είναι ώριμο από τη μυρωδιά του, είναι διαδικασίες αναγνώρισης προτύπων. Η αναγνώριση προτύπων (pattern recognition) είναι το πεδίο έρευνας που μελετά τη λειτουργία και το σχεδιασμό συστημάτων που αναγνωρίζουν πρότυπα στα δεδομένα. Το πρόβλημα της αναγνώρισης προτύπων ανάγεται στην ταξινόμηση ενός συνόλου κατάλληλων χαρακτηριστικών (π.χ. τραχύτητα, μέγεθος, καμπυλότητα) σε ένα σύνολο από κατηγορίες (κλειδί αυτοκινήτου, σπιτιού, συρταριέρας) με τη βοήθεια κατάλληλων ταξινομητών. Το διάνυσμα των χαρακτηριστικών το οποίο χρησιμοποιείται για την αναπαράσταση ενός συγκεκριμένου αντικειμένου (πρόσωπο, σχήμα, φρούτο, εικόνα, έγγραφο) ονομάζεται πρότυπο.

Η αναγνώριση προτύπων συμπεριλαμβάνει τομείς όπως η εξαγωγή χαρακτηριστικών, η εκτίμηση λάθους, η στατιστική και συντακτική αναγνώριση προτύπων. Σημαντικές περιοχές εφαρμογών είναι ανάλυση εικόνας, η αναγνώριση χαρακτήρων, η ανάλυση φωνής, η αναγνώριση προσώπων, η επικοινωνία ανθρώπου – υπολογιστή, η βιομηχανική επίβλεψη και η ομαδοποίηση εγγράφων από το Διαδίκτυο.

Στο πλαίσιο του μαθήματος Αναγνώριση Προτύπων και Ανάλυση Εικόνας:

- Παρουσιάζονται μεθοδολογίες και τεχνικές αναγνώρισης προτύπων, απαραίτητες στην σχεδίαση ενδιάμεσων μονάδων που θα μπορούν να αναγνωρίζουν σχήματα, γραφή, εικόνες και έγγραφα από το Διαδίκτυο.
- Εξετάζονται οι αναλυτικές τεχνικές ταξινόμησης στον χώρο προτύπων (γραμμικές και μη-γραμμικές) στις οποίες βασίζονται οι μηχανές τύπου perceptron.
- Περιγράφονται οι στατιστικές τεχνικές αναγνώρισης προτύπων και οι κανόνες Bayes.
- Αναλύονται οι κανόνες απόφασης του κοντινότερου γείτονα καθώς και οι μεθοδολογίες ελάττωσης του αριθμού των προτύπων στα οποία βασίζεται η απόφαση.
- Αναπτύσσεται η μεθοδολογία επιλογής χαρακτηριστικών στο χώρο προτύπων με έμφαση στην ανάλυση πρωτευουσών συνιστωσών και στην διακριτική ανάλυση.

Μαθησιακοί Στόχοι

Με την ολοκλήρωση του μαθήματος θα είσαστε σε θέση να:

1. Να κατανοείτε τα διάφορα στάδια που απαιτούνται για την αναγνώριση προτύπων και να εφαρμόζετε βασικές τεχνικές για την υλοποίησή τους.
2. Αναγνωρίζετε βασικά πεδία εφαρμογών της αναγνώρισης προτύπων σε σχέση με την υπολογιστική όραση αλλά και την ανάκληση δεδομένων από το Διαδίκτυο.
3. Εφαρμόζετε βασικούς αλγορίθμους ανάλυσης εικόνων για τη δημιουργία προτύπων.
4. Σχεδιάζετε και εφαρμόζετε στατιστικούς ταξινομητές για αναγνώριση προτύπων.
5. Σχεδιάζετε και εφαρμόζετε ταξινομητές νευρωνικών δικτύων για αναγνώριση προτύπων.
6. Σχεδιάζετε και εφαρμόζονται τεχνικές επιλογής χαρακτηριστικών και μείωσης διαστάσεων.

Επιπλέον θα έχετε αποκτήσει τις βάσεις για την ενασχόληση σας με την Αναγνώριση Προτύπων και τα συστήματα Υπολογιστικής Όρασης σε ερευνητικό επίπεδο.

Αναλυτική Περιγραφή Ύλης

Το μάθημα περιλαμβάνει τα ακόλουθα θέματα:

Ενότητα 1: Αναγνώριση Προτύπων & Εφαρμογές

- Εισαγωγή στη αναγνώριση προτύπων,
- Αναγνώριση προτύπων και υπολογιστική όραση,
- Εφαρμογές αναγνώρισης προτύπων,
- Καταγραφή εικόνων,
- Επεξεργασία δυαδικών εικόνων

Ενότητα 2: Δημιουργία προτύπων: Βασικές τεχνικές ανάλυσης εικόνας

- Χωρικό φιλτράρισμα,
- Αλγόριθμοι ανίχνευσης ακμών,
- Περιγραφή περιγραμμάτων (κωδικοποίηση αλυσίδας, περιγραφείς Fourier),
- Αλγόριθμοι τμηματοποίησης εικόνας,
- Περιγραφή περιοχών (ιστογράμματα, γεωμετρικά χαρακτηριστικά, ροπές, συντελεστές DCT)

Ενότητα 3: Στατιστική ταξινόμηση προτύπων

- Μετρικές ταξινόμησης,
- Θεωρία αποφάσεων του Bayes,
- Συναρτήσεις διαχωρισμού για κανονικές κατανομές,
- Μη επιβλεπόμενη ταξινόμηση (αλγόριθμοι k-means, c-means, isodata)

Ενότητα 4: Νευρωνικά Δίκτυα

- Νευρωνικό δίκτυο perceptron πολλαπλών επιπέδων,
- Αυτοοργανούμενος πίνακας απεικόνισης χαρακτηριστικών (Self Organization Map),
- Μηχανές διανυσμάτων υποστήριξης (Support Vector Machines).

Ενότητα 5: Επιλογή χαρακτηριστικών

- Ανάλυση κυρίων συνιστωσών (Principal Component Analysis),
- Γραμμικός διαχωριστικός υπόχωρος (Linear Discriminant Space),
- Γενετικοί αλγόριθμοι,

Αξιολόγηση και Βαθμολόγηση

Το μάθημα θα δοθεί μέσω διαλέξεων και εργαστηριακών ασκήσεων. Η αξιολόγηση των φοιτητών γίνεται με βάση την απόδοσή τους στις εργαστηριακές ασκήσεις και τη γραπτή τελική εξέταση σύμφωνα με τους συντελεστές βαρύτητας του ακόλουθου πίνακα:

Φροντιστήριο (Εργαστηριακές Ασκήσεις)	40%
Γραπτή Τελική Εξέταση	60%
ΣΥΝΟΛΟ	100%

- Απαραίτητη προϋπόθεση επιτυχίας στο μάθημα είναι η εξασφάλιση βαθμού **τουλάχιστον 40%** στην τελική εξέταση (και πάνω από **50% επί του τελικού βαθμού** αθροιστικά).
- Οι εργαστηριακές ασκήσεις θα συμπληρώνονται ηλεκτρονικά (σε συγκεκριμένες ημερομηνίες) και θα αποστέλλονται στο διδάσκοντα μέσω του e-class.
- Παρέλευση της διορίας παράδοσης των εργασιών συνεπάγεται **μείωση κατά 50%** της συνολικής βαθμολογίας της συγκεκριμένης εργασίας ανά εβδομάδα καθυστέρησης.

ΔΙΔΑΚΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ

Η θεωρία του μαθήματος θα καλυφθεί από σημειώσεις του διδάσκοντα. Το μέρος του μαθήματος που σχετίζεται με την ανάλυση εικόνας θα καλυφθεί από το κατωτέρω βιβλίο (το οποίο είναι το εγχειρίδιο που θα διανεμηθεί στο μάθημα):

□ Νικόλαος Παπαμάρκος (2005). **Ψηφιακή Επεξεργασία και Ανάλυση Εικόνας**. Β. Γκιούρδας Εκδοτική, ISBN: 9603873527.

Η όλη του μαθήματος που σχετίζεται με την αναγνώριση προτύπων θα καλυφθεί από το βιβλίο:

□ Sergios Theodoridis, Konstantinos Koutroumbas (2005). **Pattern Recognition**. Academic Press, 3rd edition, 2006, ISBN: 0-126-85875-6.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ

Στο εργαστήριο θα πραγματοποιούνται εργαστηριακές και φροντιστηριακές ασκήσεις για την παρουσίαση και εξοικείωση των φοιτητών με την υλοποίηση αλγορίθμων υπολογιστικής όρασης και εξαγωγής χαρακτηριστικών καθώς και με τη σχεδίαση ταξινομητών και εφαρμογών της αναγνώρισης προτύπων. Θα χρησιμοποιηθεί η πλατφόρμα Matlab (Simulink, Image Processing, Signal Processing, Neural Network, Genetic Algorithm and Direct Search, Video and Image Processing blockset), και τα Classification Toolbox (<http://www.wiley.com/WileyCDA/WileyTitle/productCd-0471056693.html>), Netlab Toolbox (<http://www.ncrg.aston.ac.uk/netlab/>) και Weka Tool (<http://www.cs.waikato.ac.nz/ml/weka/>). Οι φοιτητές θα κληθούν να ολοκληρώσουν τέσσερις εργαστηριακές ασκήσεις με τη χρήση του εξοπλισμού του εργαστηρίου Ψηφιακής Επεξεργασίας Σήματος και Εικόνας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Τα κατωτέρω βιβλία είναι ιδιαίτερα χρήσιμα για την εις βάθος κατανόηση των θεμάτων που πραγματεύεται το μάθημα:

- Ιωάννης Πήτας (1999). **Ψηφιακή Επεξεργασία Εικόνας**. 1999.
- Richard O. Duda, Peter E. Hart, David G. Stork (2001). **Pattern Classification**. Wiley Interscience, 2nd edition, ISBN 0-471-05669-3. (Πιθανότατα το δημοφιλέστερο βιβλίο για τη διδασκαλία της αναγνώρισης προτύπων σε πανεπιστημιακό επίπεδο παγκοσμίως).
- David G. Stork, Elad Yom-Tov (2004). **Computer Manual in MATLAB to accompany Pattern Classification**. Wiley Interscience, ISBN 0-471-42977-5. (Ιδιαίτερα χρήσιμο βιβλίο για το εργαστηριακό μέρος του μαθήματος).
- Sing T. Bow (2002). **Pattern Recognition and Image Preprocessing**. CRC Press, 2nd edition, ISBN: 0824706595. (Βιβλίο το οποίο καλύπτει σε αρκετά μεγάλο βαθμό την ύλη του μαθήματος συνολικά).
- Christopher M. Bishop (2008). **Pattern Recognition and Machine Learning**. Springer, ISBN: 0-387-31073-8. (Πολύ καλό βιβλίο με έμφαση σε τεχνικές μηχανικής μάθησης).
- R. Gonzalez, R. Woods (2002). **Digital Image Processing**. 2nd edition, Prentice Hall, ISBN: 0201180758. (Ίσως το κλασσικότερο βιβλίο για Ψηφιακή Επεξεργασία Εικόνας. Χρησιμοποιείται σε περισσότερα από 1000 ακαδημαϊκά ιδρύματα ως κύριο σύγγραμμα).
- R. Gonzalez, R. Woods (2004). **Digital Image Processing Using Matlab**. 1st edition, Prentice Hall, ISBN: 0130085197. (Συνοδευτικό του προηγούμενου βιβλίου. Εφαρμόζει σε περιβάλλον Matlab βασικές τεχνικές ΨΕΕ. Πολύ καλό βιβλίο για εφαρμογή στην πράξη της θεωρίας).
- E. R. Davies (2004). **Machine Vision: Theory, Algorithms, Practicalities**. Morgan Kaufmann, 3rd edition, ISBN: 0122060938
- Mark Nixon, Alberto S Aguado (2002). **Feature Extraction in Computer Vision and Image Processing**. Newnes, ISBN: 0750650788.
- David A. Forsyth, Jean Ponce (2002). **Computer Vision: A Modern Approach**. Prentice Hal, ISBN: 0130851981
- Tamal Bose (2003). **Digital Signal and Image Processing**. Wiley, ISBN: 0471327271