

**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα**

**Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Αθήνας**

Ιατρική Πληροφορική - Ε

**Άσκηση 11:** Πρότυπο DICOM

Δρ.Παντελής Ασβεστάς

Τμήμα Μηχανικών Βιοϊατρικής Τεχνολογίας T.E.

|  |  |
| --- | --- |
| Το περιεχόμενο του μαθήματος διατίθεται με άδεια CreativeCommons εκτός και αν αναφέρεται διαφορετικά | 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. |

Περιεχόμενα

[1. Στόχος 3](#_Toc401664612)

[2. Θεωρητικό Υπόβαθρο 3](#_Toc401664613)

[2.1 Εισαγωγή 3](#_Toc401664614)

[2.2 Ιατρικές εικόνες 4](#_Toc401664615)

[3. Εργαστηριακή διαδικασία 6](#_Toc401664616)

[3.1 Ανάγνωση DICOM εικόνας 6](#_Toc401664617)

[3.2 Εμφάνιση εικόνας 8](#_Toc401664618)

[Βιβλιογραφία 9](#_Toc401664619)

# Στόχος

Ο στόχος της παρούσας άσκησης είναι να παράσxει μία εισαγωγή στο πρότυπο DICOMκαθώς και βασικές έννοιες της ιατρικής απεικόνισης.

# Θεωρητικό Υπόβαθρο

## Εισαγωγή

Το πρότυπο DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) είναι ένα σύνολο κανόνων για τη αποθήκευση και μεταφορά ιατρικών εικόνων. Οι κανόνες αυτοί καθορίζουν το μορφότυπο του αρχείου (fileformat) για την αποθήκευση μιας ιατρικής εικόνας καθώς και το πρωτόκολλο επικοινωνίας μεταξύ συστημάτων που είναι συμβατά με το πρότυπο DICOM. Η συμμόρφωση (compliance) με τους κανόνες αυτούς εξασφαλίζει την επικοινωνία απεικονιστικών συστημάτων από διαφορετικούς κατασκευαστές.

Όλες οι σύγχρονες ψηφιακές απεικονιστικές συσκευές παράγουν εικόνες που είναι συμβατές με το πρότυπο DICOM και επικοινωνούν μέσω DICOM δικτύων. Η κυριαρχία του προτύπου αυτού οφείλεται στα ακόλουθα:

* *Εξαιρετική ποιότητα εικόνας*. Το DICOM υποστηρίζεις μέχρι 65.536 διαφορετικούς τόνους του γκρίζου για μονόχρωμες εικόνες, αποκαλύπτοντας και την πιο μικρή λεπτομέρεια σε μια εικόνα. Σε σύγκριση, τα άλλα συνηθισμένα πρότυπα (JPG, BMP)χρησιμοποιούν μόνο 256 διαφορετικές αποχρώσεις του γκρίζου, καθιστώντας μη πρακτική τη διάγνωση.
* *Πλήρης υποστήριξη για ένα πλήθος παραμέτρων συλλογής εικόνων και διαφορετικών τύπων δεδομένων*. Το DICOMυποστηρίζει όχι μόνο την αποθήκευση των εικόνων αλλά και ένα πλήθος άλλων παραμέτρων, όπως η θέση του ασθενή, το πάχος κάθε τομής, τις παραμέτρους έκθεσης της εικόνας, κ.λπ. Τα δεδομένα αυτά εμπλουτίζουν το περιεχόμενο των DICOM εικόνων και διευκολύνουν την επεξεργασία και ερμηνεία της εικόνας με διάφορους τρόπους.
* *Πλήρης κωδικοποίηση ιατρικών δεδομένων*. Τα αρχεία και μηνύματα DICOM χρησιμοποιούν πάνω από 2.000 τυποποιημένα χαρακτηριστικά (attributes), από το όνομα του ασθενή ως το βάθος χρώματος της εικόνας ή την τρέχουσα διάγνωση για τον ασθενή.
* *Σαφής περιγραφή των ψηφιακών απεικονιστικών συσκευών και των λειτουργιών τους*.

Το πρότυπο DICOMχρησιμοποιεί το ακόλουθο μοντέλο:

* Ένας ασθενής κάνει μία εξέταση (μελέτη)
* Η μελέτη αποτελείται από μία ή περισσότερες σειρές εικόνων
* Κάθε σειρά εικόνων αποτελείται από μία ή περισσότερες εικόνες.



Εικόνα 1.

Το πρότυπο DICOM ακολουθεί μία αντικειμενοστραφή (object oriented) προσέγγιση για την περιγραφή των ιατρικών δεδομένων. Συγκεκριμένα, όλα τα ιατρικά δεδομένα του πραγματικού κόσμου (ασθενείς, εξετάσεις, εικόνες κ.ο.κ.) θεωρούνται ως αντικείμενα (objects) που προσδιορίζονται από χαρακτηριστικά (attributes). Ένα χαρακτηριστικό είναι μία ιδιότητα που περιγράφει μία πτυχή του αντικειμένου και περιλαμβάνει ένα όνομα και μία τιμή. Για παράδειγμα, για το “αντικείμενο” ασθενής υπάρχει το χαρακτηριστικό “Patient’s Name” (ονοματεπώνυμο ασθενή) που θα έχει κάποια τιμή (π.χ. “JoεSmith”), το χαρακτηριστικό “Weight” (βάρος) που θα έχει τιμή κάποια τιμή (π.χ. 75,5) κ.ο.κ.

Το πρότυπο DICOM ορίζει ένα μητρώο στο οποίο είναι καταχωρημένες περιγραφές των χαρακτηριστικών των αντικειμένων. Το μητρώο αυτό είναι γνωστό ως **λεξικό δεδομένωνDICOM** (**DICOM datadictionary**) και περιλαμβάνει πάνω από 2.000 καταχωρήσεις. Κάθε καταχώρηση στο λεξικό ονομάζεται **στοιχείο δεδομένων (data element)**. Στην ουσία, κάθε στοιχείο δεδομένων προδιαγράφει πλήρως ένα χαρακτηριστικό κάποιου αντικειμένου, δηλαδή ποια είναι η ονομασία του χαρακτηριστικού, τι είδους τιμών επιτρέπονται να αποθηκευθούν (ακέραιοι, συμβολοσειρές, δεκαδικοί), ποιες είναι οι επιτρεπτές τιμές, πόσα bytes χρησιμοποιούνται για την αποθήκευση των τιμών.

## Ιατρικές εικόνες

Τα διάφορα απεικονιστικά μηχανήματα (ακτινολογικό μηχάνημα, αξονικός τομογράφος, μαγνητικός τομογράφος κ.α.) παράγουν μία ή περισσότερες δισδιάστατες(2-Δ)μήτρες που περιέχουν αριθμούς που σχετίζονται με τη φυσική ποσότητα που μετράται (π.χ. εξασθένιση ακτίνων Χ). Κάθε στοιχείο της μήτρας αντιστοιχεί σε ένα στοιχειώδες ορθογώνιο (pixel) (2-Δ απεικόνιση) στο χώρο (Εικόνα 2).



Εικόνα 2.Παράδειγμα μήτρας που αντιστοιχεί σε δισδιάστατη εικόνα. Κάθε στοιχείο της μήτρας αντιστοιχεί σε ένα εικονοστοιχείο (pixel) της εικόνας.

Συνήθως οι τιμές της μήτρας αναπαρίστανται με 16bits (2bytes), από τα οποία χρησιμοποιούνται τα 12bits. Για παράδειγμα, οι τιμές μιας μήτρας για μία εικόνα αξονικής τομογραφίας που χρησιμοποιεί 12bits για τις τιμές μπορεί να κυμαίνονται στο εύρος [-2048, 2047] (Εικόνα 3).



Εικόνα 3. Ένα τμήμα από εικόνας αξονικής τομογραφίας και η αντίστοιχη μήτρα.

Συνήθως, για λόγους ταχύτερης επεξεργασίας, οι τιμές μιας μήτρας μετατρέπονται στο εύρος 0 έως 255ώστε να προκύψει μια απεικόνιση με 256 αποχρώσεις του γκρίζου (gray level image). Στην περίπτωση αυτή, η τιμή 0 αντιστοιχεί σε μαύρο και η τιμή 255 σε λευκό, ενώ ενδιάμεσες τιμές απεικονίζονται σε αποχρώσεις του γκρίζου.

# Εργαστηριακή διαδικασία

Η εργαστηριακή διαδικασία περιλαμβάνει τη δημιουργία ενός προγράμματος σε Matlab, το οποίο θα διαβάζει τα περιεχόμενα μιας εικόνας σε DICOM και θα στην οθόνη την εικόνα αυτή καθ’ αυτή καθώς και πληροφορίες για αυτή.

Θα χρησιμοποιηθούν οι εικόνες που είναι στα αρχεία “brain\_mri”, “knee\_mri”και “lung\_ct”, που απεικονίζουν τμήμα του εγκεφάλου, του γονάτου και του πνεύμονα, αντίστοιχα.

## Ανάγνωση DICOM εικόνας

Η ανάγνωση μιας εικόνας σε μορφή DICOMστο Matlab, γίνεται με χρήση της συνάρτησης **dicomread**[1], η οποία καλείται ως εξής:

X = dicomread(filename);

όπουfilenameείναι μια συμβολοσειρά (string) που περιέχει το όνομα του αρχείου της εικόνας και Xείναι ένας πίνακας δύο διαστάσεων με τις τιμές της εικόνας σε κάθε pixel.

Hανάγνωση των χαρακτηριστικών της εικόνας γίνεται με τη χρήση της συνάρτησης **dicominfo**[2]:

info = dicominfo(filename);

Η μεταβλητή infoείναι τύπου δομής (structure). Τα περιεχόμενα της μεταβλητής info είναι παρόμοια με αυτά που παρουσιάζονται στην Εικόνα 4.



Εικόνα 4.Τμήμα των περιεχομένων της μεταβλητής info.

**Να γραφτεί ένα πρόγραμμα στο Matlab, το οποίο θα παίρνει ως είσοδο το όνομα μιας DICOM εικόνας και θα επιστρέφει την εικόνα και τις πληροφορίες για αυτήν στον πίνακα Χ και στη δομή info, αντίστοιχα. Το πρόγραμμα θα πρέπει να εμφανίζει στην οθόνη:**

* **τον κωδικό του ασθενή (πεδίο Patient ID)**
* **την ημερομηνία γέννησης του ασθενή (πεδίο Patient BirthDate)**
* **το φύλο του ασθενή (πεδίο Patient Sex)**
* **την ημερομηνία εξέτασης (πεδίο Study Date)**
* **το όνομα του κατασκευαστή του μηχανήματος (πεδίο Manufacturer)**
* **την απεικονιστική τεχνική που χρησιμοποιήθηκε (πεδίο Modality)**
* **το πλήθος των γραμμών της εικόνας (πεδίο Rows)**
* **το πλήθος των στηλών της εικόνας (πεδίο Columns)**

**Η έξοδος του προγράμματος θα πρέπει να είναι παρόμοια με αυτή που παρουσιάζεται στην** Εικόνα 5**. Το πρόγραμμα να δοκιμαστεί στις εικόνες** “brain\_mri”, “knee\_mri”και “lung\_ct”.



Εικόνα 5.Υπόδειγμα εξόδου προγράμματος.

## Εμφάνιση εικόνας

Ανάμεσα στις πληροφορίες που υπάρχουν σε ένα DICOMαρχείο, υπάρχουν και πληροφορίες οι οποίες βοηθούν στη μετατροπή των τιμών της μήτρας της εικόνας στο εύρος [0,255]. Οι πληροφορίες δίνονται από τα χαρακτηριστικά **Rescale Slope**, **Rescale Intercept**, **Window Center**και**Window Width**. Ειδικά τα χαρακτηριστικά **Window Center**και**Window Width** ονομάζονται “κέντρο” και “πλάτος” παραθύρου.

Έστω ότι η αρχική μήτρα είναι ο δισδιάστατος πίνακας Χ, τότε τα χαρακτηριστικά **Rescale Slope**και **Rescale Intercept**, εάν υπάρχουν[[1]](#footnote-1),ορίζουν ένα γραμμικό μετασχηματισμό των τιμών της μήτρας Χ, της μορφής:

 

Τα δύο επόμενα πεδία καθορίζουν ένα δεύτερο μετασχηματισμό των τιμών του πίνακα Υ στο εύρος [0, 255], ως εξής:

 

όπου*w*= Window Width και *c*= Window Center.

Η μήτρα Ζ θα περιλαμβάνει πλέον τιμές μεταξύ 0 και 255.

Συνήθως, για την τιμή κάθε στοιχείου μιας εικόνας χρησιμοποιείται ένα byte. Για το σκοπό αυτό, η ακόλουθη εντολή μετατρέπει κάθε τιμή της μήτρας Ζ ώστε να έχει μέγεθος ένα byte:

Ζ = uint8(Z);

Hτελική εικόνα μπορεί να εμφανιστεί με χρήση της συνάρτησης **imshow**[3]:

imshow(Z);

**Να επεκταθεί το προηγούμενο πρόγραμμα ώστε να εμφανίζει την εικόνα στην οθόνη του υπολογιστή.**

# Βιβλιογραφία

|  |  |
| --- | --- |
| [1]  | MathWorks, «Read DICOM image - MATLAB dicomread,» MathWorks, [Ηλεκτρονικό]. Available: http://www.mathworks.com/help/images/ref/dicomread.html. |
| [2]  | MathWorks, «Read metadata from DICOM message - MATLAB dicominfo,» [Ηλεκτρονικό]. Available: http://www.mathworks.com/help/images/ref/dicominfo.html. |
| [3]  | MathWorks, «Display image - MATLAB imshow,» [Ηλεκτρονικό]. Available: http://www.mathworks.com/help/images/ref/imshow.html. |
| [4]  | «Determine whether input is structure array field - MATLAB isfield,» [Ηλεκτρονικό]. Available: http://www.mathworks.com/help/matlab/ref/isfield.html. |

|  |
| --- |
| **Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα****Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Αθήνας** |
| **Τέλος Ενότητας** |
| **Χρηματοδότηση*** Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
* Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο ΤΕΙ Αθήνας**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη 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.

 |

**Σημειώματα**

**Σημείωμα Αναφοράς**

Copyright ΤΕΙ Αθήνας, Παντελής Ασβεστάς, 2014.Παντελής Ασβεστάς. «Ιατρική Πληροφορική. Άσκηση 11: Πρότυπο DICOM». Έκδοση: 1.0. Αθήνα 2014. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση: [ocp.teiath.gr](https://ocp.teiath.gr/).

**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. Οι όροι χρήσης των έργων τρίτων επεξηγούνται στη διαφάνεια «Επεξήγηση όρων χρήσης έργων τρίτων».

Τα έργα για τα οποία έχει ζητηθεί άδεια αναφέρονται 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.

**Επεξήγηση όρων χρήσης έργων τρίτων**

|  |  |
| --- | --- |
| © | Δεν επιτρέπεται η επαναχρησιμοποίηση του έργου, παρά μόνο εάν ζητηθεί εκ νέου άδεια από το δημιουργό. |
| διαθέσιμο με άδεια CC-BY | Επιτρέπεται η επαναχρησιμοποίηση του έργου και η δημιουργία παραγώγων αυτού με απλή αναφορά του δημιουργού. |
| διαθέσιμο με άδεια CC-BY-SA | Επιτρέπεται η επαναχρησιμοποίηση του έργου με αναφορά του δημιουργού, και διάθεση του έργου ή του παράγωγου αυτού με την ίδια άδεια. |
| διαθέσιμο με άδεια CC-BY-ND | Επιτρέπεται η επαναχρησιμοποίηση του έργου με αναφορά του δημιουργού. Δεν επιτρέπεται η δημιουργία παραγώγων του έργου. |
| διαθέσιμο με άδεια CC-BY-NC | Επιτρέπεται η επαναχρησιμοποίηση του έργου με αναφορά του δημιουργού. Δεν επιτρέπεται η εμπορική χρήση του έργου. |
| διαθέσιμο με άδεια CC-BY-NC-SA | Επιτρέπεται η επαναχρησιμοποίηση του έργου με αναφορά του δημιουργού και διάθεση του έργου ή του παράγωγου αυτού με την ίδια άδεια. Δεν επιτρέπεται η εμπορική χρήση του έργου. |
| διαθέσιμο με άδεια CC-BY-NC-ND | Επιτρέπεται η επαναχρησιμοποίηση του έργου με αναφορά του δημιουργού. Δεν επιτρέπεται η εμπορική χρήση του έργου και η δημιουργία παραγώγων του. |
| διαθέσιμο με άδεια CC0 Public Domain | Επιτρέπεται η επαναχρησιμοποίηση του έργου, η δημιουργία παραγώγων αυτού και η εμπορική του χρήση, χωρίς αναφορά του δημιουργού. |
| διαθέσιμο ως κοινό κτήμα | Επιτρέπεται η επαναχρησιμοποίηση του έργου, η δημιουργία παραγώγων αυτού και η εμπορική του χρήση, χωρίς αναφορά του δημιουργού. |
| χωρίς σήμανση | Συνήθως δεν επιτρέπεται η επαναχρησιμοποίηση του έργου. |

**Διατήρηση Σημειωμάτων**

* Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:
* Το Σημείωμα Αναφοράς
* Το Σημείωμα Αδειοδότησης
* Τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
* Το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει) μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.
1. Τα χαρακτηριστικά αυτά δεν είναι υποχρεωτικό να είναι παρόντα. Προφανώς, εάν δεν υπάρχουν στο αρχείο ο μετασχηματισμός της σχέσης (1) δεν θα εφαρμοστεί. Γενικά, ο έλεγχος της ύπαρξη ενός πεδίου με συγκεκριμένο όνομα σε μία μεταβλητή τύπου δομής μπορεί να γίνει με χρήση της συνάρτησης **isfield**[4], π.χ.

if isfield(info, 'RescaleSlope ')

…

end [↑](#footnote-ref-1)