

DICOM

Cours HEdS Genève

Benoît Deville - Analyste en informatique

Hôpitaux Universitaires de Genève

Novembre 2014

Rappel du plan

- 1 Notions préliminaires
- 2 Histoire du DICOM
- 3 Principes de DICOM
 - Objectifs de DICOM
 - Fondements théoriques
- 4 Objets DICOM
- 5 Conclusions

Plan

- 1 Notions préliminaires
- 2 Histoire du DICOM
- 3 Principes de DICOM
 - Objectifs de DICOM
 - Fondements théoriques
- 4 Objets DICOM
- 5 Conclusions

Que signifie DICOM ?

Digital Imaging and Communications in Medicine

- Digital = Numérique
- Imaging = Imagerie
- Communications
- Medicine

Vocabulaire

- Modalité
- RIS
- PACS
- Standard \neq Norme
- Instance
- Clunie
- UID = Unique Identifier

Pourquoi pas simplement du JPG ?

... ou tout autre format d'images.
Exemple concret.

Le standard en détails

Plus de 5000 pages de documentation réparties en 20 18 chapitres.

- PS 3.1 : Introduction and Overview (34 pages)
- PS 3.2 : Conformance (322 pages)
- PS 3.3 : Information Object Definitions (1314 pages)
- PS 3.4 : Service Class Specifications (404 pages)
- PS 3.5 : Data Structure and Encoding (134 pages)
- PS 3.6 : Data Dictionary (196 pages)
- PS 3.7 : Message Exchange (128 pages)
- PS 3.8 : Network Communication Support for Message Exchange (72 pages)
- ~~PS 3.9 : Point-to-Point Communication Support for Message Exchange~~
- PS 3.10 : Media Storage and File Format for Media Interchange (48 pages)
- PS 3.11 : Media Storage Application Profiles (92 pages)
- PS 3.12 : Media Formats and Physical Media for Media Interchange (92 pages)
- ~~PS 3.13 : Print Management Point-to-Point Communication Support~~
- PS 3.14 : Grayscale Standard Display Function (66 pages)
- PS 3.15 : Security and System Management Profiles (142 pages)
- PS 3.16 : Content Mapping Resource (1062 pages)
- PS 3.17 : Explanatory Information (628 pages)
- PS 3.18 : Web Access to DICOM Persistent Objects (WADO) (114 pages)
- PS 3.19 : Application Hosting (96 pages)
- PS 3.20 : Transformation of DICOM to and from HL7 Standards (86 pages)

Rappel du plan

- 1 Notions préliminaires
- 2 Histoire du DICOM
- 3 Principes de DICOM
 - Objectifs de DICOM
 - Fondements théoriques
- 4 Objets DICOM
- 5 Conclusions

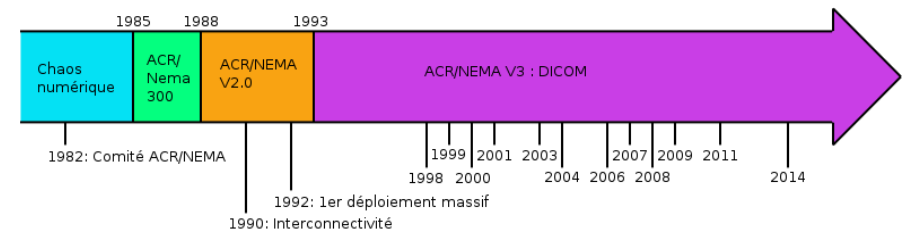
Préhistoire

- Arrivée du numérique en médecine.
- Stockage, transmission, affichage des images : constructeur dépendant.
- Solutions propriétaires (par opposition à solutions ouvertes) :
 - ▶ argument commercial : "Mon protocole est meilleur que les autres", "Nos produits ont une excellente interaction entre eux", "Nous gérons tout de A à Z" ;
 - ▶ interaction impossible entre marques différentes.
- Conséquences :
 - ▶ piège commercial : obligation d'acquérir les stations d'acquisition et de traitement adéquates, et changer de marque peut rendre les anciens examens illisibles ;
 - ▶ piège médical : difficile de communiquer entre collègues.

Support / Sponsoring

- ACR : American College of Radiology
- NEMA : National Electrical Manufacturers Association
- JIRA : Japan Investor Relations Association
- CEN : Comité Européen de Normalisation
- IEEE, HL7, ANSI,...

Débuts du DICOM



- 1^{ère} version ACR/NEMA 300 en 1985 : peu accepté car vague et contenant des incohérences.
- 2^{ème} version en 1988 : transmission des images par le connecteur matériel EIA-485, adopté par quelques constructeurs.
- 3^{ème} version en 1993 : indépendance du connecteur, donc support TCP.

DICOM aujourd'hui

- Standard accepté mondialement.
- Actuellement en version 2014b : on parle des versions par leur année (officiellement, toujours en version 3, ou PS3)
- Diversité des équipements supportés : RX, CT, IRM, US, PET, SPECT, Angio, ECG,...
- Adopté par de nombreux constructeurs : GE, Siemens, Philips, Toshiba,...

Rappel du plan

- 1 Notions préliminaires
- 2 Histoire du DICOM
- 3 Principes de DICOM
 - Objectifs de DICOM
 - Fondements théoriques
- 4 Objets DICOM
- 5 Conclusions

Buts précis

Il faut que lors de l'installation d'une nouvelle modalité, le DICOM permette, sans changement d'un quelconque composant logiciel :

- l'interrogation du PACS ;
- la récupération des images créées par d'autres systèmes ;
- l'affichage des images ;
- et la production d'images lisibles par les systèmes d'autres constructeurs.

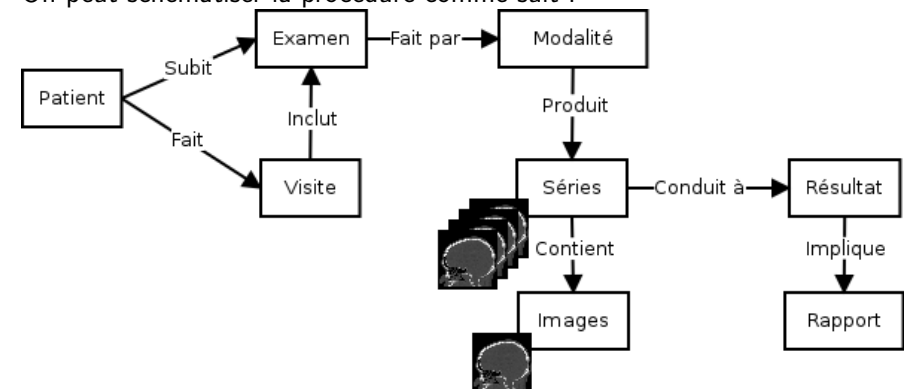
Buts globaux

- Trouver un langage commun pour l'échange (images et données pertinentes) entre équipements d'imagerie : mettre en place un standard.
- Pousser les vendeurs à supporter ce langage commun.
- Standardiser :
 - le stockage (i.e. format de fichier) ;
 - et la communication des données (i.e. protocoles de communication).

Monde réel

Au cours d'un suivi médical, un patient se voit prescrire des examens radiologiques par son médecin.

On peut schématiser la procédure comme suit :



DICOM décrit ces données et relations.

La précision du contenu et des liens dépend des outils et des utilisateurs (e.g. RIS et PACS).

Traduire le réel en numérique

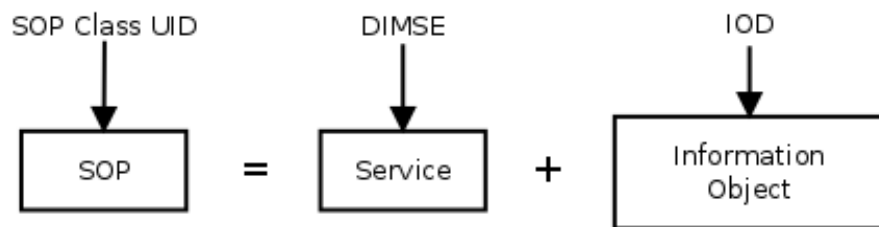
Un objet DICOM combine donc :

- des données, ou informations (e.g. nom du patient, données de l'image,...);
- et services, ou fonctions (e.g. sauvegarder, imprimer,...).

Le traitement DICOM d'une information consiste alors à regrouper :

- l'*Information Object*, contenant les données de l'objet, respectant une *Information Object Definition* (ou *IOD*);
- et une fonction spécifique, ou *Service*, défini par un *DICOM Message Service Element*, ou *DIMSE*.

Schéma de construction du SOP



SOP Class UID

- La combinaison Information Objet + Service est :
 - appelée *Service/Object Pair* ou *SOP*;
 - l'élément principal de la conformité au standard ;
 - identifiée par un identifiant unique nommé *SOP Class UID*.
- Standard DICOM = annuaire de SOP.
SOP Class UID = numéro unique pour trouver à quelle paire correspond un objet DICOM.
Analogies : numéro AVS, adresse IP,...
- Exemples de SOP Class UID :
 - 1.2.840.10008.5.1.4.1.1.1 CR Image Store (enregistrer un CR);
 - 1.2.840.10008.5.1.4.1.1.2 CT Image Store (enregistrer un CT).

Rappel du plan

- 1 Notions préliminaires
- 2 Histoire du DICOM
- 3 Principes de DICOM
 - Objectifs de DICOM
 - Fondements théoriques
- 4 Objets DICOM
- 5 Conclusions

Information Object Definition

L'IOD détermine, pour un IO spécifique, quelles sont les valeurs qu'on doit ou peut trouver dans l'objet.

Normalized IOD

Représente une entité unique du monde réel (patient, visite, examen, résultat, interprétation,...). Rarement appliqué en pratique : cause complexité et perte de performance.

Composite IOD

Représente certains détails de plusieurs objets du monde réel et les relations entre ces objets (nom du patient, date de l'examen,...)

Attributes

Les attributs d'un IOD décrivent les propriétés d'un élément (instance d'un objet) du monde réel.

IOD composite

- IOD composés d'*Information Entities* ou *IE*.
- Une IE comporte un ou plusieurs *Modules* (= ensemble de valeurs liées).

Mandatory Module obligatoire.

Conditional Module conditionnel (obligatoire selon certaines conditions).

User Option Module optionnel.

- Les modules sont composés d'*Attributes* (= valeurs).

1 Obligatoire.

2 Obligatoire - peut être vide.

3 Optionnel.

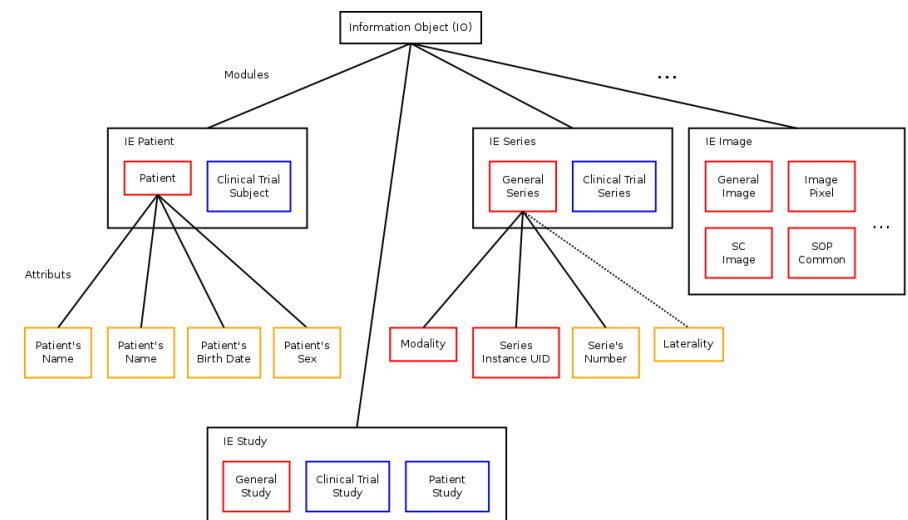
<1/2>C Conditionnel.

En pratique, un objet DICOM est presque toujours une instance d'un IOD composite.

Exemple d'IOD : image CR

IE	Module	Reference	Usage
Patient	Patient	C.7.1.1	M
	Clinical Trial Subject	C.7.1.3	U
Study	General Study	C.7.2.1	M
	Patient Study	C.7.2.2	U
	Clinical Trial Study	C.7.2.3	U
Series	General Series	C.7.3.1	M
	CR Series	C.8.1.1	M
	Clinical Trial Series	C.7.3.2	U
Equipment	General Equipment	C.7.5.1	M
Image	General Image	C.7.6.1	M
	Image Pixel	C.7.6.3	M
	Contrast/bolus	C.7.6.4	C - Required if contrast media was used in this image
	Display Shutter	C.7.6.11	U
	Device	C.7.6.12	U
	Specimen	C.7.6.22	U
	CR Image	C.8.1.2	M
	Overlay Plane	C.9.2	U
	Modality LUT	C.11.1	U
	VOILUT	C.11.2	U
	SOP Common	C.12.1	M

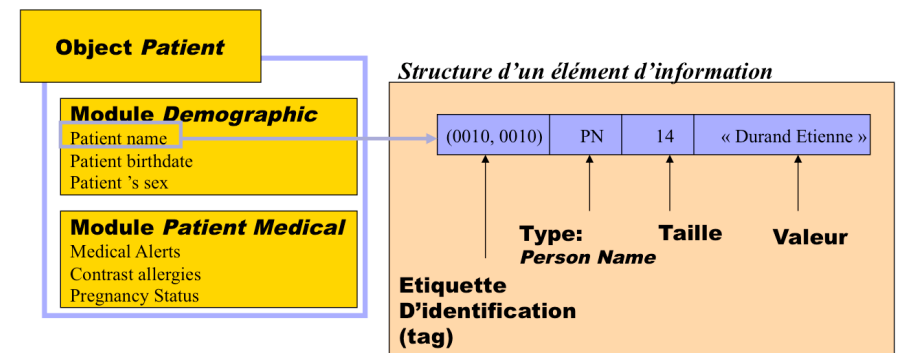
Information Object Definition (IOD)



Objet

- Terminologie : objet = Data Set (= ensemble de données).
- Un Data Set est composé de Data Elements.
- Chaque Data Element instancie un attribut de l'IOD.
- Data Element
 - Étiquette d'identification (*Tag*) contenant deux numéros.
 - Type (VR = *Value Representation*).
 - Taille de la valeur.
 - Valeur.

Objet



Exemple d'objet : Examen (Study)

Module PATIENT	
Patient's Name	DURAND Etienne
Other Patient Names	Anonymous
Module GENERAL SERIES	
Modality	MR
Series Number	1
Laterality	Not paired Structure
Protocol Name	SSN 1.7
Module PATIENT STUDY	
Patient's Size	0.000000
Patient's Weight	70.000037
Module GENERAL STUDY	
Study Instance UID	41.22.333.444.555.666.00.1
Study Date	1991.12.13
Study Time	18:00:59
Module GENERAL EQUIPMENT	
Institution Name	UNIV. OF GENEVA
Institution Address	24 Micheli-du-Crest 1211 Ge 14 / CH
Station Name	TMP
Software Versions	TMP

Exemple d'objet : Image IRM

Module FRAME OF REFERENCE		Module MR IMAGE	
Frame of Reference UID 41.22.333.444.555.666.00.1		Image Type OTHER; OTHER	
Module GENERAL IMAGE		Samples per Pixel 1	
Image Number	2	Photometric Interpretation MONOCHROME2	
Image Type	OTHER; OTHER	Bits Allocated 16	
Acquisition Number	3	Scanning Sequence SE	
Acquisition Date	1991.12.13	Sequence Variant NONE	
Acquisition Time	18:17:40	Repetition Time 1200	
Module IMAGE PLANE		Echo Time 20	
Pixel Spacing	1.37	Number of Averages 4	
Slice Thickness	6.000000	Imaging Frequency 64.053442	
Slice Location	-42.000000	Imaged Nucleus H	
Module IMAGE PIXEL		Reconstruction Diameter 350.72	
Samples per Pixel	1	Transmitting Coil BODY	
Photometric Interpretation	MONOCHROME2	Module VOI LUT	
Rows	256	Window Center 822	
Columns	256	Window Width 1438	
Bits Allocated	16	Module SOP COMMON	
Bits Stored	16	SOP Class UID 1.2.840.10008.5.1.4.1.1.40	
Pixel Representation	1	SOP Instance UID 64.572.218.916	
Smallest Image Pixel Value	0		
Largest Image Pixel Value	1717		

Fichier DICOM

- Encapsuler l'ensemble des objets dans un fichier.
 - ▶ Entête : pré-entête et objets.
 - ▶ Image : données brutes de l'image.
- Les détails au prochain cours.

Points forts

- Standard complet et évolutif :
 - ▶ Pas limité à la radiologie (oncologie, hématologie, dermatologie, ophtalmologie, cardiologie, ORL, ...).
 - ▶ Annotations sur les images, compression.
- Liberté du choix d'achat d'équipement car indépendance du fournisseur.
- Distribution d'images possible : support des protocoles de communication standards, TCP/IP notamment.

Rappel du plan

- 1 Notions préliminaires
- 2 Histoire du DICOM
- 3 Principes de DICOM
 - Objectifs de DICOM
 - Fondements théoriques
- 4 Objets DICOM
- 5 Conclusions

Points faibles

- Complexe :
 - ▶ Difficile à comprendre.
 - ▶ Informatique de niche.
- Nécessité de patience : intégration progressive par les fournisseurs.
- Périmètre limité : traite de la connectivité, mais pas des fonctionnalités des logiciels.
- Besoin d'un niveau de conformité.

- Le standard prévoit un document "DICOM Conformance Statement" dont le plan et la structure sont prédéfinis.
- Par ce document, le fournisseur précise le niveau de conformité de son équipement au standard DICOM.
 - ▶ Applicable sur chaque modèle, chaque version.
 - ▶ Le document suit un plan prévu dans le standard.
 - ▶ Liste des SOP Class supportées et des rôles assurés (SCU, SCP).

Quelques contre-vérités

- "Je n'arrive plus à envoyer mes images. C'est à cause de DICOM !"
Faux DICOM utilise le réseau, qui peut avoir ses défaillances.
- "DICOM dégrade la qualité de mes images."
Faux DICOM n'invente rien : il repose sur des formats d'image qui peuvent ou non être compressés.
- "Ne vous inquiétez pas, je supporte entièrement DICOM"
Faux Remarque bien présomptueuse... Possible, mais est-ce réaliste ?

- Divergences/erreurs d'interprétation du standard.
- DICOM autorise le stockage d'informations spécifiques.
 - ▶ Risque : faire du propriétaire sous le label DICOM
- DICOM propose différentes alternatives pour décrire l'information.
 - ▶ Annotations : 3 moyens de les transmettre.
- Manque d'information disponible à l'installation sur l'activation des services DICOM.

Synthèse

- Standard incontournable.
- Très largement et rapidement adoptée par la majorité des acteurs.
- Plus large couverture que l'imagerie radiologique
 - ▶ Rapport structuré.
 - ▶ Ouverture à toutes les imageries.
- Standard évolutif.