

# Zastosowanie standardów informatycznych w medycynie

Prof. dr hab. Paweł Mikołajczak\*, mgr Bartłomiej Bielecki\*\*

\*Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Chełmie

\*\* Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Chełmie

**Streszczenie:** *W niniejszej publikacji autorzy opisują używane standardy stosowane w technologiach przetwarzania obrazów medycznych. Wykorzystane standardy są potrzebne do stworzenia informatycznego systemu, mającego na celu pomoc lekarzom-kardiologom w diagnozowaniu naczyń wieńcowych.*

**Abstract:** *In this paper authors describe standards which are very often used in medical images processing. Used standards are needed in order to create IT system which can help cardiology specialists in coronal vessels diagnosis.*

W systemach medycznych stosuje się wiele standardów służących wspomaganie opieki lekarskiej. Istnieją standardy: działające wewnątrz jednej jednostki szpitalnej, pomiędzy wieloma ośrodkami, zarządzające opieką ambulatoryjną, oraz archiwizujące dane. W pierwszych latach zastosowania informatyki korzystano z systemów przemysłowych, jednak szybki rozwój technik komputerowych spowodował przyspieszenie prac nad standardami medycznymi. Dla przykładu, w USA działa obecnie kilka niezależnie funkcjonujących komitetów, które zajmują się implementacją standardów w amerykańskiej służbie zdrowia.

## 1. DICOM - geneza, struktura i cele

Wraz z rozwojem tomografii komputerowej zaczęto dostrzegać możliwości wykorzystania komputerów we wspomaganie procesów diagnozowania zdjęć rentgenowskich. Kilka znaczących firm rozpoczęło badania mające na celu stworzenie odpowiednich systemów teleinformatycznych pomocnych w analizie obrazów badań medycznych. Wiązało się to jednak ze swoistym nieuporządkowaniem spowodowanym sytuacją, iż każda z firm wprowadzała własne, sobie tylko znane standardy komunikacji pomiędzy aparaturą medyczną, a sprzętem służącym do wizualizacji. W związku z tym dwie znaczące organizacje: ACR (American College of Radiology) i NEMA (National Electrical Manufacturers Association) stworzyły w 1983r. standard ACR-NEMA mający na celu:

- wspomaganie stosowania wymiany informacji medycznych w postaci cyfrowej, niezależnie od producenta sprzętu
- stworzenie systemu archiwizacji danych
- globalną wymianę informacji pomiędzy ośrodkami medycznymi

W 1988r. standard ACR-NEMA nazwano go DICOM (Digital Imaging and Communication in Medicine) i został on rozszerzony o elementy związane z:

- transmisją danych
- określeniem systemu plików

- określeniem składni plików
- zastosowaniem standardu w nowoczesnych językach programowania
- określeniem struktury wieloczęściowych dokumentów
- sposobem wymiany zdjęć i grafiki
- interpretacją elementów standardu (np: znaczników)

Zgodnie z założeniem, za cele istnienia standardu DICOM przyjmuje się:

- swobodny przepływ informacji między urządzeniami
- ujednolicenie składni i formatów plików
- ujednolicenie operacji w środowisku sieciowym
- możliwość rozwoju standardu wraz z nadejściem nowych technologii i rozwiązań
- gotowość do pracy ze standardem za pomocą dowolnego sprzętu, w dowolnym miejscu na świecie

## 2 Elementy DICOM

Wraz ze stworzeniem standardu sformalizowany został słownik pojęć, którym operują programiści. Poniżej zostały wyjaśnione najistotniejsze elementy DICOM.

### 2.1 Znaczniki

Znaczniki określają dane dotyczące konkretnego badania. W obrębie jednego pliku występuje duża liczba znaczników, z których każdy przyjmuje określone wartości. Znaczniki te są interpretowane przez aplikacje operujące w DICOM. Każdy z nich zawiera również swój numer, oznaczenie i spełnia określone warunki wymienione w poniższej tabeli przedstawiającej wybrane znaczniki używane przez firmę SECTRA-Imtec AB w programie SMIIC. Znaczniki te są charakterystyczne dla większości aplikacji używających DICOM. Oznaczenie znaczników składa się z ośmiu cyfr systemu szesnastkowego. Pierwsze cztery oznaczają grupę, następne zaś element.

Znacznik	Numer znacznika	Ozn.	opis	Przykładowa wartość
SPECIFIC_CHARACTER_SET	0008.0005	CS	Używana specyfikacja	ISO_IR 100
INSTITUTION_NAME	0008.0080	LO	Nazwa jednostki wykonującej badanie	Szpital im. Banacha w Warszawie
MANUFACTURER	0008.0070	LO	Twórca aplikacji	SECTRA IMTEC

Znacznik	Numer znacznika	Ozn.	opis	Przykładowa wartość
STATION_NAME	0008.1010	SH	Nazwa stacji wykonującej badanie	Tomograf nr. 1
PATIENT_ID	0010.0020	LO	Numer pacjenta	127/2003
PATIENTS_NAME	0010.0010	PN	Nazwisko pacjenta	Jan Kowalski
PATIENTS_BIRTH_DATE	0010.0030	DA	Data urodzin pacjenta	10101950
BODY_PART_EXAMINED	0018.0015	CS	Miejsce badania	Naczynia wieńcowe
SOP_CLASS_UID	0008.0016	U1	Numer klasy SOP	1.2.840.10008.5.1.4.1.1.12.1 – (angiografia)
STUDY_DATE	0008.0020	DA	Data badania	10072003 – 10 lipca 2003 r.
ROWS	0028.0010	US	Szerokość zdjęcia w pikselach	512
COLUMNS	0028.0011	US	Wysokość zdjęcia w pikselach	512
PHOTOMETRIC_INTERPRETATION	0028.0004	CS	Format zapisu obrazu	MONOCHROME2

Tabela 1. Wykaz najczęściej spotykanych znaczników

Do znaczników zaliczane są również UID (unikalne identyfikatory) mogące określać: rodzaj badania lub składnie transmisji. Do badań, które wymagają standardu DICOM zaliczamy np: CT (tomografia komputerowa), MRI (rezonans magnetyczny), angiografia naczyń wieńcowych. Składnia transmisji danych określa podstawy protokołu ich wymiany opisując formą kodowania. Kodowanie atrybutu bez kompresji możliwe jest w normie DICOM poprzez zastosowanie dwóch reprezentacji liczb 16-bitowych (2 bajty, z zakresu 0-65535) stosowanych przy zapisie wartości liczbowych, jak np. wartości pikseli. Istnieją dwie możliwości pierwsza to tzw. Little Endian, druga zaś Big Endian oznaczająca, że w zapisie wartości 2-bajtowej jako pierwszy zostanie zapisany bajt mniej lub bardziej znaczący, np.: liczbę 65280 z systemu dziesiętnego można zapisać w systemie binarnym jako 1111 1111 000 0000. Jeżeli pierwszym bajtem jest 1111 1111, a drugim bajtem 0000 0000, to w reprezentacji Little Endian bardziej znaczącym bajtem (MSB) będzie ten drugi, a mniej znaczącym (LSB) ten pierwszy. Odwrotna sytuacja będzie przy reprezentacji Big Endian. Bez określenia jednego z tych dwóch sposobów kodowania mogą pojawić się poważne problemy przy otwieraniu plików DICOM.

Istnieją również dwie formy zapisu danych: forma jawna (EVR) i forma domyślna (IVR). Dodatkowo wyróżnia się różne sposoby kodowania obrazów. Kombinacje powyższych elementów przedstawiono w przykładowej tabeli

<b>Identyfikator kodowania</b>	<b>znaczenie</b>
1.2.840.10008.1.2	IVR Little Endian
1.2.840.10008.1.2.1	EVR Little Endian
1.2.840.10008.1.2.2	EVR Big Endian
1.2.840.10008.1.2.5	Kompresja RLE
1.2.840.10008.1.2.4.50-70	Kompresja JPG

Tabela2: Wybrane identyfikatory kodowania

## 2.2 Wiadomości

Wiadomościami nazywamy zestawy logiczne znormalizowanych informacji niezbędnych do wymiany pomiędzy medycznymi systemami informatycznymi. Istnieją formaty wiadomości służące przenoszeniu danych. Służy temu opracowany ramowy model tworzenia wiadomości (MDF). W jego skład wchodzi: MEDPID (identyfikacja pacjenta), MEDPRE (zalecenia co do sposobów leczenia), MEDREQ (określa wiadomość zadania usługi medycznej), MEDPRT (raport z usługi medycznej), MEDRUC (informacje o kosztach badania i wykorzystanym sprzęcie). Komunikaty są dostarczane zgodnie z normą HL7, czyli warstwą aplikacji przeznaczoną dla służby zdrowia, stworzonej celem ujednoczenia standardów wymiany informacji medycznych. Podstawą systemu komunikacji w HL7 są znane z teorii baz danych wyzwalacze i zapytania. Są one realizowane przez sieć w oparciu o protokół TCP/IP. Wiadomości są klasyfikowane w różne typy w zależności od tego jaką treść przenoszą. Wiadomość budowana jest z segmentów danych będącymi zbiorami danych. Każdy segment opisuje logicznie uporządkowany zbiór danych np. Message Header, Patient ID, Patient Visit, itp. Każdy segment jest wyróżnialny przez tzw. Segment ID definiowany przez 3 znaki na początku każdego segmentu. Każdy segment jest zbiorem pól, będących łańcuchem znaków. Transmisja pustego pola oznacza niezmiennosc starej wartosci. Kasacja zawartosci pola odbywa się poprzez wysłanie znaku NULL. Pole jest elementem wysyłanym w wiadomości, dlatego ma charakter łańcucha znaków. Niemniej pole składa się z różnych elementów (długość, typ danych, powtarzalność, identyfikator i inne) określających między innymi rzeczywisty typ danych. Twórcy standardu HL7 przyjęli następujące cele:

- wymianę danych medycznych bez względu na środowisko operacyjne
- możliwość transmisji danych zarówno przez TCP/IP jak i połączeń typu point-to-point używając portu RS-232C
- opracowane rozwiązanie musi być stworzone w taki sposób, aby umożliwiło dalszy rozwój
- priorytetowe działanie z organizacjami wspierającymi tworzenie standardów medycznych

Standard HL7 wspomaga medycynę w takich dziedzinach jak: księgowość, bank krwi, decyzje kliniczne, wymiana wiadomości, zgodność standardów, hurtownie danych, opieka domowa, zarządzanie obrazami medycznymi, administracja pacjentów, zarządzanie personelem, bezpieczeństwo transakcji

Wiadomość stanowi formę dokumentu elektronicznego i składa się z uporządkowanych segmentów. W podstawowej konstrukcji wiadomości wyróżniamy nagłówek (message header), oraz stopki (message trailer). Elementy te posiadają odpowiadające im znaczniki i mogą zawierać informacje na temat:

- długości wiadomości
- numerach UID
- implementacji specyficznych elementów
- priorytecie (wysokim, średnim i niskim)
- typie danych
- zdefiniowanych jednostek informacji typu SOP (para usługa-obiekt)
- nazw aplikacji przesyłającej wiadomości (DICOM AE), a co za tym idzie podania nazwy komputera, adresu IP i numeru portu.
- numerów wiadomości
- ilości pozostałych do wykonania operacji
- ilości ukończonych operacji
- ilości nieudanych operacji
- ilości operacji obciążonych ostrzeżeniem
- statusu określający czy dana wiadomość została przesłana pomyślnie.

Każde z urządzeń pracujące w DICOM powinno posiadać stwierdzenie zgodności z normą. Czasem jednak nie wystarczy to do współpracy dwóch aplikacji działających w DICOM. w związku z tym słownik danych zawierający znaczniki i ich wartości rozpoznawane przez aplikacje, nie może w sposób prawidłowy przesłać wiadomości.

### 2.3 Para usługa-obiekt

Para usługa-obiekt (SOP) określa jednostki informacji, oraz określane dla niej usługi przez dany system informatyczny. Pary takie realizowane są przez firmy tworzące swoje aplikacje w DICOM. Służą one komunikacji pomiędzy aplikacją a urządzeniem wykonującym badania. Niestety elementy te często nie są ujawniane przez twórców a bez ich znajomości nie można realizować zapytań pomiędzy aparaturą badawczą a diagnostycznym systemem komputerowym. Przykład zastosowania SOP zawarty został w dokumentacji firmy Merge Technologies Inc. Z informacji zawartych w opisie można odczytać status usługi, jej kody, oraz zachowanie. Przykład został umieszczony w poniższej tabeli.

Statut usługi	kod	opis
Refused	A700	Połączenie zostało przerwane. Poprzednie informacje jeżeli nawet zostały odebrane bezbłędnie nie będą wykorzystane
Failed	A900	Połączenie zostało przerwane a informacja jest zapisana w logach błędu systemowego. Wynika z niedopasowania SOP
Cancel	FE00	Połączenie zostało przerwane. Poprzednie informacje jeżeli nawet zostały odebrane bezbłędnie nie będą wykorzystane. Bez możliwości kontynuowania połączenia, ponieważ wszelkie elementy transmisji zostały zawieszono

Success	0000	Połączenie zostało zrealizowane a działanie zapisane, bez wskazania identyfikatora, który oznaczałby bezproblemowe zakończenie działania
Panding	FF00	Transmisja danych z wyświetlaniem komunikatów i ostrzeżeń
	FF01	Transmisja danych bez wyświetlania komunikatów i ostrzeżeń

Tabela3. Funkcje SOP

### 3. Używane systemy kolorów

W zależności od potrzeb stawianych aplikacjom w DICOM używa się kilku reprezentacji kolorów. Wyróżnia się trójwymiarowe lub indeksowane systemy kolorów. W modelach przestrzennych określenie współrzędnych jednoznacznie wyznacza kolor. Najpopularniejszymi systemami kolorów używanymi w DICOM są:

- monochrome1 - skala szarości, najmniejsza wartość przypisana jest do koloru białego.
- monochrome2 - skala szarości, najczęściej używany system, gdzie największa wartość przypisana jest do koloru białego.-
- palette color - tablica kolorów, wymaga dodatkowo zapisu tablicy specjalnych atrybutów typu Lookup Tables
- RGB - system kolorów opisywany trzema macierzami wartości, gdzie kolorami podstawowymi są czerwony (Red), zielony (Green) i niebieski (Blue)
- HSV - system kolorów opisywany trzema macierzami wartości, gdzie parametrami są: barwa (H), nasycenie (S), wartość (V)
- ARGB - system kolorów opisywany czterema macierzami wartości, gdzie parametr A jest przezroczystością
- CMYK - system kolorów opisywany czterema macierzami wartości, gdzie parametrami są kolory: jasnoniebieski (C), różowy (M), żółty (Y), czarny (K)
- YUV- system kolorów opisywany trzema macierzami wartości, gdzie parametrami są: luminacja (Y) i chrominacja (U, V)

Do interpretacji kolorów w aplikacjach korzystających z DICOM stosuje się tablice przejść wartości użytecznych (VOI LUT). Jest to zdefiniowany moduł danych określający dostosowanie wartości przechowywanych do wartości żądanych do wyświetlenia. Tablica umożliwia dokonanie wyboru i zmianę wartości wielkości obrazów poprzez odpowiedni mechanizm matematyczny. W aplikacjach medycznych istotna jest prezentacja klatek posiadających optymalną wielkość, sformatowanych tak, aby jak najwięcej cennych informacji w sposób jak najbardziej czytelny zostało przedstawionych. Okno definiuje się dwoma parametrami. Pierwszym jest położenie punktu środkowego, drugim zaś szerokość okna. Opisywane metody są realizowane poprzez zapis następujących atrybutów modułu posiadających odpowiednie znaczniki

parametr	znacznik	opis
LUT Data	0028.3006	Sekwencja danych tablicy przejść

<b>parametr</b>	<b>znacznik</b>	<b>opis</b>
Window Center	0028.1050	Parametry środka okna
Window Width	0028.1051	Szerokość okna

Tabela 4. Znaczniki tablicy przejść wartości użytecznych

Jeżeli tworzony jest program mający na celu wizualizację jednego typu badania wtedy nie ma potrzeby tworzyć w taki sposób aplikacji, aby uwzględniała różne tablice przejść wartości użytecznych. W takim przypadku deklaruje się „na sztywno” rozmiary okien odpowiadające typom narzędzi do prezentacji. Jeśli użytkownik operuje na kilku rodzajach tkanek wtedy można wprowadzić kilka schematów okien uwzględniających odpowiednie tablice.

Oprócz VOI LUT stosuje się również tablice przejść urządzeń M-LUT. Jest to moduł danych określający parametry umożliwiające przejście pomiędzy wartościami zapisanymi w macierzy a wartościami właściwymi dla danej metody diagnostycznej. Jeżeli parametr nazywany wartością osłabienia promieniowania rentgenowskiego jest ujemny (co nie jest dopuszczalne w przechowywanej macierzy wartości) to trzeba zastosować odpowiednie algorytmy, które uczynią ten element mierzalnym i dadzą odpowiedni wynik w postaci prezentowanego obrazu. Element M-LUT podaje właśnie taki skuteczny algorytm, który ingeruje w tablice wartości oryginalnych, w sposób taki aby zwrócić wartości pomierzone, stosując tablicę przejść bądź przekształcenie liniowe. Parametry M-LUT zostały ujęte w tabeli

<b>parametr</b>	<b>znacznik</b>	<b>opis</b>
LUT Data	0028.3006	Sekwencja danych tablicy przejść
Rescale Intercept	0028.1052	Parametr przekształcenia liniowego
Rescale Slope	0028.1053	Parametr przekształcenia liniowego

Tabela 5. Znaczniki tablicy przejść urządzeń

#### 4. Standard kompresji JPEG

Standard JPEG (JPG) został stworzony przez firmę Joint Photographics Experts Group. Posiada on szerokie zastosowanie znane użytkownikom komputerów. W zastosowaniach medycznych służy on do kompresowania obrazów już zdiagnozowanych. Dzięki niemu można przesyłać zdjęcia przez sieć komputerową, ponieważ mają mniejszą wielkość od plików oryginalnych. Jest również stosowany do zapisu klatek w metodzie kompresji obrazów animowanych w MPEG. Idea zmniejszania rozmiaru plików jest prosta. Ludzkie oko nie jest w stanie rozróżnić pojedynczy piksel, tylko interpretuje grupę pikseli i odbiera je jako punkt o określonej barwie. Kolejność działania transformacji:

1. podział na bloki – bloki do transformacji mają wymiar 8 na 8 pikseli. Jest to wielkość podyktowana tym, że obrazy medyczne są wielkości wielokrotności 8 pikseli. W związku z

tym uzyska się zawsze wypełnione kwadraty 8 na 8. Następnie zamienia się system kolorów RGB na YUV. Takie działanie ma miejsce tylko dla zdjęć kolorowych. Dla zdjęć czarno-białych krok ten jest pomijany

2. zastosowanie transformacji kosinusowej – otrzymujemy macierz wartości rzeczywistych
3. kwantyzacja – określone pola macierzy kolorów, które nie będą wpływały na interpretację zdjęcia przez człowieka, zostaną wyzerowane. Tablica kwantyzacji ma również wymiar 8 na 8. Są one sformułowane przez komitet JPEG i wyznaczone na podstawie testów. Współczynniki w tabeli chrominacji są większe ponieważ ludzkie oko jest czulsze na zmiany jasności niż na zmianę barw. Kwantyzacja obrazów czarno-białych dokonuje się stosując tylko tablice luminacji.
4. reorganizacja metodą ZIG-ZAG – przyspiesza działanie kompresji bezstratnej
5. kompresja bezstratna – oparta jest na metodzie, w której stosuje się klasyczny rozkład prawdopodobieństwa występowania znaków przypisując rzadziej pojawiającym się krótszą reprezentację, a częściej pojawiającym się krótszy ciąg znaków.
6. otrzymanie skompresowanego JPEG – przyjmuje się, że średnia ilość bitów na punkt waha się od 0.25 do 2. Dla obrazów czarno-białych stopień kompresji wzrasta do 3, ponieważ operuje tylko na jednej składowej (jasności punktu).

Istnieje również proces dekodowania, który umożliwia odzyskanie zdjęcia oryginalnego z formatu JPEG.

## 5. System PACS

W związku z organizacją systemu szpitalnego tworzy się systemy do obsługi danych tekstowych i numerycznych, oraz obrazów. Archiwizowanie i dystrybucję obrazów radiologicznych wspomagają systemy PACS (Picture Archiving and Communication Systems). Ich działanie systemu składa się z kilku kroków, które pomagają przy organizacji całego badania. Najpierw PACS wymaga dostarczenia danych o pacjencie i ewentualnych wynikach badań wstępnych. Następnie ma miejsce ustalenie czasu oczekiwania pacjenta na badanie, personelu, który będzie obsługiwał badanie, a potem zaproponowanie daty badania. W dalszym etapie wyniki badań zostają zarchiwizowane w bazie danych z szybkim dostępem, gdzie po pewnym czasie, po zakończeniu terapii obrazy są przenoszone do archiwum pośredniego, gdzie są przechowywane przez okres jednego lub dwóch lat. Po tym okresie składane są do długoterminowego archiwum, do którego mogą mieć dostęp wybrane osoby, upoważnione przez administratora systemu PACS. Istnieje również możliwość wysłania wyników badań do zainteresowanych lekarzy, lub nawet samego pacjenta. W nowoczesnych systemach wyniki zapisuje się na nośnikach optycznych. Ponieważ dane z badania zajmują sporo pamięci trzeba odpowiednio zorganizować sieć, aby móc w jak najkrótszym czasie przesłać ok. 20MB danych (dane dla angiografii). Dodatkowo również istnieją możliwości: czytania etykiet z użyciem czytnika kodów paskowych, drukowania etykiet, sporządzania i odsłuchiwanie raportów audiowizualnych. Największymi zaletami PACS są: możliwość oglądania wyników badań przez specjalistów z odległych ośrodków, wyeliminowanie wielokrotnego wywoływania klisz fotograficznych w ciemni. W skład systemu PACS wchodzi:

- urządzenie tworzące obrazy medyczne
- system wprowadzania danych o pacjentach
- aplikacje do przetwarzania zdjęć i filmów z badań
- baza danych archiwizująca wyniki badań



- sieć komputerowa do transmisji danych
- serwer nadzorujący pracę systemu
- system bezpieczeństwa i poufności danych

## 6. Zastosowanie

W związku z ogromną ilością informacji z jaką muszą uporać się centra medyczne zaistniała potrzeba zastosowania odpowiednich elementów mających na celu poprawę funkcjonowania pracy szpitala. Zaczęto więc tworzyć i stosować aplikacje wspomagające pracę lekarzy. Obecnie istnieje spora ilość programów medycznych, które działają w obrębie wymienionych w tej publikacji standardach. Jednak potrzeby są nadal ogromne i na pewno każdy dobry program zostanie zauważony i będzie stosowany przez specjalistów z danej dziedziny. Taki zamysł przyświeca również autorom tej publikacji, którzy pracują nad wykonaniem unikalnego systemu ekspertowego, który będzie wspomagał lekarza w diagnozie wyników badania angiografii naczyń wieńcowych. W sytuacji kiedy wykonuje się dużą liczbę badań radiologicznych tego typu (średnio ok. 10 dziennie) specjalista ma utrudnione zadanie, ponieważ musi przejrzeć powyżej 1000 klatek, aby zinterpretować poprawnie wyniki badania. Celem programu będzie automatyczna analiza zdjęć, która prowadzić będzie do wskazania lekarzowi miejsc wykazujących anormalność. Prowadzi to do zmniejszenia czasu potrzebnego na analizę wyników. Znajomość opisanych w publikacji elementów jest niezbędna do stworzenia prawidłowo działającej aplikacji. Tworzenie z takiego systemu ekspertowego składa się z kilku etapów. Na początku trzeba stworzyć przeglądarkę obrazów medycznych, która będzie interpretowała DICOM. Następnie zastosowany zostanie algorytm dokonujący detekcji krawędzi, w taki sposób, aby można było stwierdzić, czy w danym naczyniu krwionośnym istnieją nieprawidłowości. Kolejnym krokiem będzie zastosowanie algorytmów służących dodawaniu obrazów. Ponieważ badanie składa się z dużej ilości klatek. System potrzebowałby sporej mocy obliczeniowej, aby wszystkie klatki dokładnie zanalizować, więc istnieje potrzeba wykluczenia z analizy podobnych zdjęć, które nie wiele wnoszą do analizy badania, a niepotrzebnie zwiększają czas uzyskania wyników. W końcowym etapie nastąpi analiza i prezentacja wyników. Cały system zostanie stworzony na platformie linux, wykorzystany zostanie kompilator gcc, oraz zestaw narzędzi gtk, służący stworzeniu aplikacji graficznej działającej zarówno w środowisku linux jak i windows.

### Literatura:

1. <http://www.amershamhealth.com/medcyclopaedia/>
2. <http://www.bartender.host.sk/nauka/MSI/>
3. <http://www.dclunie.com/>
4. [http://www.hospitalmanagement.net/informer/management/mi\\_admin2/](http://www.hospitalmanagement.net/informer/management/mi_admin2/)
5. <http://www.jpeg.org/>
6. <http://www.psychology.nottingham.ac.uk/staff/cr1/dicom.html>
7. [http://www.schering.pl/diag\\_tk.php](http://www.schering.pl/diag_tk.php)
8. <http://www.sectra.se>
9. <http://xmedcon.sourceforge.net/>

