

Podzadanie A:
Zastosowanie informatyki
w medycynie

Tomasz Czarnik
Krzysztof Śmielek

Wstęp

Obecnie obserwujemy globalną komputeryzację, która obejmuje właściwie wszystkie dziedziny życia. Dlatego nie powinien dziwić fakt, że w obrębie prężnie rozwijającej się nauki jaką jest informatyka, wyróżnia się jest subdyscyplinę, którą jest informatyka medyczna. Jest to dział, posiadający ogromne znaczenia już w tym momencie, a będzie ono wzrastać wraz z biegiem czasu. W polskiej rzeczywistości wprowadzenie rozwiązań typu e – zdrowie jest kłopotliwe ze względu na związane z nimi wysokie koszty, a także strukturę i działanie Narodowego Funduszu Zdrowia. Jednak proces ten jest nieunikniony ze względu na zwiększającą się mobilność społeczeństwa, dostępność tanich interfejsów użytkownika, które umożliwią posługiwanie się urządzeniami złożonymi oraz na spodziewany wzrost zapotrzebowania na aparaturę umożliwiającą zdalną opiekę i wreszcie na wysoki stopień świadomości potrzeby stosowania innowacyjnych rozwiązań w medycynie.

Informatyka ma bardzo szerokie zastosowanie w medycynie. Można wyróżnić siedem takich obszarów:

1. aparatura medyczna i konstrukcja protez,
2. przechowywanie i szybki dostęp do dużej ilości danych,
3. zdalny dostęp do danych i zasięganie opinii ekspertów,
4. telemedycyna,
5. inteligentna analiza danych medycznych i wspomaganie podejmowania decyzji,
6. edukacja medyczna,
7. wspomaganie badań naukowych.

W następnych rozdziałach niniejszej pracy omówiony zostanie pokrótce każdy z wymienionych powyżej obszarów.

1. Aparatura medyczna i konstrukcja protez

Zastosowanie komputerów do aparatury medycznej jest naturalną konsekwencją postępującej komputeryzacji wszelkich aparatów pomiarowych.

Firma Programa stworzyła aplikację PoroAccess, która ma analizować geometryczną strukturę powierzchni zewnętrznych warstw implantów, które pozostają w bezpośrednim kontakcie z kością. Głównym jej celem jest więc ułatwienie badań nad porowatością powierzchni – jedną z najważniejszych kategorii związanych z dopasowywaniem protez.

2. Przechowywanie i szybki dostęp do dużej ilości danych

Systemy komputerowe najczęściej wykorzystywane są w obsłudze administracyjnej szpitali. Podstawą takiej obsługi jest elektroniczna rejestracja pacjenta, zleceń lekarskich, system zarządzania zasobami szpitala oraz personelem, a także dostęp do zewnętrznych baz danych (np. baza interakcji leków) oraz rozliczenia finansowe.

Odpowiednie tworzenie baz danych jest najistotniejszym elementem systemów informatyki medycznej. Powinny być one sprzężone z archiwum, w których przechowywane byłyby kopie bezpieczeństwa. Dane medyczne są o tyle specyficzne, że w żadnym wypadku nie mogą zostać zniszczone, uszkodzone, nie może zostać wprowadzony w nie błąd, osoby niepowołane nie mogą mieć do nich dostępu. Wymaga to szeregu zabezpieczeń i konkretnych postanowień prawnych.

Kilka krajów europejskich planuje wprowadzenie tzw. inteligentnych kart zdrowia. Każdy lekarz posiadałby czytnik takiej karty umożliwiający odczytanie oraz uzupełnienie zapisanych na niej danych pacjenta związanych z jego chorobą, lekami. Szybki dostęp do wszystkich danych pacjenta znacznie przyspieszyłby procedurę wywiadu lekarskiego, a co za tym idzie usprawnił diagnostykę. Inteligentne karty zastąpiłyby tradycyjne recepty, co zlikwidowałoby problem mylnie odczytywanych nazw leków przez farmaceutów. Pierwsza próba wprowadzenia kart rozpoczął pilotowy projekt SANTAL w 1987r. we Francji. Po pierwszej fazie postanowiono udoskonalić karty, zrezygnowano z przeznaczonych do ich odczytu terminali, które zastąpiły przystawki do komputerów osobistych.

3. Zdalny dostęp do danych i zasięganie opinii ekspertów

Innowacyjne rozwiązania wykorzystujące zdobycze informatyki są niezbędne w umożliwianiu komunikacji osobom niepełnosprawnym. Analizatory mowy pozwalają osobom z niepełnosprawnością ruchową wydawać komputerom polecenia głosowe. Syntetyzatory mowy wspierają komunikację osób głuchych i niedosłyszących. Niewidomi i niedowidzący również mogą pracować przy pomocy komputera dzięki specjalnym przystawkom, które rozpoznają tekst na ekranie i przetwarzają go na system alfabetu Braille'a. Ponadto firma IBM jest dystrybutorem klawiatury ułożonej tym systemem. Tego typu rozwiązania w pełni umożliwiają osobom niepełnosprawnym zdalny dostęp do danych.

Podstawowe sieci komputerowe stosowane w informatyce medycznej, które usprawniają pracę lekarzy oraz dostęp do wszelkiego rodzaju danych medycznych obejmują trzy rodzaje: sieci LAN, MAN oraz WAN.

LAN (*Local Area Network*) są to sieci rozpięte na obszarze zamkniętym. W szpitalach służy połączeniu osobistych komputerów lekarzy z pracowniami diagnostycznymi, laboratoriami, gabinetami zabiegowymi oraz z główną bazą danych szpitala. Dzięki temu lekarz ma dostęp do niezbędnych informacji w każdym miejscu na terenie szpitala, w każdej chwili może sprawdzić wyniki badań pacjenta, historię jego choroby, a także skonsultować konkretny przypadek z innym lekarzem oraz dokonać wglądu w wykonane przez niego notatki.

Sieć MAN obejmuje swoim zasięgiem metropolię, może to być obszar całego miasta (Lublin) czy najczęściej spotykane w Polsce obejmujące obszar uczelni wyższej (sieć ACK Cyfronet AGH). Ten rodzaj sieci umożliwia lekarzom szybki kontakt ze specjalistami z innych szpitali, a najczęstszym jej zastosowaniem w medycynie jest kontakt z ratownikami medycznymi działającymi w terenie, co pozwala na zwiększenie efektywności ich pracy.

Niekwestionowane znaczenie w medycynie odgrywa sieć WAN (*Wide Area Network*) oraz Internet będący połączeniem każdego rodzaju sieci. Ich globalny charakter umożliwia dostęp do zasobów wiedzy medycznej każdemu człowiekowi.

4. Telemedycyna

Niewątpliwą zaletą rozwiązań telemedycyny jest możliwość przeprowadzania konsultacji, a także operacji „na odległość”. Jest to szczególnie istotne na obszarach o niskiej gęstości zaludnienia lub w miejscach oddalonych od dużych ośrodków medycznych, gdzie brak jest ekspertów w danej specjalności. Najbardziej powszechnym zastosowaniem rozwiązań telemedycyny są telekonsultacje. Najczęściej wykorzystuje się do nich typowe wyposażenie telekonferencyjne, które za sprawą Internetu umożliwia wymianę danych alfanumerycznych oraz obrazów w wysokiej rozdzielczości (co w medycynie ma ogromne znaczenie). Szerokie zastosowanie telekonsultacje znajdują w pracy ratowników medycznych.

Telemedycyna zakłada również możliwość sprawowania zdalnej opieki nad osobami samotnymi, które cierpią na schorzenia typu choroba Alzheimera. W tym zakresie bardzo przydatne stają się urządzenia i aplikacje dzięki którym lekarz czy opiekun może zdalnie kontrolować swojego pacjenta oraz przeprowadzać konsultacje w każdym miejscu. Przykładem takiego zastosowania telemedycyny jest wykonany przez nas projekt aplikacji na system Android DroidObserver umożliwiającej monitorowanie położenia pacjenta.

Telepatologia umożliwia transmisję i interpretację próbki przeznaczonej do badania histopatologicznego przez łącza telekomunikacyjne. Pozwala na zdalne rozpoznanie, konsultacje czy też edukację prowadzoną przez patologa znajdującego się w dowolnym miejscu na świecie.

Konsultacje wykonywane na odległość, zdalna kontrola pacjentów to zasadnicze i stosunkowo nieskomplikowane aspekty telemedycyny. Rozwiązaniem wprowadzanym od niedawna są teleoperacje. Pierwsza taka operacja odbyła się w 2001r. określana jest mianem operacji Lindbergh. Przeprowadzona została na pacjencie w Strasburgu przez francuskiego lekarza przebywającego w Nowym Jorku. Do operacji usunięcia pęcherzyka żółciowego wykorzystano dwa wideoterminala Sony PCS-6000 z podłączonymi robotami Zeus firmy Computer Motion. W Polsce pierwsza symulacja teleoperacji została przeprowadzona w grudniu 2010 roku za pomocą robota *Robin Heart*. Operację na sztucznym szkielecie człowieka z umieszczonym w klatce piersiowej sercem świni, który znajdował się

w Katowicach przeprowadziła lekarka sterująca ramieniem robota z Fundacji Rozwoju Kardiologii w Zabrze.

5. Inteligentna analiza danych medycznych i wspomaganie podejmowania decyzji

Szerokie zastosowanie znalazły w medycynie systemy eksperckie umożliwiające wspomaganie decyzji przez analizę danych medycznych. System MYCIN powstał w latach 70- tych na bazie innego systemu eksperckiego, a jego zadaniem jest szybka diagnoza chorób zakaźnych oraz dostosowanie odpowiedniego leczenia farmakologicznego. Jego podstawowe moduły to:

- baza wiedzy,
- baza danych pacjenta,
- program konsultacyjny,
- program uzasadniający porady,
- program umożliwiający modyfikację bazy wiedzy.

Sposób działania tego systemu jest oparty na zadawaniu serii pytań, po którym podaje swoją diagnozę. Możliwe jest również zadawanie pytań systemowi przez laboranta. W ten sposób można uzyskać informację dotyczącą zalecanej dawki konkretnego leku. W systemem MYCIN koreluje system TEIRESIAS, który umożliwia modyfikowanie baz danych. System ten umożliwia nauczanie bazy wiedzy przez eksperta w taki sposób w jaki czyniłby to z adeptem. Kiedy ekspert znajduje błąd w analizie systemowej lub uważa, że jakieś pytanie jest niepotrzebne, TEIRESIAS udziela mu informacji o drodze rozumowania systemu i pozwala dowiedzieć się dlaczego zadaje takie a nie inne pytanie. W tym celu TEIRESIAS odwołuje się do reguł zapisanych w bazie danych.

Innym popularnym systemem eksperckim jest GIDEON – program komputerowy przygotowany do diagnozy chorób tropikalnych i zakaźnych. Składa się z czterech podstawowych modułów:

- moduł diagnostyczny – umożliwia dotarcie do testów diagnostycznych, klinicznych wskazówek; podaje rozpoznanie różnicowe;
- moduł epidemiologiczny – zapewnia dostęp do parametrów epidemiologicznych, do statusu choroby w danym kraju;

- moduł terapii – dostarcza wszystkich informacji koniecznych do ustalenia skutecznej terapii, uwzględnia m. in. interakcje leków z innymi specyfikami, a także ich toksyczność;
- moduł mikrobiologiczny – dostarcza charakterystykę laboratoryjną, rezultaty testów biochemicznych oraz opisy konkretnych kultur bakterii.

Program DXPlain jest systemem diagnostycznym posiadającym rozbudowaną bazę danych zawierającą informacje o objawach, etiologii, patologii oraz rokowaniach danej jednostki chorobowej. Jest wykorzystywany do wspomagania decyzji, jako doskonała baza danych, a także w edukacji medycznej.

Systemy eksperckie nie są stosowane powszechnie, gdyż wiążą się z problemem etycznym. Często wykorzystywana przez lekarzy intuicja nie daje się przełożyć na logiczne zasady. Dlatego też systemy eksperckie częściej wykorzystywane są w celu sprawdzania decyzji podjętych przez lekarza niż jako programy, które mają go w tym wyręczyć.

Bardzo istotne zastosowanie w medycynie znalazły sztuczne sieci neuronowe. Skonstruowane są na bazie pracy neuronów biologicznych. Uczenie sieci neuronowej może być nadzorowane lub nie nadzorowane. Ich zastosowanie w medycynie jest szerokie:

- planowanie i organizacja badań, terapii,
- wspomaganie decyzji,
- analiza badań klinicznych,
- prognozowanie rozwoju choroby,
- sterowanie urządzeń podtrzymujących funkcje życiowe, monitorowanie stanu pacjenta i ostrzeganie,
- analiza, rozpoznawanie i interpretacja obrazów z aparatury medycznej,
- medycyna sądowa.

Przykładowym programem diagnostycznym opierającym się na sztucznych sieciach neuronowych jest NeuroSolutions firmy NeuroDimesion. Stosowany jest do analizy wycinka tkanki pobranej z piersi podczas biopsji. Skupia się na zmiennych dotyczących budowy wycinka, odchyleniach standardowych tych parametrów, średnich z trzech najgorszych wartości tych cech oraz typie nowotworu.

Informatyka jest niezbędna w tzw. diagnostyce obrazowej. Jej główne zastosowania obejmują:

- wizualizację,
- lokalizację,
- badania przesiewowe,
- analizę ilościową.

Najważniejsze metody diagnostyki obrazowej obejmują:

- 5.1. konwencjonalną diagnostykę rentgenowską,
- 5.2. cyfrowe obrazowanie rentgenowskie,
- 5.3. tomografię komputerową transmisyjną,
- 5.4. tomografię magnetycznego rezonansu jądrowego,
- 5.5. ultrasonografię.

5.1. Konwencjonalna diagnostyka rentgenowska

Obrazy otrzymywane są przez projekcję wiązki X przez ciało pacjenta na błonę filmową czułą na promieniowanie. Obraz ten jest nieczytelny, gdyż nakładają się na siebie różne struktury.

5.2. Cyfrowe obrazowanie rentgenowskie

Błony filmowe zostały zastąpione detektorami promieniowania X. Są one bardziej czułe, możliwa jest manipulacja otrzymanymi obrazami np. w celu poprawienia ich jakości, ułatwiony zostaje sposób archiwizacji danych.

5.3. Tomografia komputerowa transmisyjna

Jest to badanie transmisyjne, zapewniające dokładniejsze mapowanie struktur, dające lepszy kontrast, a także jest pierwszym badaniem nieinwazyjnym. Różnicowane są głównie tkanka kostna i tkanki miękkie, obrazowanie innych struktur wymaga podanie tzw. kontrastu.

5.4. Tomografia magnetycznego rezonansu jądrowego

Inne nazwy obrazowania/ tomografii rezonansu magnetycznego: NMR (Nuclear Magnetic Resonance), MRI (Magnetic Resonance Imaging), MRT (Magnetic Resonance Tomography). Niesie ze sobą możliwość nieinwazyjnej analizy chemicznej ciała, jest badaniem emisyjnym .

5.5. Ultrasonografia

Jeden z typów aparatów wykonujących to badanie wykorzystuje zjawisko Dopplera. Oprogramowanie USG pozwala na pomiar wielkości (odległości) przeszkody, archiwizacja dokonuje się w sposób tradycyjny (klisze rentgenowskie), badanie przebiega szybko.

6. Edukacja medyczna

Informatyka bardzo znaczące zastosowanie znajduje w edukacji medycznej. Pozwala nie tylko na przyswajanie nowych informacji, ale także na kontrolowanie podejmowanych decyzji w zakresie diagnostyki czy leczenia farmakologicznego. Przykłady takiego zastosowania zostały już omówione na przykładzie zastosowania systemu diagnostycznego DXPlain. Ponadto do nauki medycyny stworzone zostały specjalne programy. Jednym z nich jest Complete Visible Human Male pozwalający użytkownikowi na zapoznanie się z 2 500 struktur anatomicznych. Z kolei PrimePractise jest programem do nauczania hematologii i onkologii zawierającym dokładny opis przypadków oraz testy egzaminacyjne.

Podsumowanie

Jak zostało już zaznaczone informatyka znajduje zastosowanie w wielu obszarach medycyny. Dlatego pomimo wielu przeszkód, w dalszych latach będzie prężnie się rozwijać, a tym samym ciągle udoskonalać i usprawniać system opieki zdrowotnej. Warto również zwrócić uwagę na to, że dzięki postępowi technologicznemu wiele informacji jest ogólnodostępnych, a niedługo zaistnieje możliwość wykonywania szeregu badań i zabiegów w zaciszu własnego domu, dzięki specjalistycznym nakładkom lub za sprawą telekonsultacji.

Bibliografia:

- Duch W., *Rewolucja informatyczna w medycynie*, [dostęp: 26.11.2011], <http://www.fizyka.umk.pl/publications/kmk/98kardiol.pdf>.
- Duch W., *Wstęp do metod sztucznej inteligencji*, [dostęp: 26.11.2011], <http://www.is.umk.pl/~duch/cog-book/AI/AI7b.pdf>.
- Frydrychowicz W., Truszkowska M., *Zastosowania sieci neuronowych do diagnozowania nowotworów piersi*, materiały z sympozjum Informatyka w Medycynie, [dostęp: 26.11.2011], <http://pwszciechanow.home.pl/winfile.php/1/prezentacje/referat7.pdf>.
- Galaś Ł., Wójcik J., *Medyczne systemy ekspertowe*, [dostęp: 27.11.2011], http://zsi.tech.us.edu.pl/~anowak/files/infer/Medyczne_systemy_ekspertowe.pdf.
- Gomułka A., *Teleoperacja, którą przeprowadził medyczny robot*, [dostęp: 26.11.2011}, http://supermozg.gazeta.pl/supermozg/1,111514,8809759,Teleoperacja_ktora_prowadzil_medyczny_robot.html.
- Karnowka A., Shafer K., Sularz B., *System ekspertowy Mycin*, [dostęp: 27.11.2011], http://zsi.tech.us.edu.pl/~anowak/index.php?s=file_download&id=21.
- Krawiec K., *Diagnostyka obrazowa*, [dostęp: 26.11.2011], <http://www.cs.put.poznan.pl/kkrawiec/zim/diagnostykaObrazowa.pdf>.
- Lipińska J., Szymaś J., Szarek J., *Telepatologia – nowa metoda diagnostyczna*, „Medycyna Wet.” 62, 2006, [dostęp: 26.11.2011], <http://docs7.chomikuj.pl/36802902.0.1,Telepatologia---nowa-metoda-diagnostyczna.pdf>.
- Programa, [dostęp: 26.11.2011], <http://blog.programa.pl/projekty/poroaccess/>.
- Tadeusiewicz R., *Informatyka medyczna*, Lublin 2011.