

Telemedycyna w praktyce - modele telekonsultacji medycznych oraz ich wykorzystywanie w ramach Krakowskiego Centrum Telemedycyny.

Autorzy

dr inż. Aleksander Laurentowski wykładowca w Katedrze Informatyki Akademii Górniczo-Hutniczej

mgr inż. Dominik Radziszowski asystent w Katedrze Informatyki Akademii Górniczo-Hutniczej

Adam Koprowski

Wstęp

Telemedycyna to nazwa działań ogólnie obejmujących takie zagadnienia jak: medyczne konsultacje na odległość przy wykorzystaniu infrastruktury telekomunikacyjnej, zastosowanie nowoczesnych środków łączności do przesyłu danych medycznych, implementacja rozwiązań informatycznych w medycznych systemach komputerowych. Często też mówi się w podobnym znaczeniu o Telematyce, informatyce medycznej oraz o dowolnych procedurach medycznych używając przedrostka „tele-„ (np. teleradiologia, telekonsultacja). Jest to szerokie pojęcie i właściwie każdy stosuje tutaj własne definicje w zależności od swoich przyzwyczajeń i upodobań. Jak większość pojęć informatycznych, nazwy te biorą swój rodowód z definicji angielskich.

Rozwój infrastruktury informatycznej w zakresie szybkich światłowodowych sieci komputerowych, mobilnych bezprzewodowych systemów dostępowych oraz coraz większe możliwości graficzne różnego rodzaju urządzeń końcowych stwarzają nowe możliwości w zakresie konstrukcji i eksploatacji systemów tediagnostyki i telekonsultacji medycznych.

W wielu krajach telemedycyna rozwija się podobnie szybko jak informatyka i telekomunikacja. Nowoczesne diagnozowanie oparte jest o wysoko skomputeryzowane urządzenia medyczne takie jak tomograf, angiograf czy rezonans magnetyczny. Nic też dziwnego, że naturalną drogą jest połączenie wszystkich możliwości diagnozowania pacjentów poprzez wykorzystanie sieci komputerowych.

Powstałe nowe uwarunkowania sprzętowe i postęp w zakresie technologii budowy oprogramowania systemów rozproszonych sprawiają, że staje się możliwa budowa

skalowalnych otwartych systemów telemedycznych, integrujących w ramach jednej usługi telediagnostycznej przekaz telekonferencyjny, transmisję wysokiej jakości obrazów radiologicznych oraz dostęp do medycznych baz danych. Tworzenie tak zaawansowanych systemów wymaga właściwego doboru sprzętu, architektury oprogramowania systemu, wykorzystania sieci komputerowych o dużych przepustowościach oraz wypracowania odpowiednich scenariuszy wdrażania nowych aplikacji i ich eksploatacji w praktyce medycznej. Ostatni z wymienionych etapów związany jest także ze stworzeniem aktów prawnych dotyczących akceptacji usług telemedycznych jako działań zgodnych prawem danego kraju.

Celem tego artykułu jest przedstawienie scenariuszy telekonsultacji możliwych do realizacji w warunkach polskich (w zależności od lokalnych uwarunkowań technicznych) oraz prezentacja działających systemów telekonsultacyjnych w ramach Krakowskiego Centrum Telemedycyny i Medycyny Zapobiegawczej.

1 Wymagania dla systemów telemedycznych i telediagnostycznych

Ogólne i szeroko pojęte wymagania w zakresie konstrukcji systemów telemedycznych i telediagnostycznych można przedstawić następująco:

- Zapewnienie transmisji i odtwarzania w czasie rzeczywistym wysokiej jakości obrazu ruchomego i dźwięku o jakości odpowiadającej co najmniej standardowi VHS z możliwością jednoczesnej jego archiwizacji.
- Udostępnienie protokołów przekazu i urządzeń do wizualizacji cyfrowych wyników obrazowych badań radiologicznych w standardzie DICOM.
- Zapewnienie możliwości przekazu wysokiej jakości dokumentów w formacie cyfrowym, posiadających źródłową postać w analogowych obrazach statycznych lub dynamicznych.
- Zapewnienie technologii składowania, dostarczenie technik opisu (adnotacji) i metod szybkiego wyszukiwania multimedialnych rekordów medycznych, zawierających dane tekstowe, obrazy radiologiczne, oraz pliki graficzne, audio i wideo.
- Stworzenie protokołów i interfejsów umożliwiających integrację z siecią komputerową specjalistycznej aparatury medycznej, oraz bezpośredni przekaz danych i sterowanie.

- Opracowanie i rozpowszechnienie przenośnych urządzeń komputerowych wyposażonych w łączność bezprzewodową, monitorujących stan zdrowia pacjentów.
- Stworzenie wygodnego i łatwego w obsłudze środowiska zarządzania wideokonferencją oraz narzędzi do wyszukiwania i prezentacji multimedialnego rekordu medycznego pacjenta.
- Budowa intuicyjnych interfejsów graficznych dostosowanych do prezentacji danych na różnorodnych urządzeniach końcowych, zapewniających wygodny dostęp do funkcji systemu.
- Zapewnienie mechanizmów autentykacji, autoryzacji i poufności realizacji usług telemedycznych.

Przedstawione wymagania mogą być spełnione przy zastosowaniu szerokopasmowych sieci komputerowych, bardzo dużej pojemności oraz systemów do składowania i archiwizacji danych, wysokiej klasy urządzeń służących wizualizacji obrazów cyfrowych oraz dużych mocy obliczeniowych potrzebnych do wyszukiwania, analizy i obróbki danych medycznych. Wymienione rozwiązania techniczne są dostępne na świecie. W Polsce oczekuje się, że odpowiednia infrastruktura powstanie w wyniku skoordynowanych działań KBN oraz poszczególnych Ministerstw. Pierwszoplanową rolę odgrywa w tym zakresie przyjęty przed dwoma laty program PIONIER.

Należy jednak pokreślić, że powszechne zastosowanie zaawansowanych rozwiązań telemedycznych napotyka na barierę kosztów. Zasadniczym problem telemedycyny jest zatem określenie minimalnych wymagań jakościowych dotyczących infrastruktury informatycznej, których spełnienie pozwala uznać system jako spełniający wymagania diagnostyczne i określić go jako w pełni akceptowalny w praktyce medycznej.

Sformułowanie tych wymagań oraz szczegółowych ustaleń dotyczących funkcjonalności poszczególnych aplikacji telemedycznych jest już zdecydowanie trudniejsze i wiąże się ze znajomością stosowanych procedur medycznych. Proponowane rozwiązania muszą być zweryfikowane praktycznie i niejednokrotnie wypracowane wspólnie przez informatyków i lekarzy.

Na obecnym etapie niewielka część szpitali w Polsce jest podłączona do sieci szerokopasmowych oraz posiada szybkie sieci lokalne łączące aparaturę medyczną z serwerami baz danych oraz stacjami wizualizacji wyników. W nielicznych ośrodkach medycznych wszystkie wyniki badań radiologicznych są reprezentowane w sposób cyfrowy i

dostępne w standardzie DICOM. Bardzo poważne braki istnieją w zakresie oprogramowania i technik integracji aplikacji medycznych. Zdecydowana większość systemów posiada przestarzałą architekturę oprogramowania i nie nadaje się do dalszej rozbudowy i integracji. Wynika to ze stosowania starych technologii, wymuszanych często przez systemy funkcjonujące od wielu lat, oraz opóźnienia prac dotyczących akceptacji standardu rekordu multimedialnego pacjenta oraz protokołów wymiany danych medycznych nie tylko w naszym kraju, lecz także w Unii Europejskiej. Należy podkreślić, że znacznie dalej w tym zakresie posunięte są prace w USA. Przyjęty tam standard HL7 jest stosowany powszechnie, a jego ostatnia wersja 3.0, bazuje na formacie XML. Standard ten pozwala opisać wszystkie podstawowe dane medyczne oraz procedury badań, a dzięki zastosowaniu XML spełnia wszystkie wymogi, aby stać się podstawą do integracji usług telemedycznych i konstrukcji nowoczesnych systemów teleinformatycznych w medycynie

Wstępna identyfikacja zapotrzebowania na usługi telemedyczne w Polsce pozwala stwierdzić, że dotyczą one przede wszystkim organizacji współpracy pomiędzy wyspecjalizowanymi ośrodkami referencyjnymi, takimi jak np. kliniki uniwersyteckie, a szpitalami w ośrodkach peryferyjnych. Oddalenie geograficzne i brak wysoko wyspecjalizowanej kadry medycznej stanowi bezpośredni czynnik decydujący o poszukiwaniu rozwiązań z zakresu telemedycyny. Jednocześnie słaba łączność komputerowa oraz brak cyfrowej aparatury diagnostycznej wymusza zastosowanie rozwiązań pośrednich, spełniających minimalne wymagania. Jest to sprawa zdecydowanie trudniejsza niż organizacja telekonsultacji pomiędzy dwoma ośrodkami referencyjnymi w kraju czy zagranicą przy założeniu ich podłączenia do powstającej sieci komputerowej PIONIER o przepustowości rzędu kilku gigabitów na sekundę.

W wyniku analizy aktualnego trybu przeprowadzania konsultacji w kilku ośrodkach referencyjnych ustalono, że podstawowe elementy scenariusza realizacji usługi telekonsultacji medycznej mogą obejmować:

1. Realizację wideokonferencji w celu bezpośredniego kontaktu lekarza prowadzącego z konsultantem lub konsylium medycznym, oraz przekazania obrazu stanu chorego.
2. System bezpośredniego przekazu obrazów statycznych uzyskanych z urządzeń analogowych, bądź obrazów dynamicznych standardowo wizualizowanych na ekranach telewizyjnych.
3. Przekazywanie w trybie on-line lub off-line plików DICOM w celu lokalnej wizualizacji, bądź bezpośrednią transmisję strumienia DICOM i jego wizualizację na przykład przy wykorzystaniu internetowych przeglądarek w Intranecie szpitalnym.

4. Dostęp do bazy danych wyników badań, w tym serwera wyników badań radiologicznych dostępnych w standardzie DICOM, oraz wideo-serwera gromadzącego inne dane obrazowe włączając w to filmy dokumentujące zabiegi oraz przebiegi telekonsultacji medycznych.

Przydatne wydaje się także zapewnienie bezprzewodowego dostępu do danych medycznych z miejsca wypadku lub w razie nieobecności eksperta medycznego w miejscu pracy.

Systemy telemedyczne pierwszej pomocy są też instalowane na pokładach śmigłowców i karetek pogotowia np.: w Wielkiej Brytanii. Karetka pogotowia (lub śmigłowiec) wioząca ofiarę z miejsca wypadku ma możliwości transmisji danych pacjenta do szpitala gdzie ma się odbyć operacja. W tym czasie na miejscu operacji przygotowywane są niezbędne środki w celu uratowania ofiary na przykład dostarczana jest odpowiednia grupa krwi, ściągani są najlepsi specjaliści do wykonania zabiegu operacyjnego lub też następuje połączenie wideokonferencyjne z ośrodkiem specjalizującym się w leczeniu urazów jakim uległ pacjent. Dzięki odpowiedniej infrastrukturze teleinformatycznej w trakcie zabiegu istnieje możliwość konsultacji z ośrodkami referencyjnymi w danym kraju lub nawet za granicą.

2 Modele wideokonferencji dla potrzeb telemedycyny

Wideokonferencję można zdefiniować jako interaktywną komunikację wielu (minimum dwóch) stron (ośrodków) z transmisją strumieni multimedialnych w czasie rzeczywistym. Podstawowym zastosowaniem wideokonferencji w medycynie mogą być multimedialne telekonsultacje, gdzie specjaliści różnych dziedzin w ośrodkach o wyższym poziomie referencyjnym mogą zdalnie konsultować kontrowersyjne przypadki u pacjentów znajdujących się w ośrodkach peryferyjnych czy szpitalach o niższym poziomie referencyjnym. Dzięki temu lekarze-eksperti mogą np. ordynować przygotowanie do zabiegu operacyjnego na podstawie dyskusji z lekarzami po drugiej stronie i oglądu obrazowych wyników badań, dostarczonych przez drugą stronę przed telekonsultacją lub „na żywo” w jej trakcie, a także np. przeprowadzać zdalnie wywiad z pacjentem. Dotychczas konsultacje takie możliwe były tylko z użyciem telefonu, a najczęściej wiązały się z koniecznością przewiezienia pacjenta do ośrodka referencyjnego, gdzie następowała szczegółowa analiza przypadku. Transport pacjenta, nie dość, że uciążliwy i często niebezpieczny dla zdrowia chorego, zwiększa jednocześnie koszty leczenia, dlatego pożądane są rozwiązania mogące obniżyć te koszty i jednocześnie „przybliżyć” lekarza specjalistę do chorego z ośrodka peryferyjnego.

Innym zastosowaniem cyfrowej komunikacji multimedialnej w medycynie może być transmisja obrazu i dźwięku z sali operacyjnej do sali konferencyjnej, innego ośrodka medycznego lub nagranie takiej transmisji na serwer wideo dla celów późniejszej prezentacji na żądanie. Studenci mogą „na żywo” obserwować przebieg zabiegu, zadawać pytania chirurgowi dokonującemu operację. Rozwiązania tego typu są oparte o kamery zainstalowane w lampach operacyjnych lub instrumentach medycznych wprowadzanych do ciała pacjenta. Takie rozwiązanie pociąga za sobą wiele zalet, które są oczywiste z punktu widzenia edukacyjnego jak i dokumentacyjnego. Tworzona jest w ten sposób baza informacji dotyczących postępowania w trakcie przeprowadzania konkretnych zabiegów.

-Tutaj należy umieścić rysunek wklejony do dokumentu pt.rysunek 1-

Rysunek 1. Schemat teletransmisji zabiegów kardiochirurgicznych przeprowadzanych z sal operacyjnych w Krakowskim Szpitalu Specjalistycznym im. Jana Pawła II

Ma to fundamentalne znaczenie w usprawnieniu i uprządkowaniu dydaktyki i doskonalenia zawodowego chirurgów i lekarzy prowadzących chorych po zabiegach, gdzie przy klasycznych metodach szkolenia z powodów anatomicznych oraz miejsca usytuowania obserwatorów, pewne etapy operacji mogą być mało widoczne, a ponadto wymogi bloku operacyjnego istotnie ograniczają liczbę obecnych osób, a wręcz uniemożliwiają dostęp większych grup szkolonych. Zastosowanie multimedialnych narzędzi zdalnego przekazu jest optymalnym rozwiązaniem tego problemu.

Dokładne ustalenie wymagań co do jakości przekazu audio i wideo dla danego rodzaju wideokonferencji oraz jej scenariusza i rodzaju oraz formatu przesyłanych danych (zwł. obrazowych wyników badań, np. radiologicznych) jest kluczowe dla doboru odpowiednich technologii i narzędzi transmisji multimedialnej. Ponadto parametry techniczne sieci takie jak: przepustowość, opóźnienie i jego wariancja (tzw. *jitter*) w torze transmisji czy obecność mechanizmów gwarantowania jakości usług (ang. *Quality of Service*) mogą determinować użycie lub wykluczenie pewnych technologii. Zdecydowanie najistotniejszym parametrem, wpływającym również na pozostałe, wydaje się być gwarantowana przepustowość.

W trakcie prac Krakowskiego Centrum Telemedycyny wyróżniono 3 scenariusze wideokonferencji, z których dwa pierwsze są przygotowane i pilotowo wdrażane w ramach projektu PBZ KBN pt. „Zaawansowane usługi telemedyczne i telediagnostyczne”:

1. **Scenariusz wysokiej jakości** (ang. *high-end*): telekonferencja z przekazem sygnału audio i wideo wysokiej jakości, porównywalnym co najmniej ze standardami telewizji analogowej (min. rozdzielczość VHS lub PAL, ok. 25 klatek na sekundę). Jako technologii kodowania i dekodowania można tu użyć standardu MPEG-1 lub MPEG-2 ze względu na dostępność na rynku urządzeń sprzętowych (koderów i dekodek), wspomagających działanie stacji wideokonferencyjnych w trybie czasu rzeczywistego. Zaletą tych technologii jest stosunkowo wysoka jakość obrazu, umożliwiającą ogląd pacjenta oraz większości dokumentów medycznych i obrazowych wyników badań (np. tomografii komputerowej lub rezonansu magnetycznego) okiem kamery

wideokonferencyjnej „na żywo”, bez konieczności ich wcześniejszego fotografowania lub skanowania i transmisji powstałych w ten sposób plików graficznych (przy założeniu braku możliwości generacji standardowej postaci cyfrowej, np. DICOM, przez aparaturę medyczną w miejscu badania).

Minimalne wymagane pasmo dla realizacji takiego scenariusza typu „punkt-punkt” w standardzie MPEG-1 wynosi ok. 1,4 Mb/s (2 strumienie po 700 Kb/s) w formacie SIF (rozmiar 352 x 288 dla PAL), a w standardzie MPEG-2 aż do 8 Mb/s (2 x 4 Mb/s) w formacie Half-D1 (352 x 576 dla PAL, a więc przy dwa razy większym rozmiarze). Wartości te potwierdzono eksperymentalnie w trakcie testów koderów sprzętowych MPEG, przeprowadzonych w Katedrze Informatyki AGH w Krakowie.

2. **Scenariusz niskiej i średniej jakości:** telekonferencja w sieci o niskiej i średniej przepustowości (128 Kb/s – 1,4 Mb/s), zakładająca wykorzystanie następujących mediów, technologii i narzędzi:

- ✓ *pomocniczego strumienia audio/video* o niskiej lub średniej rozdzielczości i jakości, a zwł. niskiej częstotliwości generacji klatek na sekundę, dla celów transmisji ogólnego widoku uczestników w pokoju wideokonferencyjnym i ew. obrazu pacjenta, z użyciem programowych narzędzi wideokonferencyjnych, np. Microsoft NetMeeting lub VIC/RAT; zalecane standardy kodowania wideo: H.261 lub H.263, rozdzielczość: QCIF (176 x 144); kodowanie audio: np. G.723, μ -law (G.711) lub GSM (wybór algorytmu kodowania audio w dużej mierze zależy od dostępnej przepustowości, ponieważ jest ona współdzielona ze strumieniami wideo);
- ✓ *seria nieruchomych obrazów i zdjęć*, stanowiących reprodukcje wyników badań radiologicznych (np. RTG, CT, NMR) i dokumentacji medycznej pacjenta istniejącej na kliszach i wydrukach; w pewnych przypadkach bowiem przesyłanie obrazu ruchomego z kamery jest niewystarczające. Rezultatem np. prześwietlenia RTG jest klisza o bardzo wysokiej rozdzielczości, której pewne szczegóły nie będą z pewnością widoczne w przekazie wideo narzędzi stosowanych w tym scenariuszu, ze względu na zbyt dużą utratę jakości przy kodowaniu i kompresji międzyramkowej standardów H.261 i H.263 oraz transmisji w wąskim paśmie. Taka utrata jakości uniemożliwia dokonanie analizy obrazu po stronie ośrodka referencyjnego w jednoznaczny sposób. Lepiej wykonać zdjęcia takich klisz i ew. innych obrazów drukowanych za pomocą tzw. kamery dokumentacyjnej, której rolę może pełnić wysokiej klasy cyfrowy aparat fotograficzny, i przetransmitować je do ośrodka po drugiej stronie w trybie off-line przed telekonsultacją lub on-line w trakcie jej trwania. Podkreśłmy, że możliwe

rozdzielczości takich zdjęć sięgają nawet do 2 tys. pikseli w poziomie, a więc generowane pliki są naprawdę duże. Narzędziem umożliwiającym przeprowadzanie konsultacji w tym scenariuszu jest opracowane w krakowskim centrum oprogramowanie „Telenegatoskop” ;

- ✓ *przeglądarka medycznych obrazów cyfrowych w formacie DICOM* (o ile takie obrazy są dostępne w wersji elektronicznej w ośrodku peryferyjnym i mogą być przesłane do ośrodka referencyjnego).

3. Scenariusz „off-line”, który może być stosowany przy bardzo niskich dostępnych przepustowościach. Scenariusz ten polega na przesłaniu siecią komputerową serii obrazów i dokumentów w postaci elektronicznej, wraz z ew. opisem i prośbą o konsultację, z ośrodka peryferyjnego do ośrodka referencyjnego, za pomocą odpowiedniego narzędzia transmisyjnego (np. ftp lub poczty elektronicznej). Dodatkowy kontakt lekarzy z obu ośrodków (i ew. dyskusja) mógłby być przeprowadzony telefonicznie, jeśli istniałaby taka konieczność. Wynik konsultacji byłby odesłany siecią komputerową.

Dla realizacji scenariuszy wysokiej jakości w łączach o dużej, a także średniej przepustowości (już od ok. 200 Kb/s) celowym wydaje się rozważenie użycia standardu MPEG-4, ponieważ:

- ✓ MPEG-4 umożliwia efektywne kodowanie z jakością obrazu telewizyjnego i ma przy tym lepsze parametry kompresji niż MPEG-1 i MPEG-2, a zatem mniejsze wymagania co do przepustowości,
- ✓ MPEG-4 ma możliwość dynamicznego dostosowania jakości i rozdzielczości do dostępnego pasma,
- ✓ Ze względu na bardziej „konsumencki” charakter standardu MPEG-4, należy się spodziewać niższych cen jego koderów sprzętowych w porównaniu do MPEG-1 i MPEG-2.

Niestety, w chwili obecnej sprzętowe kodery MPEG-4 nie są dostępne na rynku polskim., a popularne i dostępne kodery programowe (np. DivX) nie mają zdolności strumieniowania (transmisji strumienia audio/wideo w sieci komputerowej).

Wspólnym zagadnieniem dla telekonferencji jest mechanizm zapraszania i informowania o aktualnych sesjach wideokonferencyjnych, przy użyciu protokołów SIP lub H.323, opracowanych przez organizacje IETF oraz ITU. Coraz szerzej poruszonym aspektem w kontekście wideokonferencji jest także wykorzystanie transmisji typu *multicast* oraz możliwości protokołu IPv6. Upowszechnianie się bezprzewodowych technologii sieciowych

oraz niedużych urządzeń zdolnych transmitować i wyświetlać strumienie multimedialne, wyznacza z kolei nowe obszary badań np. nad możliwością transmisji MPEG-4 w sieciach 802.11 czy Bluetooth.

3 Pilotowe użycie stacje wideokonferencyjnych KCTM do telekonsultacji

Dla realizacji scenariusza telekonsultacji o wysokiej jakości przekazu w Krakowskim Centrum Telemedycyny stosowane są stacje wideokonferencyjne kodujące i dekodujące strumienie multimedialne w standardzie MPEG-1 w czasie rzeczywistym, oraz nadające i odbierające te strumienie w sieci pakietowej (UDP/IP) bez mechanizmów zapewnienia jakości usług (QoS). Stacje te zbudowano na bazie komputerów PC z systemem operacyjnym Windows 2000, wyposażając je w karty kodujące i dekodujące MPEG-1 firmy Optibase (odpowiednio: serii MovieMaker Xpress i VideoPlex Xpress) oraz odpowiednie urządzenia peryferyjne, tj. kamery analogowe (np. S-VHS) oraz zestawy audio (mikrofony kierunkowe i głośniki lub zestawy słuchawkowo-mikrofonowe). Jedynym istotnym wymaganiem sprzętowym dla tych komputerów są wydajne interfejsy sieciowe (np. karty Fast Ethernet). Karty dekodujące VideoPlex są dostarczane ze specjalizowanymi przeglądarkami, tj. oprogramowaniem umożliwiającym wyświetlenie obrazu i odtworzenie dźwięku ze strumienia multimedialnego po stronie odbiorcy. Alternatywą dla sprzętowej karty dekodującej może być program-przeglądarka z wbudowanym dekodерem i możliwościami odbioru strumienia multimedialnego bezpośrednio z sieci. Stacje telekonferencyjne nadają strumienie MPEG, używając UDP jako protokołu transportowego w sieci IP. Należy podkreślić, że to rozwiązanie ma charakter otwarty i uniwersalny, a cena urządzeń jest kilkakrotnie niższa od zamkniętych technologicznie, gotowych urządzeń wideokonferencyjnych, np. firm Polyspan czy PictureTel, które stosują metody kodowania o gorszej jakości (H.261 i H.263) oraz często umożliwiają jedynie korzystanie z łączy ISDN.

Rysunek 2. Telekonsultacja medyczna przeprowadzana ze szpitalem w Tarnowie w Krakowskim Szpitalu Specjalistycznym im. Jana Pawła II

Stacje wideokonferencyjne pracujące w standardzie MPEG-1 są obecnie wykorzystywane do telekonsultacji między klinikami Collegium Medicum UJ i Szpitalem Specjalistycznym im. Jana Pawła II w Krakowie w ramach sieci miejskiej (MAN) oraz pomiędzy nimi a szpitalami w Tarnowie i Kielcach po łączach sieci POL-155 jako uzupełnienie funkcjonalności systemu KONSUL.

4. Zastosowanie systemu KONSUL w praktyce klinicznej w Krakowskim Szpitalu Specjalistycznym im. Jana Pawła II

W wyniku prac rozwijanych w KCTM został w praktyce zrealizowany system konsultacji angiochirurgicznych (KONSUL) łączący szpitale z Tarnowa oraz z Kielc z Kliniką Kardiochirurgii CM UJ mieszczącej się w Krakowskim Szpitalu Specjalistycznym im. Jana Pawła II.

System umożliwia przesyłanie filmów z zabiegów koronarograficznych wykonywanych w pracowniach hemodynamicznych pacjentów leczonych w wyżej wymienionych miastach. W ten sposób lekarze z ośrodków peryferyjnych zyskują możliwości natychmiastowej bezpośredniej konsultacji trudnych przypadków a pacjenci zostają wstępnie zakwalifikowani do zabiegów kardiochirurgicznych w krakowskiej klinice bez konieczności długiego oczekiwania na taką konsultację przeprowadzaną do tej pory osobiście przez lekarzy z Tarnowa bądź Kielc.

Rysunek 3. Pierwsza strona systemu KONSUL

System działa w następujący sposób. W ośrodku peryferyjnym (Tarnów, Kielce) na stacji komputerowej dokonywana jest obróbka cyfrowa dysku CD otrzymanego w wyniku wcześniejszego badania. Polega ona na przetworzeniu CD przez zainstalowane na stacji oprogramowanie, a następnie automatycznemu przesłaniu zawartość CD przez sieć komputerową do serwera KONSUL znajdującego się w krakowskim szpitalu. Na serwerze tym gromadzone są dane, mogą one następnie być które prezentowane "on line" lekarzowi konsultującemu w formie strony internetowej wraz z sekwencjami filmowymi z wykonanego zabiegu. Na tej podstawie dokonywana jest wstępna kwalifikacja pacjentów do zabiegów. Oprócz filmów na obecnym etapie przesyłana jest faksem karta kwalifikacyjna zawierająca

pozostałe dane medyczne pacjenta. System nadal jest rozwijany gdyż jego podstawowa wersja po uwagach użytkowników wymaga dalszych modyfikacji podkreślmy, że przed uruchomieniem systemu ten sam CD był zabierany przez lekarza referującego przypadek i osobiście przywożony do Krakowa.

-Tutaj należy umieścić rysunek wklejony do dokumentu pt.rysunek 4-

Rysunek 4. Dane pacjenta do konsultacji - strona systemu KONSUL

Założono, że w kolejnych wersjach systemu KONSUL zostaną dodane następujące opcje:

- integrację karty kwalifikacyjnej do zabiegu kardiochirurgicznego z obrazem z zabiegu
- włączenie funkcjonalności telenegatoskopu do systemu KONSUL celem prezentacji innych danych obrazowych
- umożliwienie powiadamiania poprzez SMS-y o konieczności dokonania konsultacji przez lekarzy w klinice kardiochirurgii
- włączenie pola wyboru - transmisja filmu w standardzie DICOM lub konwersji plików do standardu AVI.

System funkcjonuje od 2 miesięcy w Klinice Kardiochirurgii. W wyniku pracy systemu do konsultacji z Tarnowa przesłano dane 130 pacjentów natomiast z Kielc 30 pacjentów. Miesięczne oszczędności związane z wykorzystaniem systemu sięgają dla ośrodków peryferyjnych kwoty około 4000 złotych. Jest to oszczędność związana z pokrywaniem kosztów wyjazdów lekarzy prezentujących przypadki w Krakowie dwa lub nawet trzy razy tygodniowo. Można powiedzieć, że system KONSUL przyczynił się do zintensyfikowania prac związanych z szerszym zastosowaniem technik telemedycznych w celu obniżenia kosztów konsultacji medycznych w województwie małopolskim. Dodatkowo w praktyce została zrealizowana koncepcja uruchomienia systemu generującego multimedialny zapis danych medycznych wykorzystywanego w celach konsultacyjnych. Co oznacza tego typu określenie?

Multimedialny zapis danych medycznych pacjenta to zapis filmowy, dźwiękowy i tekstowy wszystkich zdarzeń w życiu człowieka z punktu widzenia istotnych informacji medycznych. Najważniejszą cechą tego rekordu jest jego wielkość. Wiąże się to z problemem archiwizacji

tych danych i przesyłu dużej ilości informacji w różne miejsca. Wraz z unowocześnianiem systemów i rosnącymi możliwościami gromadzenia i przesyłania dużej ilości danych, multimedialny "rekord" medyczny stanie się pewnym standardem zapisu informacji medycznej.

Powyższa definicji znalazła swoje praktyczne zastosowanie w działaniu systemu KONSUL.

Podsumowanie.

W przedstawionym materiale zostały opisane pewne modele rozwiązań telemedycznych znajdujące się w fazie testów jak i działające już systemy wykorzystywane w ramach Krakowskiego Centrum Telemedycyny. Dzięki odpowiedniej współpracy pomiędzy członkami konsorcjum tworzącego Centrum Telemedycyny i nawiązywaniu coraz to nowych kontaktów wypracowane rozwiązania mają szansę być rozpowszechnione na terenie całego kraju. Niewątpliwie istnieje kilka powodów dla których inwestycje w rozwój programów telemedycznych są opłacalne dla służby zdrowia. Reforma tego sektora zmierza w swoim finale do pozostawieniu na rynku instytucji, które będą wybierane przez pacjentów. Należy więc wykazać swoim klientom, że posiadane umiejętności oraz wysoki standard usług medycznych są warte zainteresowania z ich strony. Posiadając sprawny system informatyczny oraz dobrze funkcjonujące systemy telemedyczne można zaoferować pacjentom nowe usługi, które będą dla nich atrakcyjne. Czy pacjenci nie skuszą się na wybranie szpitala, który po dokonaniu zabiegu będzie mógł w domu monitorować stan chorego. Czy chorzy nie wybiorą szpitala, w którym lekarze w przypadku wątpliwości skonsultują swoją diagnozę ze specjalistą krajowym lub światowym? Czy lekarze domowi nie będą wydawać skierowań do szpitali z którymi będą się mogli komputerowo łączyć i śledzić losy swoich podopiecznych?

Na polskim rynku usług medycznych powoli rozpoczyna się wyścig o pacjenta. Instytucje ochrony zdrowia reorganizują swoje struktury w kierunku swoich przyszłych klientów. W szpitalach tworzone są stanowiska ds. telemedycyny, wdrażane są programy rozwoju usług tego rodzaju. Systemy informatyczne stanowią jeden z głównych motorów napędzających dokonujące się zmiany. Liderzy w dziedzinie informatyzacji służby zdrowia będą stanowili wzór dla pozostałych jednostek określając kierunek rozwoju. Ci liderzy rozpoczęli już prace nad wdrażaniem projektów telemedycznych, co niewątpliwie przybliży ich do pacjentów oraz do czołówki ośrodków medycznych w Europie i na świecie.