



Leszek Artur Andrukanis

kierunek studiów: **inżynieria biomedyczna**
specjalność: **elektronika i informatyka medyczna**

Przedmiot: **Zaawansowane technologie bazodanowe**

Temat projektu: >>Holter monitor<<

*Internetowa hurtownia pacjentów holterowskich
wraz z aplikacją dostępu lekarza.*

Konsultant: dr inż. Sebastian Ernst

Kraków, październik 2010

Spis treści

Abstrakt:	3
1. Wstęp	5
2 . Cele i założenia projektu.	6
3. Opis istniejących rozwiązań.	6
4. Elektrokardiografia.	6
5. Badania metodą holterowską	10
6. Koncepcja proponowanego rozwiązania.	11
6.1 Ogólny zarys proponowanego rozwiązania:.....	11
6.2 Algorytm automatycznej analizy EKG:	13
6.3 Baza danych:	11
6.4 Otrzymane wyniki	17
8. Podsumowanie i wnioski	18
9. Bibliografia:	19
10. DODATEK A: Opis opracowanych narzędzi i metody postępowania:	20
11. DODATEK B: Instrukcja obsługi:	25

Abstrakt

Celem projektu było zbudowanie internetowej platformy, umożliwiającej swobodną komunikację pomiędzy pacjentem a lekarzem. Serwis ten umożliwia nadesłanie przez pacjenta plików z sygnałem EKG oraz, dzięki wykorzystanej aplikacji napisanej przy użyciu języka C++, zdalną analizę i interpretację nadesłanego sygnału. Serwis internetowy powstał przy wykorzystaniu języka skryptowego PHP. Platforma obsługuje dwa rodzaje użytkowników : pacjenta oraz lekarza. Projekt został podzielony na dwie części :
analiza sygnału EKG przy pomocy dostarczonych kodów źródłowych napisanych w języku C++

prezentacja wyników w formie witryny internetowej.

Postawione cele zostały osiągnięte. Wykorzystane pliki źródłowe pozwalają na analizę sygnałów dwukanałowych o częstotliwości próbkowania 200Hz. Zastosowanie w projekcie technologii internetowej: MySQL oraz PHP pozwoliło na stworzenie łatwych w obsłudze paneli zarówno lekarza jak i pacjenta. Dalszy rozwój projektu może obejmować przystosowanie serwisu do interpretacji i analizy sygnałów EKG zapisanych w plikach o innym rozszerzeniu niż *.dat

Pomysłem jest stworzenie serwisu przeznaczonego dla lekarzy i pacjentów umożliwiającego pobieranie danych z przenośnych urządzeń EKG przesyłanych przez pacjentów. Użytkownik – pacjent mógłby w łatwy sposób przesłać wynik badań, uzyskać poradę od lekarza, umieścić wyniki w bazie danych, do których mógłby mieć ciągły dostęp, tworząc w ten sposób kompleksową historię pacjenta, dodatkowo mógłby uzyskać wiele pożytecznych informacji i wchodzić w interakcję z innymi użytkownikami. Użytkownik – lekarz – uzyskiwałby wyniki badań bez konieczności wizyty i mógł nadzorować pacjenta, system automatycznie generowałby alerty w przypadku przekroczenia wartości – co pozwoliłoby lekarzowi na sprawniejsze wykrycie problemu. Lekarz mógłby tworzyć rekordy opisującego każdego pacjenta, diagnozę, metodykę leczenia. Łatwodostępność narzędzia, umożliwienie przechowywania i analizy danych pozwoli na przyciągnięcie potencjalnych reklamodawców sprzętu medycznego

Funkcjonalność aplikacji:

- system rejestracji i uwierzytelniania użytkowników.
- umożliwienie przesyłania wyników.
- ciągły dostęp do wyników, wstępna analiza i generowanie alertów.
- Dodawanie komentarzy i diagnoz.
- Udostępnienie systemu pomocy.
- *Generowanie dokumentów pdf z wykresem i diagnozą.*
- *Archiwizacja dokumentów w repozytorium.*
- *Generowanie podglądu wykresu EKG w formie okna LightBox.*
- *Personalizacja konta poprzez dodawanie zdjęcia do profilu.*
- Wysyłanie powiadomień na e-mail.
- Generowanie wykresów EKG.
- Prowadzenie karty pacjenta wraz z historią chorób.
- Archiwizacja wyników i diagnoz.

1. Wstęp

Jesteśmy społeczeństwem informacyjnym, w silnym stopniu uzależnionym od wymiany informacji. W dzisiejszych czasach, jak nigdy dotąd, komunikacja czy to międzyludzka czy między człowiekiem a maszyną odgrywa bardzo ważną rolę. Aby ułatwić wymianę informacji, szczególnie osobą schorowanym, nie mogącym pozwolić sobie na częste wizyty u lekarza, powstał pomysł stworzenia internetowej platformy pozwalającej na zdalną analizę i interpretację nadesłanych plików z zapisem sygnału EKG. Elektrokardiografia jest nieinwazyjną metodą diagnostyczną, której celem jest rozpoznanie przebiegu zjawisk elektrycznych w sercu. Ze względu na stosunkowo niski koszt oraz łatwość wykonania badania w porównaniu do innych metod diagnostycznych, badanie to jest często zlecane przez lekarzy. Badanie polega na rejestracji zmian potencjałów elektrycznych powstających na powierzchni ciała pod wpływem prądu elektrycznego wytwarzanego i rozprzestrzeniającego się w sercu. Urządzenie służące do odebrania potencjałów ze skóry za pomocą specjalnych elektrod nazywane jest elektrokardiografem, Zarejestrowane potencjały są wzmacniane i zapisywane przez aparat na papierze lub cyfrowo w postaci tzw. krzywej EKG. Otrzymany w ten sposób elektrokardiogram pozwala na dokonanie pomiarów różnych charakterystycznych elementów krzywej EKG, zwanych odstępami, odcinkami i załamkami, których wartości są odzwierciedleniem miejsca i czasu trwania zjawisk elektrycznych w mięśniu serca. Badanie metoda Holtera jest rodzajem elektrokardiografii polegającym na całodobowym monitorowaniu rytmu i częstości pracy serca. Pozwala ono na ocenę pracy serca nie tylko w spoczynku ale i w trakcie wykonywania codziennych czynności. Głównymi wskazaniami do przeprowadzenia badania metodą Holtera jest zaburzenie rytmu serca, bradykardia, choroba niedokrwienna serca oraz ocena sprawności stymulatora serca u osób z wszczepionym rozrusznikiem serca. Analiza uzyskanego podczas badania sygnału EKG jest podstawą do podjęcia decyzji o dalszej terapii pacjenta, dlatego bardzo ważne jest umożliwienie lekarzowi czytelne odtworzenie przebiegu sygnału oraz wyłonienie z zapisu istotnych wartości poszczególnych parametrów sygnału EKG.

2. Cele i założenia projektu.

Celem projektu było zbudowanie serwisu przeznaczonego zarówno dla lekarzy jak i pacjentów. Platforma umożliwia zdalną analizę i interpretację przesłanych przez pacjenta plików z zapisem sygnału EKG . CARE_CENTER jest serwisem obsługującym dwa typy użytkowników : pacjenta i lekarza. Użytkownik – pacjent może w łatwy sposób przesłać wyniki badań, wybrać swojego lekarza prowadzącego od którego uzyska opis badania oraz zalecenia. Dzięki połączeniu platformy z bazą danych umożliwia ona umieszczenie wyników w bazie, do których zarówno pacjent jak i lekarz mają ciągły dostęp, tworząc w ten sposób kompleksową historię przebiegu badań pacjenta. Użytkownik – lekarz uzyskuje wyniki badań bez konieczności wizyty, co pozwala na zdalne nadzorowanie wielu pacjentów jednocześnie. Zastosowana w serwisie aplikacja umożliwia pomiar charakterystycznych dla zapisu EKG parametrów a także generowanie wykresów przebiegu przesłanego sygnału, co pozwala lekarzowi na sprawniejsze wykrycie problemu.

3. Opis istniejących rozwiązań.

Jeśli chodzi o rynek polski nie spotkano się z podobnym rozwiązaniem. Zarówno w Polsce jak i zagranicą istnieje wiele portali umożliwiających analizę danych holterowskich po nabyciu odpowiedniego oprogramowania. Umożliwienie przesłania danych pomiarowych bezpośrednio na konto lekarza może wydawać się nowością.

4. Elektrokardiografia

Elektrokardiografia (EKG) służy do graficznego przedstawienia (w postaci krzywej EKG) czynności elektrycznej serca, pozwalającej na ocenę mechanizmu i miejsca powstawania impulsów elektrycznych, rozchodzenia ich w układzie przewodzącym i w mięśniu sercowym, a także, reakcji mięśnia na te impulsy.

Cechą charakterystyczną mięśnia sercowego jest szybkie przekazywanie pobudzenia, która wynosi ok. 400mm/s wzdłuż włókien i 200mm/s w poprzek włókien. Układ bodźcotwórczy – bodźcoprzewodzący zbudowany jest z włókien mięśniowych charakteryzujących się brakiem własności kurczliwych. W układzie tym dochodzi do wytworzenia oraz przewodzenia

impulsów depolaryzujących. W skład układu bodźcotwórczo – bodźcoprzewodzącego wchodzi (Rys. 1):

węzeł zatokowo - przedsionkowy SA;

szlak międzyprzedsionkowy (wiązka Bachmanna);

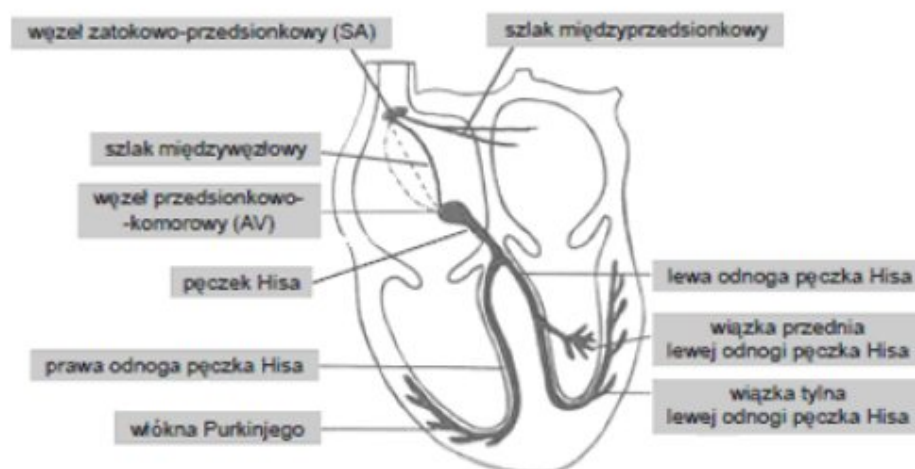
szlaki międzywęzłowe:

- przedni, - środkowy, - tylni;

węzeł przedsionkowo-komorowy AV;

pęczek Hisa;

włókna Purkiniego.



Rys. 1 Budowa układu bodźcotwórczo – bodźcoprzewodzącego [1].

Elektrokardiogram jest zapisem zmiany potencjałów w trakcie depolaryzacji i repolaryzacji komórek mięśnia sercowego. W czasie trwania potencjału spoczynkowego, który wynosi ok. -90mV , jony sodu znajdują się w większym stężeniu na zewnątrz komórki, zaś większe stężenie jonów potasu znajduje się wewnątrz komórki. W trakcie spoczynku błona komórkowa jest nieprzepuszczalna dla jonów sodu co uniemożliwia wyrównanie się stężeń po obu stronach błony. Błona komórkowa dla jonów potasu w stanie spoczynku jest przepuszczalna, a występująca różnica stężeń pomiędzy wnętrzem komórki a przestrzenią

zewnątrzkomórkową kieruje siłą dyfuzji na zewnątrz, przeciwdziałając różnicy potencjału. Wytworzenie potencjału błonowego powstaje w wyniku utrzymania różnicy potencjałów między wnętrzem komórki a przestrzenią międzykomórkową. Różnica potencjałów występuje dzięki pompie jonowej, która wbrew gradientowi stężeń i potencjałom ładunków elektrycznych wydala z komórki 3 jony sodu na każde 2 jony potasu wprowadzone do komórki. Zmiana przepuszczalności błony dla jonów sodowych następuje pod wpływem bodźca działającego na spolaryzowaną komórkę mięśnia sercowego. Dostanie się jonów sodu do wnętrza komórki powoduje powstanie potencjału progowego o wartości ok. -65mV . Depolaryzacja następuje po przekroczeniu potencjału progowego, co powoduje otwarcie kanałów sodowych i gwałtowny napływ jonów sodowych do wnętrza komórki. Potencjał czynnościowy składa się z pięciu faz (Rys. 2):

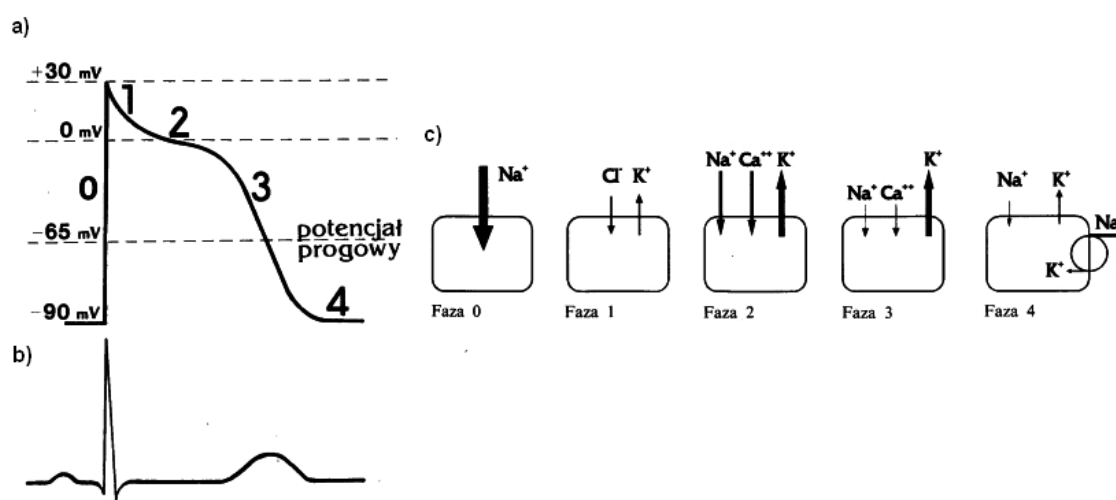
faza 0 (szybka depolaryzacja) – zależy od szybkiego dośrodkowego prądu sodowego

faza 1 (wstępna szybka repolaryzacja) – dośrodkowy prąd chlorkowy i odśrodkowy prąd potasowy

faza 2 (powolna repolaryzacja) – tzw. faza plateau (stabilizacja potencjału równowagą pomiędzy dośrodkowym prądem wapniowo-sodowym a odśrodkowym prądem potasowym)

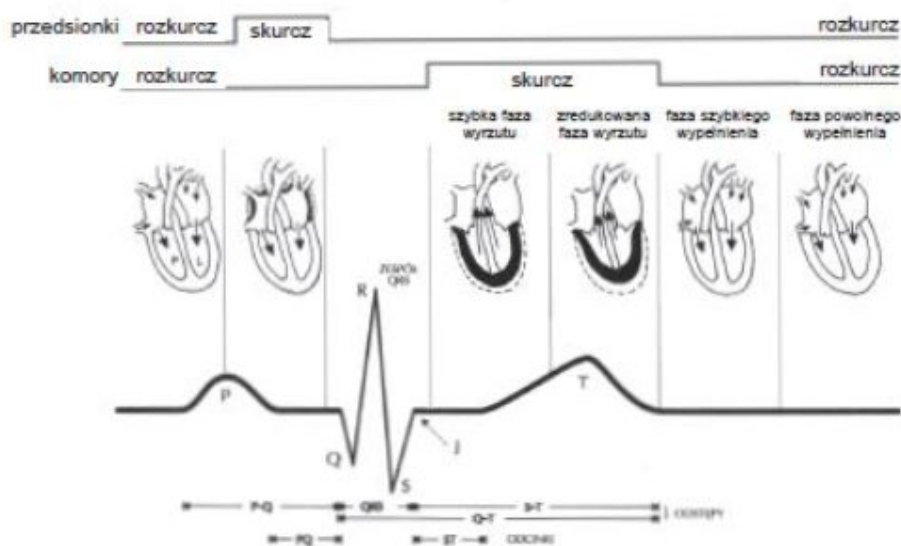
faza 3 (szybka repolaryzacja) – przewaga odśrodkowego prądu potasowego nad wygasającym dośrodkowym prądem wapniowo-sodowym

faza 4 (polaryzacja) – faza spoczynku, polaryzacji



Rys. 2 a) Fazy potencjału czynnościowego w komórce serca, b) składowa elektrokardiogramu, c) graficzna ilustracja zmian jonowych zachodzących w poszczególnych fazach potencjału czynnościowego [2].

Rejestracja zmian prądów i różnic potencjałów czynnościowych, wytwarzanych i przewodzonych przez układ bódźcotwórczy – bódźcoprzewodzący w mięśniu sercowym w czasie jego czynności pozwala na wykreślenie wykresu wypadkowej aktywności elektrycznej serca, czyli na wykreślenie elektrokardiogramu (Rys. 3)



Rys. 3 Wykres elektrokardiogramu [1].

Na wykresie EKG (Rys. 3) wyróżniamy 5 załameków, 2 odcinki oraz 3 odstępy, których zmiana kształtu lub odległości między sąsiadującymi załamekami jest najczęściej związana z jakąś patologią. Załameki:

- załamek P – jest wyrazem depolaryzacji mięśnia przedsionków (dodatni we wszystkich 11 odprowadzeniach, poza aVR, tamże ujemny)
- zespół QRS – odpowiada depolaryzacji mięśnia komór
- załamek T – odpowiada repolaryzacji komór
- czasami też załamek U

Odcinki:

- odcinek PQ – wyraża czas przewodzenia depolaryzacji przez węzeł przedsionkowo-komorowy (AV)

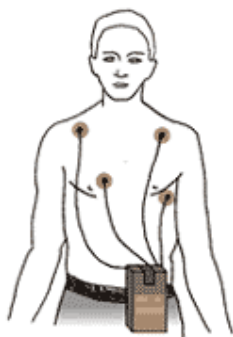
- odcinek ST – okres repolaryzacji komórek

Odstępy:

- odstęp PQ – wyraża czas przewodzenia depolaryzacji od węzła zatokowo-przedsionkowego do węzła przedsionkowo-komorowego (SA → AV)
- odstęp ST – wyraża czas wolnej i szybkiej repolaryzacji mięśnia komórek (2 i 3 faza repolaryzacji)
- odstęp QT – wyraża czas potencjału czynnościowego mięśnia komórek (depolaryzacja + repolaryzacja)

5. Badania metodą holterowską [3].

Badanie metodą Holtera polega na całodobowym monitorowaniu rytmu i częstości pracy serca. Badanie to pozwala ocenić pracę serca nie tylko w spoczynku ale i w trakcie wykonywania codziennych czynności oraz pozwala ocenić zaburzenia rytmu serca, które występują w różnych porach dnia i nocy. Badanie to umożliwia powiązanie objawów odczuwanych przez pacjenta np.: zawroty głowy, uczucie kołatania serca, duszność, ból w klatce piersiowej; ze zmianami w EKG. Metoda Holtera pomaga również w ocenie pracy o rozrusznika serca. Do 24 – godzinnej rejestracji EKG metodą Holtera używa się przenośnych (zasilanych bateriami) rejestratorów (Rys. 4) zawieszonych na pasie pacjenta. Aparat rejestruje w formie cyfrowej czynność serca z 3 odprowadzeń (standardowy elektrokardiogram z 12). Elektrody umieszczane są na klatce piersiowej a kable od nich są podłączone z rejestratorem. W trakcie badania pacjent powinien wykonywać zwykłe codzienne czynności oraz sporządzić notatki w których zapisuje dokładny czas posiłków, spacerów, kierowania pojazdem; jak również objawów (kołatania serca, zawrotów, duszności). Po zakończeniu badania lekarz analizuje zapis badania i notatki pacjenta.



Badaniem metodą Holtera można wykryć napadowe, krótkotrwałe zaburzenia rytmu serca, które mogą być niewykrywalne w pojedynczym badaniu EKG. Ponadto badanie to pozwala lekarzowi znaleźć związek pomiędzy objawami odczuwanymi przez chorego a jego pracą serca. Przy pomocy tego badania można wykryć również nieprawidłowości w funkcjonowaniu rozrusznika serca.

6. Koncepcja proponowanego rozwiązania

Platforma przeznaczona jest dla dwóch typów użytkowników, lekarza oraz pacjenta. Wymogiem stawianym użytkownikom jest przesłanie pliku w odpowiednim formacie binarnym .dat. Pliki Mit-BIH zapisane w formacie .dat należy przekonwertować do formatu tekstowego, można to uczynić korzystając ze skryptu w programie Matlab.

```
function a=bihread(fname)  
fid=fopen(fname, 'r');  
a=fread(fid, [2, inf], 'uint16');  
fclose(fid);  
a=a';
```

6.1 Ogólny zarys proponowanego rozwiązania

- Wczytanie danych EKG realizowane po stronie serwera (php).
 - wczytanie danych EKG na serwer, w postaci pliku .dat, o przebiegu długości maksymalnie 15 min.
 - domyślne ustawienie częstotliwości próbkowania (200Hz).
- analiza przebiegu realizowanej przez silnik w C++ w oparciu o znalezione rozwiązanie
 - detekcja zespołów QRS przy użyciu algorytmu Tompkins'a.
 - określenie granic zespołów QRS
 - wyświetlenie danych dotyczących następujących parametrów:

1. Ilość załamek w sygnale

2. Klasa załamek QRS

3. Reprezentant klasy

4. Punkt detekcji QRS

5. Początek QRS

6. Koniec QRS

7. Interwał RR

8. Początek P

9. Koniec P

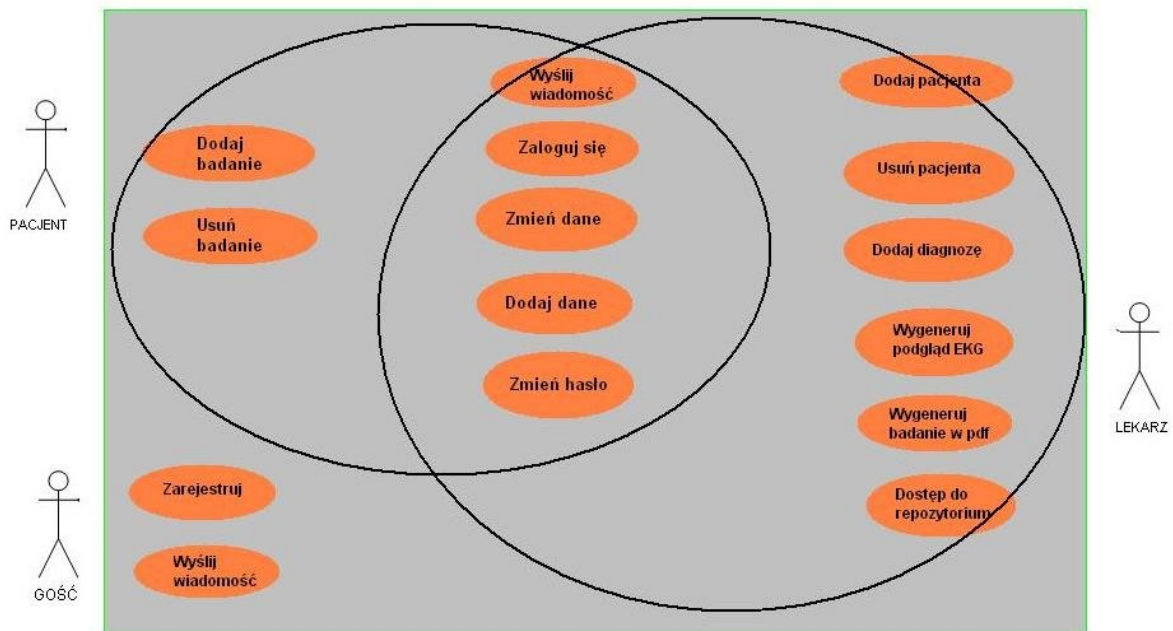
10. Początek Q

11. Koniec Q

12. Początek T

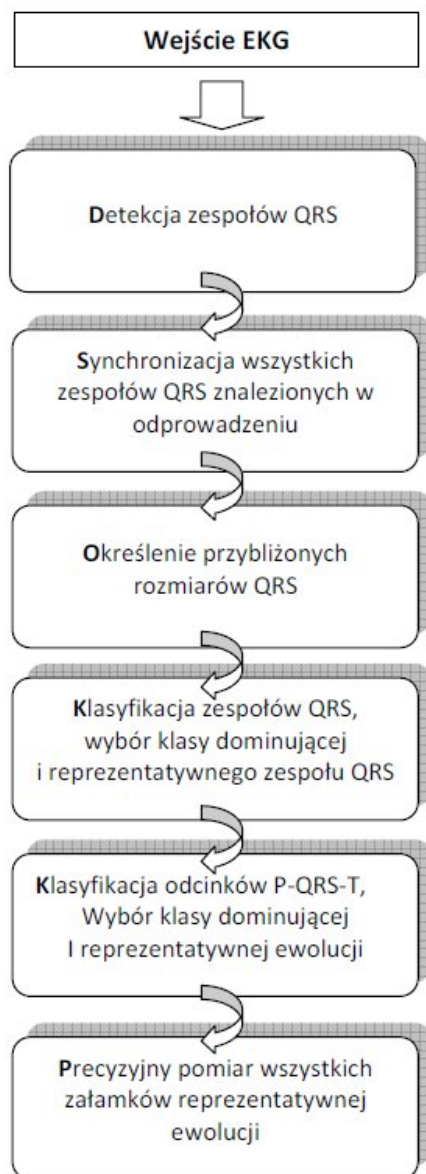
13. Koniec T

- obliczanie dodatkowych parametrów sygnału EKG:
 - odstęp PQ, ST
 - odcinek ST
- udostępnienie i obsługa interfejsu użytkownika w technologiach webowych wraz z kontami użytkowników.
- obsługa bazy danych
- generowanie wykresu EKG

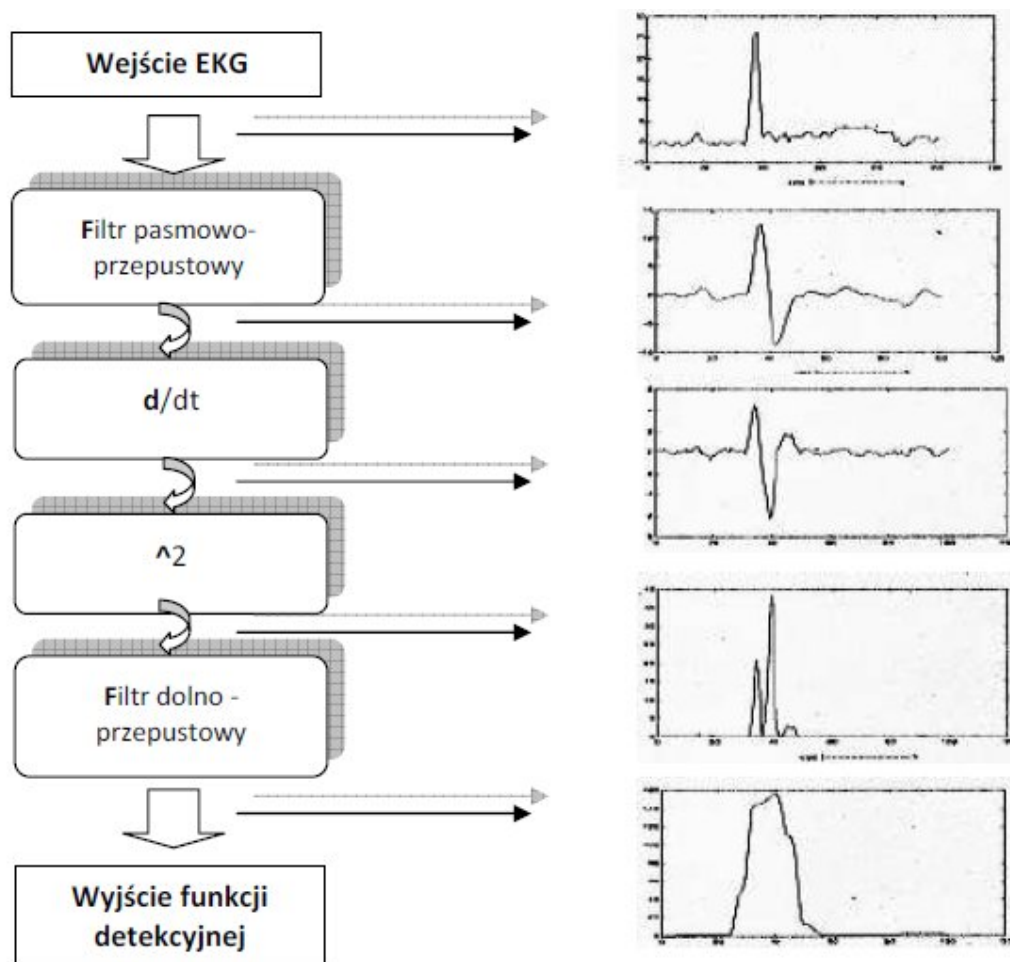


Rys. 5. Schemat funkcjonalności portalu

6.2 Algorytm automatycznej analizy EKG.



Rys. 6. Etapy analizy EKG przez silnik w C++.



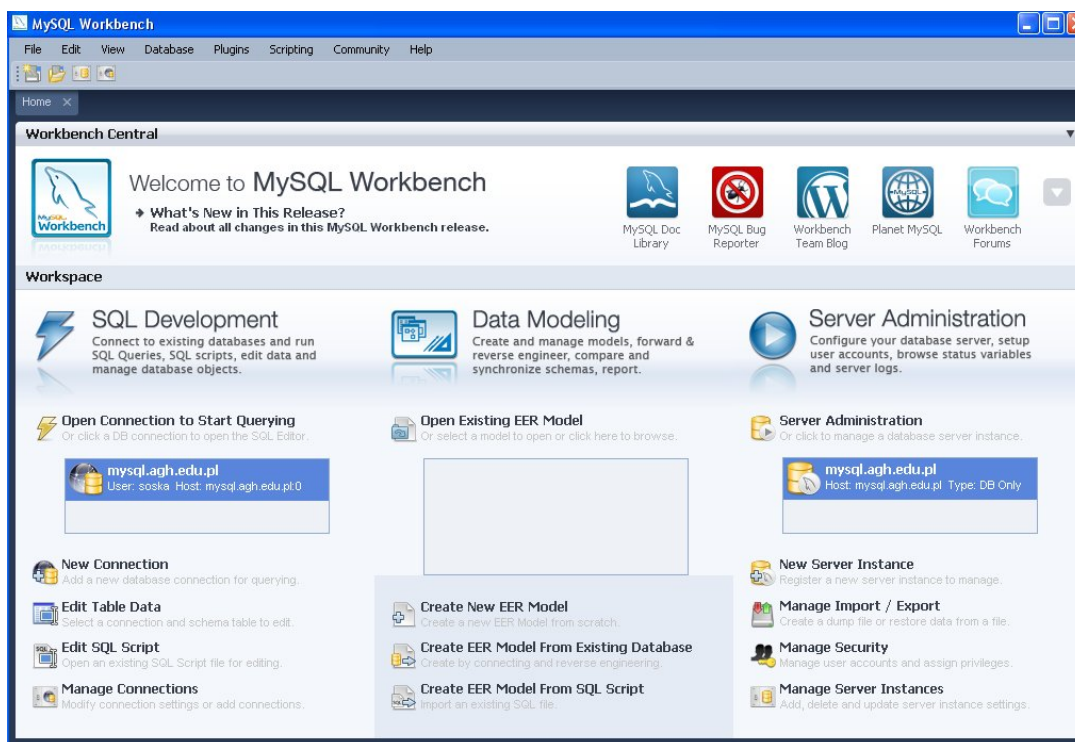
Rys. 7. Algorytm Tompkins'a

Koncepcja rozwiązania została przyjęta na podstawie znalezionych plików źródłowych.

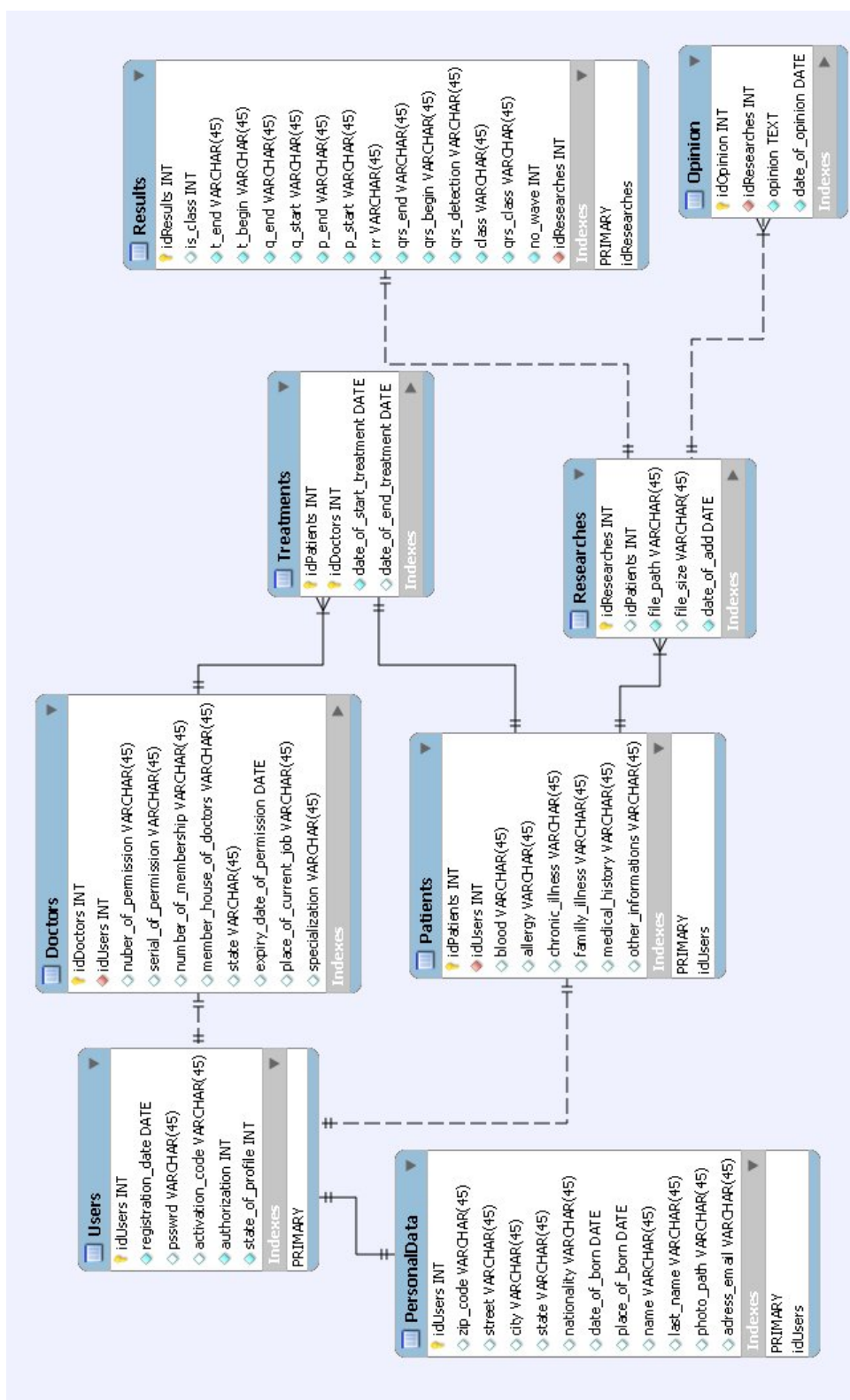
6.3. Baza danych

Z uwagi na założenia projektu do obsługi aplikacji wybrano bazę danych MySQL. Kierowano się kilkoma czynnikami tj. szybkością w połączeniu z językiem PHP, łatwością obsługi i dostępnością szeregu rozwiązań typu open source do obsługi tego silnika. Licencją open source na samą bazę i możliwość wykorzystywania jej również w projektach komercyjnych. Ponadto duży wpływ na wybór mysql-a miała dostępność serwera z tym właśnie silnikiem dla studentów AGH. Bazę danych zaprojektowano przy wykorzystaniu pakietu graficznego Oracle Jdeveloper 10g i DBDesigner Fork.

Do komunikacji z bazą i walidacji zapytań wykorzystano oficjalnego darmowego klienta wspieranego przez społeczność MySQL – Mysql Workbench 5.2 CE, jak również komercyjne projekty SQL Wave i MysqlNavigator.. Jako serwer produkcyjny użyto MySQL Server 5.0, jak również MySQL wbudowane w pakiet developerski Xampp. Zaprojektowany schemat bazy znajdują się w I i II formie normalnej. Przy projektowaniu skorzystano z kilku uproszczeń ułatwiających dostęp do danych. Wszystkie tabele w bazie wykazują cechy relacji i spełniają warunki relacyjnej bazy danych.



Rys. 9 Pakiet MySQL Workbench udostępnia funkcjonalności dotyczące modelowania, administracji i utrzymania relacyjnej bazy danych MySQL.



Rys. 8. Struktura relacji w bazie danych.


```

CREATE TABLE IF NOT EXISTS `mydb`.`Users` (
  `idUsers` INT NOT NULL AUTO_INCREMENT,
  `registration_date` DATE NOT NULL,
  `psswrđ` VARCHAR(45) NULL,
  `activation_code` VARCHAR(45) NULL,
  `authorization` INT NOT NULL DEFAULT 0,
  `state_of_profile` INT NOT NULL DEFAULT 1,
  PRIMARY KEY (`idUsers`))
ENGINE = InnoDB

CREATE TABLE IF NOT EXISTS `mydb`.`Doctors` (
  `idDoctors` INT NOT NULL,
  `idUsers` INT NOT NULL,
  `nuber_of_permission` VARCHAR(45) NULL,
  `serial_of_permission` VARCHAR(45) NULL,
  `number_of_membership` VARCHAR(45) NULL,
  `member_house_of_doctors` VARCHAR(45) NULL,
  `state` VARCHAR(45) NULL DEFAULT 'wykonujacy zawod',
  `expiry_date_of_permission` DATE NULL,
  `place_of_current_job` VARCHAR(45) NULL,
  `specialization` VARCHAR(45) NULL DEFAULT 'specjalizacja lekarska',
  PRIMARY KEY (`idDoctors`),
  INDEX `idUsers` (`idUsers` ASC),
  CONSTRAINT `idUsers`
    FOREIGN KEY (`idUsers`)
    REFERENCES `mydb`.`Users` (`idUsers`)
    ON DELETE NO ACTION
    ON UPDATE NO ACTION)
ENGINE = InnoDB

```

```

CREATE TABLE IF NOT EXISTS `mydb`.`Patients` (
  `idPatients` INT NOT NULL,
  `idUsers` INT NOT NULL,
  `blood` VARCHAR(45) NULL,
  `allergy` VARCHAR(45) NULL,
  `chronic_illness` VARCHAR(45) NULL,
  `family_illness` VARCHAR(45) NULL,
  `medical_history` VARCHAR(45) NULL,
  `other_informations` VARCHAR(45) NULL,
  PRIMARY KEY (`idPatients`),
  INDEX `idUsers` (`idUsers` ASC),
  CONSTRAINT `idUsers`
    FOREIGN KEY (`idUsers`)
    REFERENCES `mydb`.`Users` (`idUsers`)
    ON DELETE NO ACTION
    ON UPDATE NO ACTION)
ENGINE = InnoDB

CREATE TABLE IF NOT EXISTS `mydb`.`PersonalData` (
  `idUsers` INT NOT NULL,
  `zip_code` VARCHAR(45) NULL,
  `street` VARCHAR(45) NULL,
  `city` VARCHAR(45) NULL,
  `state` VARCHAR(45) NULL,
  `nationality` VARCHAR(45) NULL,
  `date_of_born` DATE NULL,
  `place_of_born` DATE NULL,
  `name` VARCHAR(45) NULL,
  `last_name` VARCHAR(45) NULL,
  `photo_path` VARCHAR(45) NULL,

```

```

`adress_email` VARCHAR(45) NULL ,

PRIMARY KEY (`idUsers`),

INDEX `idUsers` (`idUsers` ASC),

CONSTRAINT `idUsers`

FOREIGN KEY (`idUsers`)

REFERENCES `mydb`.`Users` (`idUsers`)

ON DELETE NO ACTION

ON UPDATE NO ACTION)

ENGINE = InnoDB

CREATE TABLE IF NOT EXISTS `mydb`.`Treatments` (

`idPatients` INT NOT NULL ,

`idDoctors` INT NOT NULL ,

`date_of_start_treatment` DATE NOT NULL ,

`date_of_end_treatment` DATE NULL ,

PRIMARY KEY (`idPatients`, `idDoctors`),

INDEX `idPatients` (`idPatients` ASC),

INDEX `idDoctors` (`idDoctors` ASC),

CONSTRAINT `idPatients`

FOREIGN KEY (`idPatients`)

REFERENCES `mydb`.`Patients` (`idPatients`)

ON DELETE NO ACTION

ON UPDATE NO ACTION,

CONSTRAINT `idDoctors`

FOREIGN KEY (`idDoctors`)

REFERENCES `mydb`.`Doctors` (`idDoctors`)

ON DELETE NO ACTION

ON UPDATE NO ACTION)

ENGINE = InnoDB

```

```

CREATE TABLE IF NOT EXISTS `mydb`.`Researches` (

`idResearches` INT NOT NULL ,

`idPatients` INT NULL ,

`file_path` VARCHAR(45) NOT NULL ,

`file_size` VARCHAR(45) NULL ,

`date_of_add` DATE NOT NULL ,

PRIMARY KEY (`idResearches`),

INDEX `idPatients` (`idResearches` ASC),

CONSTRAINT `idPatients`

FOREIGN KEY (`idResearches`)

REFERENCES `mydb`.`Patients` (`idPatients`)

ON DELETE NO ACTION

ON UPDATE NO ACTION)

ENGINE = InnoDB

CREATE TABLE IF NOT EXISTS `mydb`.`Results` (

`idResults` INT NOT NULL AUTO_INCREMENT ,

`is_class` INT NULL ,

`i_end` VARCHAR(45) NOT NULL ,

`i_begin` VARCHAR(45) NOT NULL ,

`q_end` VARCHAR(45) NOT NULL ,

`q_start` VARCHAR(45) NOT NULL ,

`p_end` VARCHAR(45) NOT NULL ,

`p_start` VARCHAR(45) NOT NULL ,

`rr` VARCHAR(45) NOT NULL ,

`qrs_end` VARCHAR(45) NOT NULL ,

`qrs_begin` VARCHAR(45) NOT NULL ,

`qrs_detection` VARCHAR(45) NOT NULL ,

`class` VARCHAR(45) NOT NULL ,

`qrs_class` VARCHAR(45) NOT NULL ,

```

```

`no_wave` INT NOT NULL ,

`idResearches` INT NOT NULL DEFAULT 0 ,

PRIMARY KEY (`idResults`),

INDEX `idResearches` (`idResearches` ASC),

CONSTRAINT `idResearches`

FOREIGN KEY (`idResearches`)

REFERENCES `mydb`.`Researches` (`idResearches`)

ON DELETE NO ACTION

ON UPDATE NO ACTION)

ENGINE = InnoDB

```

```

CREATE TABLE IF NOT EXISTS `mydb`.`Opinion` (

`idOpinion` INT NOT NULL ,

`idResearches` INT NOT NULL DEFAULT 0 ,

`opinion` TEXT NOT NULL DEFAULT 'brak opinii' ,

`date_of_opinion` DATE NOT NULL DEFAULT '0000-00-00' ,

PRIMARY KEY (`idOpinion`),

INDEX `idResearches` (`idResearches` ASC),

CONSTRAINT `idResearches`

FOREIGN KEY (`idResearches`)

REFERENCES `mydb`.`Researches` (`idResearches`)

ON DELETE NO ACTION

ON UPDATE NO ACTION)

ENGINE = InnoDB

```

6.4 Otrzymane wyniki



Rys. 12. Przebieg sygnału EKG dla wybranego pliku 100_200.dat.

Badanie: 75 2010-10-27 01:10:55	
numer zalamka	1
poczatek P	2.315 s
koniec P	2.395 s
poczatek Q	2.230 s
koniec Q	2.230 s
RR	0.740 s
poczatek T	2.575 s
koniec T	2.660 s
poczatek QRS	2.295 s
koniec QRS	2.390 s
detekcja QRS	2.330 s
odcinek PQ	0.1 s
odcinek ST	0.37 s
odstep PQ	0.08 s
odstep QT	0.56 s

Rys. 11 Wynik przeprowadzonej analizy dla przykładowego pliku 100_200.dat.

7. Podsumowanie i wnioski:

Główny cel projektu jakim było stworzenie funkcjonalnego serwisu umożliwiającego komunikację pomiędzy lekarzem a pacjentem, został osiągnięty. Dzięki połączeniu stworzonego w języku PHP serwisu z bazą danych osiągnięto możliwość obsługi wielu użytkowników. Portal ten obsługuje dwa rodzaje użytkowników : pacjenta oraz lekarza. Pacjent ma możliwość wybrania lekarza prowadzącego oraz przesłanie do wybranego lekarza plików do analizy. Zastosowanie bazy danych umożliwia archiwizację przesłanych danych co powoduje stworzenie przejrzystej oraz funkcjonalnej historii badań pacjenta. Rozwiązanie to pozwala na zaoszczędzenie czasu (łatwe wyszukiwanie) oraz miejsca (brak standardowych papierowych kart pacjenta). Wykorzystana w projekcie częstotliwość próbkowania wynosiła 200Hz, jednak biorąc pod uwagę że częstotliwość próbkowania jest różna dla różnych

urządzeń, dalszy rozwój projektu może obejmować analizę sygnału EKG zrealizowaną dla innych częstotliwości próbkowania. Również dużym ograniczeniem napotkanym podczas realizacji projektu był format analizowanych plików. Ten problem powinien zostać rozwiązany w przypadku dalszego rozwoju projektu - stworzenie aplikacji do analizy sygnału EKG z wykorzystaniem np.: języka Java obsługująca różne formaty zapisu sygnału EKG.

Bibliografia

- [1] Augustyniak P. *Przetwarzanie sygnałów elektrodiagnostycznych*, Kraków, wydawnictwa AGH, 200;1 <http://winntbg.bg.agh.edu.pl/skrypty2/0060/augustyniak.pdf>
- [2] <http://home.agh.edu.pl/~asior/stud/doc/EKG%20Uklad%20krazenia.pdf>
- [3] <http://zdrowie.gazeta.pl/zdrowie/1,51214,949872.html>
- [4] http://pl.wikipedia.org/wiki/Baza_danych
- [5] „Web_Service interpretacji elektrokardiogramów z interfejsem eksperta (PHP) oraz obsługą elektrokardiografu” Joanna Koza, Kamil Mucha, Tomasz Michalski – Kraków 2009

Dodatek A. Opis wykorzystanych narzędzi i metody postępowania:

Instalacja i konfiguracja

- serwer http: Apache 3.0,
- pakiet XAMPP, klient ftp, serwer studencki AGH,

Obsługa bazy danych

- Oracje JDeveloper, DBDesigner Fork, Mysql WorkBench, MySQL Server 5.0

Obsługa po stronie serwera

- PHP wraz z biblioteką gd2, module WebDoctorModule, pakietem LibChart, pakietem PDF Creator.

Obsługa po stronie przeglądarki i przeglądarka

- Google Chrome, Mozilla Firefox
- język javascript z bibliotekami JQuery, Prototype,
- moduły javascript Lightbox2, validation form 3.0, javascript debugger add-on.
- CSS 3.0
- XHTML

Środowisko I debugger PHP

- PHP Designer 7.0 – wersja trial

Środowisko modelowanie CSS I HTML

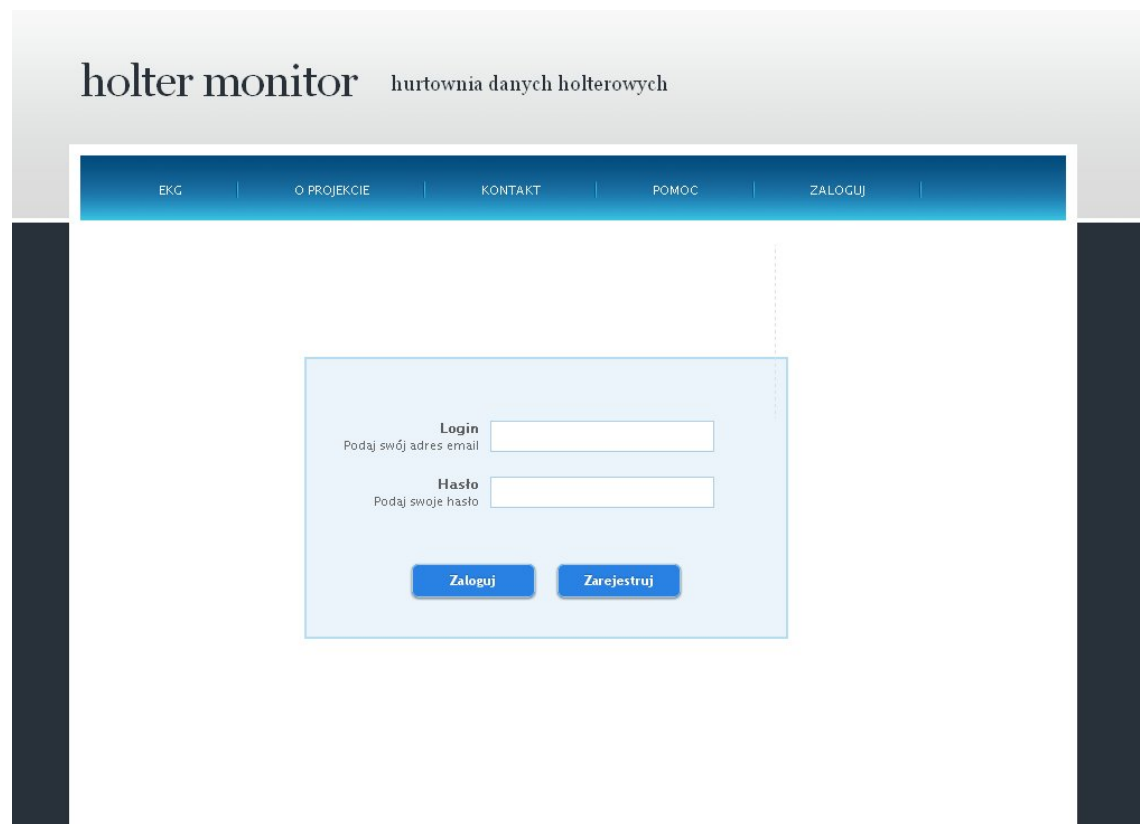
- Adobe Dreamwear CS5 – wersja trial
- Notepad ++
- Migajek Software – HaTeML

Przygotowanie Layoutu

- Gimp 2.0
- <http://www.freecsstemplates.org/>

Wygląd aplikacji.

Aplikacje przygotowano z dbałością o najmniejsze szczegóły, w doborze kolorystyki kierowano się wskazówkami doświadczonych webmasterów. Wykorzystując darmowy szablon jako bazę stworzono aplikację wykorzystującą szereg najnowszych technologii tj. CSS 3, JS Prototype, JQuery.



Rys.13 Strona logowania do systemu. Ciekawostką jest zastosowanie techniki 'sliding doors' do zamodelowania przycisków Zaloguj i Zarejestruj.

EKG

O PROJEKCIE

KONTAKT

POMOC

ZALOGUJ

Twoi pacjenci

Adam	profil pacjenta
pacjent4	profil pacjenta

Badania

1	badanie
2	badanie
3	badanie
10	badanie
11	badanie

administracja

pacjenci

badania

kontakt

wyloguj



Adam Małysz

2010-09-25

wykonujący zawód
specjalista pulmonolog
123456

Warsawska Wojewodzka Izba Lekarska
polskie
2012-11-21

Rys 14. Strona administracyjna dostępowa dla lekarzy. Wyodrębniono część nawigacyjną, w której znajdują się przyciski i część zawartości, w której znajdują się informacje.

EKG

O PROJEKCIE

KONTAKT

POMOC

ZALOGUJ

Repozytorium

[file10 October 2010, 22:45.pdf](#)

[file10 October 2010, 21:31.pdf](#)

[file11 October 2010, 11:24.pdf](#)

[file11 October 2010, 2:20.pdf](#)

[file11 October 2010, 1:27.pdf](#)

[file10 October 2010, 20:40.pdf](#)

[file10 October 2010, 20:47.pdf](#)

[file11 October 2010, 11:23.pdf](#)

[file10 October 2010, 21:30.pdf](#)

administracja

pacjenci

badania

kontakt



Adam Małysz

2010-09-25

wykonujący zawód

specjalista pulmonolog

123456

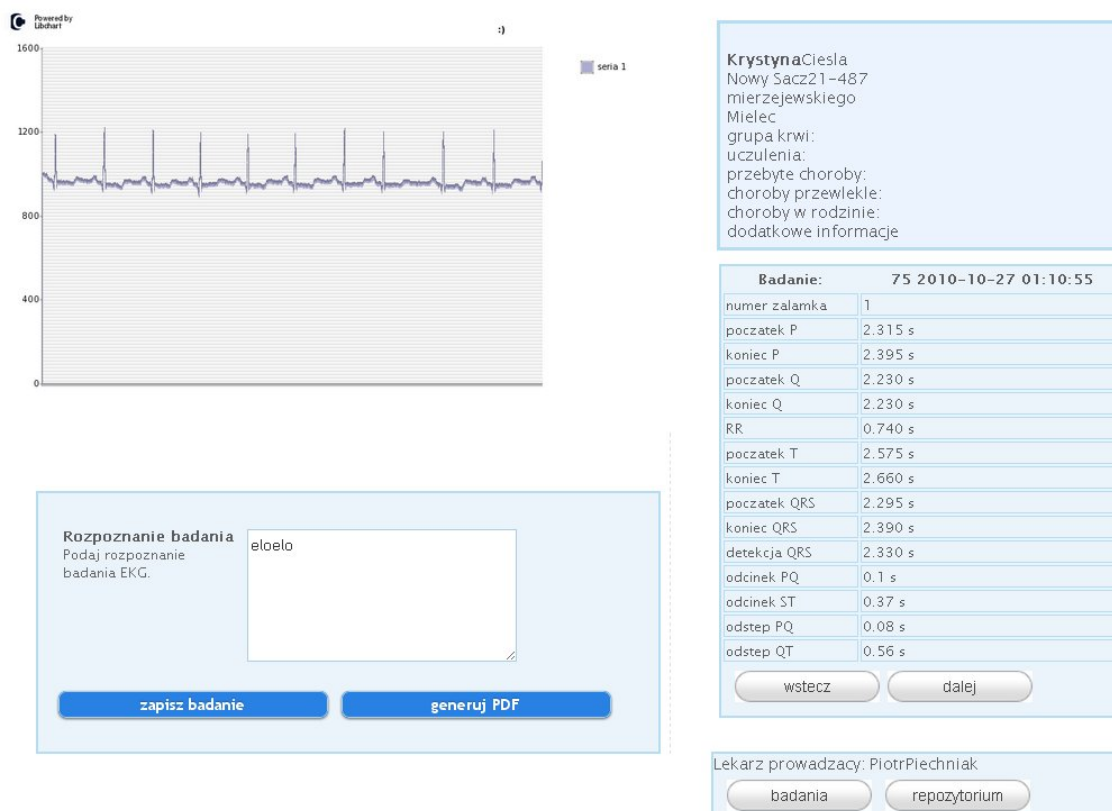
Warsawska Wojewodzka Izba Lekarska

polskie

2012-11-21

wykonujący zawód

Rys.15 Strona repozytorium, gdzie znajdują się wygenerowane dokumenty z diagnozą .



Rys. 16. Strona badania wraz z wygenerowanym przebiegiem EKG.

Data wykonania raportu:	121212
Data badania:	11 October 2010, 1:27
Dane pacjenta	.
imie nazwisko	pacjent1 Andrukanis
grupa krwi	B
uczulenia	Penicylina
przebyte choroby	Odra(14.05.2002), Ospa(22.06.2007)
choroby przewlekłe	Astma
choroby w rodzinie	Mama- anemia sierpowata

Lekarz prowadzący	
imie i nazwisko	a a
data urodzenia	2010-09-12
specjalizacja	specjalista pulmonolog
numer licencji lekarskiej	123456

Raport z systemu Holter monitor.

Przeanalizuj
Liczba



Rys 13. Przykład wygenerowanego dokumentu dla badania

Dodatek B. Instrukcja obsługi platformy Care_Center.

Logowanie i rejestracja

Strona główna projektu zawiera szereg informacji dotyczących badania EKG, holterów, kardiologii. Zawiera również informację o plikach i formacie obsługiwanych przez platformę. Na pasku znajdują się odnośniki 'KONTAKT', umożliwia on zadanie dowolnego pytania obsłudze systemu. W zakładce 'POMOC' znajdują się informacje łącznie z instrukcją obsługi systemu.

Po prawej stronie strony głównej na pasku głównym znajduje się odnośnik 'ZALOGUJ', przekierowuje on użytkownika na stronę obsługiwaną przez skrypt logowania, przeznaczony jest on zarówno dla zarejestrowanych użytkowników jak i nowych. W przypadku posiadania konta w serwisie i dopełnienia procedury rejestracyjnej o której będzie mowa później, z tego poziomu można się zalogować używając adresu email jako loginu i identyfikatora hasła przesłanego drogą mejlową. W przypadku chęci przystąpienia do systemu na stronie logowania znajduje się przycisk 'zarejestruj', przekierowuje on użytkownika do formularza rejestracji (rys. 1). Pola formularza obsługują jedynie podstawowe dane personalne użytkownika, takie jak imię, nazwisko, adres email. Formularz wyposażono w system dynamicznej walidacji, wraz z wyświetlaniem ostrzeżeń o błędnych danych w postaci chmurki. Walidowane są wszystkie pola, dlatego prosi się o dokładne uzupełnianie danych ze szczególnym uwzględnieniem adresu email. W przypadku poprawnego wpisania wszystkich danych do formularza rejestracyjnego i potwierdzenia danych wciśnięciem przycisku: 'Założ konto' na podany adres email zostanie wysłana wiadomość z linkiem aktywacyjnym. Z uwagi na problemy z filtrem antyspamowym działającym na poczcie gmail, preferowanym klientem pocztowym do komunikacji z systemem jest poczta.onet.pl. Po odebraniu wiadomości wraz z jednorazowym linkiem aktywacyjnym i po kliknięciu go zostaniesz przekierowany na stronę Holter monitor, gdzie pojawi się komunikat o zarejestrowaniu nowego użytkownika rys. 2. W przypadku wystąpienia błędu w procesie rejestracji użytkownik również zostanie o tym powiadomiony stosownym komunikatem.

Formularz rejestracji. W celu uzyskania dostępu do systemu holter monitor, dokonaj bezpłatnej rejestracji, wpisując dane w odpowiednie pola. W przypadku lekarzy prosimy o zaznaczenie pola 'lekarz' w formularzu. Dalszy proces autoryzacji zostanie opisany w wiadomości email wysłanej na podany adres.

Imię Podaj imię.	<input type="text"/>
Nazwisko Podaj nazwisko.	<input type="text"/>
Adres Podaj swój adres.	<input type="text"/>
Data urodzenia Kiedy się urodziłeś.	<input type="text"/>
Miejsce urodzenia Gdzie się urodziłeś.	<input type="text"/>
Adres email. Podaj adres email..	<input type="text"/>
Rejestrujesz się jako.	<input type="text" value="pacjent"/>
<input type="button" value="Załóż konto"/>	

Rys. 14 Formularz rejestracji platformy Holter monitor.

Konto lekarskie

Domyślny panel sterowania dla konta lekarskiego składa się z części nawigacyjnej w której wyróżniono następujące przyciski :

- administracja
- pacjenci
- badania
- kontakt
- wyloguj

Poszczególne przyciski przekierowują użytkownika na poszczególne strony:

Administracja – przekierowuje lekarza do panelu z danymi lekarza gdzie może edytować formularz zarówno ze swoimi danymi personalnymi jak i danymi dotyczącymi wykonywanego zawodu. W panelu administracja możliwe jest również dodawanie własnych zdjęć prezentowanych następnie w panelu po prawej stronie. Wszelkie zmiany wprowadzone w formularzu należy następnie potwierdzić odpowiednim przyciskiem.

Pacjenci – jest to lista wszystkich pacjentów których mamy przyporządkowanych za pośrednictwem systemu. Mamy tutaj możliwość dowolnej edycji listy pacjentów .

Badania –udostępnia repozytorium ze wszystkimi dokumentami w systemie, wygenerowanymi przez lekarza.

Kontakt – umożliwia wysłanie za pośrednictwem email wiadomości do pacjentów.

Badanie lekarskie.

Podstrona badanie lekarskie składa się z następujących funkcjonalności:

- wyświetlanie przebiegu EKG wraz z powiększeniem i wyświetleniem wykresu w postaci okna Lightbox

- panel nawigacyjny umożliwiający powrót do panelu administracyjnego,
- pole tekstowe umożliwiające wpisanie diagnozy do badania, i zapisanie go w systemie
- przycisk generujący dokument pdf, wraz z danymi lekarza, pacjenta, datą, wykresem EKG, i diagnozą lekarską.
- wyświetlanie danych lekarza, wraz z danymi pacjenta.

Konto pacjenta składa się z podobnych funkcjonalności co strona lekarza.