

POLITECHNIKA WROCŁAWSKA

WYDZIAŁ ELEKTRONIKI

KIERUNEK: INFORMATYKA (INF)

SPECJALNOŚĆ: SYSTEMY INFORMATYKI W MEDYCYNIE (IMT)

PRACA DYPLOMOWA

INŻYNIERSKA

Webowy system komputerowy do wspomagania zarządzania przychodnią kardiologiczną z modulem diagnostycznym.

A computer system to support the management of a cardiology clinic with a diagnostic module.

AUTOR:

Wojciech Gąsiewicz

PROWADZĄCY PRACĘ:

Prof. dr hab. inż. Marek Kurzyński

OCENA PRACY:

WROCŁAW, 2019

Spis treści

1.	Wstęp.....	4
1.1.	Cel i zakres pracy	4
1.2.	Wymagania funkcjonalne	5
2.	Wykorzystane narzędzia oraz technologie	10
2.1.	Narzędzia	10
2.1.1.	Visual Studio 2017	10
2.1.2.	Visual Studio Code.....	10
2.1.3.	Microsoft Word	10
2.1.4.	Microsoft SQL Server	10
2.2.	Technologie	11
2.2.1.	ASP NET CORE 2.1	11
2.2.2.	Entity Framework Core	11
2.2.3.	Python Keras	11
2.2.4.	C#	12
2.2.5.	Technologie frontendowe.....	12
3.	Interfejs aplikacji.....	13
3.1.	Strona główna	13
3.2.	Strona o nas	14
3.3.	Cennik.....	15
3.4.	Menu użytkownika	16
3.5.	Moduł diagnostyczny	17
4.	Funkcjonalności systemu	22
4.1.	Rejestracja nowych użytkowników	22
4.2.	Logowanie do systemu	23
4.3.	Raporty	23

4.4.	Wizyty u lekarzy.....	25
4.5.	Zarządzanie wizytami.....	26
4.6.	Dokumenty do pobrania	30
4.7.	Formularz kontaktowy.....	31
4.8.	Reset hasła.....	32
4.9.	Zmiana hasła.....	35
4.10.	Kalendarz wizyt.....	35
4.11.	Zarządzanie użytkownikami	37
4.12.	Moduł diagnostyczny.....	39
4.12.1.	Kompilacja modelu.....	46
4.12.2.	Trening modelu.....	47
4.12.3.	Klasyfikacja konkretnego przypadku	47
4.12.4.	Badania skuteczności diagnozy	47
5.	Baza danych	52
5.1.	Schemat bazy danych	53
6.	Podsumowanie i wnioski.....	54
	Spis rysunków	55
	Spis tabel	56
	Spis wykresów.....	56
	Spis listingów	56
	Skróty	57
	Literatura	58

1. Wstęp

Zadaniem stworzonego systemu jest wspomaganie procesu zarządzania kliniką kardiologiczną. Za sprawą powszechności internetu w dzisiejszych czasach stworzenie systemu w formie aplikacji webowej było dogodnym rozwiązaniem dla potencjalnych klientów kliniki. Dzięki wykorzystanym podczas implementacji technologiom aplikacja będzie dostępna zarówno z urządzeń mobilnych jak i stacjonarnych. W formie dodatku zaimplementowany został moduł diagnostyczny rozpoznający przyczynę bólu w klatce piersiowej, dostępny dla pacjentów kliniki. Za jego pomocą pacjenci są w stanie samodzielnie zdiagnozować prawdopodobne pochodzenie bólu, który im doskwiera.

Po wejściu na stronę systemu każdy użytkownik, który posiada już konto może się na nie zalogować. Osoby nie posiadające konta mogą założyć nowe.

Wyróżnić możemy cztery role użytkowników:

1. Pacjent
2. Lekarz
3. Recepcjonista
4. Administrator

Każda z dostępnych w systemie ról posiada własne uprawnienia, które pozwalają właścicielowi konta na wykonanie określonych czynności odpowiadających jego kompetencjom zawodowym. Przy zakładaniu nowego konta automatycznie otrzymujemy rolę użytkownika. Może ona zostać zmieniona w każdym momencie na dowolną inną rolę przez administratora systemu.

1.1. Cel i zakres pracy

Celem tej pracy inżynierskiej jest zaprojektowanie oraz zaimplementowanie systemu do wspomaganie procesu zarządzania kliniką kardiologiczną wraz z modułem diagnostycznym służącym do diagnozy bólu w klatce piersiowej. Pierwszym etapem było zaprojektowanie oraz zaimplementowanie aplikacji webowej do obsługi kliniki kardiologicznej. Została w tym celu wykorzystana technologia Microsoft .NET Core 2.1[1] oraz baza danych Microsoft SQL utworzona i utrzymywana w technologii „Code First”[2]. Do zrealizowania modułu diagnostycznego zaimplementowana została sieć neuronowa z wykorzystaniem bibliotek Keras oraz

TensorFlow w języku Python. Wszystkie wykorzystane technologie i narzędzia programistyczne zostaną dokładniej opisane w kolejnym punkcie.

1.2. Wymagania funkcjonalne

Po dogłębnej analizie problemu z pracownikami z branży zostały wypracowane poniższe wymagania funkcjonalne konieczne do realizacji aby system działał zgodnie z początkowymi założeniami. Zostały one podzielone na priorytety: wysoki, normalny i niski w zależności od ich roli w funkcjonowaniu systemu.

- **Obsługa użytkownika:**

#: 1.1 **Priorytet:** Wysoki

1.1.1 Opis: System powinien pozwalać na stworzenie konta w serwisie.

1.1.2 Identyfikacja: Personalne konta pozwolą obsługiwać konkretnych użytkowników aplikacji.

1.1.3 Kryterium spełnienia: Główna strona portalu powinna posiadać widoczną sekcję, w której użytkownik może stworzyć własne konto.

#: 1.2 **Priorytet:** Wysoki

1.2.1 Opis: System powinien pozwalać na logowanie się do serwisu.

1.2.2 Identyfikacja: Personalne konto pozwala użytkownikowi na dostęp do aplikacji.

1.2.3 Kryterium spełnienia: Główna strona portalu powinna posiadać widoczną sekcję, w której użytkownik może zalogować się na własne konto. Osoby nie zalogowane nie mogą w pełni użytkować aplikacji.

#: 1.3 **Priorytet:** Wysoki

1.3.1 Opis: System powinien pozwalać na użytkowanie modułu diagnostycznego zalogowanym użytkownikom.

1.3.2 Identyfikacja: Personalne konto pozwala użytkownikowi na dostęp do modułu diagnostycznego.

1.3.3 Kryterium spełnienia: Zalogowany użytkownik może skorzystać z modułu diagnostycznego.

#: 1.4 **Priorytet:** Wysoki

1.4.1 Opis: System powinien pozwalać na umówienie wizyty u lekarza.

1.4.2 Identyfikacja: Użytkownik ma możliwość umówienia wizyty u wybranego przez siebie lekarza.

1.4.3 Kryterium spełnienia: Aplikacja pozwala użytkownikowi na umówienie wizyty u wybranego przez niego lekarza.

#: 1.5 **Priorytet:** Wysoki

1.5.1 Opis: Administrator systemu może edytować role użytkowników.

1.5.2 Identyfikacja: Administrator ma możliwość zmiany roli wybranego użytkownika.

1.5.3 Kryterium spełnienia: Aplikacja pozwala administratorowi na zmianę roli wybranego użytkownika.

#: 1.6 **Priorytet:** Wysoki

1.6.1 Opis: System powinien pozwalać każdemu użytkownikowi na edycję swoich danych w systemie.

1.6.2 Identyfikacja: Użytkownik ma możliwość edycji swoich danych w systemie.

1.6.3 Kryterium spełnienia: Aplikacja pozwala użytkownikowi na edycję swoich danych w systemie.

edycję swoich danych w systemie.

#: 1.7 **Priorytet:** Wysoki

1.7.1 Opis: System powinien pozwalać lekarzom na dostęp do historycznych danych z wizyt swoich pacjentów.

1.7.2 Identyfikacja: Lekarz ma możliwość dostępu do danych z wizyt swoich pacjentów, które miały miejsce w przeszłości.

1.7.3 Kryterium spełnienia: Aplikacja pozwala lekarzowi na dostęp do danych z wizyt swoich pacjentów, które miały miejsce w przeszłości.

#: 1.8 Priorytet: Wysoki

1.8.1 Opis: System powinien pozwalać użytkownikowi na usunięcie swojego konta z systemu.

1.8.2 Identyfikacja: Użytkownik ma możliwość usunięcia swojego konta z systemu.

1.8.3 Kryterium spełnienia: Aplikacja pozwala użytkownikowi na usunięcie swojego konta z systemu.

#: 1.9 Priorytet: Średni

1.9.1 Opis: System powinien pozwalać administratorowi na utworzenie nowego konta użytkownika.

1.9.2 Identyfikacja: Administrator ma możliwość stworzenia nowego konta użytkownika w systemie.

1.9.3 Kryterium spełnienia: Aplikacja pozwala administratorowi na stworzenie nowego konta użytkownika w systemie.

#: 1.10 Priorytet: Niski

1.10.1 Opis: System powinien pozwalać użytkownikowi na pobranie swoich danych z systemu.

1.10.2 Identyfikacja: Użytkownik ma możliwość pobrania swoich danych z systemu.

1.10.3 Kryterium spełnienia: Aplikacja pozwala użytkownikowi na pobranie swoich danych z systemu.

#: 1.10 Priorytet: Niski

1.10.1 Opis: Administrator systemu ma możliwość generowania raportów dotyczących wyników finansowych kliniki.

1.10.2 Identyfikacja: Administrator ma możliwość użytkowania sekcji raportów w systemie.

1.10.3 Kryterium spełnienia: Aplikacja pozwala administratorowi generowanie raportów z wyników finansowych kliniki w wybranym przez niego okresie.

- **Moduł diagnostyczny**

#: 1.1 **Priorytet:** Wysoki

1.1.1 Opis: Moduł diagnostyczny powinien przewidywać jedną z pięciu chorób oraz prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku.

1.1.2 Identyfikacja: Wypełnienie ankiety modułu diagnostycznego i rozpoczęcia podejmowania diagnozy skutkuje zwróceniem choroby oraz prawdopodobieństwa.

1.1.3 Kryterium spełnienia: Strona modułu diagnostycznego powinna zawierać ankietę przystosowaną do wytrenowanego modelu, po której wypełnieniu użytkownik aplikacji otrzyma diagnozę oraz jej prawdopodobieństwo.

- **Obsługa wizyt**

#: 1.1 **Priorytet:** Średni

1.1.1 Opis: System powinien pozwalać użytkownikowi na przeglądanie swoich wizyt w formie kalendarza.

1.1.2 Identyfikacja: Użytkownik ma możliwość przeglądania swoich wizyt w systemie w formie kalendarza.

1.1.3 Kryterium spełnienia: Aplikacja pozwala użytkownikowi na przeglądanie swoich wizyt w systemie w formie kalendarza.

- **Opcje dodatkowe**

#: 1.1 **Priorytet:** Średni

1.1.1 Opis: System powinien pozwalać na kontakt z kliniką kardiologiczną poprzez formularz kontaktowy.

1.1.2 Identyfikacja: Osoby odwiedzające stronę kliniki mają możliwość kontaktu z nią poprzez formularz kontaktowy.

1.1.3 Kryterium spełnienia: Główna strona portalu powinna posiadać widoczną sekcję, w której użytkownik może zalogować się na własne konto. Osoby nie zalogowane nie mogą w pełni użytkować aplikacji.

#: 1.2 **Priorytet:** Średni

1.2.1 Opis: System powinien pozwalać administratorowi systemu na zarządzanie modulem diagnostycznym.

1.2.2 Identyfikacja: Administrator ma możliwość zarządzania modulem diagnostycznym wykorzystywanym w systemie.

1.2.3 Kryterium spełnienia: Aplikacja pozwala administratorowi na zarządzanie modulem diagnostycznym poprzez jego trenowanie oraz podgląd na jego aktualne parametry.

#: 1.3 **Priorytet:** Niski

1.3.1 Opis: Każdy zalogowany użytkownik ma dostęp do materiałów do pobrania.

1.3.2 Identyfikacja: Użytkownik ma możliwość pobrania materiałów informacyjnych w formacie .pdf z systemu.

1.3.3 Kryterium spełnienia: Aplikacja pozwala użytkownikowi na pobranie oraz pogląd materiałów informacyjnych w formacie .pdf z systemu.

#: 1.4 **Priorytet:** Niski

1.4.1 Opis: System powinien upubliczniać ceny jakie obowiązują w klinice w formie cennika.

1.4.2 Identyfikacja: Każda osoba odwiedzająca stronę kliniki ma dostęp do jej cennika.

1.4.3 Kryterium spełnienia: Użytkownik odwiedzający stronę kliniki może sprawdzić obowiązujące ceny w cenniku.

2. Wykorzystane narzędzia oraz technologie

2.1. Narzędzia

Poniżej znajduje się lista narzędzi programistycznych, które zostały wykorzystane podczas implementacji tej pracy inżynierskiej.

- Visual Studio 2017
- Visual Studio Code
- Microsoft Word
- Microsoft SQL Server

2.1.1. Visual Studio 2017

Visual Studio[14] to środowisko programistyczne firmy Microsoft umożliwiające wytwarzanie oprogramowania konsolowego oraz z interfejsem użytkownika. Posiada zintegrowany debbuger działający zarówno na poziomie kodu jak i maszyny. Funkcjonalności tego środowiska można rozszerzać za pomocą dodatków. Do implementacji została wykorzystana wersja 2017, obecnie najnowszą wersją stabilną jest wersja 2019.

2.1.2. Visual Studio Code

Visual Studio Code[15] jest darmowym narzędziem programistycznym oferowanym przez firmę Microsoft. Służy do edycji kodów źródłowych z kolorowaniem składni dla wielu języków. Podczas implementacji został wykorzystany do napisania skryptów tworzących i obsługujących sieć neuronową odpowiadającą za moduł diagnostyczny aplikacji.

2.1.3. Microsoft Word

Microsoft Word[16] edytor dokumentów tekstowych firmy Microsoft. Po raz pierwszy został wydany 25.10.1983r. Został wykorzystany do napisania dokumentacji projektu.

2.1.4. Microsoft SQL Server

Microsoft SQL Server[17] jest systemem do zarządzania bazą danych tworzonym przez firmę Microsoft. Jego pierwsze wydanie miało miejsce 24.04.1989r.

2.2. Technologie

W celu utworzenia nowoczesnej oraz w pełni responsywnej aplikacji zostały wykorzystane technologie wspomagające efektywność oraz niezawodność aplikacji. Pełna lista technologii wykorzystanych podczas implementacji znajduje się poniżej.

- ASP NET CORE 2.1
- Entity Framework
- Python
- Keras
- C#
- HTML
- CSS
- BOOTSTRAP

2.2.1. ASP NET CORE 2.1

ASP NET CORE[18] to zbiór narzędzi oraz bibliotek (framework) tworzony przez firmę Microsoft. Umożliwia tworzenie wydajnych aplikacji internetowych. Jest to technologia wieloplatformowa dzięki czemu rozwiązania zaimplementowane z jej wykorzystaniem będą w pełni funkcjonalne nie tylko w systemach Windows ale również Linux oraz macOS.

2.2.2. Entity Framework Core

Entity Framework Core[19] jest systemem ORM, który pozwala na mapowanie obiektów zaimplementowanych przy użyciu języka C# na relacyjny model bazy danych. Pracując z EF Core możemy wykorzystać jedno z trzech podejść do tworzenia oprogramowania:

- **DB First** – polega na stworzeniu modelu bazy danych a następnie wykorzystania go do wygenerowania odpowiednich klas modeli w projekcie.
- **Code First** – polega na tworzeniu modeli w kodzie aplikacji a następnie wygenerowaniu na ich podstawie odpowiedniej bazy danych.
- **Model First** – do implementacji bazy danych wykorzystujemy wizualne narzędzie do projektowania, w którym możemy modelować bazę danych.

2.2.3. Python Keras

Python[20] jest językiem wysokiego poziomu, który jest rozwijany jako projekt open source. Pierwszy raz pojawił się na rynku na początku lat 90. Istnieją różne odmiany pythona:

CPython (napisany w języku C), JPython (napisany w javie) oraz IronPython (na platformę .NET). Aktualna wersja Pythona to 3.8.0 – 14.10.2019. W tej pracy inżynierskiej została przeze mnie wykorzystana wersja 3.7.3.

Keras[21] jest biblioteką do języka Python dostarczająca wiele przydatnych rozwiązań w implementacji sieci neuronowych. Wspiera zarówno sieci splotowe jak i rekursywne. Może pracować wykorzystując CPU lub GPU komputera.

2.2.4. C#

C#[22] jest obiektowym językiem programowania skonstruowanym w latach 1998 – 2001 dla firmy Microsoft. Wykorzystywany jest w technologiach Microsoftu takich jak ASP NET CORE. Jedną z jego zalet jest automatyczne odśmiecanie pamięci obsługiwane przez środowisko uruchomieniowe.

2.2.5. Technologie frontendowe

Do implementacji warstwy użytkownika systemu zostały wykorzystane poniższe technologie:

- HTML
- CSS
- BOOTSTRAP

Pozwalają one tworzyć responsywne i atrakcyjne wizualnie widoki dla użytkowników systemu kliniki kardiologicznej.

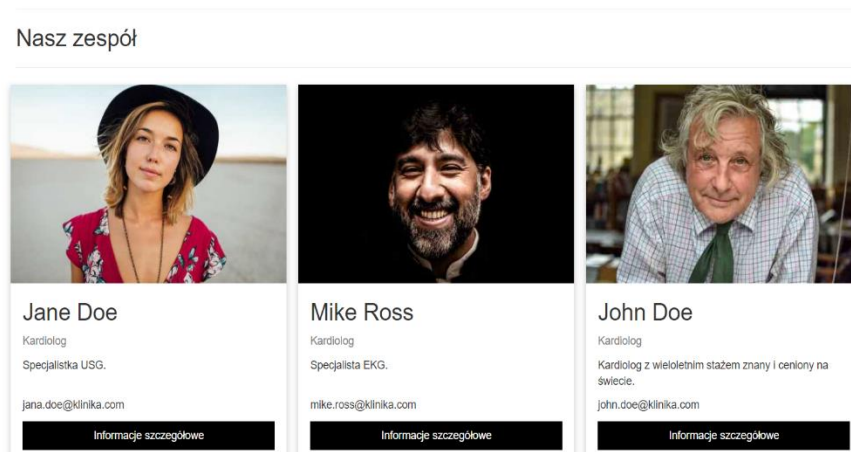
3. Interfejs aplikacji

3.1. Strona główna

Strona główna jest pierwszą stroną, która ukazuje się użytkownikowi po uruchomieniu systemu w swojej przeglądarce internetowej. Znajdują się tam podstawowe informacje, które mogą być atrakcyjne dla potencjalnego klienta kliniki takie jak jej lokalizacja, pracownicy oraz wykorzystywany w klinice sprzęt. Dodatkowo na stronie zamieszczone są odnośniki do stron zawierających najnowsze informacje z dziedziny kardiologii w Polsce i na świecie. Dostępny jest również panel z odnośnikami do kont kliniki w mediach społecznościowych.




Rysunek 1. Strona główna - slider



Rysunek 2. Strona główna - pracownicy

Nasz sprzęt




Aparaty EKG

Aparaty EKG serii Cardio M Plus

Aparat EKG Cardio M Plus to profesjonalny elektrokardiograf wielokanałowy z 7" dotykowym wyświetlaczem, możliwością podłączenia spirometru (opcja). Dodatkowo menu w tym modelu zostało spolszczone. Aparat EKG z wbudowanym spirometrem dostępny w kategorii Spirometry.

[Dowiedz się więcej](#)




Kardiomonitor

CMS 7000

CMS7000 jest wysokiej klasy kompaktowym kardiomonitoriem. Wyposażony jest w duży ekran TFT wysokiej rozdzielczości o przekątnej 12,1". Jego podstawowe cechy, to lekkość, kompaktowość i niezawodność. Monitorowane parametry: EKG, SpO2, NIBP, TEMP, PR, RESP I TEMP.

[Dowiedz się więcej](#)



Holter EKG

SilikonBeat 3/12

Rejestrator SilikonBeat 12 jest kolejnym krokiem w ewolucji cyfrowych rejestratorów holterowskich. Wysokiej jakości zapis bez kompresji, 12 lub 3 kanałowy w zależności od kabla. Detekcja rozruchnika serca. Jako jedyny oferuje tygodniowy zapis również w trybie 12 kanałowym. Pierwszy rejestrator z precyzyjnym 24-bitowym przetwornikiem. Wysokiej rozdzielczości kolorowy wyświetlacz OLED umożliwia ocenę EKG bez konieczności podłączania do komputera.

[Dowiedz się więcej](#)

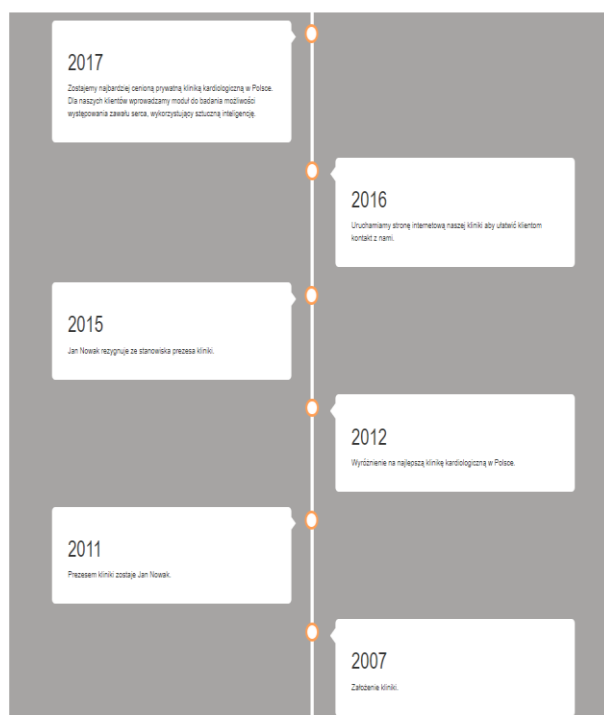


Rysunek 3. Strona główna - sprzęt

3.2. Strona o nas

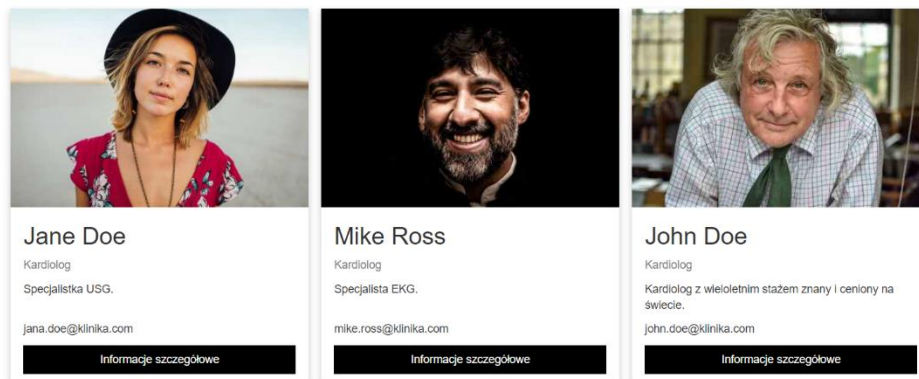
Strona zawiera podstawowe informacje na temat kliniki. Użytkownik może poznać tam historię kliniki, jej lokalizację oraz pracowników.

Historia kliniki



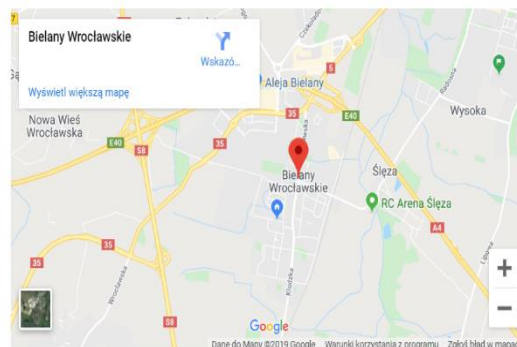
Rysunek 4. Strona o nas - historia kliniki

Nasz zespół



Rysunek 5. Strona o nas - zespół

Nasza lokalizacja



☎ Kontakt telefoniczny: pn-pt 8:00 - 16:00 📍 Nasza lokalizacja 📄 Całodobowa rejestracja online
© 2019 - System zarządzania kliniką kardiologiczną

Rysunek 6. Strona o nas - lokalizacja

Lokalizacja na mapie została wygenerowana dzięki wykorzystaniu narzędzia google maps. Operacja ta jest możliwa do przeprowadzenia na stronie[3].

3.3. Cennik

Zawiera informacje w formie tabeli o usługach jakie świadczy klinika kardiologiczna oraz ich cenach. Każda z pozycji cennika zawiera specjalistyczną nazwę świadczonej usługi. Po ustawieniu wskaźnika myszy na wybranym elemencie wyświetlany jest komentarz ze szczegółowym opisem.

System zarządzania kliniką kardiologiczną		Cennik	O nas	Kontakt	Rejestracja	Zaloguj
---	--	--------	-------	---------	-------------	---------

Cennik	
Cennik usług dostępnych w przychodni.	
Usługa	Cena
Konsultacja kardiologiczna	130,00 zł
Konsultacja kardiologiczna + EKG	150,00 zł
EKG z opisem	35,00 zł
Holter EKG	130,00 zł
Holter EKG 12 odprowadzeniowy	160,00 zł
Holter RR	100,00 zł
Test wysiłkowy	140,00 zł
USG (ECHO serca)	150,00 zł
USG (ECHO serca) przezprzełykowe	400,00 zł
Kontrola stymulatora	120,00 zł
Kontrola stymulatora z EKG	140,00 zł
Kontrola kardiowertera	120,00 zł
Kontrola kardiowertera z EKG	140,00 zł
Porada recepturowa	30,00 zł

Kontakt telefoniczny: pn-pt 8:00 - 16:00	Nasza lokalizacja	Całodobowa rejestracja online
--	-------------------	-------------------------------

Rysunek 7. Cennik

3.4. Menu użytkownika

Elementem systemu umożliwiającym użytkownikom poruszanie się po wszystkich udostępnionych dla nich funkcjonalnościach jest menu użytkownika. Na zrzucie ekranu załączonym poniżej możemy zobaczyć jak prezentuje się ono dla administratorów systemu. Dokładny opis poszczególnych opcji znajduje się w dalszej części pracy.

Zarządzaj swoim kontem

Profil

Dane osobowe

Hasło

Kalendarz moich wizyt

Zarządzaj użytkownikami

Raporty

Zarządzanie modulem diagnostycznym

Zarządzaj wizytami

Umów wizytę

Do pobrania

Profil

Nazwa użytkownika

gasiewicz.wojciech@gmail.com

Email

gasiewicz.wojciech@gmail.com

Wyślij email weryfikacyjny

Numer telefonu

531377999

Zapisz

Kontakt telefoniczny: pn-pt 8:00 - 16:00

Nasza lokalizacja

Całodobowa rejestracja online

© 2019 - System zarządzania kliniką kardiologiczną

Rysunek 8. Menu użytkownika

3.5. Moduł diagnostyczny

Strona zawierająca moduł diagnostyczny dostępna jest dla zalogowanych użytkowników poprzez główne menu systemu znajdujące się w nagłówku strony. Składa się ona z ankiety zbierającej dane potrzebne do przeprowadzenia diagnozy od użytkownika. Ankieta została podzielona na siedem rozdziałów:

1. Informacje podstawowe

System zarządzania kliniką kardiologiczną

Cennik

O nas

Kontakt

Moduł wykrywający zawał serca

Witaj gasiewicz.wojciech@gmail.com!

Wyloguj

Moduł wykrywający zawał serca.

Przychodnia oferuje pomoc lekarską w zakresie kardiologicznym.

Wypełnij formularz abyśmy mogli zbadać Twoje dane modułem diagnostycznym.

Informacje podstawowe:

Wiek

Płeć

Mężczyzna

Lokalizacja bólu

Mostek

Promieniowanie bólu klatki piersiowej

Szyja

Charakterystyka bólu

Stały

Początek bólu

Podczas wysiłku

Liczba godzin od nadejścia bólu

Czas trwania ostatniego bólu

Mniej niż 5 minut

Zbadaj

Pierwsza

Poprzednia

1

2

3

4

5

Następna

Ostatnia

Rysunek 9. Moduł diagnostyczny - informacje podstawowe

2. Objawy współwystępujące

Objawy współwystępujące:

Mdłości

Tak

Diaforeza

Tak

Palpitacje

Tak

Duszności

Tak

Zawroty głowy

Tak

Bekanie

Tak

Czynniki łagodzące

Brak

Zbadaj

Pierwsza

Poprzednia

1

2

3

4

5

Następna

Ostatnia

Rysunek 10. Moduł diagnostyczny - objawy współwystępujące

3. Występowanie podobnych bóli w przeszłości

Występowanie podobnych bóli w przeszłości:

Występowanie podobnych bóli w przeszłości

Konsultacja z lekarzem z powodu poprzednich bóli

Wcześniejszy ból związany z sercem

Wcześniejszy ból związany z zawałem serca

Wcześniejszy ból związany z chorobą niedokrwienną serca

Pierwsza

Poprzednia

1

2

3

4

5

Następna

Ostatnia

Rysunek 11. Moduł diagnostyczny - występowanie podobnych bóli w przeszłości

4. Historia choroby

Historia choroby:

Zawał serca

Choroba niedokrwienna serca

Nietypowy ból w klatce piersiowej

Niewydolność serca

Choroby naczyń obwodowych

Przepuklina rozworu przełykowego

Nadciśnienie

Cukrzyca

Palacz

Pierwsza

Poprzednia

2

3

4

5

6

Następna

Ostatnia

Rysunek 12. Moduł diagnostyczny - historia choroby

5. Aktualnie stosowane leki

Aktualnie stosowane leki:

Leki moczopędne

Azotany

Beta bloker

Naparstnica

Niesterydowy przeciwzapalny

Związek zobojętniający kwasy

Pierwsza Poprzednia 3 4 5 6 7 Następna Ostatnia

Rysunek 13. Moduł diagnostyczny - aktualnie stosowane leki

6. Badania lekarskie

Badania lekarskie:

Skurczowe ciśnienie krwi

Rozkurczowe ciśnienie krwi

Tętno

Częstotliwość oddechów na minutę

Rzęzenie

Sinica

Bładość

Szmer sercowy skurczowy

Szmer sercowy rozkurczowy

Obrzęk

S3Gallop

S4Gallop

Wrażliwość klatki piersiowej

Diaforeza

Pierwsza Poprzednia 3 4 5 6 7 Następna Ostatnia

Rysunek 14. Moduł diagnostyczny - badania lekarskie

7. Badania EKG

Badania EKG:

Nowy załamek Q

Załamek Q

Nowy wzrost odcinka ST

Wzrost odcinka ST

Nowy spadek odcinka ST

Spadek odcinka ST

Nowa inwersja załamka T

Inwersja załamka T

Nowy błąd przewodnictwa międzykomorowego

Błąd przewodnictwa międzykomorowego

Pierwsza

Poprzednia

3

4

5

6

7

Następna

Ostatnia

Rysunek 15. Moduł diagnostyczny - badania EKG

Po wypełnieniu ankiety i naciśnięciu przycisku „Zbadaj” zostaje uruchomiona w celu zbadania wprowadzonych danych zaimplementowana w systemie sieć neuronowa.

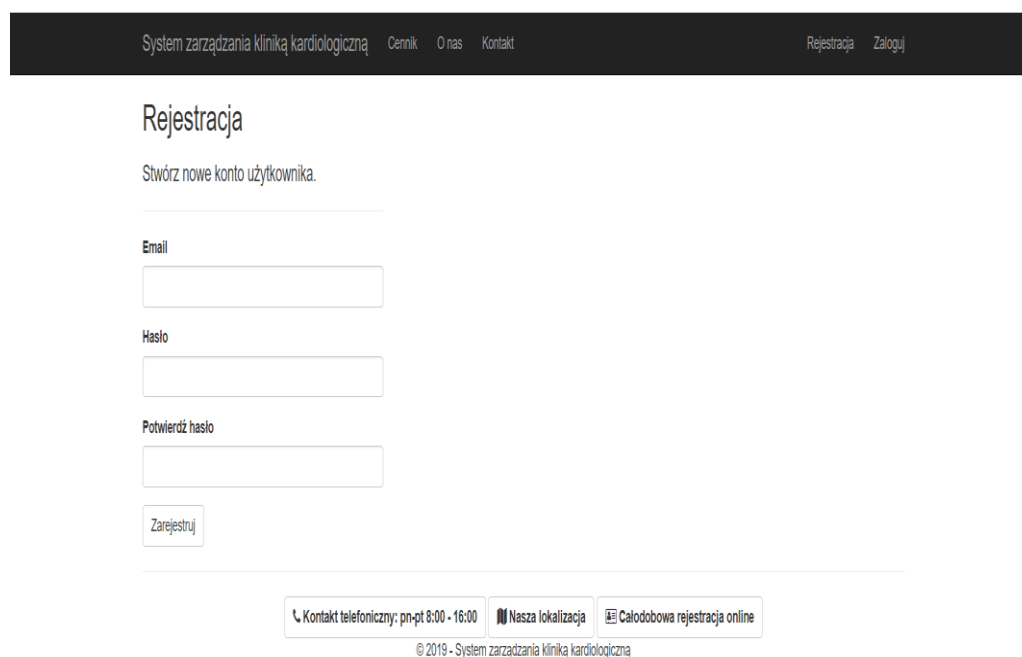
4. Funkcjonalności systemu

4.1. Rejestracja nowych użytkowników

Każda osoba odwiedzająca stronę systemu może założyć własne konto użytkownika. Konieczne jest w tym celu podanie adresu email oraz hasła zgodnego z polityką haseł. Wymagania co do hasła to:

- Co najmniej 6 znaków.
- Co najmniej jedna litera duża oraz chociaż jeden znak niealfanumeryczny.

Walidacji zostaje poddawany również adres email. Musi być on poprawnym adresem email oraz nie może istnieć już w bazie danych systemu. Jeżeli wymagania co do hasła oraz adresu email są spełnione tak zarejestrowane konto uprawnia do korzystania z systemu z rolą użytkownika.



The screenshot shows a web interface for user registration. At the top, a dark navigation bar contains links: 'System zarządzania kliniką kardiologiczną', 'Cennik', 'O nas', 'Kontakt', 'Rejestracja', and 'Zaloguj'. The main heading is 'Rejestracja' with the subtext 'Stwórz nowe konto użytkownika.' Below this are three input fields labeled 'Email', 'Hasło', and 'Potwierdź hasło'. A 'Zarejestruj' button is positioned below the third field. At the bottom, a footer section includes three boxes: 'Kontakt telefoniczny; pn-pt 8:00 - 16:00', 'Nasza lokalizacja' (with a map icon), and 'Całodobowa rejestracja online' (with a calendar icon). The copyright notice '© 2019 - System zarządzania kliniką kardiologiczną' is centered at the very bottom.

Rysunek 16. Rejestracja w systemie

4.2. Logowanie do systemu

Osoby posiadające już konta w systemie po odwiedzeniu jego strony mogą się na nie zalogować przy użyciu adresu email oraz hasła. W systemie została zaimplementowana opcja zapamiętująca dane dzięki której przy kolejnym odwiedzeniu strony logowanie odbędzie się automatycznie.

System zarządzania kliniką kardiologiczną Cennik O nas Kontakt Rejestracja Zaloguj

Logowanie

Użyj konta użytkownika aby zalogować się do systemu.

Email
gasiewicz.wojciech@gmail.com

Password

☐ Zapamiętaj dane

Zaloguj

[Zapomniałeś hasła?](#)
[Zarejestruj konto nowego użytkownika](#)

Pogoda na następny tydzień:

WROCLAW	
Prognoza pogody	
ndz	pon
wt	śr
czw	pt
sob	
24°C 11°C	24°C 10°C
24°C 11°C	19°C 7°C
19°C 8°C	20°C 9°C
20°C 8°C	

Kontakt telefoniczny: pn-pt 8:00 - 16:00 Nasza lokalizacja Całodobowa rejestracja online

© 2019 - System zarządzania kliniką kardiologiczną

Rysunek 17. Logowanie do systemu

4.3. Raporty

System został wyposażony w możliwość generowania raportów dotyczących zarobków kliniki. Funkcjonalność ta dostępna jest dla użytkowników posiadających przypisaną rolę administratora w systemie.

Raporty

Od

Do

Przychody z tytułu wizyt za wybrany okres: **1163 zł**

Ilość odbytych wizyt w wybranym okresie: **4**

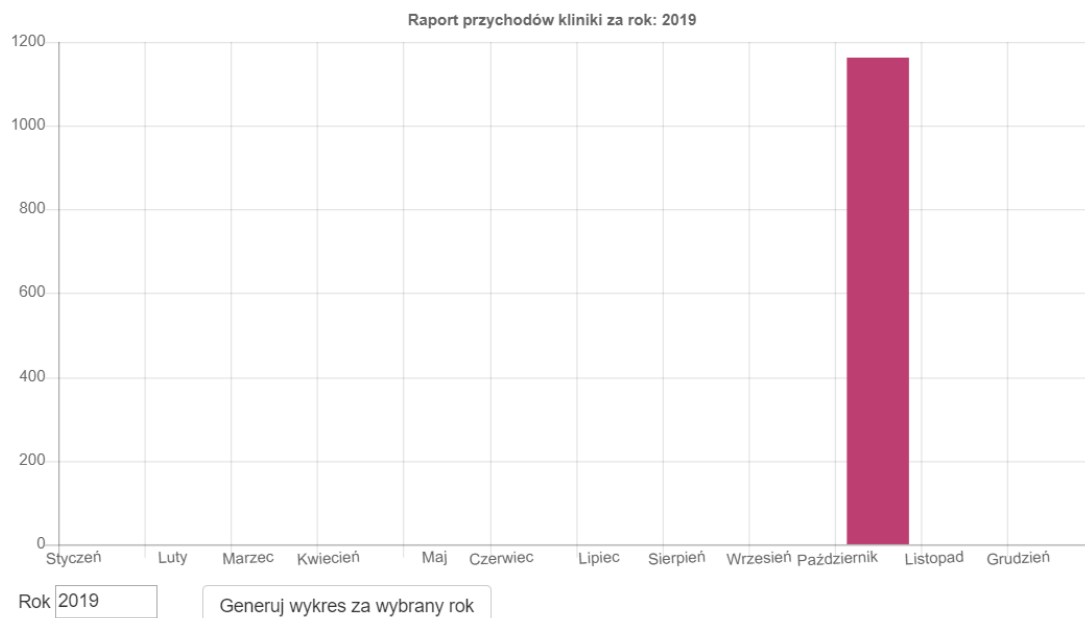
Najbardziej popularny lekarz w wybranym okresie: **Jane Doe**

Ilość odbytych wizyt u Jane Doe wybranym okresie: **2**

Rysunek 18. Raporty - zakres dat

Raport może zostać wygenerowany dla dowolnego przedziału czasowego. Domyślnie generowany jest raport za bieżący rok. Dane jakie są w nim przedstawiane to:

- Przychody z tytułu wizyt.
- Ilość wizyt.
- Najbardziej popularny lekarz.
- Ilość wizyt u najbardziej popularnego lekarza.




Rysunek 19. Raporty - wykres


Dodatkową opcją podczas generowania raportu jest wykres słupkowy, który przedstawia przychody kliniki w wybranym przez użytkownika roku. Domyślnie generowany jest dla roku bieżącego. Do jego implementacji została wykorzystana biblioteka Chart.js[4].

4.4. Wizyty u lekarzy


Aplikacja została wyposażona w funkcjonalność umożliwiającą pacjentowi na rezerwację terminu wizyty spośród aktualnie dostępnych w systemie. Lekarze dostępni w klinice wyświetlani są pacjentowi w formie listy.

Dostępni lekarze:

John Doe 

Jane Doe 

Mike Ross 


DoctorName DoctorSurname 

Rysunek 20. Wizyty u lekarzy - dostępni lekarze


Dla każdego lekarza pacjent posiada dwie opcje. Może wyświetlić jego szczegółowe dane lub zapisać się na wizytę.


Dostępni lekarze:

John Doe 

Jane Doe 

Mike Ross 

Umów wizytę 

Dane lekarza 

name 

Rysunek 21. Wizyty u lekarzy - opcje

Po wybraniu opcji umówienia wizyty pacjentowi ukazuje się poniższa formatka zawierająca wolne terminy wizyt przypisane do danego lekarza.

System zarządzania kliniką kardiologicznąCennikO nasKontaktModuł wykrywający zawał sercaWitaj gasiewicz.wojciech@gmail.com!Wyloguj

Zapisujesz się na wizytę do lekarza **Mike Ross**

Dostępne terminy wizyt27.10.2019 12:00 ▼

Umów wizytę

[Powrót do menu](#)

Kontakt telefoniczny: pn-pt 8:00 - 16:00

Nasza lokalizacja

Całodobowa rejestracja online

© 2019 - System zarządzania kliniką kardiologiczną

Rysunek 22. Wizyty u lekarzy - zapis na nową wizytę

Po wybraniu opcji wyświetlenia danych lekarza pacjent zostanie przekierowany do poniższej formatki. Może tam zobaczyć imię, nazwisko, email oraz numer telefonu konkretnego lekarza.

System zarządzania kliniką kardiologicznąCennikO nasKontaktModuł wykrywający zawał sercaWitaj gasiewicz.wojciech@gmail.com!Wyloguj

Szczegóły

Lekarz

Imię lekarza	Mike
Nazwisko lekarza	Ross
Email	mike.ross@gmail.com
Numer telefonu	998

[Powrót](#)

Kontakt telefoniczny: pn-pt 8:00 - 16:00

Nasza lokalizacja

Całodobowa rejestracja online

© 2019 - System zarządzania kliniką kardiologiczną

Rysunek 23. Wizyty u lekarzy - szczegółowe dane wybranego lekarza

4.5. Zarządzanie wizytami

Główna formatka zarządzania wizytami jest dostępna dla administratorów, lekarzy oraz pracowników recepcji. Przedstawia ona wizyty zapisane w systemie w formie listy.

Administratorzy mają dostęp do wszystkich wizyt widniejących w systemie. Każdą z nich mogą edytować, sprawdzić jej szczegóły bądź usunąć.

Lekarze mają dostęp tylko do wizyt przez nich obsługiwanych. Nie mogą zobaczyć wizyty, która była u innego lekarza.

Pracownicy recepcji mogą jedynie dodać nową wizytę.

Wizyty

[Stwórz nową wizytę](#)

Wyszukaj pacjenta po nazwisku lub imieniu:

Szukaj

[Wróć do pełnej listy wizyt](#)

Pacjent	Lekarz	Data wizyty	Nazwa wizyty	
Wojciech Gąsiewicz	DoctorName DoctorSurname	08.10.2019 15:00:00	testx	Edycja Szczegóły Usuń
	John Doe	27.10.2019 15:00:00	t2	Edycja Szczegóły Usuń
	Mike Ross	27.10.2019 12:00:00	wizyta	Edycja Szczegóły Usuń
Wojciech Gąsiewicz	Jane Doe	03.10.2019 15:59:00	test4	Edycja Szczegóły Usuń
Wojciech Gąsiewicz	John Doe	03.10.2019 17:00:00	TEST2	Edycja Szczegóły Usuń
	John Doe	27.10.2019 14:00:00	t1	Edycja Szczegóły Usuń
Wojciech Gąsiewicz	Mike Ross	25.10.2019 15:00:00	test wolnej wizyty	Edycja Szczegóły Usuń
Wojciech Gąsiewicz	Jane Doe	19.09.2019 15:00:00	TEST	Edycja Szczegóły Usuń

[Powrót do menu](#)[📞 Kontakt telefoniczny: pn-pt 8:00 - 16:00](#)[📍 Nasza lokalizacja](#)[🏠 Całodobowa rejestracja online](#)

© 2019 - System zarządzania kliniką kardiologiczną

Rysunek 24. Zarządzanie wizytami - lista wizyt

Poniżej znajduje się formatka odpowiadająca za dodawanie nowej wizyty do systemu. Dostęp do niej mają użytkownicy posiadający rolę lekarza, administratora lub pracownika recepcji. W celu prawidłowego dodania wizyty musi zostać wybrany lekarz, data wizyty oraz pacjent. Jeżeli nie znamy jeszcze konkretnego pacjenta a wiemy, że lekarz w danym terminie chce zrealizować wizytę możemy wpisać ją do systemu bez podawania konkretnego pacjenta.

Stwórz nową wizytę

Pacjent

Lekarz

Data wizyty

Nazwa wizyty

Cena

[Powrót do listy wizyt](#)

Rysunek 25. Zarządzanie wizytami - tworzenie nowej wizyty

Każdą istniejącą w systemie wizytę możemy edytować. Formatka odpowiadająca za tę operację została przedstawiona poniżej. Możemy zmienić wszystkie właściwości wizyty o ile nie będą one kolidowały z innymi istniejącymi wizytami.

Edytuj wizytę

Wizyta:

Pacjent

Lekarz

Data wizyty

Nazwa wizyty

Notatka lekarza

[Powrót do listy wizyt](#)

Rysunek 26. Zarządzanie wizytami - edycja istniejącej wizyty

Ostatnią formatką wchodzącą w skład funkcjonalności zarządzania wizytami jest formatka wyświetlająca szczegóły danej wizyty. Opcja ta dostępna jest dla administratorów oraz lekarzy. Pokazuje ona wszystkie dane dotyczące danej wizyty.

System zarządzania kliniką kardiologiczną

Cennik

O nas

Kontakt

Moduł wykrywający zawał serca

Witaj gąsiewicz.wojciech@gmail.com!

Wyloguj

Szczegóły

Wizyta:

Pacjent	Wojciech Gąsiewicz
Lekarz	DoctorName DoctorSurname
Data wizyty	08.10.2019 15:00:00
Nazwa wizyty	testx
Cena	123
Notatka lekarza	

[Edycja](#) | [Powrót do listy wizyt](#)

Kontakt telefoniczny: pn-pt 8:00 - 16:00

Nasza lokalizacja

Całodobowa rejestracja online

© 2019 - System zarządzania kliniką kardiologiczną

Rysunek 27. Zarządzanie wizytami - szczegóły wizyty

4.6. Dokumenty do pobrania

Każdy użytkownik ma dostęp do sekcji z dokumentami do pobrania. Zamieszczane są tam materiały informacyjne dla pacjentów kliniki kardiologicznej. Każdy z nich może być pobrany jako plik pdf. Istnieje również możliwość wydruków.

Pliki do pobrania:

Dieta przy chorobach serca♥
Nieinwazyjne badania w kardiologii Q
Psychologiczne aspekty chorób kardiologicznych

Poniżej znajduje się przykład pliku zamieszczonego w sekcji pliki do pobrania.

The screenshot shows a document header with the logo of Szpital Uniwersytecki w Krakowie and the title 'DIETA PRZY CHOROBACH SERCA'. A logo for 'dietetyczny plan na zdrowie' is also present. The main content is divided into two sections: 'ZALECENIA OGÓLNE' and 'NAJWAŻNIEJSZE ZASADY:'. The 'ZALECENIA OGÓLNE' section contains two paragraphs of text. The 'NAJWAŻNIEJSZE ZASADY:' section contains a blue box with the text 'DBAJ O RÓŻNORODNOŚĆ SPOŻYWANYCH PRODUKTÓW' and a sub-section 'Jedz 4-5 posiłków dziennie' with a clock icon.

Szpital Uniwersytecki w Krakowie

DIETA PRZY CHOROBACH SERCA

dietetyczny plan na zdrowie

ZALECENIA OGÓLNE

Należy spożywać produkty z różnych grup żywności (należy dbać o urozmaicenie posiłków). W skład produktów spożywczych wchodzi niezbędne składniki odżywcze zawarte w różnych ilościach i proporcjach.

Nie ma produktu żywnościowego, który dostarczałby wszystkich składników pokarmowych w odpowiednich ilościach. Aby nie dopuścić do powstania niedoborów należy w codziennym jadłospisie uwzględniać produkty ze wszystkich grup: produkty zbożowe, warzywa i owoce, mleko i jego przetwory, produkty dostarczające pełnowartościowego białka.

Zasada urozmaicenia powinna dotyczyć wszystkich posiłków.

NAJWAŻNIEJSZE ZASADY:

DBAJ O RÓŻNORODNOŚĆ SPOŻYWANYCH PRODUKTÓW

Jedz 4-5 posiłków dziennie

Rysunek 28. Przykład jednego z dokumentów dostępnych do pobrania

4.7. Formularz kontaktowy

System został wyposażony w formularz kontaktowy umożliwiający wysyłanie zapytań do kliniki bezpośrednio ze strony serwisu. Każda osoba odwiedzająca jego stronę może zadać klinice dowolne intrygujące ją pytanie.

System zarządzania kliniką kardiologiczną

CennikO nasKontakt

RejestracjaZaloguj

Skontaktuj się z nami

Bielany Wrocławskie
Czereśniowa 16
Telefon: 123-456-789

Email: mail@przychodnia.com

Imię:

Nazwisko:

Email:

Wiadomość:

Prześlij

Kontakt telefoniczny: pn-pt 8:00 - 16:00

Nasza lokalizacja

Całodobowa rejestracja online

© 2019 - System zarządzania kliniką kardiologiczną

Rysunek 29. Formularz kontaktowy

Aby skorzystać z formularza należy uzupełnić go poprawnymi danymi. Przesłanie go na adres mailowy przychodni realizowane jest po naciśnięciu guzika “prześlij”. Po takiej akcji użytkownika uruchamiany jest poniższy fragment kodu:

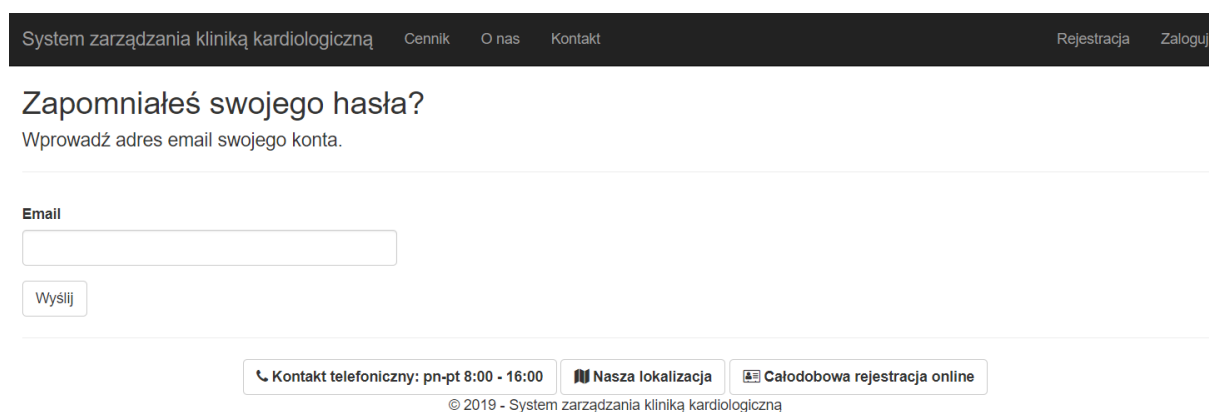
```
if (ModelState.IsValid)
{
    try
    {
        var client = new SmtpClient("smtp.gmail.com", 587)
        {
            Credentials = new NetworkCredential("gasiewicz.wojciech@gmail.com", "pass"),
            EnableSsl = true
        };
        client.Send("gasiewicz.wojciech@gmail.com", "gasiewicz.wojciech@gmail.com", "wiadomość z kliniki kardiologicznej",
            Contact.Message + "\n Wiadomość od: " + Contact.Name + " " + Contact.LastName + "\n Email:" + Contact.Email);
    }
    catch (Exception ex)
    {
        ModelState.Clear();
    }
}
```

Listing 1. Wysyłanie wiadomości email

Odpowiada on za przygotowanie spójnego tekstu wiadomości email z pól uzupełnionych przez użytkownika oraz przesłanie go na odpowiedni adres w formie wiadomości email.

4.8. Reset hasła

W systemie została zaimplementowana funkcjonalność resetowania hasła do konta przez jego właściciela. Jest to funkcjonalność niezbędna w momencie gdy użytkownik zapomni hasła do swojego konta. Dzięki niej w takiej sytuacji jest w stanie samodzielnie ustawić nowe hasło do swojego konta. W celu rozpoczęcia procesu musi zostać podany adres email przypisany do konta użytkownika.



Rysunek 30. Reset hasła - wprowadzenie adresu email

Jeżeli email jest poprawny użytkownik zostaje poinformowany o prawidłowym przebiegu operacji. Wyświetlony zostaje również poniższy komunikat.

Email do resetu hasła został pomyślnie wysłany

Sprawdź swoją pocztę aby zresetować hasło.

📞 Kontakt telefoniczny: pn-pt 8:00 - 16:00

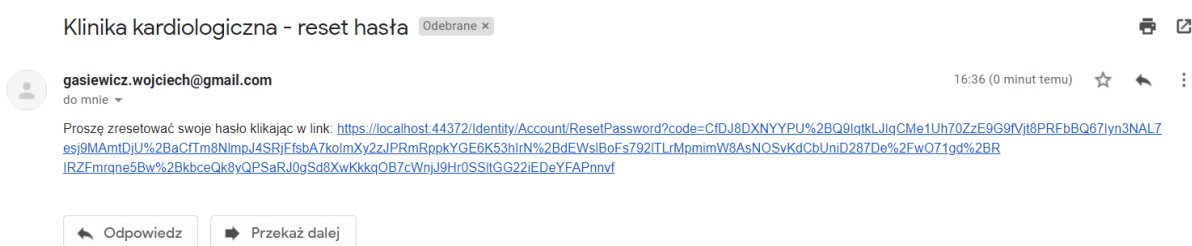
📍 Nasza lokalizacja

🏥 Całodobowa rejestracja online

© 2019 - System zarządzania kliniką kardiologiczną

Rysunek 31. Reset hasła - potwierdzenie wysłania wiadomości email

W tym momencie po odwiedzeniu poczty email użytkownika możemy znaleźć tam wiadomość do zresetowania hasła. Przykładowa wiadomość wygenerowana za pomocą systemu widnieje poniżej.



Rysunek 32. Resetowanie hasła - wiadomość email zawierająca link do zresetowania hasła

Po kliknięciu w odnośnik z wiadomości email zostajemy przekierowani do nowej zakładki zawierającej formatkę realizującą operację ustawienia nowego hasła dla konta użytkownika.

Reset hasła

Zresetuj swoje hasło.

Email

Hasło

Potwierdź hasło

Resetuj

Rysunek 33. Resetowanie hasła - formatka do resetu hasła

Po wprowadzeniu odpowiedniego adresu email oraz nowego hasła spełniającego politykę haseł w aplikacji użytkownik zostaje przekierowany do poniższego widoku potwierdzającego pomyślną zmianę hasła dla jego konta.

System zarządzania kliniką kardiologiczną

CennikO nasKontakt

RejestracjaZaloguj

Reset hasła potwierdzenie

Twoje hasło zostało zresetowane. Proszę kliknąć [tutaj](#) w celu zalogowania się.

Kontakt telefoniczny: pn-pt 8:00 - 16:00

Nasza lokalizacja

Całodobowa rejestracja online

© 2019 - System zarządzania kliniką kardiologiczną

Rysunek 34. Resetowanie hasła - potwierdzenie powodzenia operacji resetu hasła

4.9. Zmiana hasła

Każdy użytkownik systemu ma dostęp do funkcjonalności zmiany hasła do jego konta. Operacja ta realizowana jest za pośrednictwem poniższej formatki:

Zmień swoje aktualne hasło

Aktualne hasło

Nowe hasło

Potwierdź nowe hasło

Zmień hasło

Rysunek 35. Zmiana hasła - formatka do zmiany hasła

Warunkiem koniecznym do zmiany hasła jest podanie aktualnego oraz nowego hasła do konta. Konieczna jest zgodność z polityką haseł w systemie (punkt [4.1]).

4.10. Kalendarz wizyt

Dzięki zaimplementowaniu tej funkcjonalności w systemie każdy pacjent ma dostęp do swoich wizyt w formie kalendarza. Do jego implementacji została wykorzystana biblioteka DHTMLX [5]. Wykorzystuje ona technologię JavaScript oraz HTML5. Jest on dostępny dla wszystkich użytkowników systemu posiadających możliwość zapisania się na wizytę lekarską. Prezentuje się on następująco.

Kalendarz wizyt

DZIEŃTYDZIEŃMIESIĄC

7 Paź 2019 – 13 Paź 2019

<DZIŚ>

	Pon, Październik	Wt, Październik	Śr, Październik	Czw, Październik	Pią, Październik	Sob, Październik	Nie, Październik
06:00							
07:00							
08:00							
09:00							
10:00							
11:00							
12:00							
13:00							
14:00							
15:00		15:00 - 16:00 testx					
16:00							
17:00							

Rysunek 36. Kalendarz wizyt

Użytkownicy do wyboru posiadają trzy ziarna: dzienne, tygodniowe oraz miesięczne. Ziar-
nem domyślnym jest tygodniowe. Po kalendarzu można się poruszać za pomocą strzałek w
prawym górnym rogu. Widnieje tam też guzik przenoszący użytkownika bezpośrednio do
aktualnej daty.

4.11. Zarządzanie użytkownikami

Funkcjonalność zarządzania użytkownikami dostępna jest dla administratorów systemu. Po wybraniu jej w menu ukazuje się poniższa formatka. Zawiera ona listę wszystkich kont utworzonych w systemie.

System zarządzania kliniką kardiologiczną

Cennik

O nas

Kontakt

Moduł wykrywający zawał serca

Witaj gasiewicz.wojciech@gmail.com!

Wyloguj

Zarządzanie użytkownikami

[Stwórz nowego użytkownika](#)

Wyszukaj użytkownika po nazwisku lub imieniu: | [Wróć do pełnej listy użytkowników](#)

Id	Email	Rola	
0fb90fe0-c579-4bd7-b160-6a75124bd4f2	john.doe@gmail.com	Doctor	Edytuj Szczegóły Usuń
440aca64-2c39-45ce-bc8f-98290753866d	jane.doe@gmail.com	Doctor	Edytuj Szczegóły Usuń
50a9a2e8-83e1-4d3d-8503-9dafd801e51	mike.ross@gmail.com	Doctor	Edytuj Szczegóły Usuń
a0facb6-6603-4af2-adc1-d3eaba959809	doctor@doctor.com	Doctor	Edytuj Szczegóły Usuń
a5c674a0-2150-440d-b1e4-e71eb5ea7bd7	gasiewicz.wojciech@gmail.com	Admin	Edytuj Szczegóły Usuń
eacab7d5-5439-40e1-8154-0d7cb4888277	user@user.com	User	Edytuj Szczegóły Usuń
ecb1d5b8-af89-4155-9746-c3ee432958e0	repcion@repcion.com	Repcion	Edytuj Szczegóły Usuń

Kontakt telefoniczny: pn-pt 8:00 - 16:00

Nasza lokalizacja

Całodobowa rejestracja online

© 2019 - System zarządzania kliniką kardiologiczną

Rysunek 37. Zarządzanie użytkownikami - lista użytkowników systemu

Każdy rekord użytkownika posiada trzy opcje umożliwiające efektywne zarządzanie kontami użytkowników:

- Edytuj
- Szczegóły
- Usuń

Edytuj użytkownika

Imię użytkownika

Wojciech

Nazwisko użytkownika

Gąsiewicz

Email

gasiewicz.wojciech@gmail.com

Numer telefonu

531377999

Rola użytkownika

Admin

Zapisz

[Powrót do listy użytkowników](#)

Rysunek 38. Zarządzanie użytkownikami - edycja użytkownika

Wyświetlenie szczegółów dotyczących użytkownika powoduje wyświetlenie poniższej formacji.

System zarządzania kliniką kardiologiczną

Cennik

O nas

Kontakt

Moduł wykrywający zawał serca

Witaj gasiewicz.wojciech@gmail.com!

Wyloguj

Szczegóły

Użytkownik

Imię użytkownika	Wojciech
Nazwisko użytkownika	Gąsiewicz
Email	gasiewicz.wojciech@gmail.com
Numer telefonu	531377999

[Edytuj użytkownika](#) | [Powrót do listy użytkowników](#)

Kontakt telefoniczny: pn-pt 8:00 - 16:00

Nasza lokalizacja

Całodobowa rejestracja online

© 2019 - System zarządzania kliniką kardiologiczną

Rysunek 39. Zarządzanie użytkownikami - szczegóły konkretnego użytkownika

Poprzez formatkę zarządzania użytkownikami administrator ma również opcję utworzenia nowego konta:

Stwórz konto nowego użytkownika

Imię użytkownika

Imię jest wymagane.

Nazwisko użytkownika

Email

Hasło

Hasło jest wymagane.

Numer telefonu

Rola użytkownika Admin ▼

Stwórz

[Powrót do listy użytkowników](#)

Rysunek 40. Zarządzanie użytkownikami - tworzenie konta nowego użytkownika

4.12. Moduł diagnostyczny

Moduł diagnozujący pochodzenie bólu w klatce piersiowej pacjenta jest najbardziej zaawansowanym elementem systemu. Do rozpoznawania poszczególnych przypadków została zaprojektowana sieć neuronowa. Do jej wytrenowania posłużył zbiór danych charakteryzujący się pięcioma klasami:

1. **Ból nie związany z sercem** – ból o pochodzeniu innym niż zawał serca.

2. **Zawał serca przezścienny[10]** – jeden z podtypów choroby niedokrwiennej mięśni serca, uszkadza wszystkie warstwy mięśniowe serca. Charakteryzuje się objawami przypominającymi anginę.
3. **Zawał serca podwsierdziowy[11]** – może lokalizować się podwsierdziowo i dotyczyć mięśni brodawkowatych. Jest charakterystyczny dla zwężenia wszystkich trzech gałęzi tętnic wieńcowych.
4. **Choroba niedokrwienna[12]** serca – choroba polegająca na niedostatecznym dostarczeniu tlenu oraz wartości odżywczych do mięśnia sercowego. Jej objawami najczęściej są silny ból w klatce piersiowej objawiający się często podczas wzmożonego wysiłku fizycznego.
5. **Choroba niedokrwienna Prinzmetal[13]** – choroba znana również jako angina Prinzmetal. Osoby chore często są nałogowymi palaczami. W elektrokardiogramie osób chorych często występuje uniesienie odcinka ST. Może być wywołana również poprzez spożycie alkoholu, jej towarzyszącym objawem może być migrena.

Tabela 1. Klasy w zbiorze danych

Nr. Klasy	Ilość próbek
1	230
2	264
3	198
4	142
5	68
Σ	902

Cechy danych do diagnozy:

Tabela 2. Cechy w zbiorze danych

1	Wiek	INT
2	Płeć	0 – kobieta 1 – mężczyzna
3	Lokalizacja bólu	1 – Mostek 2 – Lewy przedsercowy 3 – Prawy przedsercowy 4 – Lewy boczny klatki piersiowej

		5 – Prawy boczny klatki piersiowej 6 – Brzuszny 7 – Plecy 8 – Inny
4	Promieniowanie bólu klatki piersiowej	1 – Szyja 2 – Szczeka 3 – Lewe ramię 4 – Lewa ręka 5 – Prawe ramię 6 – Plecy 7 – Brzuch 8 – Inny
5	Charakterystyka bólu	1 – Stały 2 – Epizodyczny 3 – Raczej epizodyczny niż stały 4 – Raczej stały niż epizodyczny 5 – Tępy 6 – Ostry 7 – Palący 8 – Opłucnowy
6	Początek bólu	1 – Podczas wysiłku 2 – Podczas odpoczynku 3 – Podczas snu
7	Liczba godzin od nadejścia bólu	INT
8	Czas trwania ostatniego bólu	1 – Mniej niż 5 minut 2 – 5 – 30 minut 3 – 30 – 60 minut 4 – 1 – 6 godzin 5 – 6 – 12 godzin 6 – Więcej niż 12 godzin
9	Mdłości	0 – Nie 1 – Tak
10	Diaforeza	0 – Nie

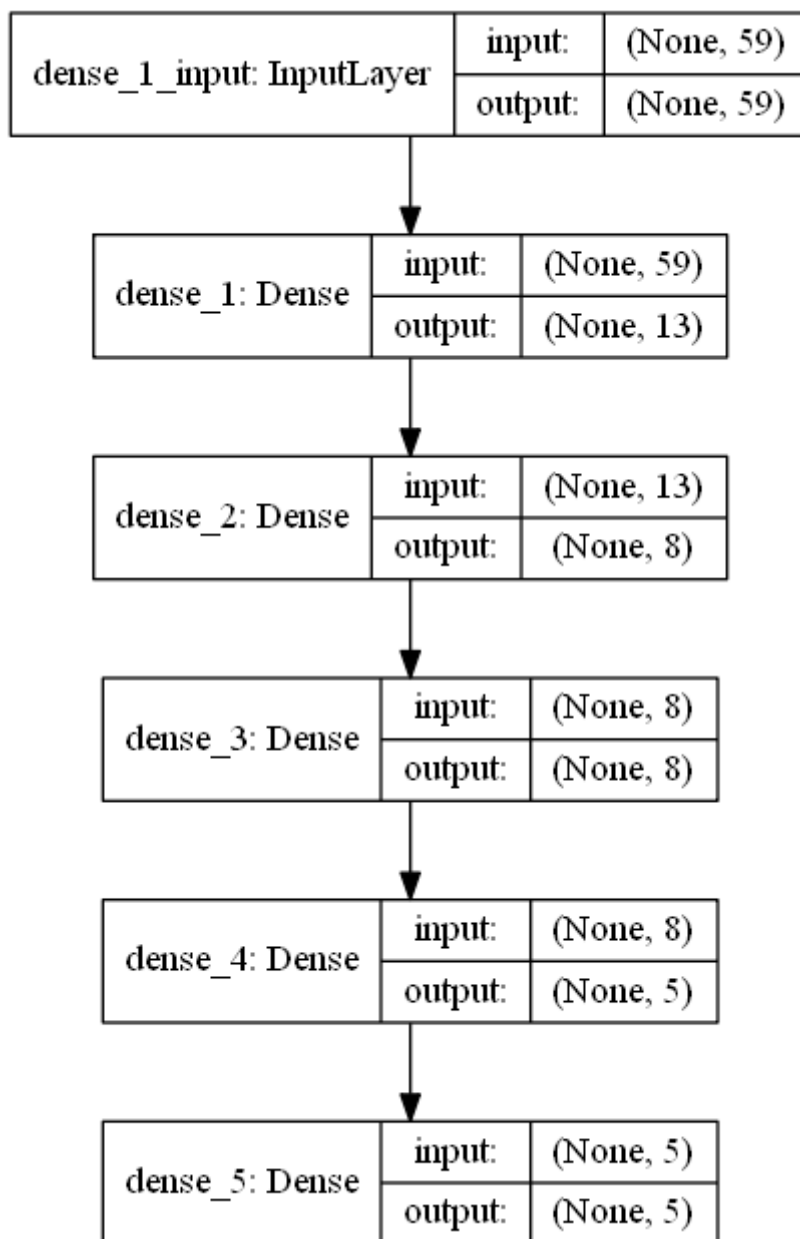
		1 – Tak
11	Palpitacje	0 – Nie 1 – Tak
12	Duszności	0 – Nie 1 – Tak
13	Zawroty głowy	0 – Nie 1 – Tak
14	Bekanie	0 – Nie 1 – Tak
15	Czynniki łagodzące	1 – Brak 2 – Odczucie ulgi poprzez podanie nitrogliceryny w przeciągu 5 minut 3 – Odczucie ulgi poprzez podanie nitrogliceryny w czasie dłuższym niż 5 minut 4 – związek zobojętniający kwasy 5 – Niewrażliwość na ból z wyjątkiem morfiny 6 – Morfina
16	Występowanie podobnych bóli w przeszłości	0 – Nie 1 – Tak
17	Konsultacja z lekarzem z powodu poprzednich bóli	0 – Nie 1 – Tak
18	Wcześniejszy ból związany z sercem	0 – Nie 1 – Tak
19	Wcześniejszy ból związany z zawałem serca	0 – Nie 1 – Tak
20	Wcześniejszy ból związany z chorobą niedokrwienną serca	0 – Nie 1 – Tak
21	Zawał serca	0 – Nie 1 – Tak
22	Choroba niedokrwienna serca	0 – Nie 1 – Tak
23	Nietypowy ból w klatce piersiowej	0 – Nie 1 – Tak

24	Niewydolność serca	0 – Nie 1 – Tak
25	Choroby naczyń obwodowych	0 – Nie 1 – Tak
26	Przepuklina rozworu przełykowego	0 – Nie 1 – Tak
27	Nadciśnienie	0 – Nie 1 – Tak
28	Cukrzyca	0 – Nie 1 – Tak
29	Palacz	0 – Nie 1 – Tak
30	Leki moczopędne	0 – Nie 1 – Tak
31	Azotany	0 – Nie 1 – Tak
32	Beta bloker	0 – Nie 1 – Tak
33	Naparstnica	0 – Nie 1 – Tak
34	Niesterydowy przeciwzapalny	0 – Nie 1 – Tak
35	Związek zobojętniający kwasy	0 – Nie 1 – Tak
36	Skurczowe ciśnienie krwi	INT
37	Rozkurczowe ciśnienie krwi	INT
38	Tętno	INT
39	Częstotliwość oddechów na minutę	INT
40	Rzęzenie	0 – Nie 1 – Tak
41	Sinica	0 – Nie 1 – Tak
42	Bładość	0 – Nie

		1 – Tak
43	Szmer sercowy skurczowy	0 – Nie 1 – Tak
44	Szmer sercowy rozkurczowy	0 – Nie 1 – Tak
45	Obrzęk	0 – Nie 1 – Tak
46	S3Gallop	0 – Nie 1 – Tak
47	S4Gallop	0 – Nie 1 – Tak
48	Wrażliwość klatki piersiowej	0 – Nie 1 – Tak
49	Diaforeza	0 – Nie 1 – Tak
50	Nowy załamek Q	0 – Nie 1 – Tak
51	Załamek Q	0 – Nie 1 – Tak
52	Nowy wzrost odcinka ST	0 – Nie 1 – Tak
53	Wzrost odcinka ST	0 – Nie 1 – Tak
54	Nowy spadek odcinka ST	0 – Nie 1 – Tak
55	Spadek odcinka ST	0 – Nie 1 – Tak
56	Nowa inwersja załamka T	0 – Nie 1 – Tak
57	Inwersja załamka T	0 – Nie 1 – Tak
58	Nowy błąd przewodnictwa międzyko- morowego	0 – Nie 1 – Tak

59	Błąd przewodnictwa międzykomorowego	0 – Nie 1 – Tak
----	-------------------------------------	--------------------

Sieć neuronowa zaimplementowana do rozwiązania problemu klasyfikacji liczy 5 warstw. Poniżej możemy zobaczyć wizualizację graficzną wykorzystanych warstw. Została ona wygenerowana przy użyciu narzędzia Graphviz2[6].



Rysunek 41. Schemat warstw w sieci neuronowej modułu diagnostycznego

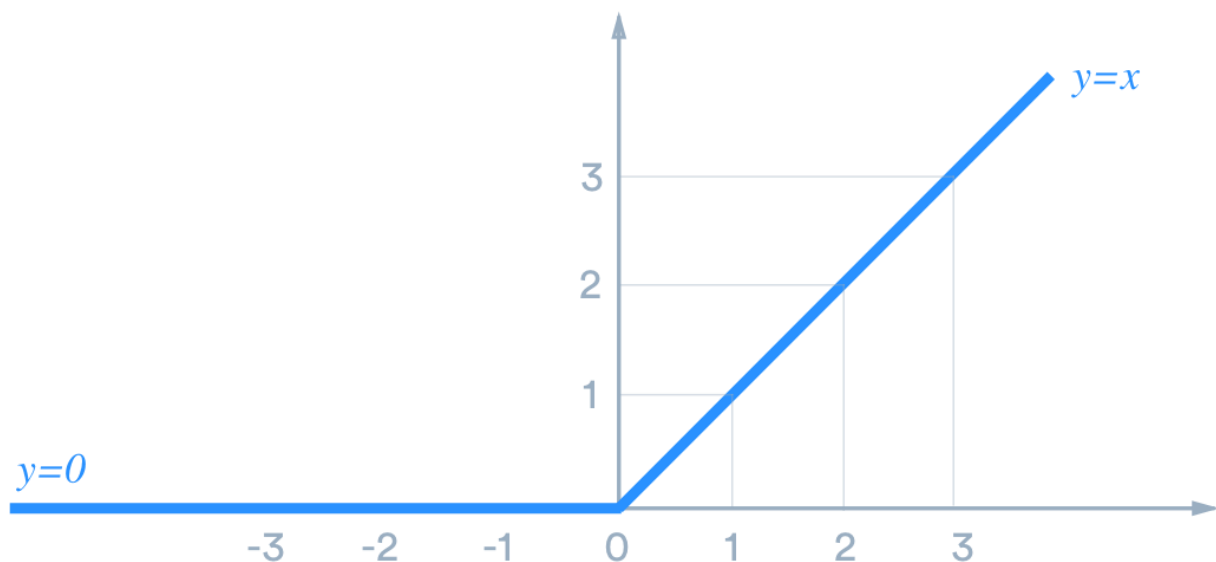
Pierwsza warstwa składa się z 59 neuronów. Kolejna z 13, następnie dwie warstwy po 8 neuronów oraz warstwa wyjściowa posiadająca 5 neuronów. Za utworzenie warstw modelu w aplikacji odpowiada fragment poniższego kodu.

```
model.add(Dense(13, input_dim=len(X_train[0]), activation='relu'))
model.add(Dense(8, activation='relu'))
model.add(Dense(8, activation='relu'))
model.add(Dense(5, activation='relu'))
model.add(Dense(5, activation='softmax'))
```

Listing 2. Implementacja warstw sieci neuronowej

Podczas implementacji warstw zostały wykorzystane dwie funkcje aktywacji:

Relu[8] – jest najczęściej stosowaną funkcją aktywacji w sieciach neuronowych. Niewymagająca obliczeniowo. Matematycznie definiuje się ją jako $y = \max(0, x)$.



Rysunek 42. Matematyczna definicja funkcji relu[8]

Softmax[7] – funkcja wykładnicza najczęściej używana w warstwie wyjściowej klasyfikatora wieloklasowego. Dzięki zastosowanej w niej normalizacji wartości wyjściowe mogą być interpretowane jako prawdopodobieństwo przynależności do poszczególnej klasy problemu.

4.12.1. Kompilacja modelu

Do kompilacji modelu wykorzystany został optymalizator Adam z learning rate ustawionym na wartość 0,0022. Jest to algorytm optymalizacji gradientowej pierwszego rzędu stochastycznego funkcji celu. Jest wydajny obliczeniowo, ma małe wymagania co do pamięci.

```
adam = optimizers.Adam(lr=0.0022)
model.compile(loss='sparse_categorical_crossentropy', optimizer=adam, metrics=['accuracy'])
```

Listing 3. Kompilacja modelu

4.12.2. Trening modelu

Zbiory treningowy i testujący zostały podzielone w stosunku 80 do 20. Zbiory testowe zostaną wyłączone z treningu.

```
history = model.fit(X_train, Y_train, epochs=300, batch_size=12, validation_data=(X_test, Y_test))
scores = model.evaluate([X_test, Y_test])
```

Listing 4. Trening modelu

4.12.3. Klasyfikacja konkretnego przypadku

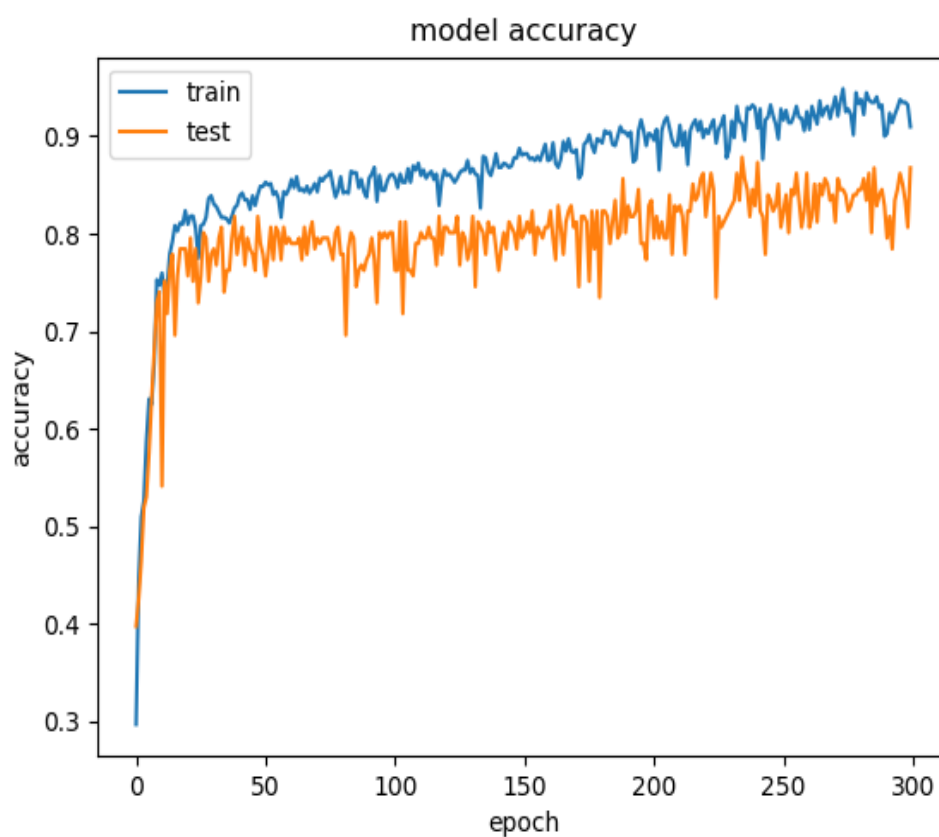
Wytrenowany model klasyfikuje rozpatrywane przypadki na zasadach klasyfikacji przybliżonej[9]. Polega ona na podaniu przynależności do każdej z klas. Jest ona liczbą rzeczywistą z przedziału $<0,1>$ gdzie 0 oznacza brak przynależności a 1 całkowitą przynależność. Odpowiada za to poniższa linia kodu:

```
predict = model.predict_classes(np.array([data,]))
```

Listing 5. Przykład predykcji

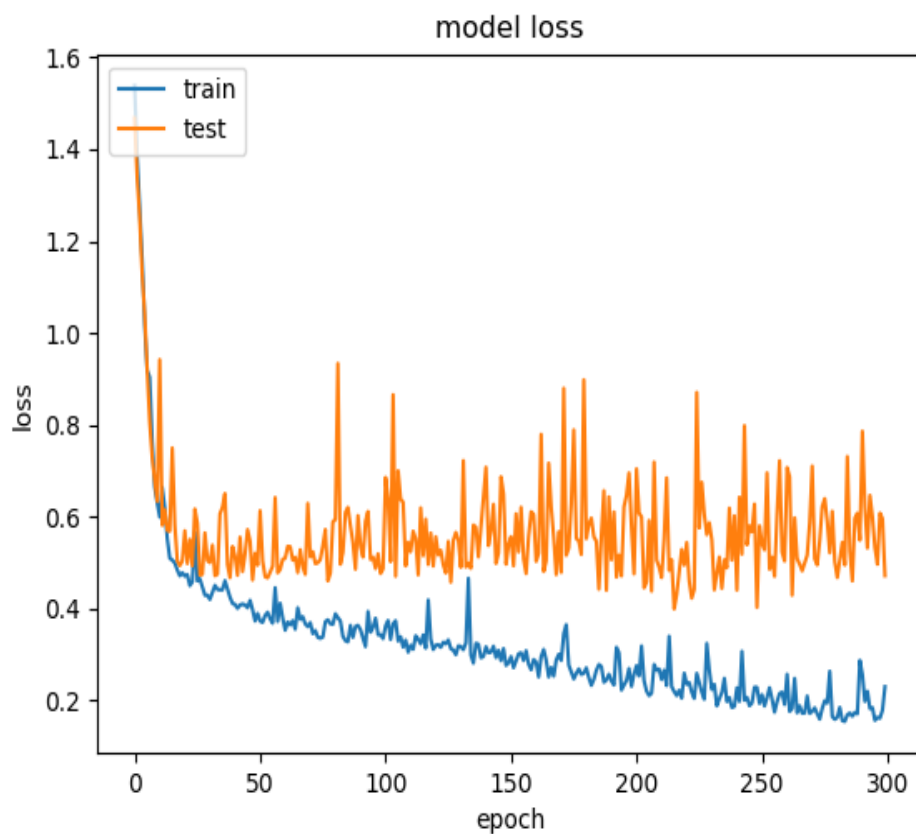
4.12.4. Badania skuteczności diagnozy

Podczas implementacji modułu diagnostycznego, każdy z wytrenowanych modeli był sprawdzany pod względem skuteczności podejmowania diagnozy. Celem było osiągnięcie jak najwyższego wyniku w celu podejmowania trafnych diagnoz przez system. Model aktualnie wykorzystywany do diagnozy zapytań cechuje się skutecznością na poziomie 86,74%. Została ona osiągnięta dla 300 iteracji podczas treningu. Poniżej zostaną zaprezentowane jego szczegółowe dane.



Wykres 1. Dokładność modelu

Na wykresie obrazującym dokładność modelu możemy zobaczyć, że trenowanie modelu na większej ilości iteracji nie koniecznie przyniesie oczekiwany efekt. Model nie wykazuje już silnych tendencji wzrostowych w ciągu ostatnich epok.



Wykres 2. Straty modelu

Z wykresu strat modelu możemy zaobserwować, że początkowo wydajność dla zbioru trenującego i testującego jest bardzo zbliżona. W dalszej części wykresu wydajności te zaczynają od siebie odchodzić. Jest to znak, że trenowanie modelu dla większej ilości iteracji może nie przynieść oczekiwanego rezultatu.

Podczas badania jakości wytrenowanego modelu bardzo przydatna może być macierz konfuzji[23]. Pozwala ona zwizualizować wartości przewidywane i rzeczywiste dla danego problemu. Macierz konfuzji wytrenowanego modelu prezentuje się następująco:

```
[[41 0 0 1 0]
 [ 0 49 1 0 1]
 [ 0 12 30 3 2]
 [ 0 0 0 21 2]
 [ 0 0 1 3 14]]
```

Idealnym przypadkiem było by uzyskanie macierzy diagonalnej. Możemy zaobserwować, że otrzymana macierz jest do takowej bardzo zbliżona. Oznacza to, że model podejmuje poprawne decyzje podczas predykcji.

Raport klasyfikacji dla wykorzystywanego do treningu modelu zbioru danych:

	precision	recall	f1-score	support
class 0	1.00	0.98	0.99	42
class 1	0.80	0.96	0.88	51
class 2	0.94	0.64	0.76	47
class 3	0.75	0.91	0.82	23
class 4	0.74	0.78	0.76	18
accuracy			0.86	181
macro avg	0.85	0.85	0.84	181
weighted avg	0.87	0.86	0.85	181

Rysunek 43. Raport klasyfikacji

Precision – kolumna ta określa we wszystkich przypadkach sklasyfikowanych jako pozytywne, jaki procent był prawidłowy.

Recall – kolumna ta określa we wszystkich przypadkach, które były rzeczywiście pozytywne, jaki procent został poprawnie sklasyfikowany.

F1-score – możemy traktować jako średnią ważoną precision i recall.

Support – ilość wystąpień danej klasy.

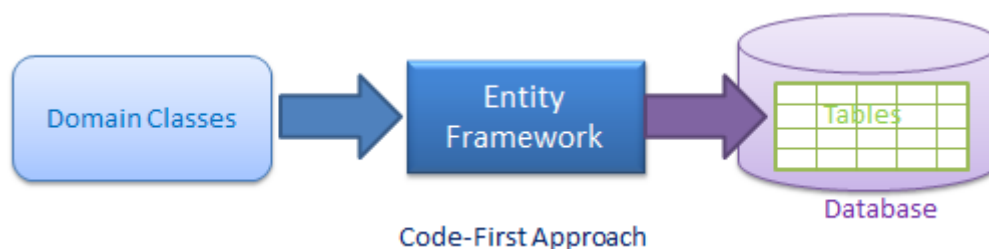
Wartości w kolumnach są najlepsze dla wartości 1 a najgorsze dla wartości 0.

Z powyższego raportu możemy zaobserwować, że zaimplementowany model najlepiej radzi sobie przy rozpoznawaniu problemów z klasy 0 (ból nie związany z sercem). Skuteczność w tym przypadku oscyluje w okolicach 100%. Nieco gorzej wypadły problemy klasy 1 (zawał serca przezścienny). Pomimo tego wyniki w tym przypadku nadal utrzymują się na poziomie

niemal 90%. Klasą, która rozpoznawana jest najsłabiej okazała się być klasa 4 (choroba niedokrwienna Prinzmetal). Taki wynik może być spowodowany przez ilość próbek tej klasy w zbiorze danych. Była to najmniej liczna klasa.

5. Baza danych

Do implementacji systemu wykorzystana została baza danych firmy Microsoft. Do jej tworzenia oraz obsługi została wykorzystana technologia „Code First” pozwalająca na zarządzanie bazą oraz jej tabelami bezpośrednio z kodu aplikacji.



Rysunek 44. Diagram technologii Code First[2]

Poniżej znajduje się przykład modelu wizyt na podstawie którego za pomocą technologii Code First została utworzona tabela w bazie danych.

```
public class Visit
{
    public string Id { get; set; }
    [Display(Name = "Pacjent")]
    public string IdPatient { get; set; }
    [Display(Name = "Lekarz")]
    public string IdDoctor { get; set; }
    [Display(Name = "Data wizyty")]
    [Required(ErrorMessage = "Data wizyty jest wymagana.")]
    public DateTime VisitDate { get; set; }
    [Display(Name = "Nazwa wizyty")]
    public string VisitName { get; set; }
    [Display(Name = "Cena")]
    [Required(ErrorMessage = "Cena jest wymagana.")]
    public float Price { get; set; }
    [Display(Name = "Notatka lekarza")]
    public string VisitNote { get; set; }
}
```

Listing 6. Model tabeli wizyt

```
CREATE TABLE [dbo].[Visit] (
    [Id] NVARCHAR (450) NOT NULL,
    [IdPatient] NVARCHAR (MAX) NULL,
    [IdDoctor] NVARCHAR (MAX) NULL,
    [VisitDate] DATETIME2 (7) NOT NULL,
    [VisitName] NVARCHAR (MAX) NULL,
    [Price] REAL DEFAULT (CONVERT([real],(0))) NOT NULL,
    [VisitNote] NVARCHAR (MAX) NULL,
    CONSTRAINT [PK_Visit] PRIMARY KEY CLUSTERED ([Id] ASC)
);
```

Listing 7. Kod sql tabeli wizyt

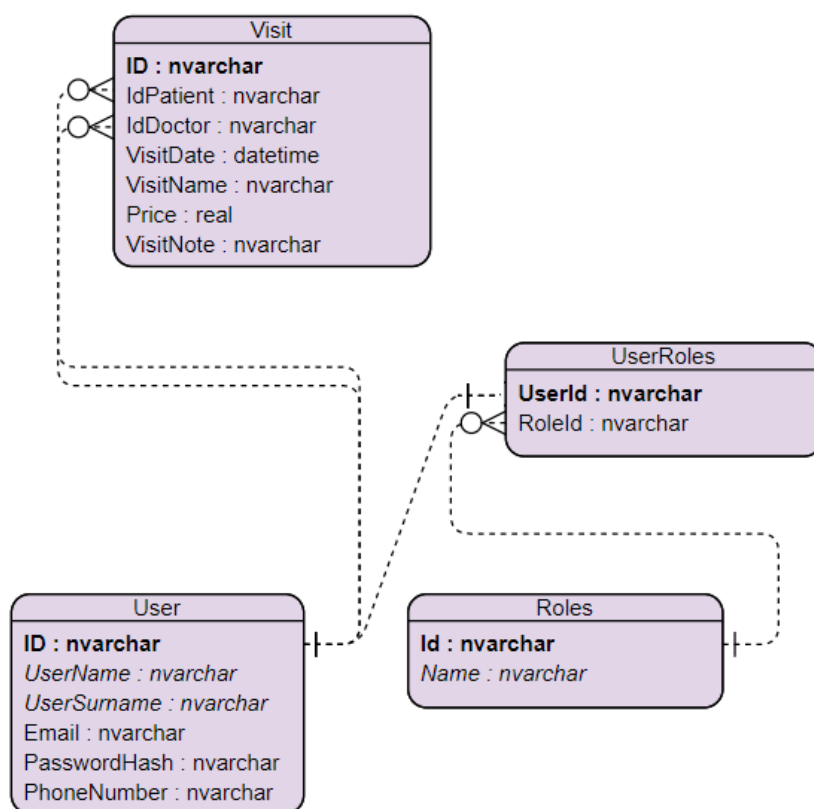
Powyższa tabela służy do przechowywania danych na temat wizyt odbywanych w klinice kardiologicznej.

5.1. Schemat bazy danych

Baza danych stworzona na potrzeby obsługi systemu składa się z czterech tabel:

- User
- Visit
- UserRoles
- Roles

Wszystkie tabele oraz istniejące między nimi relacje zostały przedstawione na poniższym schemacie ERD.



Rysunek 45. Diagram tabel i relacji w bazie danych

6. Podsumowanie i wnioski

Celem pracy było wykonanie aplikacji webowej wspomagającej zarządzanie kliniką kardiologiczną wraz z modułem diagnostycznym odpowiadającym za klasyfikację rodzaju bólu w klatce piersiowej. Moduł diagnostyczny jest dostępny tylko dla zalogowanych klientów kliniki.

Wszystkie wymagania co do aplikacji zostały zrealizowane. Implementacja rozwiązania przyczyniła się do zwiększenia moich umiejętności w dziedzinie projektowania oraz implementacji aplikacji webowych z wykorzystaniem technologii microsoft .net core. Podczas implementacji szczególny nacisk był kładziony na intuicyjność i prostotę interfejsu. Istotne jest aby z systemu mogli również korzystać użytkownicy bez doświadczenia w obsłudze komputera.

Zapoznałem się również z algorytmami i funkcjami sztucznej inteligencji, których wcześniej nie wykorzystywałem w moich projektach. Do obsługi modułu diagnostycznego zaimplementowana została sieć neuronowa składająca się z 5 warstw. W systemie do wysyłania wiadomości email wykorzystałem mój prywatny adres email. Domyślnie może być on zmieniony na dowolny inny adres email np. adres email kliniki kardiologicznej.

W perspektywie dalszego rozwoju projektu możliwa jest modyfikacja funkcjonalności systemu zgodnie z oczekiwaniami potencjalnego klienta. Analogicznie można rozwijać również moduł diagnostyczny. W dobie powszechnego wykorzystywania smartfonów możliwe jest również wykonanie aplikacji w wersji mobilnej.

Spis rysunków

Rysunek 1. Strona główna - slider	13
Rysunek 2. Strona główna - pracownicy	13
Rysunek 3. Strona główna - sprzęt	14
Rysunek 4. Strona o nas - historia kliniki	14
Rysunek 5. Strona o nas - zespół	15
Rysunek 6. Strona o nas - lokalizacja	15
Rysunek 7. Cennik	16
Rysunek 8. Menu użytkownika	17
Rysunek 9. Moduł diagnostyczny - informacje podstawowe	18
Rysunek 10. Moduł diagnostyczny - objawy współwystępujące	18
Rysunek 11. Moduł diagnostyczny - występowanie podobnych bóli w przeszłości	19
Rysunek 12. Moduł diagnostyczny - historia choroby	19
Rysunek 13. Moduł diagnostyczny - aktualnie stosowane leki	20
Rysunek 14. Moduł diagnostyczny - badania lekarskie	20
Rysunek 15. Moduł diagnostyczny - badania EKG	21
Rysunek 16. Rejestracja w systemie	22
Rysunek 17. Logowanie do systemu	23
Rysunek 18. Raporty - zakres dat	24
Rysunek 19. Raporty - wykres	24
Rysunek 20. Wizyty u lekarzy - dostępni lekarze	25
Rysunek 21. Wizyty u lekarzy - opcje	25
Rysunek 22. Wizyty u lekarzy - zapis na nową wizytę	26
Rysunek 23. Wizyty u lekarzy - szczegółowe dane wybranego lekarza	26
Rysunek 24. Zarządzanie wizytami - lista wizyt	27
Rysunek 25. Zarządzanie wizytami - tworzenie nowej wizyty	28
Rysunek 26. Zarządzanie wizytami - edycja istniejącej wizyty	29
Rysunek 27. Zarządzanie wizytami - szczegóły wizyty	29
Rysunek 28. Przykład jednego z dokumentów dostępnych do pobrania	30
Rysunek 29. Formularz kontaktowy	31
Rysunek 30. Reset hasła - wprowadzenie adresu email	32
Rysunek 31. Reset hasła - potwierdzenie wysłania wiadomości email	33

Rysunek 32. Resetowanie hasła - wiadomość email zawierająca link do zresetowania hasła.	33
Rysunek 33. Resetowanie hasła - formatka do resetu hasła.....	34
Rysunek 34. Resetowanie hasła - potwierdzenie powodzenia operacji resetu hasła	34
Rysunek 35. Zmiana hasła - formatka do zmiany hasła.....	35
Rysunek 36. Kalendarz wizyt.....	36
Rysunek 37. Zarządzanie użytkownikami - lista użytkowników systemu.....	37
Rysunek 38. Zarządzanie użytkownikami - edycja użytkownika	38
Rysunek 39. Zarządzanie użytkownikami - szczegóły konkretnego użytkownika.....	38
Rysunek 40. Zarządzanie użytkownikami - tworzenie konta nowego użytkownika	39
Rysunek 41. Schemat warstw w sieci neuronowej modułu diagnostycznego	45
Rysunek 42. Matematyczna definicja funkcji relu[8]	46
Rysunek 43. Raport klasyfikacji	50
Rysunek 44. Diagram technologii Code First[2]	52
Rysunek 45. Diagram tabel i relacji w bazie danych	53

Spis tabel

Tabela 1. Klasy w zbiorze danych.....	40
Tabela 2. Cechy w zbiorze danych.....	40

Spis wykresów

Wykres 1. Dokładność modelu	48
Wykres 2. Straty modelu	49

Spis listingów

Listing 1. Wysyłanie wiadomości email	32
Listing 2. Implementacja warstw sieci neuronowej	46
Listing 3. Kompilacja modelu	47
Listing 4. Trening modelu	47
Listing 5. Przykład predykcji	47

Listing 6. Model tabeli wizyt	52
Listing 7. Kod sql tabeli wizyt	52

Skróty

INT - Liczba całkowita

ORM – mapowanie obiektowo relacyjne.

CPU – procesor.

GPU – procesor graficzny.

Literatura

- [1] Dokumentacja microsoft .net core 2.1 <https://docs.microsoft.com/pl-aspnet/core/?view=aspnetcore-2.1> (stan z dnia 2.11.2019)
- [2] Strona internetowa prezentująca technologie Code First <https://www.entityframeworktutorial.net/code-first/what-is-code-first.aspx> (stan z dnia 2.11.2019)
- [3] Strona pozwalająca na wygenerowanie mapy z lokalizacją <https://www.google.pl/maps/preview> (stan z dnia 2.11.2019)
- [4] Strona biblioteki wykorzystanej do generowania wykresów <https://www.chartjs.org> (stan z dnia 2.11.2019)
- [5] Strona biblioteki wykorzystanej do stworzenia kalendarza wizyt <https://dhtmlx.com/> (stan z dnia 2.11.2019)
- [6] Strona biblioteki wykorzystanej do wygenerowania graficznej postaci modelu sieci neuronowej - Graphviz2 <https://graphviz.gitlab.io/> (stan z dnia 2.11.2019)
- [7] Hamza Mahmood 26.11.2018 artykuł o funkcji aktywacji - Softmax <https://towardsdatascience.com/softmax-function-simplified-714068bf8156> (stan z dnia 2.11.2019)
- [8] Danqing Liu 30.11.2017 artykuł o funkcji aktywacji - Relu <https://medium.com/@danqing/a-practical-guide-to-relu-b83ca804f1f7> (stan z dnia 2.11.2019)
- [9] Strona zawierająca opis klasyfikacji przybliżonej <http://ipkm.polsl.pl/PROJEKTY/Klas/k001/klas/klas.htm> (stan z dnia 2.11.2019)
- [10] Strona zawierająca opis zawału serca przezściennego <http://disease-pl.helpster.in.ua/kardiologia/28314-przez%C5%9Bcienny-zawa%C5%82-serca-objawy-leczenie.html> (stan z dnia 2.11.2019)
- [11] Strona zawierająca opis zawału serca podwsierdziowego https://pl.wikipedia.org/wiki/Zawa%C5%82_mi%C4%99%C5%9Bnia_sercowego (stan z dnia 2.11.2019)
- [12] Choroba niedokrwienna serca - Szczeklik A. red., Choroby wewnętrzne., Wyd. 1. Medycyna praktyczna, ,Kraków, 2006
- [13] Choroba niedokrwienna Prinzmetala - Andrzej Jakub Sałacki, Andrzej Wysokiński
DOI: 10.5603/FC.2017.0055 czasopismo: *Folia Cardiologica* 2017 tom 12 numer (3)
strony: 285-290

- [14] Strona zawierająca informacje na temat środowiska Visual Studio https://pl.wikipedia.org/wiki/Microsoft_Visual_Studio (stan z dnia 2.11.2019)
- [15] Visual Studio Code https://pl.wikipedia.org/wiki/Visual_Studio_Code (stan z dnia 2.11.2019)
- [16] Microsoft Word https://pl.wikipedia.org/wiki/Microsoft_Word (stan z dnia 2.11.2019)
- [17] Microsoft SQL Server https://pl.wikipedia.org/wiki/Microsoft_SQL_Server (stan z dnia 2.11.2019)
- [18] Dokumentacja ASP NET CORE <https://docs.microsoft.com/pl-pl/aspnet/?view=aspnetcore-3.0#pivot=core> (stan z dnia 2.11.2019)
- [19] Dokumentacja narzędzia Entity Framework Core <https://docs.microsoft.com/pl-pl/ef/core/> (stan z dnia 2.11.2019)
- [20] Strona zawierająca informacje na temat języka Python <https://pl.wikipedia.org/wiki/Python> (stan z dnia 2.11.2019)
- [21] Dokumentacja biblioteki Keras <https://keras.io/> (stan z dnia 2.11.2019)
- [22] Strona zawierająca informacje na temat języka C# https://pl.wikipedia.org/wiki/C_Sharp (stan z dnia 2.11.2019)
- [23] Sarang Narkhede 9.05.2019 artykuł o macierzy konfuzji w problemach uczenia maszynowego <https://towardsdatascience.com/understanding-confusion-matrix-a9ad42dcfd62> (stan z dnia 19.11.2019)