Wrocław, 2020

Komputerowe wspomaganie diagnozowania stanów ostrego brzucha z wykorzystaniem algorytmu k-NN

PROJEKT – Zastosowanie informatyki w medycynie

AUTORZY:

Karolina Filipiak, 226008

Karol Maśluch, 235044

Spis treści

1. Opis problemu medycznego

Naszym zadaniem było nabycie umiejętności zastosowania oraz implementacji algorytmu, który będzie wspomagał diagnostykę stanów ostrego brzucha. W tym celu, należało skorzystać z algorytmu minimalno-odległościowego k-NN [1], bazując na zbiorze danych dostarczonych przez prowadzącego.

Na początku przystąpiliśmy do zdefiniowania problemu medycznego. Na podstawie materiału empirycznego oraz implementacji odpowiedniego mechanizmu, należało dobrać taki zbiór cech, dzięki któremu z jak największym prawdopodobieństwem uda się wystawić prawidłową diagnozę dla pacjenta. Problemem było również określenie optymalnej liczby cech, dla których uda się wystawić trafną diagnozę pacjentowi.

Analizując dokument z danymi dotyczącymi stanów ostrego brzucha, wyodrębniliśmy:

- 476 pacjentów ze stwierdzonym stanem ostrego brzucha, gdzie każdy z pacjentów został opisany zestawem 31 cech, na podstawie których zdiagnozowano u nich jedną z 8 odmian powyższej przypadłości
- 31 cech – atrybuty/parametry uzyskane z wywiadu z pacjentem oraz badania wstępnego. Wszystkie poniżej opisane cechy mają charakter dyskretny (skokowy), ponieważ są opisane konkretnymi, dopuszczalnymi wartościami i jednocześnie nie mogą być wyrażone wartościami pośrednimi z danego przedziału (przykład: cecha „Apetyt" może przyjmować wartość 1, 2 lub 3 i nie może przyjmować żadnej innej wartości spoza tego przedziału - np. 1,5).

Tabela 1. Opis cech.

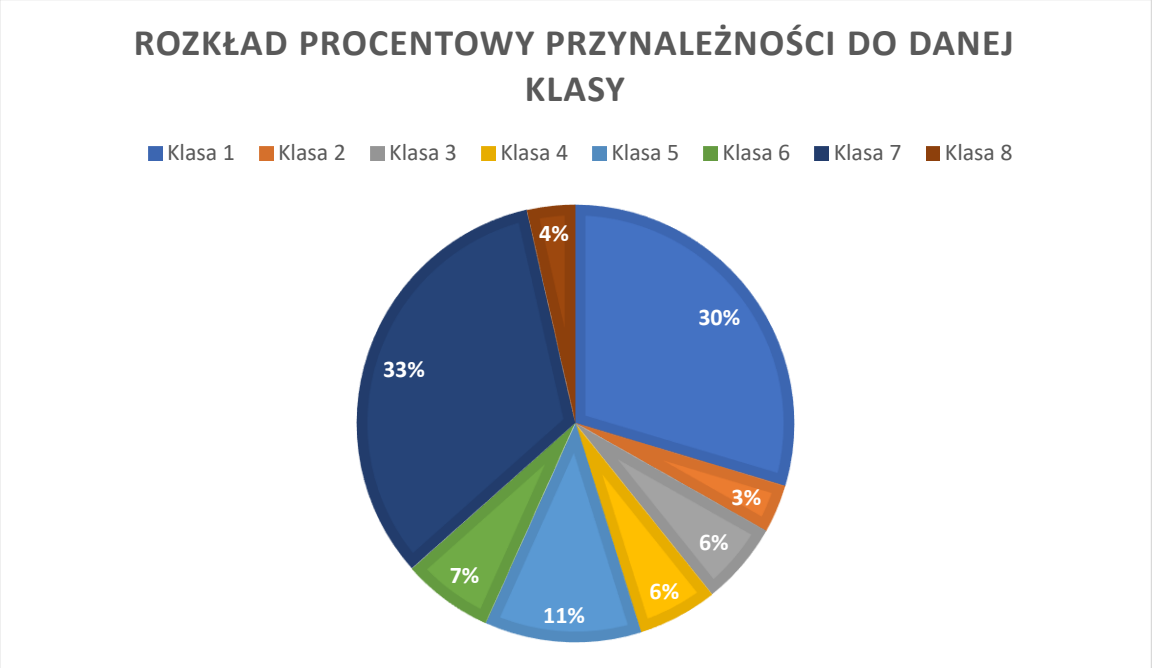
Lp.	Nazwa cechy	Dopuszczalne wartości	Klasyfikacja cechy
1	Płeć	1, 2	Symptomy ogólne
2	Wiek	1, 2, 3, 4, 5	
3	Lokalizacja bólu na początku zachorowania	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11	Ból
4	Lokalizacja bólu obecnie	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11	
5	Intensywność bólu	1, 2, 3	
6	Czynniki nasilające ból	1, 2, 3, 4	
7	Czynniki przynoszące ulgę	1, 2, 3	
8	Progresja bólu	1, 2, 3	
9	Czas trwania bólu	1, 2, 3, 4	
10	Charakter bólu na początku zachorowania	1, 2, 3	
11	Charakter bólu obecnie	1, 2, 3, 4	
12	Nudności i wymioty	1, 2, 3	Oddawanie moczu
13	Apetyt	1, 2, 3	
14	Wypróżnienia	1, 2, 3	
15	Oddawanie moczu	1, 2	
16	Poprzednie niestrawności	1, 2	Historia
17	Żółtaczka w przeszłości	1, 2	
18	Poprzednie operacje brzuszne	1, 2	
19	Leki	1, 2	
20	Stan psychiczny	1, 2, 3	Ogólne badanie
21	Skóra	1, 2, 3	
22	Temperatura (pacha)	1, 2, 3, 4, 5, 6	
23	Tętno	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	
24	Ruchy oddechowe powłok brzusznych	1, 2	Oglądanie brzucha
25	Wzdęcia	1, 2	

26	Umiejscowienie bolesności uciskowej	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12	Badania palpacyjne
27	Objaw Blumberga	1, 2	
28	Obrona mięśniowa	1, 2	
29	Wzmożone napięcie powłok brzusznych	1, 2	
30	Opory patologiczne	1, 2	
31	Objaw Murphy'ego	1, 2	

- 8 klas – dana klasa oznacza diagnozę uzyskaną na podstawie kombinacji cech

Tabela 2. Opis klas.

Lp.	Klasa (diagnoza)	Ilość wystąpień
1	Ostre zapalenie wyrostka robaczkowego	141
2	Zapalenie uchyłków jelit	17
3	Niedrożnośc mechaniczna jelit	29
4	Perforowany wrzód trawienny	28
5	Zapalenie woreczka żółciowego	55
6	Ostre zapalenie trzustki	32
7	Niecharakterystyczny ból brzucha	157
8	Inne przyczyny ostrego bólu brzucha	17



Wykres 1. Rozkład procentowy częstości występowania danej przypadłości w stanach ostrego brzucha.

2. Ranking cech

Każdy odrębny przypadek stanu ostrego brzucha jest opisany stałą ilością cech i na ich podstawie jest formułowana diagnoza. Daną diagnozę opisuje pewien zbiór cech wraz z konkretnymi wartościami tych cech, które są charakterystyczne dla danej klasy. Pewne wartości mogą być określone jako te, które z większym prawdopodobieństwem będą wskazywać na daną diagnozę, podczas gdy niektóre

wartości są traktowane tylko jako pomocnicze, które mogą jedynie sugerować daną diagnozę. W związku z tym stworzyliśmy ranking cech, który posortował dane atrybuty w kolejności od najbardziej znaczących do najmniej znaczących przy kwalifikacji do diagnozy. W tym celu skorzystaliśmy z metody rekurencyjnej eliminacji cech. Za pomocą zewnętrznego estymatora wagi są przepisywane do poszczególnych cech, a następnie cechy o najgorszym współczynniku są eliminowane. Ostatnia wyeliminowana cecha zajmuję najwyższą pozycję w rankingu, wyznacza najlepszą cechę pod względem otrzymanego współczynnika. Jako estymator zewnętrzny wykorzystaliśmy współczynnik modelu liniowego.

Dodatkowo w celu eliminacji mniej znaczących cechy otrzymane z rankingu cech skrzyżowaliśmy z dodatkową selekcją cech, którą była jednoczynnikową selekcją wyłaniającą k-najlepszych cech. Jako czynnik wybraliśmy metrykę X^2 (chi kwadrat) . Jako k obraliśmy 25 cech. Tabela 4 zawiera ranking wybranych cech po skrzyżowaniu. Ostatecznie zostało wybrane 24 cechy z oryginalnych 31.

Tabela 3. Ranking cech.

Pozycja w rankingu:	Numer cechy:	Nazwa cechy:
1	27	Objaw Blaumberga
2	24	Ruchy oddechowe powłok brzusznych
3	12	Nudności i wymioty
4	19	Leki
5	21	Skóra
6	9	Czas trwania bólu
7	31	Objaw Murphy'ego
8	7	Czynniki przynoszące ulgę
9	20	Stan psychiczny
10	14	Wypróżnienia
11	6	Czynniki nasilające ból
12	5	Intensywność bólu
13	11	Charakter bólu obecnie
14	8	Progresja bólu
15	2	Wiek
16	30	Opory patologiczne
17	17	Żółtaczka w przeszłości
18	23	Tętno
19	29	Wzmożone napięcie powłok brzusznych
20	18	Poprzednie operacje brzuszne
21	15	Oddawanie moczu
22	26	Umiejscowienie bolesności uciskowej
23	13	Apetyt
24	22	Temperatura (pacha)
25	10	Charakter bólu na początku zachorowania
26	25	Wzdęcia
27	4	Lokalizacja bólu obecnie
28	1	Płeć
29	16	Poprzednie niestrawności
30	3	Lokalizacja bólu na początku zachorowania
31	28	Obrona mięśniowa

Tabela 4. Wartości statystyki X^2 dla poszczególnych cech.

Lp.	Nazwa cechy	Wartość statystyki X^2
1	Płeć	6.19
2	Wiek	21.2
3	Lokalizacja bólu na początku zachorowania	31.4
4	Lokalizacja bólu obecnie	70.8
5	Intensywność bólu	18.4
6	Czynniki nasilające ból	59.3
7	Czynniki przynoszące ulgę	87.4
8	Progresja bólu	30.5
9	Czas trwania bólu	84.2
10	Charakter bólu na początku zachorowania	32.1
11	Charakter bólu obecnie	127.8
12	Nudności i wymioty	84.6
13	Apetyt	54.4
14	Wypróżnienia	42.1
15	Oddawanie moczu	12.3
16	Poprzednie niestrawności	4.4
17	Żółtaczka w przeszłości	0.5
18	Poprzednie operacje brzuszne	7.0
19	Leki	15.5
20	Stan psychiczny	15.9
21	Skóra	20.2
22	Temperatura (pacha)	17.7
23	Tętno	58.1
24	Ruchy oddechowe powłok brzusznych	31.1
25	Wzdęcia	8.7
26	Umiejscowienie bolesności uciskowej	77.4
27	Objaw Blumberga	21.3
28	Obrona mięśniowa	13.0
29	Wzmożone napięcie powłok brzusznych	11.4
30	Opory patologiczne	8.5
31	Objaw Murphy'ego	13.6

Tabela 5. Ranking cech po skrzyżowaniu.

Pozycja w rankingu:	Numer cechy:	Nazwa cechy:
1	27	Objaw Blaumberga
2	24	Ruchy oddechowe powłok brzusznych
3	12	Nudności i wymioty
4	19	Leki
5	21	Skóra
6	9	Czas trwania bólu
7	31	Objaw Murphy'ego
8	7	Czynniki przynoszące ulgę
9	20	Stan psychiczny
10	14	Wypróżnienia
11	6	Czynniki nasilające ból
12	5	Intensywność bólu
13	11	Charakter bólu obecnie
14	8	Progresja bólu
15	2	Wiek
17	17	Żółtaczka w przeszłości
18	23	Tętno
19	29	Wzmożone napięcie powłok brzusznych
20	15	Oddawanie moczu

21	26	Umiejscowienie bolesności uciskowej
22	13	Apetyt
23	22	Temperatura (pacha)
24	10	Charakter bólu na początku zachorowania

3. Informacje o środowisku implementacyjnym

Badania zostały przeprowadzone przy pomocy języka Python [2] w wersji 3.7.3. Do stworzenia rankingu cech zostały użyte klasy *SVR* oraz *CHI2* z modułu *sklearn.feature_selection* [3]. Klasy te przyjmowały dwa wektory, pierwszym były wartości cech, a drugim przypisanie do poszczególnych diagnoz. Algorytm również został zaimplementowany z użyciem biblioteki *sklearn* wykorzystując metody *KNeighborsClassifier* zwracający klasyfikator k-najbliższych sąsiadów. Na jego podstawie trenowany był zbiór uczący przy pomocy metody *fit*, a następnie przy pomocy funkcji *predict* przyjmującej jako parametr zbiór testowy dokonywana była diagnoza. Otrzymane wartości klasyfikacji porównano z rzeczywistym stanem badanego obiektu wykorzystując opisane w kolejnej części metryki klasyfikacji.

4. Opis badań eksperymentalnych

W badaniu zostały porównywane wyniki klasyfikacji algorytmu k-najbliższych sąsiadów. Jako parametry użyto: ilość cech, ilość sąsiadów oraz metrykę odległości. Algorytm na podstawie zbioru uczącego miał za zadanie przypisywać wartościom cech zestawu testującego odpowiedne klasy diagnozy. Wydajność algorytmu było reprezentowana jako ilość poprawnie przypisanych diagnoz na ilość przypisani. Celem badania było znalezienie jak najlepszych parametrów wejściowych dla posiadanych danych.

4.1. Parametry klasyfikacji

W tabeli 6 zostały zawarte wszystkie parametry wejściowe użyte w procesie klasyfikacji. Pierwszym parametrem jest ilość sąsiadów dla algorytmu k-najbliższych sąsiadów, wartości te wynosiło odpowiednio: 1, 5, 10. Kolejnym parametrem była metryka odległości, wybrane zostały odpowiednio: metryka Euklidesowa oraz metryka Manhattan. Metryce euklidesowej odpowiada używanej najczęściej metodzie pomiaru, gdzie najkrótszy odcinek linii prostej wyznacza nam najkrótszą odległość, metryka ta posiada wartości ciągłe. W metryce Manhattan odległość może być liczona tylko po siatce składającej się z komórek o zdefiniowanej długości boku, metryka ta różni się tym od metryki euklidesowej, tym że jej wartości przyjmują tylko określone wartości dyskretne. W metryce tej nie możemy też poruszać się inaczej niż po krawędziach sześcianów tworzących siatkę. Ostatnim parametrem jest ilość cech użyta w procesie klasyfikacji, ilość ta mieści się w przedziale zamkniętym od 1 do 24 cech.

Tabela 6. Parametry klasyfikacji.

Rodzaj parametru:	Testowane wartości:
Algorytm	1-NN, 5-NN, 10-NN
Metryka odległości	Euklides [4], Manhattan [5]
Liczba cech	<1,24>

4.2. Badania

Przeprowadzenie badań odbyło się z wykorzystaniem 5 razy powtarzanej metody 2-krotnej walidacji krzyżowej. Wszystkich pacjentów losowo podzielono na zbiór uczący i testujący w proporcjach 1:1. Następnie uruchomiono na testowanych obiektach poszczególne algorytmy zmieniając kolejno wyżej wymienione rodzaje parametrów. Po wykonaniu eksperymentu zbiór uczący był zamieniany ze zbiorem testującym i ponownie była wykonywana analiza. Losowanie i testowanie było powtarzane pięciokrotnie dla każdej permutacji parametrów klasyfikacji. Wynikiem poszczególnego eksperymentu był procentowy wynik poprawnie przewidzianych diagnoz. Wyniki z pięciu rund były uśrednione, a najlepszy wynik był zapamiętywany. Dodatkowo dla eksperymentu z najwyższym wynikiem zapamiętywana była jego macierz konfuzji.

Bibliografia

[1] O. Harrison, "towardsdatascience.com," 10 9 2018. [Online]. Available: https://towardsdatascience.com/machine-learning-basics-with-the-k-nearest-neighbors-algorithm-6a6e71d01761.

[2] "https://www.python.org," [Online]. Available: https://www.python.org. [Accessed 20 6 2020].

[3] "scikit-learn," [Online]. Available: https://scikit-learn.org/stable/modules/classes.html. [Accessed 20 5 2020].

[4] "Wikipedia," [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Euclidean_distance. [Accessed 20 5 2020].

[5] "Wikipedia," [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Taxicab_geometry. [Accessed 20 5 2020].