



---

SZKOŁA GŁÓWNA HANDLOWA W WARSZAWIE  
WARSAW SCHOOL OF ECONOMICS

Studium .....

Kierunek/makrokierunek: .....

Specjalność:\*\* .....

Forma studiów: .....

Maciej Sadkowski

MS107984

## Tytuł pracy

Praca magisterska  
napisana w instytucie informatyki i  
gospodarki cyfrowej  
pod kierunkiem naukowym Mariusza  
Rafała

Warszawa 20...

\*Zastosować właściwe

\*\* W przypadku braku specjalności lub braku deklaracji o specjalności wiersz należy pominąć

### 3. Analiza NLP oraz stworzenie modelu sieci neuronowej weryfikującej komentarze w języku R

#### 3.1 Opis zbioru danych

Zbiór danych dotyczy komentarzy pacjentów na konkretny lek użyty w określonej dolegliwości. Komentarze były zbierane z różnych stron poświęconych recenzjom leków poprzez współpracę uniwersytetu Kansas State i Uniwersytetu Technicznego w Dreźnie. Dane pochodzą z lat 2008-2017 i składają się z poszczególnych zmiennych:

- drugName: nazwa leku
- condition: dolegliwość lub choroba
- review: treść komentarza
- rating: ocena, którą wystawił pacjent w skali 1-10
- date: data opublikowania komentarza
- usefulCount: ilość użytkowników, którzy uznali dany komentarz za przydatny

Zbiór danych jest dostępny pod linkiem (Kallumadi i Gräßer, 2018):

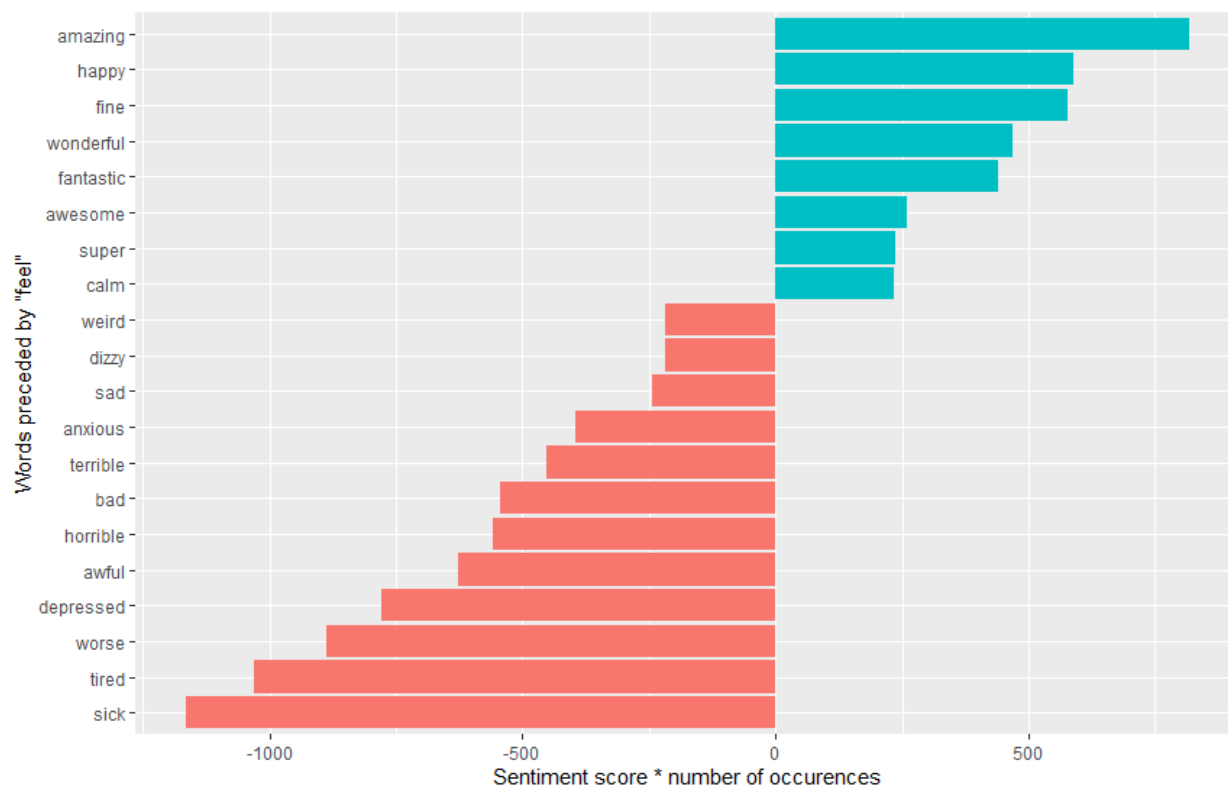
<https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/Drug+Review+Dataset+%28Drugs.com%29>

#### 3.2 Analiza sentymentu oraz podziału na n-gramy przy pomocy pakietu tidytext

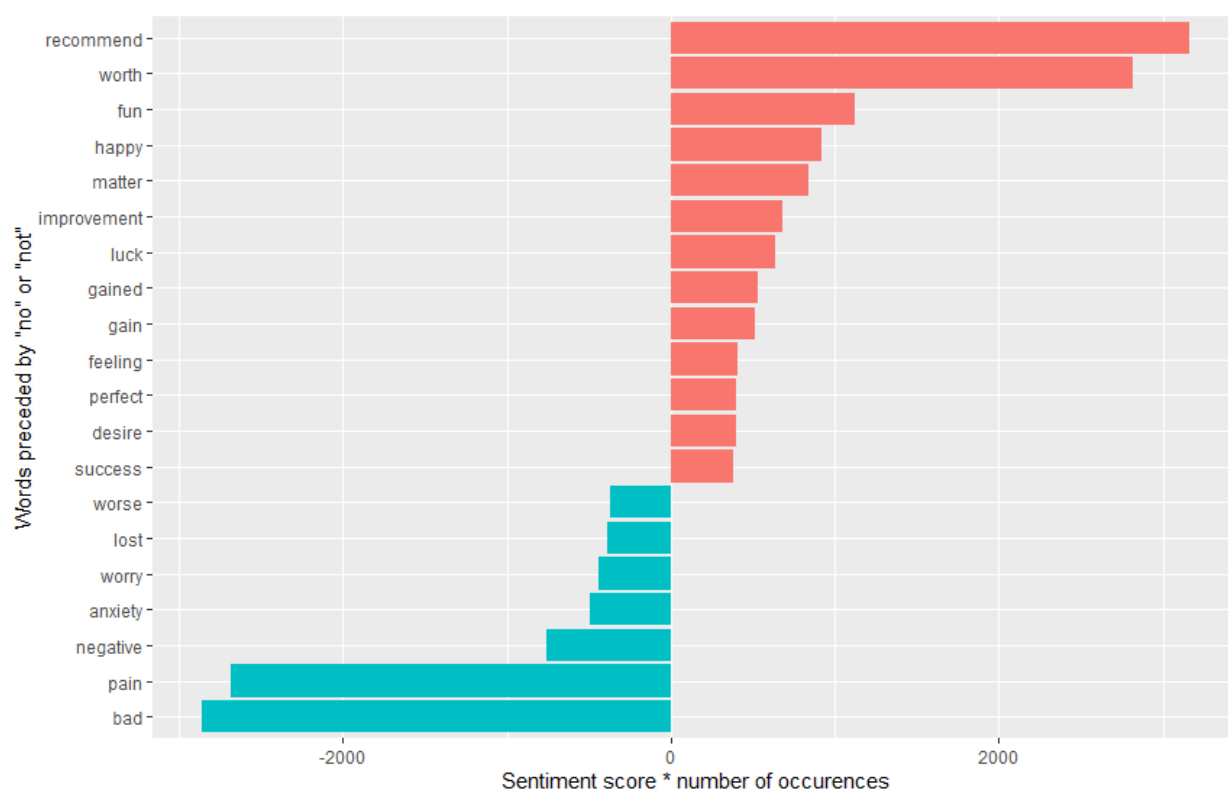
Do analizy sentymentu użyto biblioteki tidytext, aby pozbyć się niepotrzebnych słów. Następnie z leksykonu AFINN pobrany został zbiór scoringu poszczególnych słów. W tym leksykonie słowa o negatywnym wydźwięku przyjmują ujemne wartości, zaś te o pozytywnym zwracają wartości dodatnie (np. wyrazy „amazing” czy „breathtaking” zwracają 5, natomiast wulgaryzmy przyjmują wartość -5) (Silge i Robinson, 2017). W dalszej kolejności obliczane są licznosci n-gramów czyli występujących obok siebie  $n$  słów. Dla tego przypadku za  $n$  przyjęto 2. Po obliczeniu wystąpienia słów obliczona została kontrybucja każdego słowa wzorem (Silge i Robinson, 2017):

$$\text{Kontrybucja} = \text{Wartość sentymentu słowa} * \text{ilość wystąpień}$$

Kontrybucja pozwala na obliczenie jak bardzo dany token lub n-gram wpływa na znaczenie tekstu.



Wykres 1: Słowa które najczęściej były poprzedzone słowem „feel” w różnej odmianie  
 Źródło: Opracowanie własne



Wykres 2: Słowa które najczęściej były poprzedzone słowem "no" lub "not" o najwyższym scoringu bezwzględnym  
 Źródło: Opracowanie własne

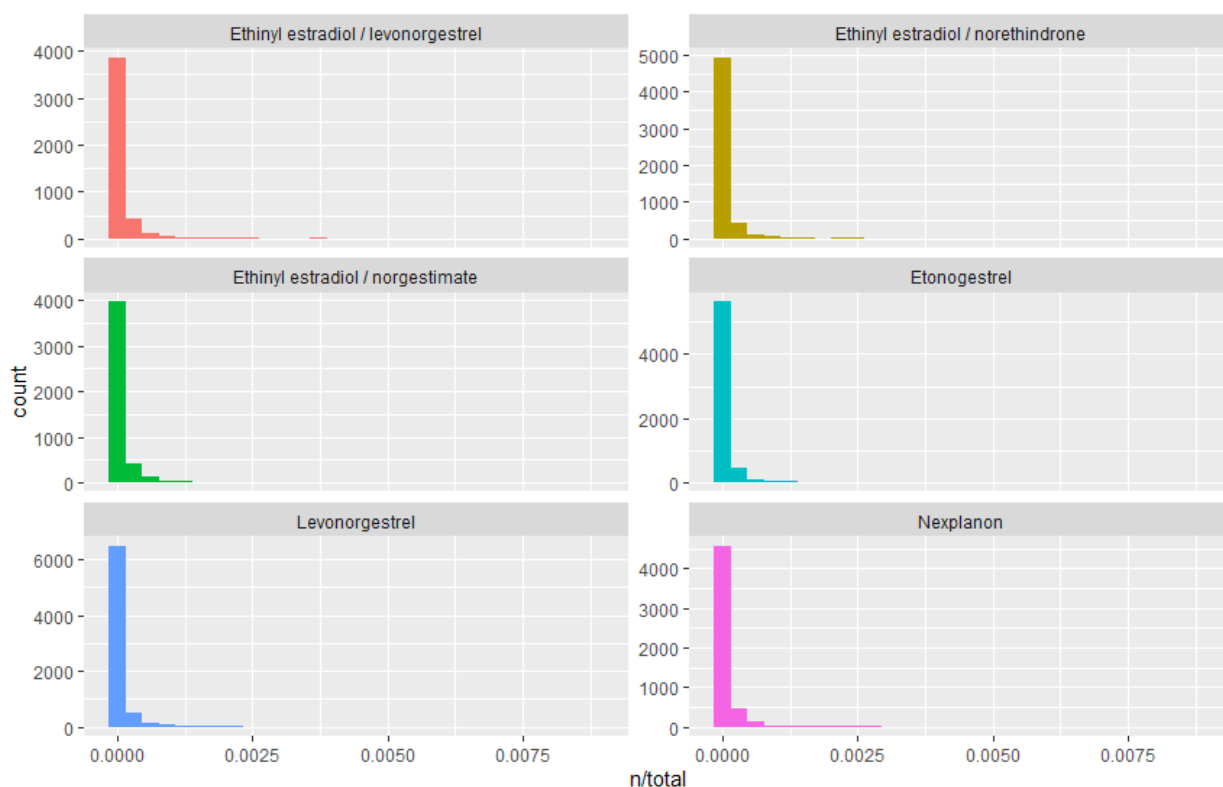
Wykres 2 pokazuje zaś, że z takimi słowami jak „not” lub „no” powiązane są takie słowa jak „recommend”(polecać), „worth”(warto), „fun”(zabawnie). W przypadku słów o negatywnym znaczeniu najczęściej występuje słowo „bad”(źle) oraz „pain”(ból). Kolory na wykresie 2 zostały specjalnie odwrócone ze względu na zmieniony kontekst, tutaj słowa o pozytywnym znaczeniu będą oznaczać, że opinia o leku była najprawdopodobniej negatywna, zaś połączenie słów „no” i „pain” czy „not” i „worry” będą wskazywać, że pacjent takowy lek poleca.



*Źródło: Opracowanie własne*

Wykres 3 przedstawia chmurę słów w tekście. Na zielono są słowa o pozytywnym znaczeniu, na czerwono słowa o znaczeniu negatywnym. Słowa takie jak „pain”, „anxiety”, „depression” czy „symptoms” wskazują na problemy zdrowotne jakie mieli pacjenci. Z kolei słowa „helped”, „recommend”, „worth”, „effective” skupiają się już bardziej na ocenie leku.

.W następnym kroku zbadano współczynnik tf-idf do zbadania jak często powtarzają się słowa dla poszczególnych leków. Współczynnik tf-idf jest istotny gdyż informuje czy zbiór danych tekstowych zawiera istotne informacje i można na nim robić analizę NLP w celu osiągnięcia określonego celu biznesowego. Analiza ta została przeprowadzona dla całego ogółu zbioru komentarzy.



Wykres 4: Tf-idf w komentarzach dla 6 wybranych leków

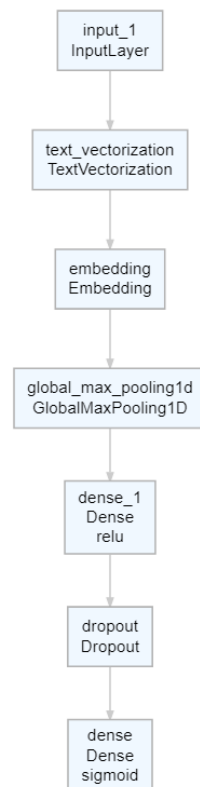
Źródło: Opracowanie własne

Wykres 4 pokazuje, że dla każdego z 6 wybranych leków zdecydowanie najwięcej jest słów mało powtarzających się. Oznacza to, że wśród komentarzy dla tego leku nie brakuje słów istotnych dla znaczenia całego zdania zgodnie z prawem Zipfa (Silge i Robinson, 2017).

### 3.3 Wykorzystanie sieci neuronowej do oszacowania oceny leku na podstawie komentarzy przy użyciu biblioteki keras

Po dokonaniu analizy sentymentu przystąpiono do budowy modelu sieci neuronowej w celu zaklasyfikowania czy dany komentarz był opinią pozytywną bądź negatywną. Najpierw

dokonano konwersji zmiennej oceny na zmienną binarną. Za ocenę negatywną przyjęto oceny od 0 do 6, zaś za pozytywne oceny od 7 do 10. W następnej kolejności zbudowano model sieci neuronowej. Jej architekturę przedstawiono na wykresie.

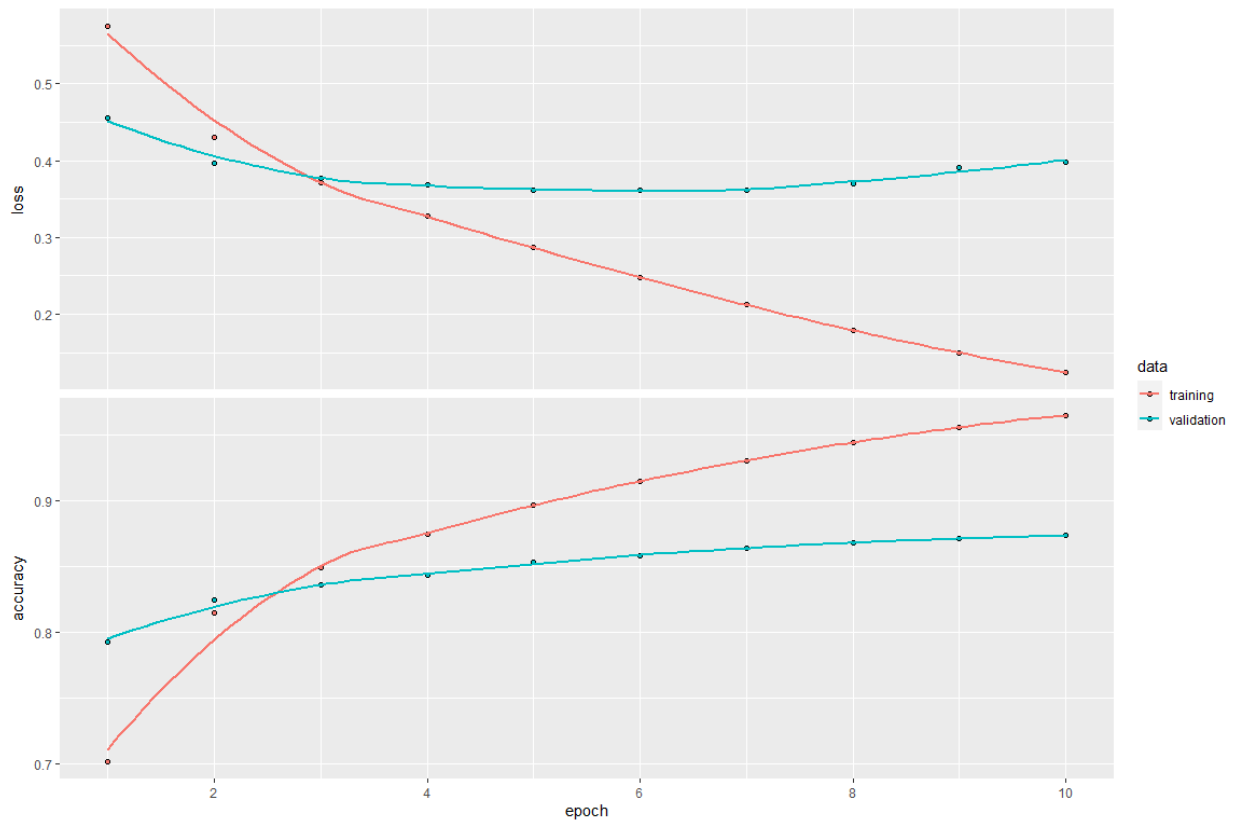


Wykres 5: Architektura modelu sieci neuronowej

Źródło: Opracowanie własne

W pierwszej kolejności stworzona jest warstwa wejściowa jednowymiarowa, następnie tworzona jest warstwa odpowiadająca za wektoryzację tekstu (Chollet, 2018). Tekst jest wówczas konwertowany na wektor bitów, gdzie jeżeli dane słowo wystąpi w danym tekście wejściowym, to wówczas wartość w indeksie tego słowa będzie wynosiła 1 i analogicznie 0, gdy tego słowa nie będzie. Znacznie ułatwia to wówczas przetwarzanie tekstów przez komputer. Drugą warstwą jest embedding, metoda powszechnie stosowana w NLP. Każde słowo jest konwertowane na wektor określonej długości. W kolejnej warstwie wbudowana jest warstwa jednowymiarowego max pooling (pooling jest jednowymiarowy gdyż na wejściu znajdują się przekształcone w wektory słowa). Max pooling jest tutaj wskazany, gdyż chcemy się skupić na wyróżniających się wartościach w macierzach w przeciwieństwie do pooling uśredniającego (Du i Shanker). W kolejnych fazach używana jest warstwa gęsta składająca się z 16 neuronów, w każdym z nich znajduje się funkcja aktywacji relu po której dokonywany jest dropout na poziomie 0.5, a na samym końcu znajduje się warstwa wyjściowa gęsta w której funkcją aktywacji jest funkcja sigmoidalna zwracająca prawdopodobieństwo, że komentarz jest pozytywny (Chollet, 2018).

Po zbudowaniu sieci poddano ją uczeniu na zbiorze treningowym. Dla znaczącego przyspieszenia procesu uczenia skorzystano z wsparcia GPU w bibliotece tensorflow oraz keras. Za ilość iteracji przejścia przez cały zbiór danych przyjęto 10, zaś za rozmiar batchowania 512. Wyniki uczenia w postaci wykresów skuteczności modelu oraz wartości funkcji straty na zbiorze treningowym i walidacyjnym przedstawiona na wykresie 6.



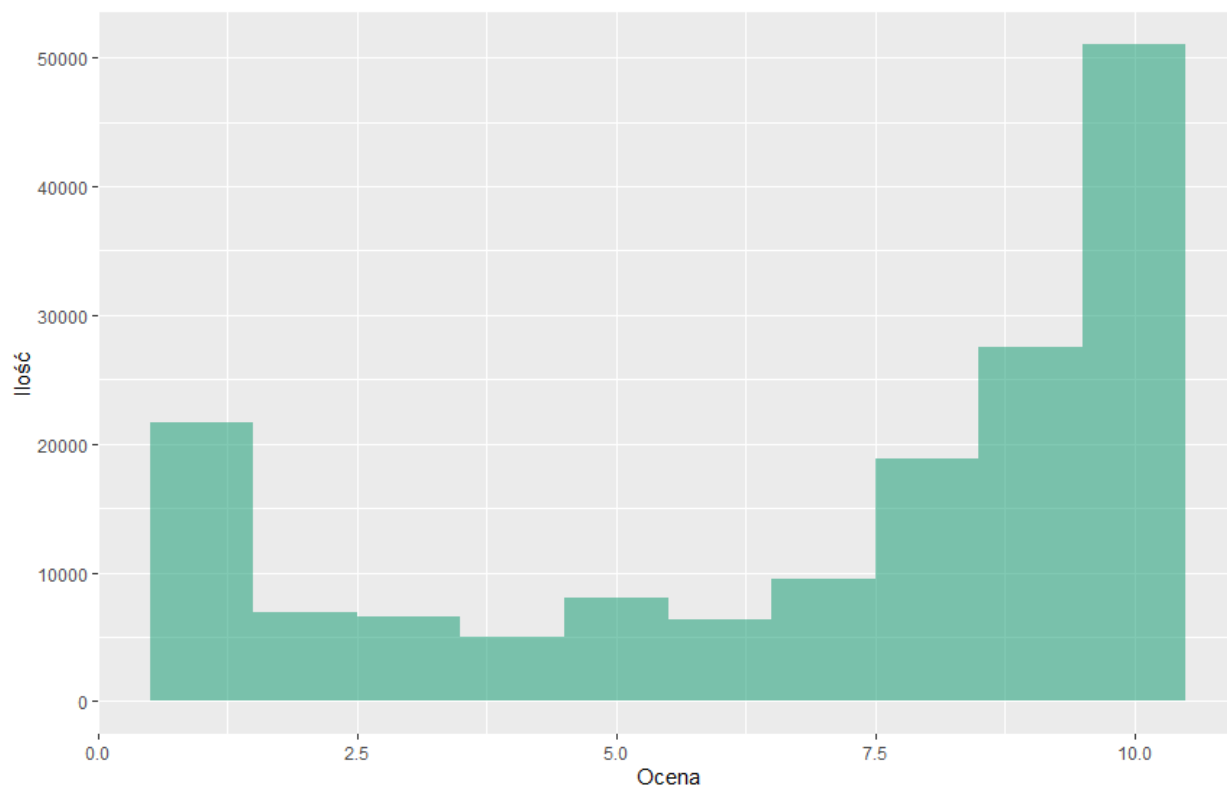
Wykres 6: Skuteczność i wartość funkcji straty modelu sieci neuronowej na zbiorze treningowym i walidacyjnym

Źródło: Opracowanie własne

Wartość funkcji straty na zbiorze walidacyjnym wyniosła 0,4 w 10 epoce, zaś dla zbioru treningowego wyniosła 0,05. Z kolei precyzja modelu dla zbioru walidacyjnego wyniosła ok. 0,85 a dla treningowego ponad 0,95.

### 3.4 Przedstawienie wyników analizy eksploracyjnej oraz estymacji wyników dokonanych przez model

Do analizy eksploracyjnej użyto bibliotek graficznych takie jak: ggplot2 oraz plotly. Na początku zbadano histogram ocen leków. Na wykresie 5 przedstawiono jego wykres, który został stworzony przy pomocy biblioteki ggplot2 (Sievert, 2019) (Lander, 2017).

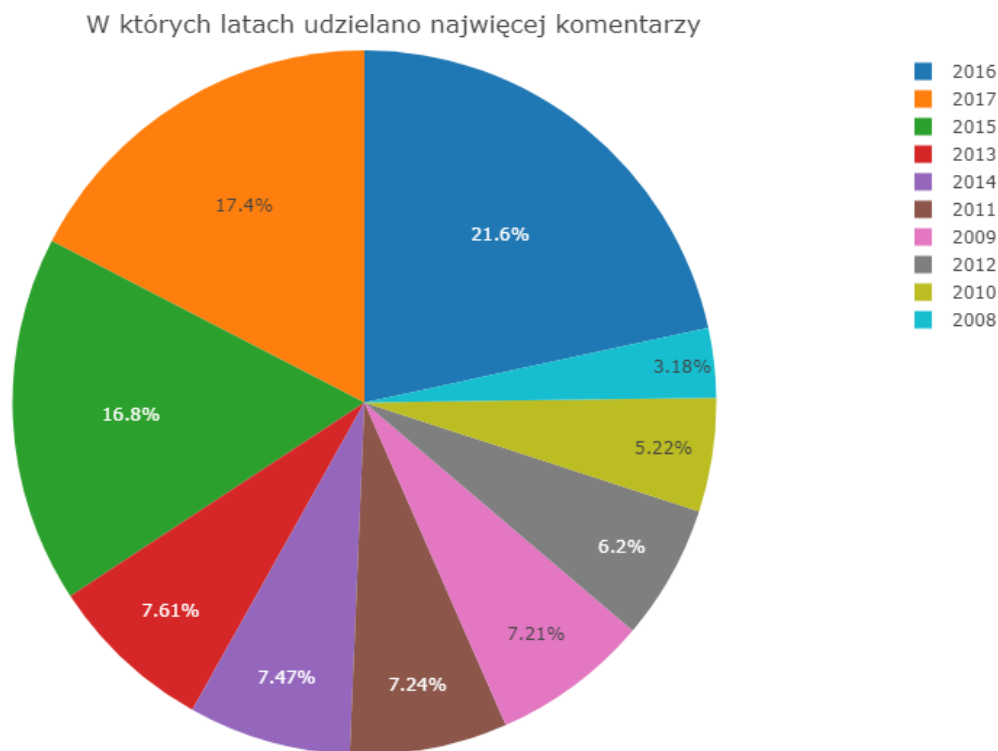


Wykres 7: Histogram ocen dla wszystkich leków

Źródło: Opracowanie własne

Według wykresu 7, najwięcej jest skrajnych ocen, czyli 1 oraz 9 i 10. Ta ostatnia ocena pojawia się najczęściej co oznacza, że większość opinii w zbiorze jest bardzo pozytywna i rekomendująca dany lek. W następnym kroku zbadano jak często oceniano leki w poszczególnych latach (2008-2017).



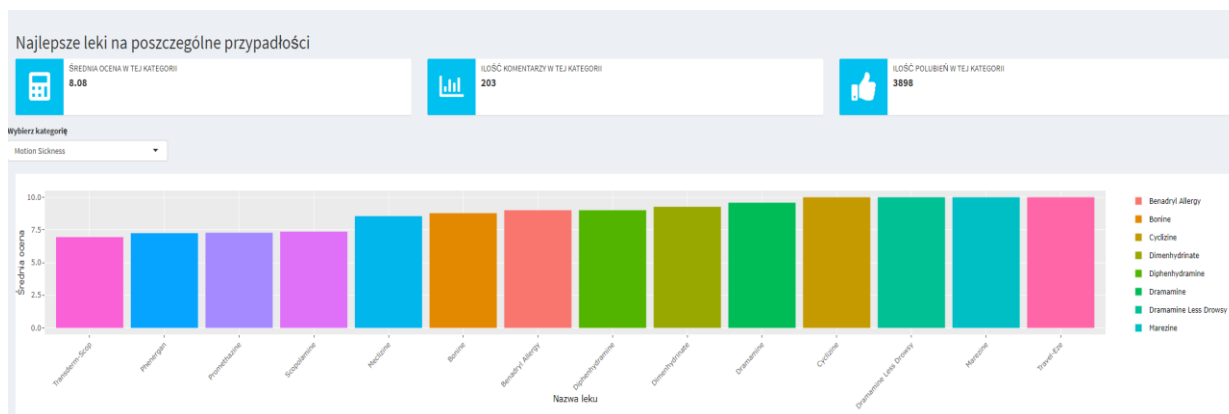


Wykres 8: Ilość komentarzy dla poszczególnych lat

Źródło: Opracowanie własne

Według wykresu 8 najwięcej komentarzy zebrano w roku 2016 – ponad 20 procent z całego zbioru. Oprócz tego dużo komentarzy napisano też w latach 2015 i 2017 (ponad 15%), w pozostałych latach wyniki już były poniżej 10%.

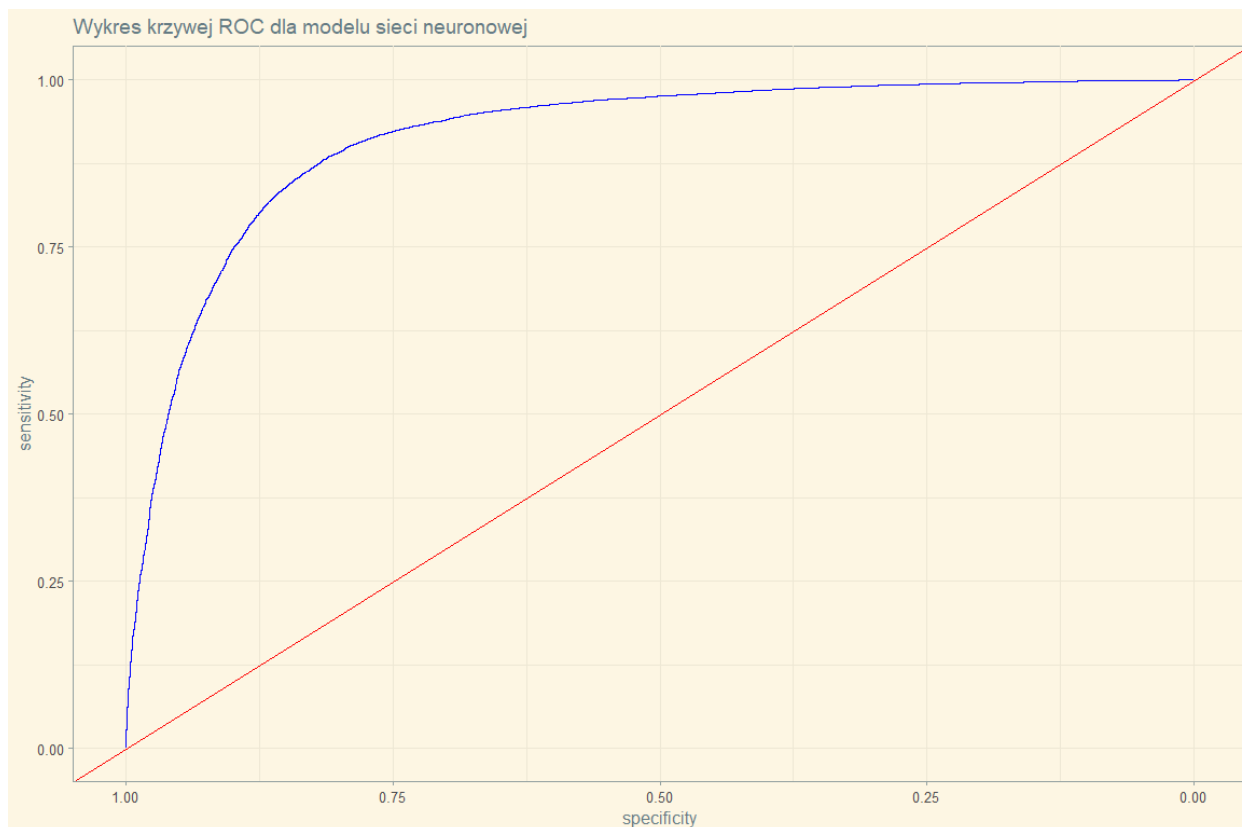
W kolejnym kroku zbudowano interaktywny dashboard za pomocą biblioteki shiny. Na wykresie 9 przedstawiono interaktywne wskaźniki KPI dla wybranej kategorii schorzeń czy dolegliwości. Ponadto w sekcji przedstawiono również wykres słupkowy dla najwyżej ocenianych leków w wybranej kategorii (Sievert, 2019).



Wykres 9: Kluczowe informacje nt. komentarzy o lekach na chorobę lokomocyjną  
Źródło: Opracowanie własne

Wykres 9 pokazuje, że leki na chorobę lokomocyjną były oceniane bardzo wysoko, średnia ocena wynosi aż ponad 8 przy ponad 200 komentarzach. Ponadto, komentarze te zebrały łącznie prawie 4000 polubień co wskazuje, że wiele osób poleca te środki. Do najwyżej ocenianych leków na tą dolegliwość należą Cyclizine, Marezine, Travel-Eze czy Dramamine: wszystkie z tych 4 leków zbierały średnią ocenę ponad 9,5.

W następnej kolejności zaprezentowano wyniki klasyfikacji modelu, gdzie model sieci w zależności od podanego tekstu dokonywał weryfikacji czy opinia jest pozytywna bądź negatywna. Do zbadania dopasowania modelu do danych, wykorzystano bibliotekę pROC i caret.



Wykres 10: Krzywa ROC modelu sieci neuronowej klasyfikującej komentarze

Źródło: Opracowanie własne

Pole pod krzywą ROC, która została pokazana na wykresie 10, wyniosło 0,91. Czułość wyniosła 0,88 a swoistość 0,81. Przełożyło się to na skuteczność modelu na poziomie 86% (Wickham, 2017). W ostatnim kroku spadano odpowiedź modelu na wprowadzony przez użytkownika tekst.

Wpisz komentarz

Using that drug was a horrible experience, I do not recommend that

ODPOWIEDŹ MODELU  
**Opinia negatywna**

Wykres 11: Odpowiedź modelu na prosty komentarz

Źródło: Opracowanie własne

## Rozpoznanie opinii

Wpisz komentarz

Using that drug was at the beginning a horrible experience, then I started to feel fantastic as my headache disappeared. I highly recommend that



ODPOWIEDŹ MODELU

**Opinia pozytywna**



*Wykres 12: Odpowiedź modelu na bardziej rozbudowany komentarz*

*Źródło: Opracowanie własne*

Na początku sprawdzono odpowiedź modelu na prosty komentarz, który w dość jasny sposób wskazuje na negatywną opinię. Na wykresie 12 zaś ten komentarz rozbudowano, początek wskazuje wstępnie na negatywną opinię lecz dalsza część opinii pokazuje, że użytkownik był bardzo zadowolony z leku. Sieć udzieliła poprawnej odpowiedzi co wskazuje, że model ten poprawnie sobie radzi z rozbudowanymi zdaniami.

### 3.5 Użyte biblioteki oraz frameworki

Do stworzenia dashboardów, opracowania modelu, dokonania analizy eksploracyjnej oraz analizy NLP użyto następujących bibliotek:

- dplyr (biblioteka z pakietu tidyverse do pracy na ramkach danych)
- stringr (biblioteka z pakietu tidyverse do pracy na zmiennych tekstowych oraz korzystania z wyrażeń regularnych)
- ggplot2 (biblioteka z pakietu ggplot2 służąca do tworzenia wykresów)
- plotly (biblioteka służąca do tworzenia interaktywnych wykresów)
- tidytext (biblioteka do analizy NLP)
- wordcloud (biblioteka używana do obrazowania analizy NLP)
- keras (biblioteka do deep learningu będąca rozszerzeniem biblioteki tensorflow)
- caret (biblioteka do tworzenia i badania modeli uczenia maszynowego)
- pROC (biblioteka służąca do przeliczenia parametrów swoistości i czułości, pozwalająca na tworzenie krzywej ROC)
- shiny (framework służący do tworzenia interaktywnych i webowych dashboardów)
- shinydashboard (rozszerzenie frameworka shiny o dodatkowe komponenty i funkcjonalności)
- ggthemes (rozszerzenie biblioteki ggplot2 o dodatkowe style wykresów takie jak np. z tygodnika „The Economist” czy też z gazety „The Wall Street Journal”)
- DT (biblioteka do pracy z ramkami danych we frameworku shiny)

## 3.6 Kod źródłowy

Pełny kod źródłowy jest dostępny pod linkiem:

<https://github.com/HomeSeeker88/MastersThesis>

Cały projekt można sklonować przy pomocy programu git lub ściągnąć bezpośrednio z linku.

## 5. Bibliografia

1. Chollet, F. (2018). *Deep Learning. Praca z językiem R i biblioteką Keras*.
2. Du, T. i Shanker, V. K. (brak daty). *Deep Learning for Natural Language Processing*.
3. Kallumadi, S. i Gräßer, F. (2018). *Aspect-Based Sentiment Analysis of Drug Reviews Applying Cross-Domain and Cross-Data Learning*.
4. Lander, J. (2017). *R dla każdego*.
5. Sievert, C. (2019). *Interactive Web-Based Data Visualization with R, plotly and shiny*.
6. Silge, J. i Robinson, D. (2017). *Text mining with R - A tidy approach*.
7. Wickham, H. (2017). *R for Data Science*.

## OŚWIADCZENIE AUTORA PRACY DYPLOMOWEJ

**1**

### LICENCJACKIEJ/MAGISTERSKIEJ

pod tytułem .....

napisanej przez: .....nr albumu .....

pod kierunkiem .....

Świadom odpowiedzialności prawnej oświadczam, że niniejsza praca dyplomowa została napisana przeze mnie samodzielnie i nie zawiera treści uzyskanych w sposób niezgodny z obowiązującymi przepisami.

Oświadczam również, że przedstawiona praca dyplomowa nie była wcześniej przedmiotem procedur związanych z uzyskaniem tytułu zawodowego w wyższej uczelni.

Oświadczam ponadto, że niniejsza wersja pracy dyplomowej jest identyczna z załączoną wersją elektroniczną.

Wyrażam zgodę na poddanie pracy dyplomowej kontroli, w tym za pomocą programu wychwytyjącego znamiona pracy niesamodzielnej, zwanego dalej programem, oraz na umieszczenie tekstu pracy dyplomowej w bazie porównawczej programu, w celu chronienia go przed nieuprawnionym wykorzystaniem, a także przekazanie pracy do Ogólnopolskiego Repozytorium Prac Dyplomowych.

Wyrażam także zgodę na przetwarzanie przez Szkołę Główną Handlową w Warszawie moich danych osobowych umieszczonych w pracy dyplomowej w zakresie niezbędnym do jej kontroli za pomocą programu oraz w zakresie niezbędnym do jej archiwizacji i nieodpłatnego udostępniania na zasadach określonych w zarządzeniu.

.....  
(data)

.....  
(podpis autora)

<sup>1</sup>  
Zastosować właściwie.