

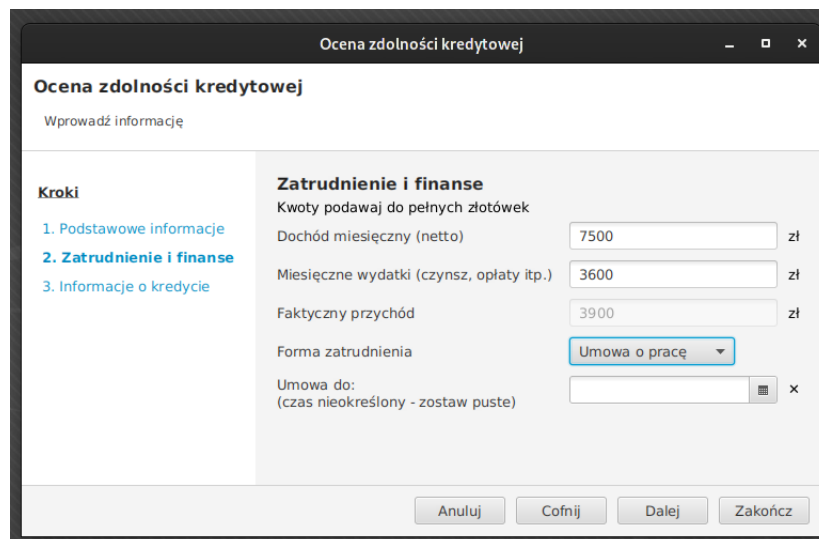
# System oceny zdolności kredytowej

## Laboratorium Systemów Rozmytych

Patryk Dolata 460930

### 1 Wstęp

Tak jak wspominałem w planie projektu i raporcie postępu prac, do tworzenia mojego systemu wykorzystałem język Kotlin i framework TornadoFX. Logika rozmyta została zaimplementowana za pomocą biblioteki jFuzzyLogic. Jest to aplikacja desktopowa w stylu "Wizard". Tzn. są oddzielne strony, na których użytkownik po kolei wprowadza swoje informacje.



Rysunek 1: Przykładowa strona w formularzu

Na każdej stronie ("Kroki" po lewej stronie na Rysunku 1) znajduje się formularz, który użytkownik musi wypełnić. Na podstawie danych podanych przez użytkownika w formularzu jest obliczany *credit score* tego użytkownika. Postanowiłem również cały mój problem rozdzielić na pod-problemy. Wszystkie zmienne składowe podzieliłem sobie na 3 grupy:

- **analiza jakościowa**, opisująca kredytobiorcę: wiek, wykształcenie, stan cywilny, staż pracy
- **analiza ilościowa/finansowa**, opisująca kondycję finansową kredytobiorcy: dochody, miesięczne wydatki, forma zatrudnienia, data wygaśnięcia umowy
- **credit score**, ostateczny wynik wyliczany na podstawie wyników z analizy finansowej i jakościowej oraz informacji o kredycie

Każda z analiz (finansowa, jakościowa) daje w wyniku zmienną lingwistyczną w przedziale [0-100] - mały, średni, wysoki. Następnie wyniki analiz wykorzystujemy do uzyskania końcowego wyniku tzn. *credit score*, który również jest zmienną lingwistyczną w przedziale [0-100] - mały, średni, wysoki.

Takie rozdzielenie całego problemu na mniejsze podproblemy pozwala na uniknięcie ogromnej bazy reguł składającej się ze wszystkich zmiennych naraz i rozłożenie tego na pomniejsze, uporządkowane bazy reguł.

## 2 Analiza jakościowa

Pierwszym etapem w moim systemie jest wypełnienie przez użytkownika podstawowych informacji o sobie, które będą pozwalały na dokonanie analizy jakościowej klienta. Widok formularza znajduje się na Rysunku 2.

Rysunek 2: Widok formularza „Podstawowe informacje”

Formularz zawiera następujące pola:

- **Wiek**
- **Stan cywilny** - singiel/ka, zamężny/a, rozwiedzony/a, wdowiec/wdowa
- **Wykształcenie** - podstawowe, zawodowe, średnie, wyższe
- **Staż pracy**

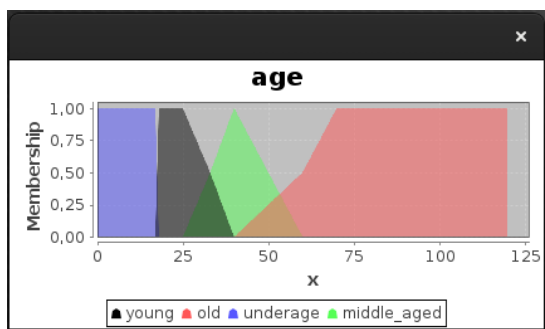
Analiza jakościowa pozwala na ocenę behawioralną potencjalnego kredytobiorcy np. starszy człowiek z niewielkim lub zerowym stażem pracy nie będzie zbyt wiarygodny dla banku.

## 2.1 Zmienne wejściowe

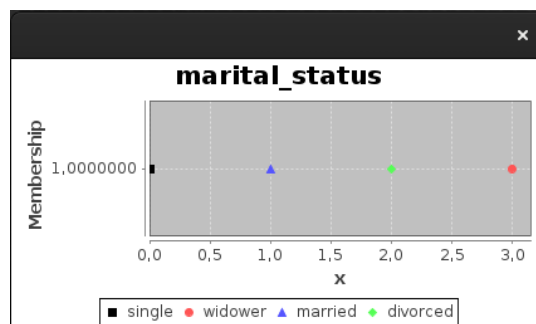
Analiza składa się z następujących zmiennych lingwistycznych, które są poddawane fuzyfikacji:

- **age** (wiek)
  - **underaged** (młodociany)
  - **young** (młody)
  - **middle\_aged** (w średnim wieku)
  - **old** (stary)
- **education** (wykształcenie)
  - **basic** (podstawowe)
  - **vocational** (zawodowe)
  - **medium** (średnie)
  - **high** (wyższe)
- **marital\_status** (stan cywilny)
  - **single** (singiel/ka)
  - **married** (zamężny/a)
  - **divorced** (rozwiedzony/a)
  - **widower** (wdowiec/wdowa)
- **work\_years** (staż pracy)
  - **short** (krótki)
  - **medium** (średni)
  - **long** (długi)

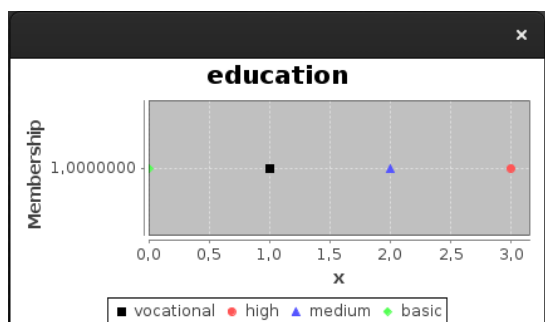
Interpretacje termów powyższych zmiennych znajdują się na wykresach poniżej:



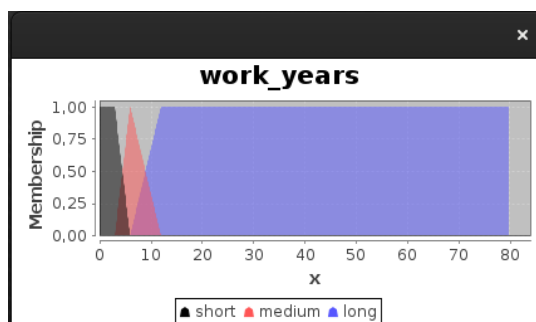
Rysunek 3: Interpretacja termów zmiennej **age**



Rysunek 4: Interpretacja termów zmiennej **marital\_status**



Rysunek 5: Interpretacja termów zmiennej **education**



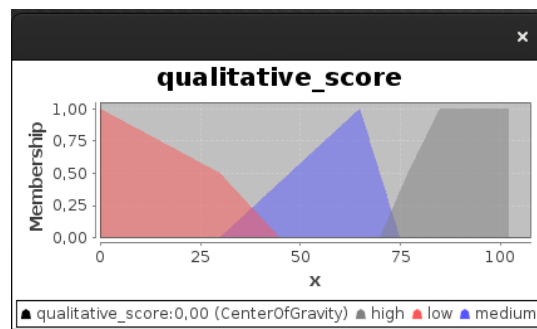
Rysunek 6: Interpretacja termów zmiennej **work\_years**

## 2.2 Wyjście

Wynikiem defuzyfikacji jest zmienna wyjściowa:

- **qualitative\_score** (wynik jakościowy)
  - low (niski)
  - medium (średni)
  - high (wysoki)
- Metoda obliczania wartości wyjściowej: **COG**

Interpretacja jej termów prezentuje się następująco:



Rysunek 7: Interpretacja termów zmiennej **qualitative\_score**

## 2.3 Baza reguł

Bazę reguł udało się ograniczyć do 27 reguł. Przykładowe z nich prezentują się następująco:

RULE 1: IF age IS underage THEN qualitative\_score IS low;

RULE 7: IF education IS high AND work\_years IS long THEN  
qualitative\_score IS high;

RULE 20: IF age IS old AND work\_years IS short THEN qualitative\_score IS low;

### 3 Analiza finansowa

Drugim etapem w moim systemie jest wypełnienie przez użytkownika podstawowych informacji o swojej kondycji finansowej, które będą pozwalały na dokonanie analizy finansowej klienta. Widok formularza znajduje się na Rysunku 8.

Rysunek 8: Widok formularza „Zatrudnienie i finanse”

Formularz zawiera następujące pola:

- **Dochód miesięczny (netto)**
- **Miesięczne wydatki** - czynsz, opłaty za media itp.
- **Faktyczny przychód** - pole uzupełniane automatycznie przez system. Jest to różnica dochodów i wydatków.
- **Forma zatrudnienia** - umowa o pracę, b2b, umowa zlecenie
- **Umowa do:** - kalendarz z wyborem daty końca naszej umowy w obecnym miejscu pracy

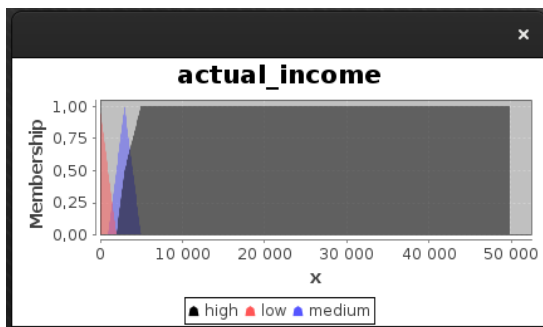
Analiza finansowa pozwala na ocenę kondycji finansowej potencjalnego kredytobiorcy np. klient, którego faktyczny przychód jest bardzo niski lub niedługo kończy mu się umowa w pracy będzie mniej wiarygodny dla banku.

### 3.1 Zmienne wejściowe

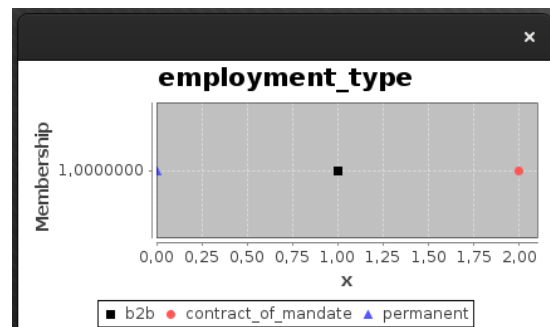
Analiza składa się z następujących zmiennych lingwistycznych, które są poddawane fuzyfikacji:

- **actual\_income** (faktyczny przychód)
  - low (niski)
  - medium (średni)
  - high (wysoki)
- **employment\_type** (forma zatrudnienia)
  - permanent (umowa o pracę)
  - b2b
  - contract\_of\_mandate (umowa zlecenie)
- **contract\_expiration** (ilość msc do wygaśnięcia umowy)
  - soon (wkrótce)
  - later (później)
  - never (nigdy - czas nieokreślony)

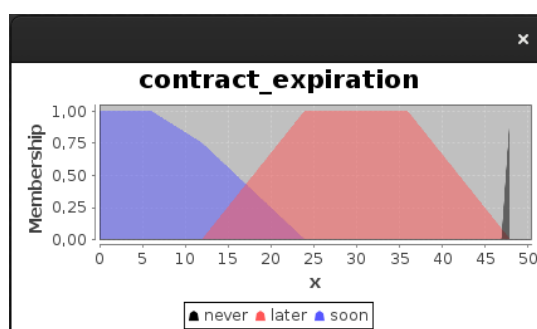
Interpretacje termów powyższych zmiennych znajdują się na wykresach poniżej:



Rysunek 9: Interpretacja termów zmiennej **actual\_income**



Rysunek 10: Interpretacja termów zmiennej **employment\_type**



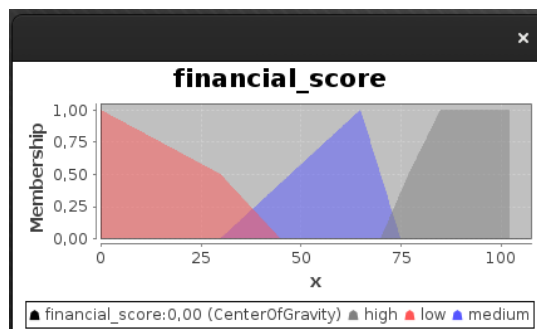
Rysunek 11: Interpretacja termów zmiennej **contract\_expiration**

### 3.2 Wyjście

Wynikiem defuzyfikacji jest zmienna wyjściowa:

- **financial\_score** (wynik finansowy)
  - low (niski)
  - medium (średni)
  - high (wysoki)
- Metoda obliczania wartości wyjściowej: **COG**

Interpretacja jej termów prezentuje się następująco:



Rysunek 12: Interpretacja termów zmiennej **financial\_score**

### 3.3 Baza reguł

Bazę reguł udało się ograniczyć do 15 reguł. Przykładowe z nich prezentują się następująco:

RULE 2 : IF actual\_income IS low AND contract\_expiration IS soon THEN  
financial\_score IS low;

RULE 12 : IF actual\_income IS high AND employment\_type IS permanent AND  
contract\_expiration IS soon THEN financial\_score IS medium;

RULE 9 : IF actual\_income IS medium AND (employment\_type IS permanent OR  
employment\_type IS b2b) AND contract\_expiration IS never THEN financial\_score  
IS high;

## 4 Informacje o kredycie

Ostatnim etapem w moim systemie jest wypełnienie przez użytkownika informacji o kredycie, jaki chciałby wziąć, które będą pozwalały, wraz z analizą jakościową i finansową, na wyliczenie ostatecznego wyniku kredytowego klienta. Widok formularza znajduje się na Rysunku 13.

Kroki	Informacje o kredycie
1. Podstawowe informacje	Wprowadź informację jaki kredyt Cię interesuje
2. Zatrudnienie i finanse	
3. Informacje o kredycie	

Informacje o kredycie		
Wprowadź informację jaki kredyt Cię interesuje		
Kwota kredytu	320000	zł
Wkład własny	60000	zł
Kwota do spłaty	260000	zł
Oprocentowanie	12.5	%
Liczba rat	72	
Rata kredytu	4044.44	zł

Anuluj Cofnij Dalej Oblicz

Rysunek 13: Widok formularza „Informacje o kredycie”

Formularz zawiera następujące pola:

- **Kwota kredytu**
- **Wkład własny**
- **Kwota do spłaty** - pole wypełniane automatycznie przez system. Jest to różnica kwoty kredytu oraz wkładu własnego.
- **Oprocentowanie**
- **Liczba rat**
- **Rata kredytu** - pole wypełniane automatycznie przez system. Jest to kwota do spłaty powiększona o oprocentowanie i podzielona przez liczbę rat.

Wyliczona rata kredytu będzie nam potrzebna do wyliczenia ostatecznego wyniku kredytowego klienta.



## 5 Credit score

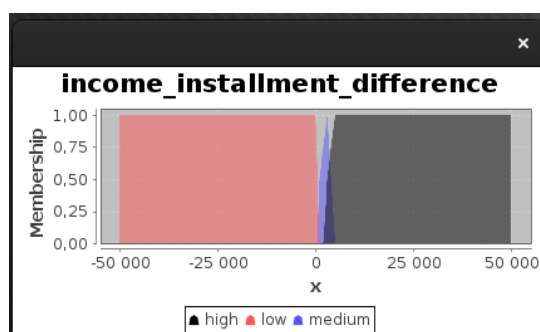
Po wypełnieniu wszystkich formularzy uaktywnia nam się przycisk „Oblicz”. Kliknięcie go powoduje wyświetlenie się okienka, które informuje nas o rozpoczęciu obliczania końcowego wyniku.

### 5.1 Zmienne wejściowe

Obliczanie końcowego wyniku składa się z następujących zmiennych lingwistycznych, które są poddawane fuzyfikacji:

- **qualitative\_score** (wynik jakościowy)
  - low (niski)
  - medium (średni)
  - high (wysoki)
- **financial\_score** (wynik finansowy)
  - low (niski)
  - medium (średni)
  - high (wysoki)
- **income\_installment\_difference** (różnica pomiędzy przychodem a ratą kredytu)
  - low (niska)
  - medium (średnia)
  - high (wysoka)

Interpretacje termów wyniku jakościowego i finansowego została przedstawiona wcześniej na Rysunkach 7 i 12. Natomiast interpretacja termów ostatniej zmiennej wygląda następująco:



Rysunek 14: Interpretacja termów zmiennej **income\_installment\_difference**

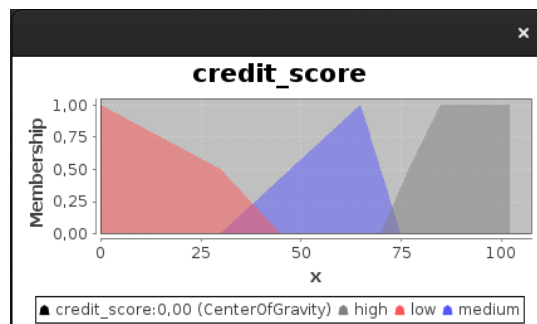
Jak widać, do obliczenia ostatecznego wyniku wykorzystujemy wcześniej uzyskane wyniki analiz oraz dane formularza z informacjami o kredycie. Początkowo obok analiz jakościowej i finansowej miała się również pojawić analiza kredytu, lecz pomysł ten został zaniechany, ponieważ same informacje o tym jaki kredyt chcemy wziąć nie dają żadnej sensownej informacji do końcowego wyniku nie znając szerszego kontekstu (np. przychodów kredytobiorcy). Tak też ostatnia zmienna sprawdza czy klient jest w ogóle w stanie pozwolić sobie na taki kredyt (jeśli np. rata kredytu będzie większa niż różnica zarobków i wydatków (faktyczny przychód) to *credit score* prawdopodobnie będzie niski.

## 5.2 Wyjście

Wynikiem defuzyfikacji jest zmienna wyjściowa:

- **credit\_score** (wynik kredytowy)
  - low (niski)
  - medium (średni)
  - high (wysoki)
- Metoda obliczania wartości wyjściowej: **COG**

Interpretacja jej termów prezentuje się następująco:



Rysunek 15: Interpretacja termów zmiennej **credit\_score**

## 5.3 Baza reguł

Bazę reguł składa się z 27 reguł. Przykładowe z nich prezentują się następująco:

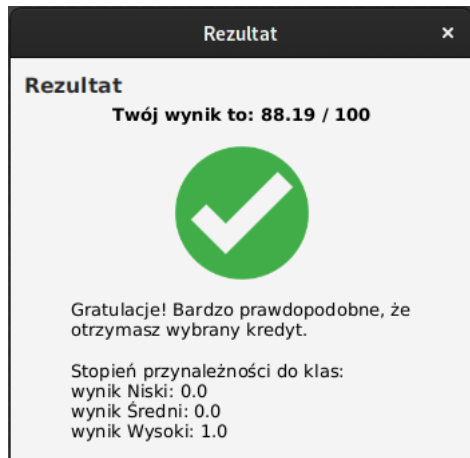
RULE 1 : IF qualitative\_score IS low AND financial\_score IS low AND income\_installment\_difference IS low THEN credit\_score IS low;

RULE 19 : IF qualitative\_score IS high AND financial\_score IS low AND income\_installment\_difference IS low THEN credit\_score IS low;

RULE 27 : IF qualitative\_score IS high AND financial\_score IS high AND income\_installment\_difference IS high THEN credit\_score IS high;

## 6 Rezultat

Po wykonanych obliczeniach, system wyświetla w okienku nasz wynik, stosowny do wyniku komunikat oraz stopień przynależności uzyskanego wyniku do danych klas: niski, średni, wysoki. Przykłady rezultatów przedstawione są na Rysunkach 16, 17 i 18



Rysunek 16: Uzyskanie wysokiego wyniku



Rysunek 17: Uzyskanie średniego wyniku



Rysunek 18: Uzyskanie niskiego wyniku