

## STRESZCZENIE

Lorem Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Vivamus elementum arcu nec blandit aliquam. Integer eros dolor, molestie eget dictum quis, luctus sit amet sapien. Proin dignissim felis in ornare volutpat. Morbi vulputate rutrum efficitur. Ut vehicula vehicula metus, et iaculis tortor mattis vel. Nam blandit, arcu quis ultricies blandit, libero ante commodo augue, in accumsan dui leo at orci. Phasellus in augue et velit pulvinar malesuada ut et sem. Nulla vehicula nibh eu odio sollicitudin sagittis. Praesent condimentum semper neque, tincidunt luctus nisl scelerisque sed. Orci varius natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus.

**Słowa kluczowe:** lorem ipsum, dolor sit amet, consectetur adipiscing

**Dziedzina nauki i techniki, zgodnie z wymogami OECD:** nauki inżynierskie i techniczne, robotyka i automatyka

## **ABSTRACT**

This paper describe.... Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Vivamus elementum arcu nec blandit aliquam. Integer eros dolor, molestie eget dictum quis, luctus sit amet sapien. Proin dignissim felis in ornare volutpat. Morbi vulputate rutrum efficitur. Ut vehicula vehicula metus, et iaculis tortor mattis vel. Nam blandit, arcu quis ultricies blandit, libero ante commodo augue, in accumsan dui leo at orci. Phasellus in augue et velit pulvinar malesuada ut et sem. Nulla vehicula nibh eu odio sollicitudin sagittis. Praesent condimentum semper neque, tincidunt luctus nisl scelerisque sed. Orci varius natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus.

**Keywords:** lorem ipsum, dolor sit amet, consectetur adipiscing

## SPIS TREŚCI

Wykaz ważniejszych oznaczeń i skrótów .....	5
1. WSTĘP .....	6
1.1. Wprowadzenie .....	6
1.2. Cel pracy, założenia .....	6
1.3. Podział pracy .....	6
1.4. Analiza rynkowa .....	7
2. SYGNAŁY CYFROWE .....	9
2.1. Wprowadzenie .....	9
2.2. Narzędzia .....	9
2.2.1. Średnia .....	9
2.2.2. Odchylenie standardowe .....	9
2.2.3. Całkowanie .....	9
2.2.4. Pochodne .....	9
3. TRANSFORMACJA FOURIERA .....	10
3.1. Wprowadzenie .....	10
3.1.1. Wyprowadzenie $e^{ix}$ .....	10
4. ANALIZA TECHNICZNA .....	13
4.1. Wprowadzenie .....	13
4.2. MACD .....	13
4.2.1. wprowadzenie .....	13
4.2.2. zasady działania .....	13
4.2.3. przykłady numeryczne .....	15
4.2.4. podsumowanie .....	16
4.3. Wstęgi Bollingera .....	17
4.3.1. wprowadzenie .....	17
4.3.2. zasady działania .....	17
4.3.3. przykłady numeryczne .....	18
4.3.4. podsumowanie .....	20
4.4. Oscylator Stochastyczny .....	20
4.4.1. wprowadzenie .....	20
4.4.2. zasady działania .....	20
4.4.3. przykłady numeryczne .....	21
4.4.4. podsumowanie .....	22
4.5. Wskaźnik zagregowany .....	23
4.5.1. Normalizacja wskaźników .....	23
4.5.2. Algorytm Genetyczny .....	23
5. PREZENTACJA APLIKACJI .....	25
5.0.1. interfejs standardowy .....	25
5.0.2. interfejs inwestora .....	25
5.0.3. interfejs zagradowanego wskaźnika .....	25

6. ZAKOŃCZENIE .....	26
Wykaz literatury .....	27
Wykaz rysunków .....	27
Wykaz tabel .....	28
Dodatek A .....	30

## **WYKAZ WAŻNIEJSZYCH OZNACZEŃ I SKRÓTÓW**

PWM – Pulse Width Modulation

ADC – Analog-to-Digital Converter

SPI – Serial Peripheral Interface

PCB – Printed Circuit Board

# 1. WSTĘP

## 1.1. Wprowadzenie

todo

Dużo o sygnałach (elektronika, telekomunikacja, akustyka, informatyka, medycyna - można wymienić przykłady) - tutaj duża dowolność, na poziomie popularnonaukowym. Ważne, żeby pokazać, że sygnały są wszędzie, analiza tych sygnałów jest niezbędna (np. filtrowanie, badanie korelacji, predykcja). Cel pracy - stworzenie zaawansowanego narzędzia w pythonie do analizy sygnałów dyskretnych za pomocą szerokiego spektrum narzędzi.

## 1.2. Cel pracy, założenia

todo

Celem projektu jest stworzenie zaawansowanego narzędzia w pythonie do analizy sygnałów dyskretnych za pomocą szerokiego spektrum narzędzi.

## 1.3. Podział pracy

(todo: uzupełnienie podziału tekstu pracy)

### Agnieszka Wojciechowska

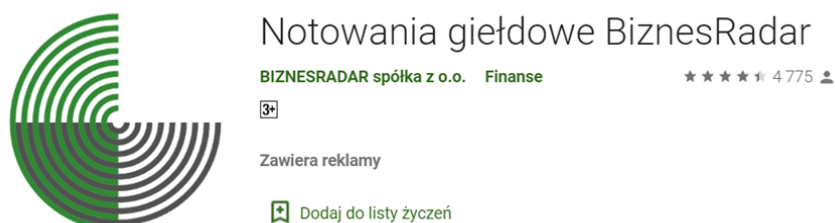
- Aplikacja:
  - interfejs inwestora,
  - wskaźnik: oscylator stochastyczny,
  - moduł interpretacji wskaźników: MACD, wstęgi Boilingera, oscylator stochastyczny
- Tekst pracy: streszczenie, rozdział 1, punkty 2.1, 4.1, 4.2, 4.4

### Mateusz Rutkiewicz

- Aplikacja:
  - interfejs podstawowy,
  - wskaźnik: MACD, wstęgi Boilingera, zagregowany wskaźnik,
  - operacje matematyczne
- Tekst pracy: rozdział 3, punkty 4.3, 4.5

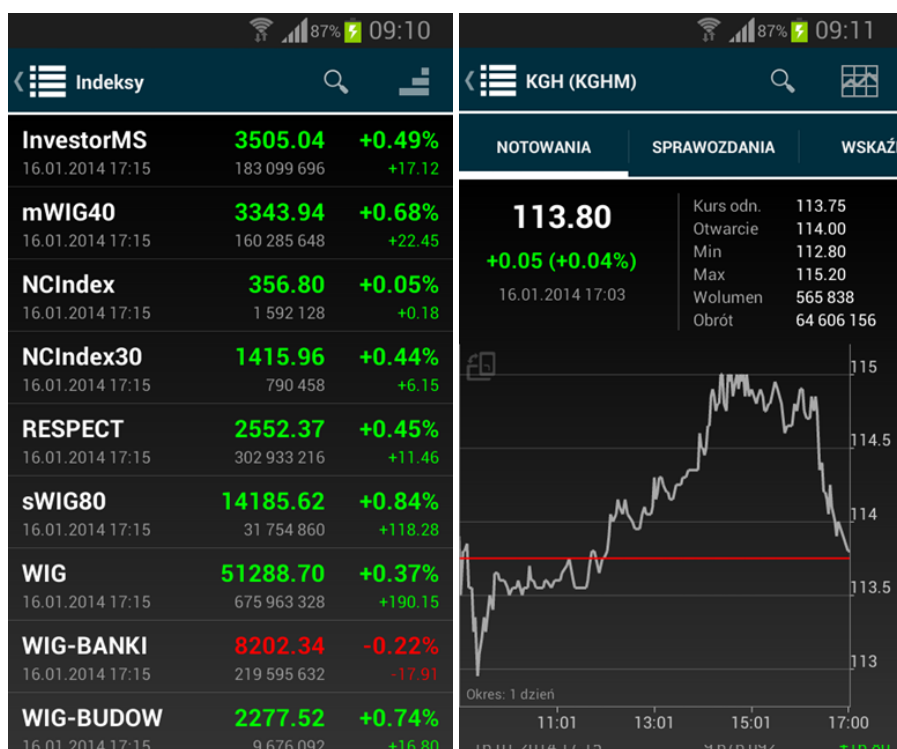
#### 1.4. Analiza rynkowa

Jednym z bardziej popularnych narzędzi do analizy sygnałów wykorzystywanych na rynku finansowym jest aplikacja "Biznes Radar" dostępna w mobilnej wersji oraz online. Ma ona pomagać inwestorom w podejmowaniu decyzji o transakcji, wspierać ich strategię inwestycyjną lub służyć do analizowania notowań na rynku na podstawie przeszłych danych.



Rys. 1.1. Logo aplikacji BiznesRadar dostępnej w sklepie Google.

Aplikacja "Biznes Radar" stworzona przez spółkę o tej samej nazwie umożliwia użytkownikowi śledzić własne inwestycje i notowania kursów, które są synchronizowane z rzeczywistym Domem Maklerskim poprzez portal BiznesRadar.pl. Jest to narzędzie skierowane do inwestorów, głównie doświadczonych, takich którzy potrafią czytać przedstawione wykresy, mają podstawową wiedzę na temat dostępnych narzędzi i instrumentów na rynku.



Rys. 1.2. Rysunek przedstawia dwa ekrany wewnątrz aplikacji BiznesRadar. Po prawej przedstawione są dostępne indeksy do analizy notowań. Po lewej przedstawiony jest wygenerowany wykres cen dla spółki KGH Polska Miedź.

Ponad to narzędzie zawiera ekran, w którym przedstawione są podsumowane wartości wskaźników i ich interpretacje za pomocą oceny kupuj/ neutralnie / sprzedaj. Odpowiedni zysk inwestora jest też przedstawiany w kompleksowym sprawozdaniu z portfela.

WSKAŹNIKI			NOTOWANIA		
WSKAŹNIKI AT			SPRAWOZDANIA		
STOPY ZWROT			WSKAŹNIKI		
Wskaźnik	Wartość	Ocena		Wartość	Zmiana r/r
RSI(14)	44.42	kupuj	Przychody ze sprzedaży	5 468 000	-19.44%
STS(14,3)	34.35	kupuj	Zysk operacyjny (EBIT)	784 000	-52.36%
MACD(12,26,9)	-0.9737 (SIGNAL: -0.9315)	sprzedaj	Zysk przed opodatkowaniem	745 000	-53.33%
TRIX(14,9)	-0.0011 (SIGNAL: -0.0012)	kupuj	Zysk netto	515 000	-55.90%
Williams %R(10)	-68.29	kupuj	Aktywa razem	34 844 000	+2.00%
CCI(14)	-45.04	kupuj	Kapitał własny	22 682 000	+7.92%
ROC(15)	-1.4719	sprzedaj	Raport 2013/Q3, dane w tys.  Dane pozyskiwane są ze skonsolidowanych sprawozdań finansowych lub jednostkowych, jeśli spółka tylko takie publikuje. Dane kwartalne RZiS obliczne są na podstawie publikowanych danych skumulowanych.		
ULT(7,14,28)	50.72	neutralnie			
FI(13)	-2887973	sprzedaj			
MFI(14)	39.98	kupuj			
BOP(14)	-0.0372	sprzedaj			
EMV(14)	0.00510753	kupuj			

Rys. 1.3. Rysunek przedstawia dwa ekrany wewnątrz aplikacji BiznesRadar. Po prawej znajduje się lista wskaźników oraz ich wartość i ocena. Po lewej znajduje się ekran ze sprawozdaniem z portfela inwestycyjnego danego użytkownika z podsumowaniem zysków.



## **2. SYGNAŁY CYFROWE**

### **2.1. Wprowadzenie**

W tym rozdziale trochę teorii - czym są sygnały cyfrowe (w ogólności - dyskretne).

### **2.2. Narzędzia**

Poniżej zostały zaprezentowane podstawowe narzędzia do analizy sygnałów cyfrowych.

#### **2.2.1. Średnia**

można dać przykład: średnia krocząca w MACD

#### **2.2.2. Odchylenie standardowe**

todo

#### **2.2.3. Całkowanie**

todo

#### **2.2.4. Pochodne**

można dać przykład: pochodne w badaniu trendu, predykcji

### 3. TRANSFORMACJA FOURIERA

#### 3.1. Wprowadzenie

Transformacja Fouriera pozwala na transformację sygnału reprezentowanego w widmie czasu na reprezentację w widmie częstotliwości  $k$ . Umożliwia to analizowanie częstotliwości występujących w sygnale.

$$F(k) = \sum_{n=0}^{N-1} x_n e^{-\frac{2\pi i}{N} nk} \quad (3.1)$$

Standardowa Dyskretna Transformacja Fouriera (DFT) ma złożoność  $O(n^2)$ , jednak częściej stosowana jest Szybka Transformacja Fouriera (FFT), która liczy FFT dla sygnału o długości  $n$  poprzez rekurencyjne obliczanie dwóch FFT dla sygnałów o długości  $\frac{1}{2}n$  uzyskanych poprzez podzielenie głównego sygnału na pół, a następnie łączeniu wyników za pomocą operacji o złożoności  $O(n)$ . W ten sposób złożoność FFT wynosi  $O(n * \log n)$ , co umożliwia wykorzystywanie Transformacji Fouriera w obliczeniach czasu rzeczywistego.

##### 3.1.1. Wyprowadzenie $e^{ix}$

We wzorze na Transformację Fouriera wykorzystuje się podnoczenie do potęgi liczby urojonej ( $e^{ix}$ ). Wyprowadzenie podnoszenia do potęgi liczby urojonej uzyskuje się z szeregu potęgowego (szeregu Taylora). Dla  $e^x$ :

$$e^x = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{x^n}{n!} \quad (3.2)$$

$$e^{ix} = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(ix)^n}{n!} \quad (3.3)$$

$$e^{ix} = \frac{(ix)^0}{0!} + \frac{(ix)^1}{1!} + \frac{(ix)^2}{2!} + \frac{(ix)^3}{3!} + \frac{(ix)^4}{4!} + \frac{(ix)^5}{5!} + \dots \quad (3.4)$$

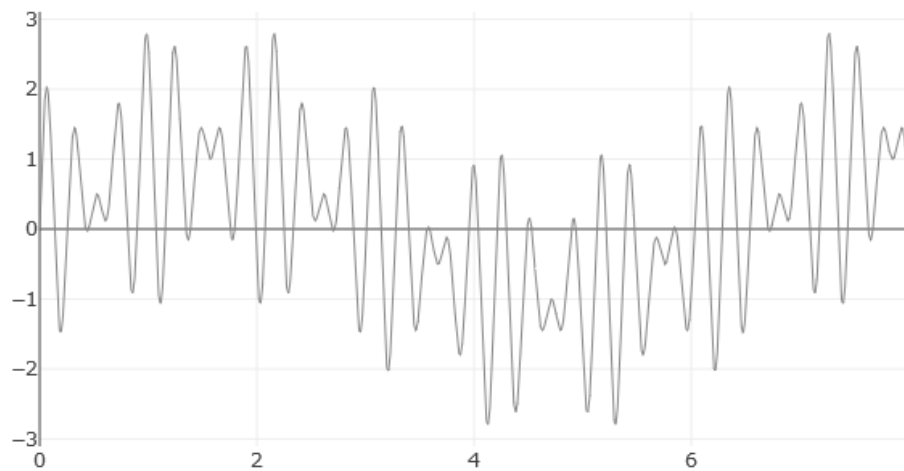
$$e^{ix} = \frac{x^0}{0!} + \frac{ix^1}{1!} - \frac{x^2}{2!} - \frac{ix^3}{3!} + \frac{x^4}{4!} + \frac{ix^5}{5!} + \dots \quad (3.5)$$

$$e^{ix} = \underbrace{\left(1 - \frac{x^2}{2!} + \frac{x^4}{4!} - \dots\right)}_{\cos(x)} + i \underbrace{\left(x - \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!} - \dots\right)}_{\sin(x)} \quad (3.6)$$

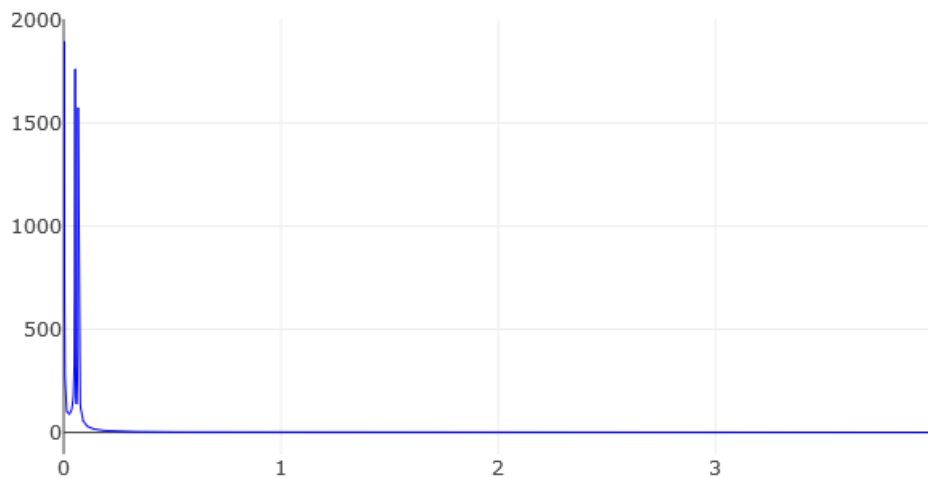
Z szeregu Taylora:

$$\sin(x) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n x^{2n+1}}{(2n+1)!} = x - \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!} - \frac{x^7}{7!} + \dots \quad (3.7)$$

$$\cos(x) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n x^{2n}}{(2n)!} = 1 - \frac{x^2}{2!} + \frac{x^4}{4!} - \frac{x^6}{6!} + \dots \quad (3.8)$$



(a) Transformacja Fouriera, sygnał wejściowy



(b) Transformacja Fouriera, wynik

Rys. 3.1. Wykres na górze przedstawia analizowany sygnał. Na dole - wykres Transformaty Fouriera.

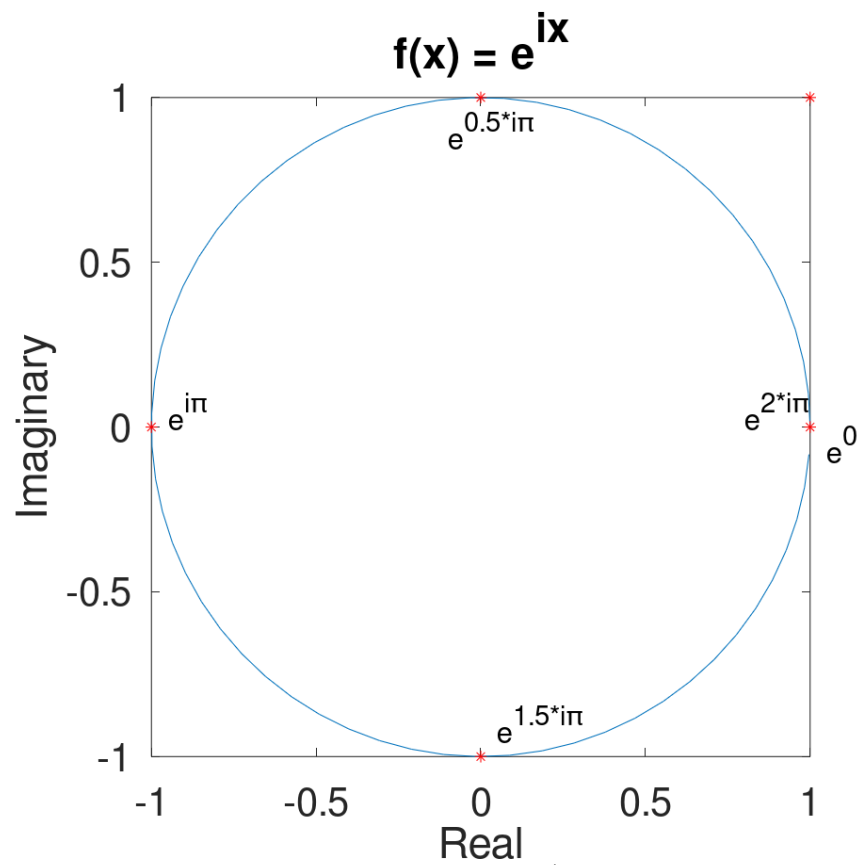
Oznacza to, że zapis  $|z|e^{i\phi}$  odpowiada reprezentacji trygonometrycznej liczby zespolonej  $|z|(\cos(\phi) + i\sin(\phi))$ , gdzie  $|z|$  jest modulem liczby zespolonej (odległością od punktu  $(0 + i0)$ ), a  $\phi$  kątem odchylenia od osi rzeczywistej.

Samo  $e^{ix}$  pozwala jedynie na zapisanie wartości, które leżą na okręgu o środku  $S = 0 + i0$  i promieniu  $r = 1$ . Szczególną równością jest tutaj tożsamość Eulera:

$$e^{i\pi} = -1 \quad (3.9)$$

Warto też zaznaczyć, że funkcja  $f(x) = e^{ix}$  jest okresowa. Od  $e^{2\pi i}$  wartości się powtarzają.

$$e^{2\pi i} = e^0 = 1 \quad (3.10)$$



Rys. 3.2. Wykres  $e^{ix}$

## 4. ANALIZA TECHNICZNA

### 4.1. Wprowadzenie

Analiza techniczna to narzędzie służące do analizy wykresów giełdowych, która ma na celu prognozę przyszłych cen kursów na podstawie historycznych zmian cen. Modele analizy technicznej charakteryzują pewne powtarzalne schematy możliwe do zaobserwowania w zmianach cen akcji. W zależności od danego modelu można zaobserwować powtarzalne zachowanie wskaźników statystycznych.

Poniżej zostały zaprezentowane zasady działania wskaźników stosowanych w analizie technicznej, które zostały zaimplementowane w projekcie.

### 4.2. MACD

#### 4.2.1. wprowadzenie

MACD to skrót od Moving Average Convergence Divergence co w polskim tłumaczeniu oznacza zbieżność i rozbieżność średniej kroczącej.

Wskaźnik ten został opracowany przez Geralda Appel'a w roku 1970. Opracował on fundamentalną właściwość tego wskaźnika, czyli interpretację i przewidywanie przecięć linii MACD. Następnie w roku 1986 dodany został histogram przez Thomasa Aspray'a, które umożliwiło obserwację impetu ceny.

Aktualnie MACD jest jednym z najpopularniejszych wskaźników stosowanych w analizie technicznej. Zawdzięcza to dzięki temu, że jest łatwy w interpretacji sygnałów oraz dzięki możliwości zastosowania go w różnych warunkach rynkowych - zarówno stabilnej, jak i w trakcie nagłych wzrostów, bądź spadków cen.

#### 4.2.2. zasady działania

##### wzór

Tym co wyróżnia wskaźnik MACD jest połączenie dwóch różnych typów wskaźników. Wzór wskaźnika wyznacza sygnały kupna, bądź sprzedaży na podstawie dwóch linii zwanych linią macd i linią sygnałową.

Do wyznaczenia linii MACD wykorzystywana jest różnica dwóch średnich ruchomych sygnału wejściowego  $X$ , o różnych okresach. Standardowo przyjmowane są 26 i 12 okresowe przedziały średniej wykładniczej, jest to ustawienie domylne. Linia MACD służy do identyfikacji kierunku i czasu trwania trendu.

Następnie linia signal wyliczana jest na podstawie najczęściej 9 okresowej średniej wykładniczej z linii MACD.

$$\begin{aligned} MACD &= EMA_{26}(X) - EMA_{12}(X) \\ signal &= EMA_9(MACD) \end{aligned} \tag{4.1}$$

We wzorze:

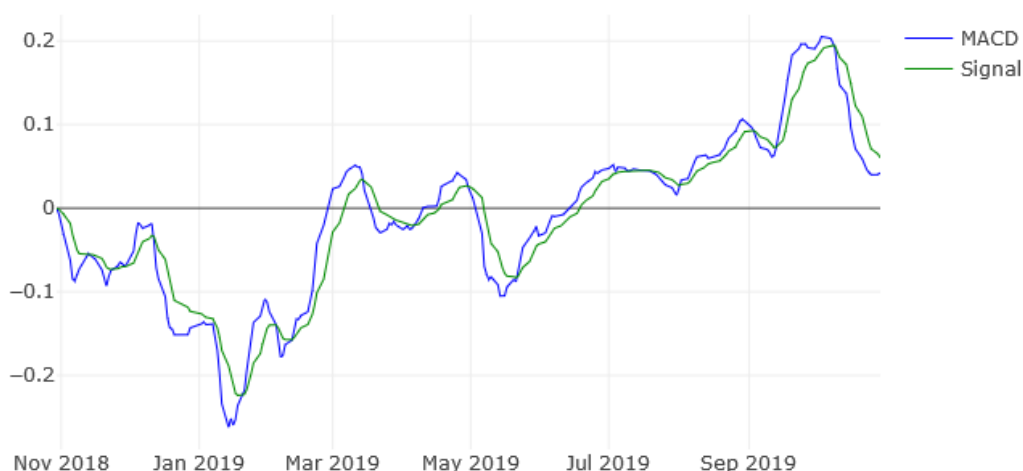
- $EMA_X$  - średnia krocząca w przedziale  $X$  okresowym,  $X$  - dowolna liczba naturalna

## strategia decyzyjna

Strategia MACD opiera się głównie o interpretację przecięć linii sygnału z linią MACD. Analiza przecięć wygląda w następujący sposób:

- Sygnał na kupno akcji - linia MACD przecina linię signal od dołu
- Sygnał na sprzedaż akcji - linia MACD przecina linię signal od góry

Na poniższym wykresie zostały zaznaczone omawiane linie wskaźnika MACD. Można zauważyć wyraźne momenty przecinania się sygnałów.



Rys. 4.1. Wykres przedstawia linie MACD oraz signal.

Od odpowiedniej interpretacji sygnałów zależy również fakt przecięcia linii zero oraz odległość od tej linii. W momencie gdy sygnał kupna jest generowany znacząco poniżej linii zero to jest on interpretowany jako bardziej wiarygodny. Czym większa jest właśnie odległość od linii zera, tym większa wiarygodność. Również tym większe jest prawdopodobieństwo kontynuowania ruchu spadkowego. Analogicznie dzieje się dla sygnału sprzedaży gdy sygnał ten jest generowany znacząco powyżej linii zero.

Interpretację wskaźnika MACD można wzbogacić o analizę histogramu MACD. Dzięki tej funkcjonalności można zaobserwować lokalne szczyty cenowe dla wartości histogramu powyżej zera. Analogicznie dla wartości kształtujących się poniżej zera obserwuje się dołki cenowe. Szerza interpretacja histogramu nie będzie omawiana, gdyż opisywana aplikacja nie uwzględnia tej funkcjonalności.

Oczywiście tak jak w przypadku każdego innego wskaźnika sygnał kupna czy sprzedaży nie daje żadnej gwarancji, że zyskamy na transakcji.

#### 4.2.3. przykłady numeryczne

Zastosowanie i interpretacja wskaźnika MACD w praktyce zostanie przedstawiona na dwóch poniższych przykładach. Do przykładu, dla większej czytelności wykresu zostało wybrane przybliżenie wartości do zakresu 4 miesięcy, od stycznia do kwietnia 2019. Ponadto użyte dane pochodzą z serwisu Stooq.

##### Przykład 1: sygnał kupna

Dla sygnału kupna oznaczonego na rys. 4.2 literą "K" linia MACD (niebieska) przecina linię signal (zielona) od dołu. W tym przykładzie można zaobserwować cztery wygenerowane przykłady sygnałów kupna: 8 stycznia, 7 lutego, 18 marca i 2 kwietnia.



Rys. 4.2. Wykres przedstawia sygnały kupna (K) wygenerowane przez wskaźnik MACD.

Jednym z dłuższych okresów, gdy linia MACD znajdowała się nad linią signal jest pierwszy przypadek, to jest od 8 stycznia. Niestety jest to niewiarygodny sygnał, ponieważ znajduje się powyżej linii 0. Tak samo jest dla wskazania z 7 lutego.

Dla porównania sygnały kupna po prawej stronie wykresu, to jest z dnia 18 marca i 2 kwietnia zostały wygenerowane poniżej linii 0. Oznacza to, że sygnał ten jest wiarygodny. Najbardziej wiarygodny sygnał kupna w tym przypadku został wygenerowany właśnie 18 marca. W kolejnych dniach ta wiarygodność maleje, bo do 20 marca wzrasta w kierunku linii 0. Podobnie dzieje się po 2 kwietnia. W momencie gdy sygnał przekroczy linię 0 sygnał kupna staje się niewiarygodny.

##### Przykład 2: sygnał sprzedaży

Z kolei dla sygnału sprzedaży oznaczonego na rys. 4.3 literą "S" linia MACD (niebieska) przecina linię signal (zielona) od góry. W tym przykładzie można zaobserwować dwa wygenerowane przykłady sygnałów sprzedaży: 30 stycznia i 27 marca.

Początkowo sygnał sprzedaży wygenerowany dnia 30 stycznia jest wiarygodny, ponieważ znajduje się wysoko ponad linią 0. Z biegiem czasu wskazania spadają w kierunku linii 0. Gdy przekracza on tę linię 19 lutego sygnał staje się niewiarygodny. Największą wiarygodność w całym analizowanym zakresie 4 miesięcy wskaźnik osiąga 30 stycznia.

Drugi wygenerowany sygnał z dnia 27 marca jest sygnałem niewiarygodnym, gdyż znajduje się znacząco poniżej linii 0.



Rys. 4.3. Wykres przedstawia sygnały sprzedaży (S) wygenerowane przez wskaźnik MACD.

#### 4.2.4. *podsumowanie*

MACD jest wartościowym wskaźnikiem, ponieważ łączy w sobie dwa różne wskaźniki. Ponadto służy do wszechstronnej analizy, ponieważ za jego pomocą można interpretować nie tylko sygnały spadkowe i rosnące, ale także umożliwia śledzenie potencjalnych dołków lub szczytów cenowych.

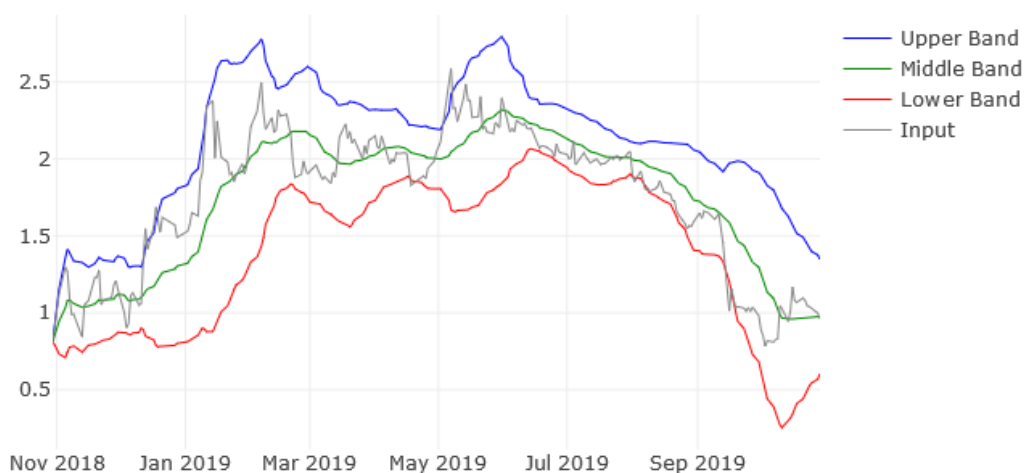
Generalnie wskaźnik MACD znajduje najlepsze zastosowanie w średnim oraz długim terminie, ponieważ powstał w celu wykorzystania go na wykresie dziennym. Przy mniejszych okresach może jednak powodować opóźnione sygnały.



### 4.3. Wstęgi Bollingera

#### 4.3.1. wprowadzenie

Wstęgi Bollingera są wskaźnikiem opracowanym przez Johna Bollingera w latach 80. XX wieku. Wstęgi Bollingera składają się z trzech wstęg - górnej wstęgi, środkowej wstęgi i dolnej wstęgi (ang. upper band, middle band, bottom band). Służą one do wykrywania dołków i szczytów cenowych. Jeżeli cena znajduje się przy dolnej wstędze, oznacza to dołek cenowy, a jeżeli znajduje się przy górnej wstędze, oznacza to szczyt cenowy.



Rys. 4.4. Przedstawia wykres wstęg bollingera wraz z sygnałem wejściowym Input.

#### 4.3.2. zasady działania

##### wzór

Środkowa wstęga jest zwykłą średnią kroczącą SMA z ostatnich  $n$  próbek sygnału  $X$ . Górna wstęga to suma środkowej wstęgi wraz z  $k$ -krotnością odchylenia standardowego  $\sigma^2$  z  $n$  ostatnich próbek, natomiast dolna wstęga to różnica środkowej wstęgi i  $k$ -krotności odchylenia standardowego z  $n$  ostatnich próbek.

$$\begin{aligned} upper\ band_{(n,k)}(X) &= SMA_n(X) + k \cdot \sigma_n^2(X) \\ middle\ band_{(n,k)}(X) &= SMA_n(X) \\ bottom\ band_{(n,k)}(X) &= SMA_n(X) - k \cdot \sigma_n^2(X), \end{aligned} \quad (4.2)$$

gdzie:

$$\begin{aligned} SMA_n(X) &= \frac{1}{n} \sum_{i=0}^n (X_i) \\ \sigma_n^2(X) &= \frac{1}{n} \sum_{i=0}^n (X_i - SMA_n(X))^2 \end{aligned} \quad (4.3)$$

Najczęściej stosowane parametry to  $n = 20$  oraz  $k = 2$ .

## strategia decyzyjna

Wstęgi Bollingera interpretuje się w następujący sposób:

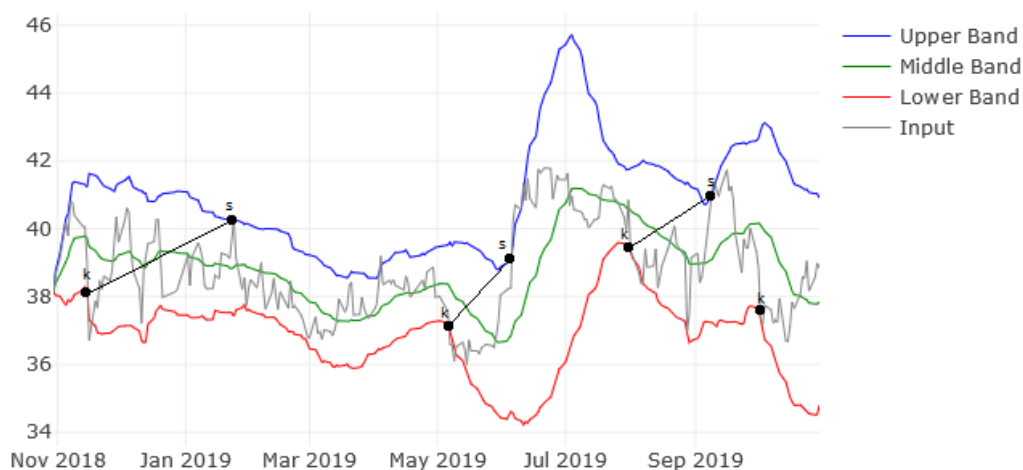
- Sygnał na kupno akcji - sygnał wejściowy zbliża się do dolnej wstęgi bądź jest pod nią (wtedy jest duża szansa, że cena akcji zacznie rosnąć)
- Sygnał na sprzedaż akcji - sygnał wejściowy zbliża się do górnej wstęgi bądź jest nad nią (wtedy jest duża szansa, że cena akcji zacznie spadać)

### 4.3.3. przykłady numeryczne

Zastosowanie i interpretacja Wstęg Bollingera zostanie przedstawiona na trzech poniższych przykładach.

#### Przykład 1: kupno w dołku cenowym i sprzedaż w szczycie cenowym

Przy tej strategii akcje kupuje się, gdy cena spadnie poniżej dolnej wstęgi, a sprzedaje się, gdy będzie powyżej górnej wstęgi.



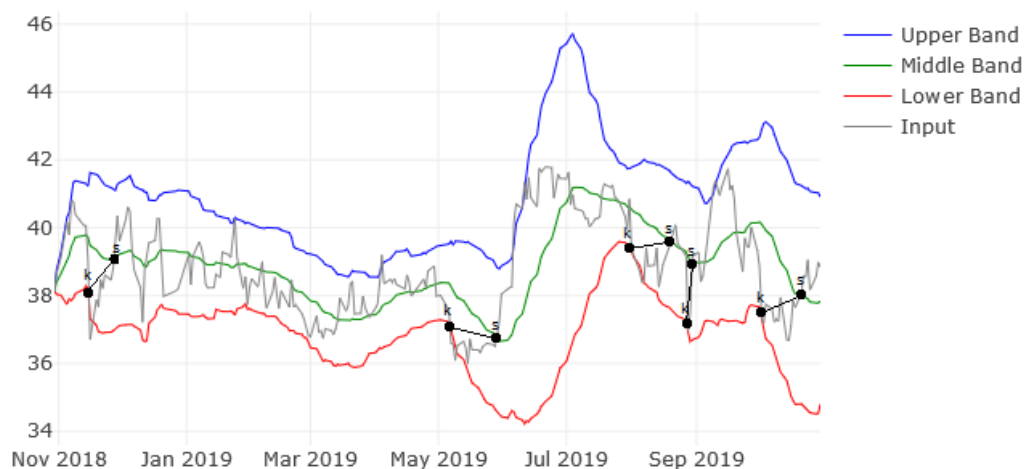
Rys. 4.5. Wykres przedstawiający Przykład 1: kupno w dołku cenowym i sprzedaż w szczycie cenowym. Czarnymi kropkami zaznaczone są momenty kupna/sprzedaży (literka "k" dla kupna, a "s" dla sprzedaży).

#### Przykład 2: kupno w dołku cenowym i sprzedaż po wyjściu z dołku cenowego

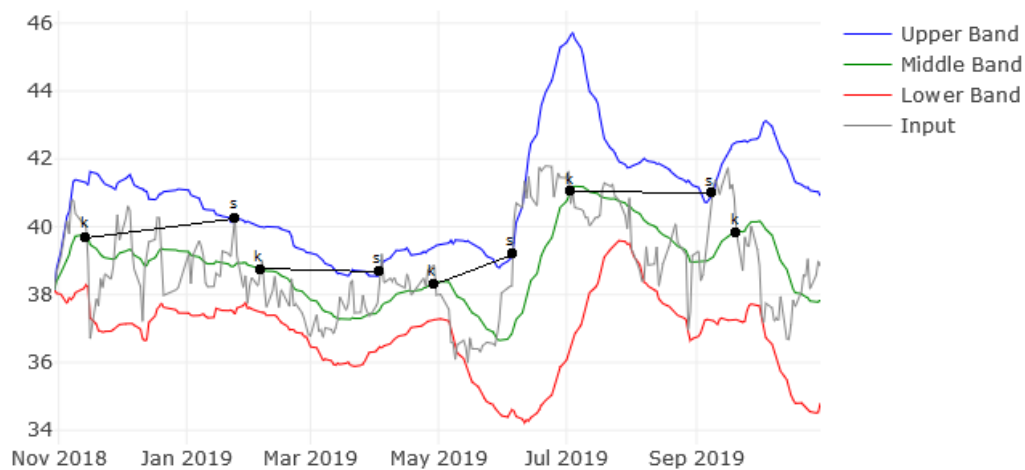
Przy tej strategii akcje kupuje się, gdy cena spadnie poniżej dolnej wstęgi, a sprzedaje się, gdy będzie powyżej środkowej wstęgi.

#### Przykład 3: sprzedaż w szczycie cenowym i kupno po wyjściu ze szczytu cenowego

Przy tej strategii akcje kupuje się, gdy cena spadnie poniżej środkowej wstęgi, a sprzedaje się, gdy będzie powyżej górnej wstęgi.



Rys. 4.6. Wykres przedstawiający Przykład 2: kupno w dołku cenowym i sprzedaż po wyjściu z dołku cenowego. Czarnymi kropkami zaznaczone są momenty kupna/sprzedaży (literka "k" dla kupna, a "s" dla sprzedaży).



Rys. 4.7. Wykres przedstawiający Przykład 3: sprzedaż w szczycie cenowym i kupno po wyjściu ze szczytu cenowego. Czarnymi kropkami zaznaczone są momenty kupna/sprzedaży (literka "k" dla kupna, a "s" dla sprzedaży).

#### 4.3.4. podsumowanie

Wstęgi Bollingera pozwalają na wykrywanie potencjalnych dołków cenowych oraz szczytów cenowych. Najlepiej sprawdzają się w krótkich inwestycjach.

### 4.4. Oscylator Stochastyczny

#### 4.4.1. wprowadzenie

Oscylator stochastyczny jest wskaźnikiem, który pozwala śledzić ruchy cen i siłę trendu momentum.

Omawiany wskaźnik został wprowadzony w 1950 r. przez George'a Lana w celu porównywania cen zamknięcia do wszystkich w danym okresie. Oscylator występuje w trzech wersjach: szybkiej, wolnej i pełnej. Wersja szybka jest najlepsza w zastosowaniu przy analizach krótkoterminowych, a wolna do analiz długoterminowych. Pełna wersja - Stochastic Full czyli STS jest najbardziej uniwersalna ze wszystkich wersji. Właśnie ta wersja została zaimplementowana.

#### 4.4.2. zasady działania

##### wzór

Wskaźnik składa się z dwóch linii: linii wolno oscylującej zwanej %K oraz linii %D, która jest 3 okresową średnią kroczącą z %K. Linia %K wyznaczana jest na podstawie znajomości ceny zamknięcia z danego dnia oraz cen najniższej i najwyższej z domyślnie przyjętych 14 poprzednich sesji zamknięcia. Z kolei otrzymane wartości są uśredniane i zobrazowane za pomocą linii %D. Wyznaczana jest na podstawie średniej kroczącej 3 poprzednich sesji z wyznaczonego %K na dany moment. Okres 3 dniowy jest również standardowo przyjętą wartością używaną dla tego wskaźnika.

$$\begin{aligned}\%K &= 100 \times \frac{C - L_{14}}{H_{14} - L_{14}} \\ \%D &= EMA_3(\%K)\end{aligned}\tag{4.4}$$

We wzorze:

- C - aktualny kurs zamknięcia
- $L_{14}$  - najniższa cena w przedziale 14 okresowym
- $H_{14}$  - najwyższa cena w przedziale 14 okresowym
- $EMA_3$  - średnia krocząca w przedziale 3 okresowym

##### strategia decyzyjna

Aby analizować wskazania oscylatora najpierw należy zaznaczyć, że jego wskazania znajdują się w zakresie od 0% - 100%. Zakres 0 jest w okolicach najmniejszej wartości sygnałów oscylatora stochastycznego, a 100 jest dla najwyższej wartości. Do interpretacji wskazań jako istotne momenty na wykresie przyjmuje się standardowo poziom na wysokości 20% i 80% wykresu - nazywane poziom 20 i poziom 80.

- Sygnał na kupno akcji - linia %K przecina w dół poziom 20
- Sygnał na sprzedaż akcji - linia %K przecina w górę poziom 80

Poziom 20 nazywany jest też poziomem wyprzedania, a z kolei poziom 80 to poziom wykupienia.



Rys. 4.8. Wykres przedstawia oscylator stochastyczny.

#### 4.4.3. przykłady numeryczne

Zastosowanie i interpretacja oscylatora stochastycznego w praktyce zostanie przedstawione na dwóch poniższych przykładach. Do przykładu, dla większej czytelności wykresu zostało wybrane przybliżenie wartości do zakresu 4 miesięcy, od stycznia do kwietnia 2019. Ponadto użyte dane pochodzą z serwisu Stooq.

##### Przykład 1: sygnał kupna

Dla sygnału kupna linia %K przecina w dół poziom 20% swojego zakresu. Dla zastosowanego przedziału czasu, w tym przykładzie można zaobserwować wygenerowane trzy przykłady sygnałów kupna: 15 lutego, 5 marca oraz 26 marca.



Rys. 4.9. Wykres przedstawia momenty wejścia w strefę wykupienia (K) wygenerowane przez oscylator stochastyczny.

Efektem jaki można zaobserwować jest to, że po przekroczeniu poniżej poziomu 20% wskaźnik wszedł w strefę "wykupienia". Nie zawsze jest to jednak pewny sygnał, ponieważ wskaźnik może znajdować się w tej strefie przez pewien czas - wtedy warto rozważyć zmieszenie pozio-

mu do np. 90%. W tym przykładzie wskaźnik w dwóch przypadkach znajdował się przez dłuższy czas w strefie wykupienia. Było to od 5 marca do 14 marca oraz krótszy okres od 26 marca do 27 marca.

### Przykład 2: sygnał sprzedaży

Dla sygnału sprzedaży linia %K przecina w górę poziom 80% swojego zakresu. Dla zastosowanego przedziału czasu, w tym przykładzie można zaobserwować wygenerowane trzy przykłady sygnałów sprzedaży: 25 stycznia, 6 lutego oraz 4 kwietnia.



Rys. 4.10. Wykres przedstawia momenty wejścia w strefę wyprzedania (S) wygenerowane przez oscylator stochastyczny.

Po przekroczeniu powyżej poziomu 80% wskaźnik wszedł w strefę "wyprzedania". Tak jak dla sygnału kupna warto pamiętać i przetestować jak wskaźnik zachowuje się powyżej tego poziomu i dostosować indywidualnie parametry. Dla tego przykładu wskaźnik znajdował się w strefie "wyprzedania" dłużej niż jeden dzień w dwóch przypadkach: od 25 stycznia do 28 stycznia oraz od 6 lutego do 7 lutego.

#### 4.4.4. podsumowanie

Oscylator stochastyczny jest łatwy w użyciu i skuteczny po dostosowaniu odpowiednich parametrów do danego typu rynku, ze względu na możliwość dopasowania odpowiedniej wersji oscylatora. Najczęściej używany jest przez inwestorów do analizy interwału dziennego przy dużej ilości wyraźnych sygnałów.

#### 4.5. Wskaźnik zagregowany

Wskaźnik zagregowany składa się z  $N$  poprzednich wskaźników. Jest on sumą odpowiednich wag przemnożonych przez znormalizowaną wartość wynikającą z wartości wyznaczonych przez poprzedni wskaźnik (np. MACD). Dodatkową wartością pojawiającą się we wzorze jest wartość progowa  $\omega_0$ , którą można interpretować jako tendencję do kupna lub sprzedaży. Jeżeli jest ona ujemna, nasz wskaźnik będzie wykazywał mniejszą tendencję do kupna i pozostałe wartości będą musiały być większe, żeby pokazał sygnał do kupna.

$$y = \omega_0 + \sum_{i=1}^N (\alpha_i \cdot \omega_i) \quad (4.5)$$

##### 4.5.1. Normalizacja wskaźników

Do normalizacji wskaźników wykorzystujemy funkcje aktywacyjne popularne w sieciach neuronowych. Funkcje aktywacyjne, które planujemy wykorzystać mają następujące cechy:

- Przyjmują wartości w całej dziedzinie liczb rzeczywistych  $\mathbb{R}$
- Wartości zwracane są w przedziałach  $(-1, 1)$  albo  $(0, 1)$
- Są ciągłe i rosnące

W naszym przypadku wykorzystujemy funkcję nazywaną się sigmoid. Gdy zwrócona przez sigmoid wartość będzie większa od 0.5, jest to sygnał do zakupu akcji dla danego wskaźnika, a gdy wartość jest mniejsza niż 0.5 - sygnał do sprzedania. Wagi pozwalają stwierdzić jak ważna ma być decyzja danego wskaźnika i w przypadku tego wskaźnika, jeżeli wartość naszego zagregowanego wskaźnika jest większa niż 0, jest to sygnał do kupna, a w przeciwnym wypadku do sprzedaży.

##### Normalizacja MACD

Do znormalizowania wartości zwracanych wskaźnik MACD wykorzystamy po prostu różnicę pomiędzy wartością  $MACD$  i  $signal$ .

$$\alpha_{MACD}(X) = MACD_{(12,26)}(X) - signal_9(X) \quad (4.6)$$

##### Normalizacja Wstęg Bollingera

Do znormalizowania Wstęg Bollingera wykorzystamy opracowany przez samego Bollingera w wiosnę 2010 r. wskaźnik bezpośrednio bazujący na Wstęgach Bollingera - %b.

$$\alpha_{\%b}(X) = (X - lower\ band) / (upper\ band - lower\ band) \quad (4.7)$$

##### Normalizacja oscylatora stochastycznego

<<< todo >>>

##### 4.5.2. Algorytm Genetyczny

Algorytm genetyczny jest algorytmem heurystycznym do znajdowania prawie optymalnych rozwiązań w sytuacjach, gdy szukanie rozwiązania optymalnego jest trudne i samo rozwiązanie prawie optymalne nas satysfakcjonuje. Algorytm jest wzorowany na działaniu ewolucji genetycznej u zwierząt w naturze. W algorytmie genetycznym wykorzystuje się następujące pojęcia:

- Chromosom - reprezentacja rozwiązania problemu
- Osobnik - inne określenie na chromosom
- Gen - pojedyncza waga w chromosomie
- Fitness - wartość oznaczająca dopasowanie chromosomu do rozwiązania naszego problemu (przykładowo im wyższa jest wartość fitness, tym chromosom lepiej rozwiązuje nasz problem)
- Selekcja - wybór najlepiej dopasowanych osobników
- Krzyżowanie - tworzenie nowego osobnika poprzez mieszanie genów dwóch innych osobników
- Mutacja - zmiana genu na inny gen u któregoś z osobników
- Pokolenie - pula osobników w danej iteracji algorytmu

Pierwszym krokiem algorytmu genetycznego jest wygenerowanie pierwszego pokolenia. Wykonuje się to poprzez losową generację genów dla każdego nowego osobnika. Następnymi krokami są: obliczenie wartości fitness dla każdego z osobników oraz selekcja osobników na podstawie tej wartości. W tym momencie możemy zapamiętać najlepszego do tej pory osobnika. Ważne, by zrobić to przed mutacją, gdyż w wyniku mutacji geny mogą się zmienić. Gdy osobniki zostaną wybrane, cała reszta jest usuwana, a na ich miejsce tworzone są nowe osobniki poprzez krzyżowanie dwóch losowo wybieranych osobników. Powstałe w ten sposób pokolenie może znacząco różnić pomiędzy różnymi uruchomieniami algorytmu, nawet jeśli pokolenie, z którego te osobniki są generowane jest takie same, jednak krzyżując tak osobniki ze sobą mamy dużą szansę, że któryś z nowo powstałych osobników będzie jeszcze lepiej dopasowany do problemu (szukamy w ten sposób lokalnego najlepszego rozwiązania). Przedostatnim krokiem jest mutacja genów, która dla każdego osobnika odbywa się z losowym prawdopodobieństwem (część osobników może nie zmutować). Naszym celem jest znalezienie najlepszego rozwiązania globalnego, jednak krzyżowanie zbliża nas jedynie do najlepszego lokalnego rozwiązania dla obecnego pokolenia. Mutacje są rozwiązaniem tego problemu sprawiając, że rozszerzamy spektrum poszukiwań. Ważnym parametrem tutaj jest prawdopodobieństwo występowania mutacji. Przy zbyt dużym algorytm będzie działał w sposób zbyt przypadkowy, a przy zbyt małym - przez bardzo długie czasy będziemy pozostawać w lokalnym najlepszym rozwiązaniu. Najczęściej stosowane prawdopodobieństwo na mutację genu w algorytmach genetycznych to pomiędzy 0.2% a 0.5%. Czasami sama mutacja to za mało, ponieważ szansa na to, że dany osobnik przetrwa w selekcji po mutacji jest mała, więc w bardziej złożonych algorytmach genetycznym symuluje się podział na gatunki sprawiając, że nawet najmniej dopasowany osobnik, jeżeli wyjątkowo różni się od pozostałych, może przetrwać, dając mu w ten sposób szansę do znalezienia lokalnego najlepszego rozwiązania dla tego osobnika. Po mutacji sprawdzamy warunek zakończenia algorytmu (np. liczbę iteracji, którą mieliśmy wykonać) i wracamy do kroku drugiego kroku algorytmu (obliczania wartości fitness), jeżeli warunek nie jest spełniony.



## **5. PREZENTACJA APLIKACJI**

Prezentacja GUI, testów narzędzi z rozdziałów 2-4

### *5.0.1. interfejs standardowy*

to do

### *5.0.2. interfejs inwestora*

to do

### *5.0.3. interfejs zagradowanego wskaźnika*

to do

## **6. ZAKOŃCZENIE**

kierunki rozwoju (np. to czego nie uda się zrobić w pkt. 4)

## WYKAZ LITERATURY

- [1] Duda A.: *Wprowadzenie do topologii*, PWN, Warszawa 1986
- [2] Engelking R., Sieklucki K.: *Geometria i topologia. Część II. Topologia*, PWN, Warszawa 1980
- [3] Patkowska H.: *Wstęp do topologii*, PWN, Warszawa 1979
- [4] Sieklucki K.: *Geometria i topologia. Część I. Geometria*, PWN, Warszawa 1979
- [5] National Center of Biotechnology Information, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov> (data dostępu 20.12.2012 r.).

## WYKAZ RYSUNKÓW

1.1	aplikacja BiznesRadar - logo . . . . .	7
1.2	aplikacja BiznesRadar - indeksy i wykres . . . . .	7
1.3	aplikacja BiznesRadar - decyzje i sprawozdania . . . . .	8
3.1	Transformacja Fouriera . . . . .	11
3.2	Wykres $e^{ix}$ . . . . .	12
4.1	wykres MACD . . . . .	14
4.2	MACD - sygnały kupna . . . . .	15
4.3	MACD - sygnały sprzedaży . . . . .	16
4.4	Wstęgi Bollingera . . . . .	17
4.5	Wstęgi Bollingera - Przykład 1 . . . . .	18
4.6	Wstęgi Bollingera - Przykład 2 . . . . .	19
4.7	Wstęgi Bollingera - Przykład 3 . . . . .	19
4.8	Oscylator stochastyczny - wykres . . . . .	21
4.9	Oscylator stochastyczny - strefa wykupienia . . . . .	21
4.10	Oscylator stochastyczny - strefa wyprzedania . . . . .	22

## WYKAZ TABEL

## **DODATEK A**