STRESZCZENIE

Aplikacja wraz z GUI do analizy sygnałów dyskretnych

Celem niniejszej pracy dyplomowej jest stworzenie zaawansowanego narzędzia w pythonie do analizy sygnałów dyskretnych za pomocą szerokiego spektrum narzędzi. Sygnały otaczają człowieka we wielu aspektach życia od telekomunikacji aż po medycynę i inwestycje giełdowe.

Pierwsza częć pracy porusza zagadnienie sygnałów. Wprowadzone jest pojęcie sygnałów cyfrowych i podstawowe narzędzia służące do ich analizy.

W drugiej części poruszane są szczegóły najpopularniejszych metod analizy sygnałów. Jeden rozdział został poświęcony wykrywaniu częstotliwości znajdujących się w sygnale za pomocą transformacji Fouriera. Z kolei następny rozdział przybliża zagadnienie wykrywania sygnałów w decyzyjnych inwestycyjnych i ich interpretacją, którą zajmuje się analiza techniczna.

W ostatniej części poruszone zostały zagadnienia implementacji narzędzia. Rozdział omawia wykorzystywane narzędzia Pycharm Anaconda oraz Jupyter Notebook. Omówione zostały także zastosowane biblioteki. Podane są wymagania sprzętowe oraz opis instalacji wymienionego środowiska. Na koniec został zaprezentowany interfejs stworzonego narzędzia i instrukcja obsługi.

Słowa kluczowe: sygnały, sygnały cyfrowe, sygnały dyskretne, inwestycje, Pycharm Anaconda, Jupyter Notebook, transformacja Fouriera, analiza techniczna, wskaźniki

Dziedzina nauki i techniki, zgodnie z wymogami OECD: nauki inżynieryjne i techniczne, informatyka (czy dobrze?)

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 adipiscin

SPIS TREŚCI

WYKAZ WAŻNIEJSZYCH OZNACZEŃ I SKRÓTÓW

PWM – Pulse Width Modulation
ADC – Analog-to-Digital Converter
SPI – Serial Pheripheral Interface
PCB – Printed Circuit Board

1. WSTĘP I CEL PRACY

1.1. Wprowadzenie do sygnałów

Sygnałem nazywamy zmienność dowolnej mierzalnej wielkości we funkcji argumentu, którym najczęściej jest jednostka czasu. Używane są w celach badawczych, by mierzyć i sprawdzać zachowanie systemów, a także do przekazywania informacji zebranych w czasie.

Sygnały można spotkać wszędzie. Znajdują one zastosowanie we wielu dziedzinach życia, od telekomunikacji aż po medycynę i astronomię. Przykładowo w telekomunikacji sygnały są nośnikiem informacji w centralach telefonicznych. Z kolei w medycynie służą do oceny stanu rytmu serca i wykrycia ewentualnych zaburzeń za pomocą badania elektrokardiografii. Wynikiem odczytu sygnału jest krzywa, która odpowiada pełnemu cyklowi serca, której interpretacji dokonuje lekarz. W podobny sposób w medycynie są odczytywane także inne czynności życiowe, takie jak puls czy czynności układu nerwowego. Z kolei w elektronice sygnały są wykorzystywane do mierzenia wartości napięcia elektrycznego w układach elektronicznych. W motoryzacji sygnały są wykorzystywane do sterowania systemem wytrysku paliwa, a w ekonomii do badania zjawisk ekonomicznych, takich jak popyt czy podaż. W przemyśle sygnały są używane przenoszą informacje o stanie urządzeniami jak piece i roboty, ponad to służą też do sterowania nimi. Sygnały służą też do ochrony przed wstrząsami sejsmologicznymi poprzez badanie energii masy. Podobnie w astronomii za pomocą sygnału przenoszone są informacje o impulsach emitowanych przez obiekty pozaziemskie. Możliwy jest wtedy między innymi odczyt jak szybko lub w jakim kierunku obiekt się porusza. Co więcej, sygnały są również wykorzystywane we wojsku w systemach bezpieczeństwa, nawigacji i łączności, a nawet w zdalnym sterowaniu maszynami bezzałogowymi.

We wielu aspektach życia, wspomnianych powyżej można zauważyć, że analiza sygnałów jest niezbędna. Nie tylko ratuje życie za pomocą mierzenia czynności życiowych, ale także czyni je prostszym, bo umożliwia korzystanie z urządzeń telekomunikacyjnych.

1.2. Cel pracy, założenia

Na codzień każdy inwestor giełdowy, który analizuje wykresy kursu akcji ma również styczność ze sygnałami, są to sygnały kupna i sprzedaży. Celem projektu jest stworzenie zaawansowanego narzędzia w pythonie do analizy sygnałów dyskretnych za pomocą szerokiego spektrum narzędzi tak, by usprawnić proces decyzjny inwestora.

Istnieje bardzo dużo narzędzi do analizy danych. Systemy te zawierają różne wskaźniki czyli narzędzia, które służą do identyfikacji kierunku rozwoju cen akcji, tak zwanego trendu. W dostępnych systemach najczęściej używane są te najbardziej popularne wśród inwestorów, gdzie można odczytać ich wykresy. Wreszcie można także znaleźć zakładki z odpowiednią interpretacją wartości wskaźników i oceną o kupnie, bądź sprzedaży generowanej przez dany wskaźnik. Są to jednak prezentowane pojedyncze decyzje w postaci listy wskaźników wraz z ich oceną.

W trakcie gry giełdowej liczy się czas, zwłaszcza przy inwestycjach krótkoterminowych od inwestora wymagane jest podjęcie szybkiej decyzji. Cechą która wyróżnia ten projekt, sporód innych systemów w analizie technicznej jest wprowadzenie usprawnienia w postaci zaregowanego wskaźnika do komponentu związanego z analizą techniczną. System wspomaga decyzję użytkownika w postaci podsumowania ocen wszystkich użytych wskaźników do jednej czytelnej oceny, co znacznie usprawnia podjęcie decyzji.

Na podstawie notowań indeksów giełdowych, czyli wycen akcji wybranych spółek giełdowych wyliczane są wartości wskaźników, które są wizualizowane na wykresie. W narzędziu możliwe jest dynamiczne zarządzanie wykresem przez użytkownika poprzez dowolne przybliżanie i dodawanie/ usuwanie parametrów wykresu. Osoba obsługująca system ma możliwość odczytania interpretacji wskaźników, również zagregowanej decyzji z dowolnego dnia z przeszłości, aż do najnowszego. Możliwe jest również przeprowadzenie symulacji inwestycji z decyzjami sugerowanymi przez system na wczytanych danych historycznych. Ta funkcjonalność może być przydatna przykładowo w poznawaniu nowego indeksu giełdowego. Jednocześnie system umożliwia też analizę innych sygnałów, niż te pochodzące z indeksów giełdowych. Do analizy tych sygnałów użytkownik może korzystać w taki sam sposób z funkcjonalności wykresu.

Istotnymi założeniami projektu jest przeznaczenie systemu dla zaawansowanych inwestorów. W trakcie inwestycji istotna jest znajomość podstawowej wiedzy na temat dostępnych narzędzi i umiejętność odczytania przedstawionych wykresów. Również istotne jest doświadczenie ze względu na znajomość sytuacji gospodarczej, którą również trzeba uwzględniać przy podejmowaniu decyzji inwestycyjnej.

1.3. Podział pracy

(todo: uzupełnienie podziału tekstu pracy)

Agnieszka Wojciechowska

- Aplikacja:
  interfejs inwestora,
  wskaźnik: oscylator stochastyczny,
  moduł interpretacji wskaźników: MACD, wstęgi Boillingera, oscylator stochastyczny

- Tekst pracy: streszczenie, rozdział 1, punkty 2.1, 4.1, 4.2, 4.4

Mateusz Rutkiewicz

- Aplikacja:
  interfejs podstawowy,
  wskaźnik: MACD, wstegi Boillingera, zagregowany wskaźnik,
  operacje matematyczne

- Tekst pracy: rozdział 3, punkty 4.3, 4.5

1.4. *Struktura pracy*

Omawiana praca dyplomowa została podzielona na sześć rozdziałów, które poniżej zostaną krótko przybliżone.

W pierwszym, aktualnie omawianym rozdziale zawarte zostało wprowadzenie do tematu sygnałów oraz został przedstawiony cel pracy. Podano również szczegółowy podział prac dyplomantów realizujących pracę w grupie. Następnie krótko przedstawiono strukturę pracy.

Następny rozdział zawiera omówienie teorii sygnałów cyfrowych, która jest używana w projekcie. Przybliżone zostały podstawowe narzędzia takie jak średnia krocząca i odchylenie standardowe.

Trzeci rozdział został w całości poświęcony transformacji Fouriera, która jest jedną z najpowszechniejszych metod analizy sygnałów i znajduje zastosowanie między innymi w interpretacji częstotliwości dźwięku.

Kolejny rozdział omawia szczegółowo pojęcie analizy technicznej poprzez prezentację zasad działania zastosowanych w projekcie wskaźników wraz z omówieniem zaproponowanego wskaźnika i jego wyników. Na zakończenie przedstawiono testy symulacji inwestycji z udziałem omówionych wskaźników oraz wnioski z otrzymanych wyników.

Następna część, piąta przedstawia prezentację interfejsu stworzonego narzędzia. Rozdział omawia wykorzystywane narzędzia i biblioteki. Podane są wymagania sprzętowe, opis instalacji wymaganego środowiska oraz instrukcja obsługi narzędzia.

Ostatnia część zawiera podsumowanie i prezentację wniosków z usyskanych efektów w pracy. Zaproponowane zostały również dalsze kierunki rozwoju.

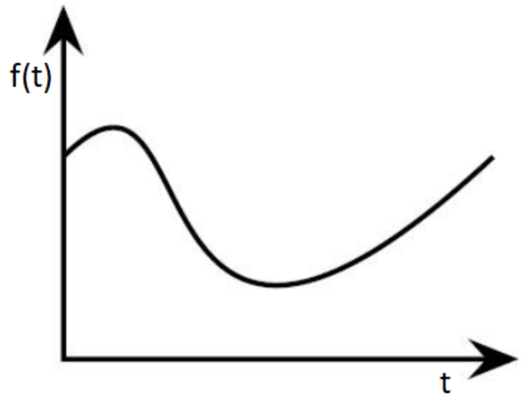
2. SYGNAŁY CYFROWE

2.1. Wprowadzenie

Ze względu na ciągłość dziedziny i wartości, sygnały można podzielić na analogowe, dyskretne i cyfrowe. Proces ich otrzymywania został opisany poniżej.

Sygnał analogowy

Sygnał analogowy powstaje poprzez mierzenie przebiegu zmian wielkości fizycznych przez sygnał elektryczny. Cechą szczególną jest to, że przyjmuje dowolne wartości, które są znane w każdej chwili czasu. Zatem dziedzina i zbiór wartości sygnału analogowego są ciągłe. Przebieg obserwacji zbierany jest z operacji wykonywanych przez układy różniczkująco-całkujące.



Rys. 2.1. Wykres przedstawia sygnał analogowy.

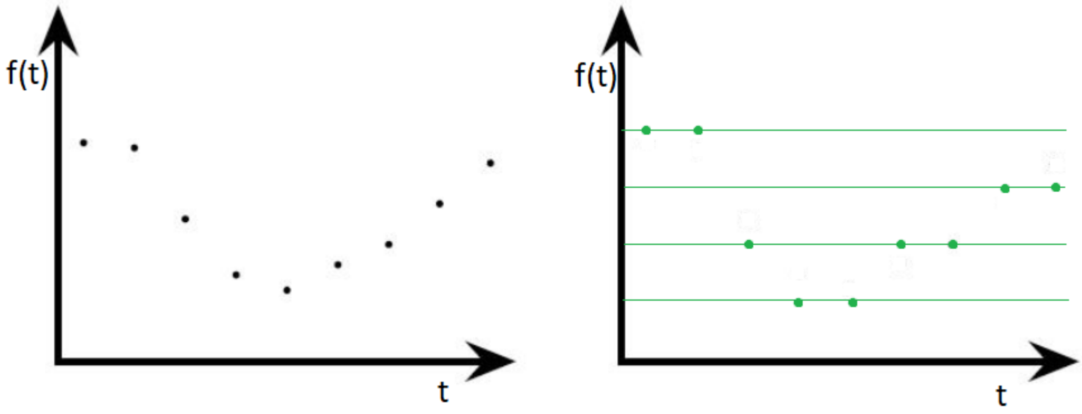
Poniżej zostaną omówione dwa procesy, dyskretyzacja i kwantyzacja, które biorą udział w tworzeniu sygnału cyfrowego.

Dyskretyzacja sygnału analogowego

Sygnał dyskretny i cyfrowy powstaje poprzez operację próbkowania sygnału. Próbkowanie jest to najpierw zmierzenie wartości w danej chwili czasu i następnie zapisanie jej. Proces podziału czasu na pewne rozłączne podzbiory, które są reprezentowane przez dane przypisane im reprezentacje nazywa się dyskretyzacją. W ten sposób powstaje sygnał dyskretny. Sygnał ten ma dyskretną dziedzina, a wartości pozostają ciągłe w czasie, ponieważ przyjmuje dowolne wartości w konkretnych punktach osi czasu.

Kwantyzacja sygnału analogowego

Inaczej jest dla sygnału cyfrowego. Najpierw wartości są próbkowane w czasie, jak w przypadku sygnału dyskretnego. Natępnie ze względu na potrzeby wykorzystania sygnałów w systemach cyfrowych powstała potrzeba dostosowania odczytywanych wartości do skończonej liczby bitów możliwej do odczytania przez te urządzenia. Proces odwzorowania dowolnych wartości do najbliższych poziomów reprezentacji nazywany jest kwantyzacją. Taka operacja zmniejsza dokładność danych. Różnica między pierwotną wartością, a skwantyzowaną nazywana jest błędem kwantyzacji.



Rys. 2.2. Wykres po lewej przedstawia sygnał dyskretny. Z kolei na wykresie po prawej powstaje sygnał cyfrowy. Zakładając, że zielone linie to zakres wartości, które może przyjąć to część wartości trzeba zaokrąglić. Efektem tego są są dyskretne wartości zaznaczone zielonymi kropkami na wykresie po prawej przekształcone z pierwotnego zdyskretyzowanego sygnału oznaczonego czarnymi kropkami na wykresie po lewej.

2.2. Narzędzia

Poniżej zostały zaprezentowane podstawowe narzędzia do analizy sygnałów cyfrowych. Są to podstawowe narzędzia do analizy sygnałów. Wykorzystywane są w różnych obaszarach takich jak finanse, czy fizyce.

2.2.1. Średnia krocząca

opis

Moving average, czyli MA to w polskim tłumaczeniu jest średnia krocząca. Jest to bardzo popularne narzędzie w gronie inwestorów. Przydatne jest między innymi do analizowania trendu panującego na rynku.

Występuje wiele rodzajów średnich kroczących, które różnią się między sobą interpretacją i sposobem obliczania. Generalnie każdy z nich opiera się o obliczenie średniej wartości z wyznaczonej liczby przeszłych okresów. Okrelenie “krocząca” w średniej kroczącej oznacza właśnie ten stały okres odstępów czasu pomiędzy obliczeniami.

W poniższej części opisane zostały dwie najbardziej popularne średnie ruchome to prosta średnia ruchoma SMA oraz wykładnicza średnia ruchoma EMA.

zasady działania

Prosta średnia ruchoma

Tak zwana SMA, czyli z angielskiego simple moving average, a w polskim tłumaczeniu ”prosta średnia ruchoma” to zwykła średnia ze wszystkich wartości, podzielona przez n okresów:

$$SMA = \frac{1}{n}\sum_{i=0}^{n-1} p_i = \frac{p_0 + p_1 + ... + p_{n-1}}{n}, \tag{2.1}$$

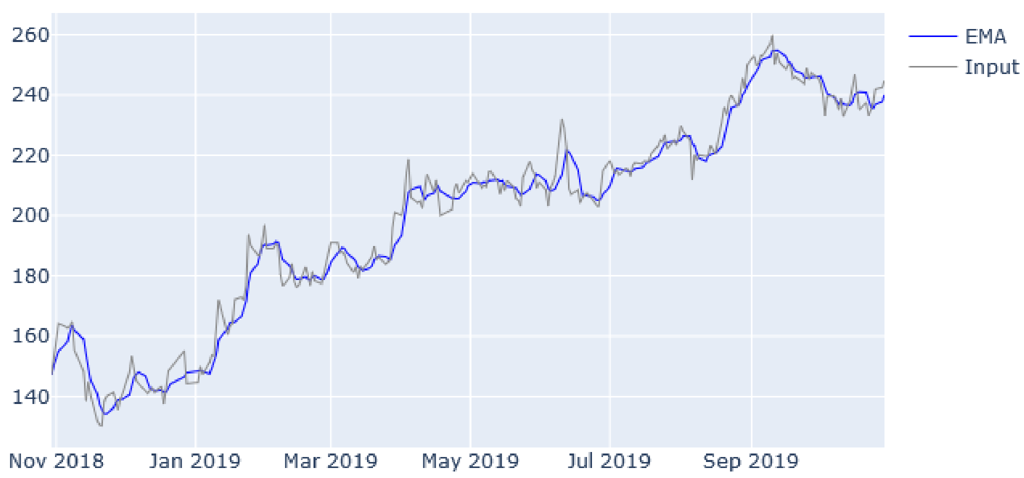
gdzie:

- SMA - simple moving average (po polsku prosta średnia ruchoma)
- n to liczba okresów,
- p_i to wartość z sprzed i okresów

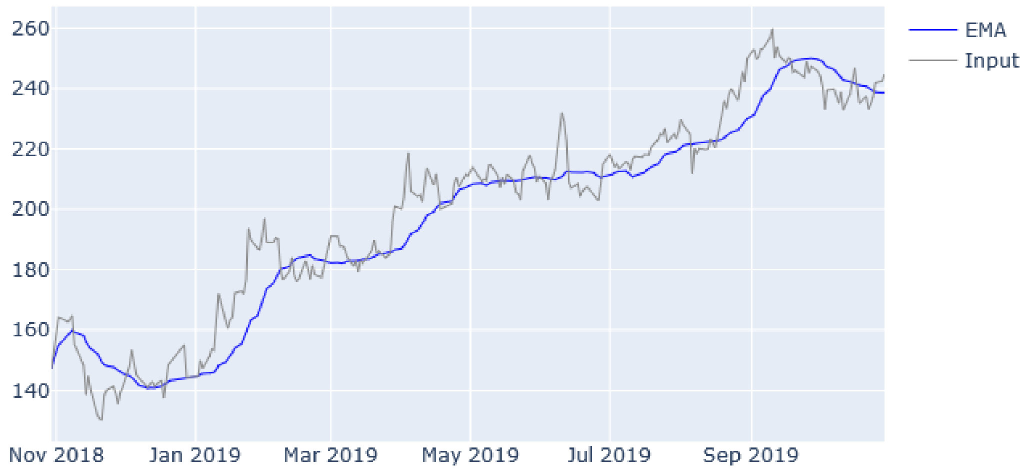
Jej działanie polega "kroczeniu" po wykresie i obliczaniu dla danego punktu na wykresie średniej z ostatnich n próbek. W przypadku, gdy n jest większe niż ilość ostatnich próbek, którą dysponujemy, parametr n jest zmniejszany w danym miejscu do ilości dysponowanych ostatnich próbek. Oznacza to, że np. dla pierwszej próbki liczymy średnią ruchomą z jednej próbki, dla dwóch pierwszych próbek z dwóch, itd. aż do n-tej próbki, skąd liczymy już tylko dla n ostatnich próbek.

Wolna średnia krocząca charakteryzuje się wolnymi reakcjami na zmieniające się ceny. Jej celem jest pokazanie trendu poprzez wygładzenie wykresu pozbywając się krótkookresowych zmian i uwidaczniając bardziej te długookresowe. Zaletą SMA jest do ochrona przed fałszywymi sygnałami na rynku. Jednak minusem jest zdecydowanie opóźnienie w odczytywaniu trendu.

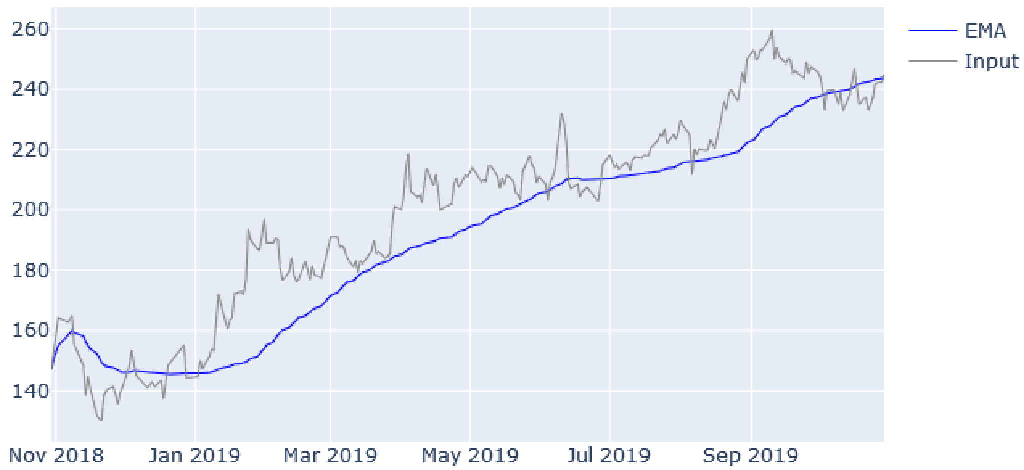
Poniżej zaprezentowano różnice w wygładzaniu wykresu EMA dla różnych parametrów n.



Rys. 2.3. EMA_5



Rys. 2.4. EMA_{20}



Rys. 2.5. EMA_{50}

Trzy powyższe wykresy (rys. 2.3, 2.4, 2.5) przedstawiają średnią kroczącą EMA_n dla parametrów 3, 20 oraz 50. Można zauważyć, że im większy jest parametr n, tym wykres staje się gładszy.

Wykładnicza średnia ruchoma

Z kolei EMA, czyli z angielskiego exponential moving average, co znaczy "wykładnicza średnia ruchoma” to pewna forma średniej ważonej, gdzie znaczenie coraz bardziej odległych w czasie składników maleje wykładniczo.

$$EMA = \frac{\sum_{i=0}^{n-1}((1-\alpha)^i p_i)}{\sum_{i=0}^{n-1}(1-\alpha)^i}, \tag{2.2}$$

gdzie:

- EMA - exponential moving average (po polsku wykładnicza średnia ruchoma)
- $\alpha = \frac{2}{n}$,
- p_i to wartość z sprzed i okresów

Szybka średnia krocząca, jak sugeruje nazwa jest przeciwieństwem wolnej średniej kroczącej. EMA charakteryzuje się szybkimi reakcjami na zmiany cen. Zdecydowanie do zalet należy brak opóźnienia w odczytywaniu sygnałów, jednak wadą jest to, że mogą być one fałszywe.

przykład

todo - można dać przykład: średnia krocząca w MACD???

2.2.2. Odchylenie standardowe

opis

Odchylenie standardowe jest miarą rozrzucenia próbek. Informuje nas, jak bardzo próbki są oddalone od średniej. Im bliżej wartości 0, tym bliżej wszystkim próbką do średniej. Odchylenie standardowe jest bardzo często stosowane w probabilistyce, gdzie pozwala obliczyć oczekiwany błąd wynikający z losowości danych. Samo odchylenie standardowe wraz ze średnią jest wystarczające do jednoznacznego opisania dowolnego rozkładu Gaussa prawdopodobieństwa, chociaż zazwyczaj stosuje się średnią oraz wariancję (kwadrat odchylenia standardowego). W analizie technicznej znajduje swoje zastosowanie we Wstęgach Bollingera, gdzie jest używane jako kroczące odchylenie standardowe (podobnie jak krocząca średnia wyżej) i pomaga wykrywać szczyty i dołki cenowe.

zasady działania

Wzór na odchylenie standardowe to:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=0}^{n-1}(X_i - SMA)^2} \tag{2.3}$$

W przypadku analizy technicznej, odchylenie standardowe może się pojawić jako kroczące odchylenie standardowe σ_n, które jest podobne do średniej kroczącej. Wartość kroczącego odchylenia standardowego w danym miejsu to odchylenie standardowe z n ostatnich próbek.

Dla sygnału, który ma wszystkie próbki takie same, co oznacza, że i średnia tego sygnału jest taka sama, kwadrat różnicy we wzorze wyniesie 0 dla każdej próbki, co sprawi, że odchylenie standardowe wyniesie 0. Oznacza to kompletny brak rozrzucenia danych i jest to jedyny przypadek, dla którego odchylenie standardowe może wynieść 0.

przykład

<<<todo>>>

2.2.3. Pochodne

opis

Pochodna funkcji jest podstawowych pojęć w analizie matematycznej opisujące szybkości wzrostu funkcji w danym momencie. Ma swoje zastosowanie nawet w najbardziej podstawowych pojęciach fizycznych, np. prędkość jest pochodną położenia, czyli opisuje zmianę położenia, przyspieszenie jest pochodną prędkości, czyli opisuje zmianę prędkości, itp.

zasady działania

Pochodna $f'(x)$ jest liczona jako różnica pomiędzy wartością $f(x)$ w dwóch różnych punktach podzeloną przez odległość między tymi punktami h dla h dążącego do 0.

$$f'(x) = \lim_{h \to 0} \frac{f(x+h) - f(x)}{h} \tag{2.4}$$

Innym sposobem na zapisanie pochodnej jest postać $\frac{df(x)}{dx}$, która pozwala na przeprowadzanie bardziej złożonych operacji na pochodnych (np. w równaniach różniczkowych). dx pozwala nas łatwo poinformować, która zmienna jest operatorem w pochodnej. Tą postać można bardzo łatwo wykorzystać do udowodnienia pochodnej na funkcje złożoną, które mówi, że pochodna funkcji złożonej to pochodna funkcji razy pochodna wnętrza tej funkcji. Weźmy np. funkcję złożoną $g(f(x))$. Pochodną tej funkcji $\frac{dg(f(x))}{dx}$ można rozbić w następujący sposób:

$$\frac{dg(f(x))}{dx} = \frac{dg(f(x))}{df(x)} \cdot \frac{df(x)}{dx} \tag{2.5}$$

Wracając do sposobu w jaki zapisujemy pochodną, drugi sposób pozwala też na rozróżnianie zmiennych w pochodnych funkcji wielu zmiennych, np. $f(x,y)$. Tego typu pochodne nazywa się pochodnymi cząstkowymi i zamiast d we wzorze używa się ∂. Pochodne cząstkowe funkcji $f(x,y)$ zapisuje się w następujący sposób:

$$\frac{\partial f(x,y)}{\partial x}, \frac{\partial f(x,y)}{\partial y}. \tag{2.6}$$

W przypadku pochodnych dyskretnych nie możemy liczyć tak poprostu granicy. Zamiast tego liczymi pochodną jako różnicę między próbkami, które mamy, podzieloną przez odległość między tymi próbkami. Najczęściej stosuje się wzór na pochodną środkową, jako że jest on bardzo prosty do zaimplementowania, w którym to sprawdzamy różnicę pomiędzy próbką odrobinę z tyłu oraz próbką odrobinę z przodu oraz dzielimy przez odległość pomiędzy tymi próbkami. W przypadku pochodnej na początku sygnału stosuje się pochodną prawostronną, gdzie jako że niedysponujemy próbką z lewej strony, używamy próbki, dla której liczymy pochodną. Analogicznie dla pochodnej na końcu sygnału stosujemy pochodną lewostronną, gdzie prawa próbka jest zastępowana aktualną próbką. Wzory:

$$f'(x_n) = \frac{f(x_{n+1}) - f(x_{n-1})}{x_{n+1} - x_{n-1}} \tag{2.7}$$

$$f'(x_n) = \frac{f(x_{n+1}) - f(x_n)}{x_{n+1} - x_n} \tag{2.8}$$

$$f'(x_n) = \frac{f(x_n) - f(x_{n-1})}{x_n - x_{n-1}} \tag{2.9}$$

Wzory te mogą być także stosowane dla pochodnych cząstkowych, gdzie liczymy pochodną dla jednej zmiennej, a pozostałe traktujemy jako stałe. Wzór na pochodne cząstowe środkowe dla funkcji $f(x, y)$:

$$\frac{\partial f(x_n, y_n)}{\partial x_n} = \frac{f(x_{n+1}, y_n) - f(x_{n-1}, y_n)}{x_{n+1} - x_{n-1}} \tag{2.10}$$

$$\frac{\partial f(x_n, y_n)}{\partial y_n} = \frac{f(x_n, y_{n+1}) - f(x_n, y_{n-1})}{y_{n+1} - y_{n-1}} \tag{2.11}$$

przykład

todo - można dać przykład: pochodne w badaniu trendu, predykcji

2.2.4. Całkowanie

opis

Całkowanie funkcji najczęściej jest przedstawiane po prostu jako odwrotność pochodnej. Jako, że jedną z jego interpretacji jest pole pod wykresem, mogą być stosowane w matematyce do obliczania pól figur opisanych za pomocą funkcji matematycznych.

zasady działania

Jeżeli funckja $F(x)$ jest całką funkcji $f(x)$, to $f(x) = \frac{F(x)}{dx}$. Ponieważ dodanie do funkcji $F(x)$ wartości stałej nie wpływa na wynik pochodnej, stosuje się podział na całki nieoznaczone i oznaczone. Całkę nieoznaczoną funkcji $f(x)$ zapisuje się wzorem:

$$F(x) = \int f(x)dx, \tag{2.12}$$

gdzie do wyniku całki dopisuje się stałą zapisaną często symbolem c, ponieważ jak już wcześniej wspomniano stała wartość nie ma wpływu operację odwrotną do całkowania, czyli prawdą jest, że $f(x) = \frac{F(x)+c}{dx}$. Drugi rodzaj całki to całka oznaczona, która jest różnicą całek nieoznaczonych pomiędzy wartościami wartościami a oraz b. Całkę oznaczoną zapiuje się wzorem:

$$\int_a^b f(x)dx = F(b) - F(a) \tag{2.13}$$

W przypadku całki oznaczonej niestosuje się już stałej c, ponieważ jest taka sama dla $F(b)$ oraz $F(a)$, a przez odejmowanie we wzorze skraca się. Można tutaj zauważyć, że wynikiem całki oznaczonej jest jakaś wartość będąca wynikiem odejmowania, a w całce nieoznaczonej była to funkcja $F(x)$.

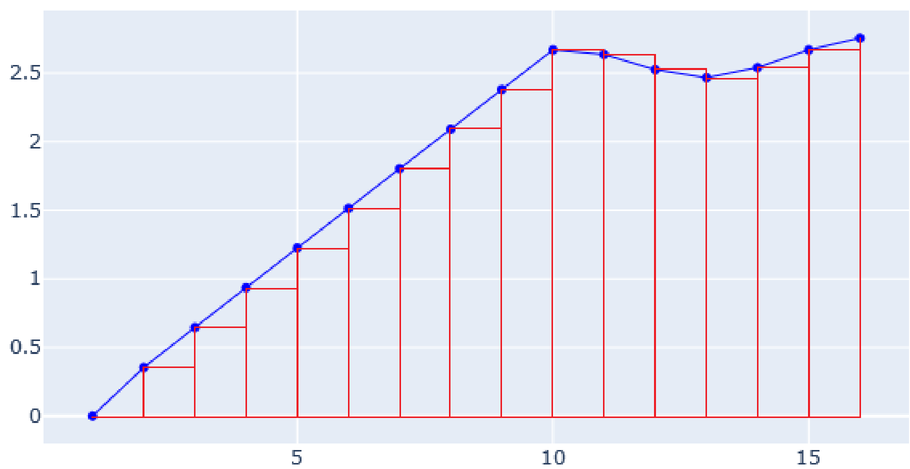
W całkowaniu dyskretnym możemy mówić jedynie o całkach oznaczonych, gdzie bardzo często wykorzystuje się interpretację całki oznaczonej jako pola pod wykresem funkcji $f(x)$ pomiędzy wartościami a oraz b. Tutaj proponowane są 2 proste sposoby na obliczanie przybliżenia całki: metoda prostokątów oraz metoda trapezów. Metoda prostokątów polega na obliczaniu pola prostokątów pomiędzy próbkami i zsumowania tych pól, co daje w przybliżeniu wynik całki. Z tego powodu bardzo często mówi się, że sumowanie zastępuje całkowanie w obliczeniach na wartościach dyskretnych. Drugi sposób, to wyznaczanie pól trapezów pomiędzy wartościami dyskretnymi, co daje zazwyczaj jeszcze lepsze przybliżenie niż metoda prostokątów. Poniżej są wzory na całkę dyskretną dla sygnału $f(x)$ o n próbkach, gdzie 2 pierwsze to metoda prostokątów, a trzeci to metoda trapezów:

$$F(x) \approx \sum_{i=0}^{n-2} (f(x_i) \cdot (x_{i+1} - x_i)) \tag{2.14}$$

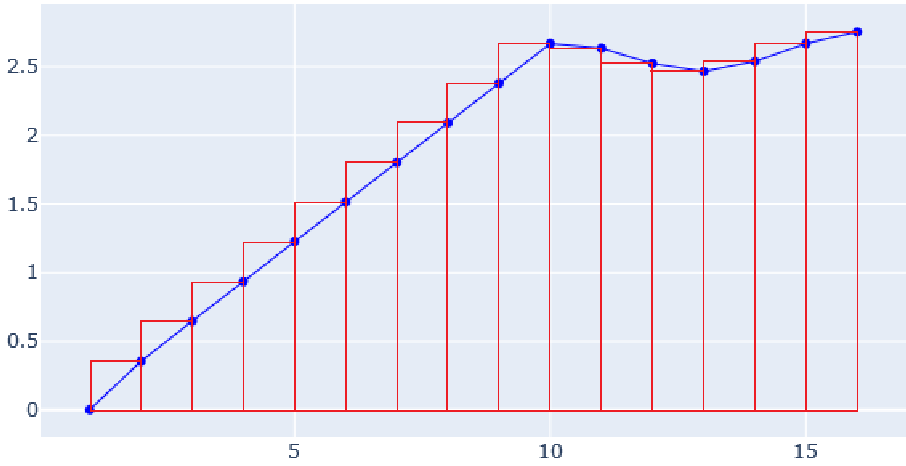
$$F(x) \approx \sum_{i=0}^{n-2} (f(x_{i+1}) \cdot (x_{i+1} - x_i)) \tag{2.15}$$

$$F(x) \approx \sum_{i=0}^{n-2} (\frac{f(x_i) + f(x_{i+1})}{2} \cdot (x_{i+1} - x_i)) \tag{2.16}$$

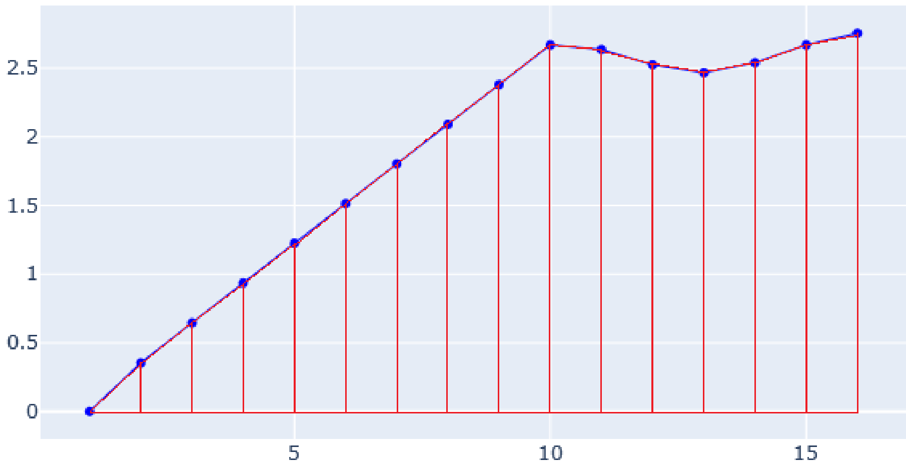
Dwa sposoby na obliczenie całki metodą prostokątów wynikają z tego, że wartość jednej próbki sygnału (pierwsza $f(x_0)$ lub ostatnia $f(x_{n-1})$) jest nieużywana, a w metodzie trapezów wykorzystujemy zawsze wszystkie próbki.



Rys. 2.6. metoda prostokatow - sposób pierwszy



Rys. 2.7. metoda prostokatow - sposób drugi

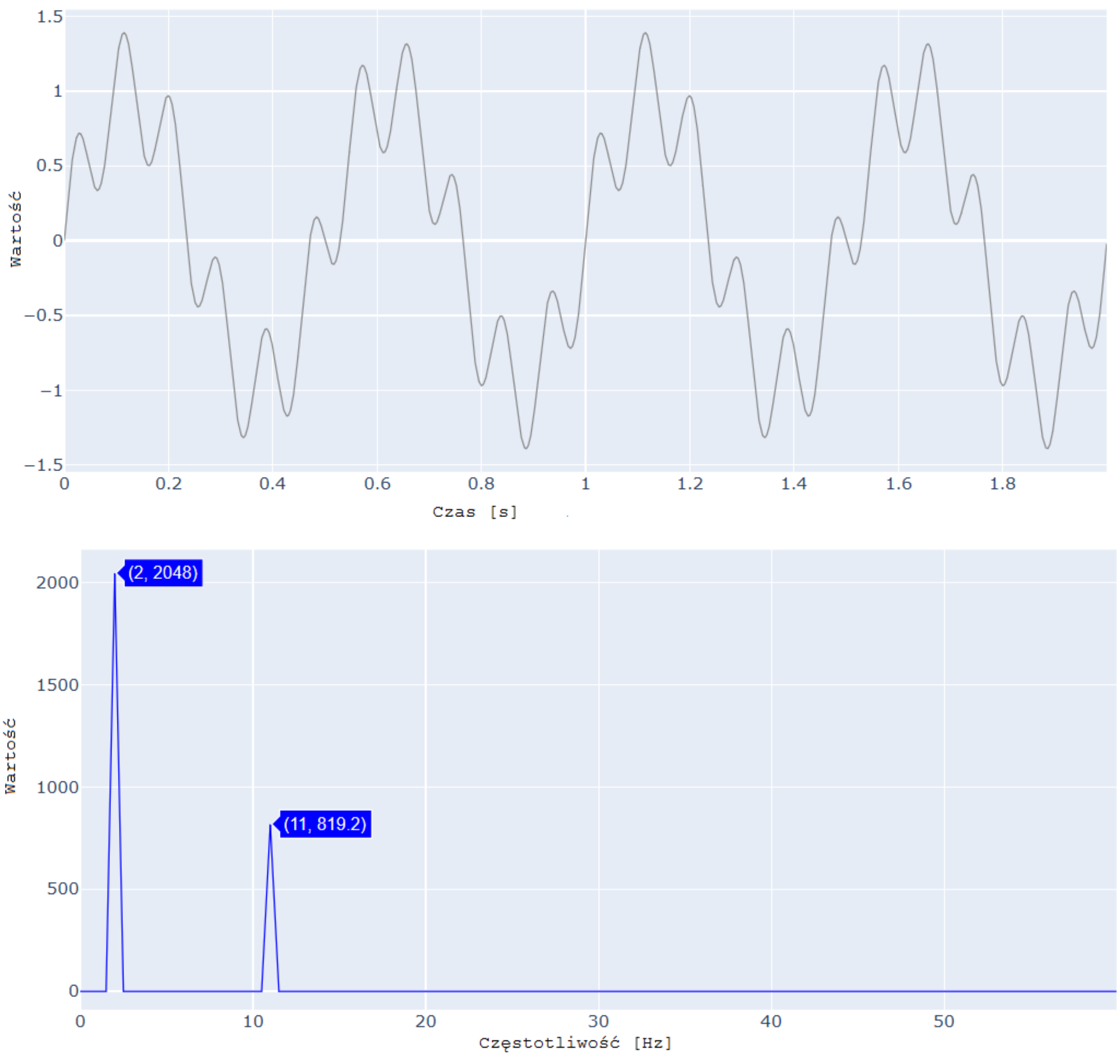


Rys. 2.8. metoda trapezów - na wykresie można zauważyć, że trapesy pokrywają się idealnie z całą funkcją, jednak ponieważ sam wykres jest przybliżeniem wartości pomiędzy próbkami nie oznacza to, że całka jest liczona w sposób idealny.

3. TRANSFORMACJA FOURIERA

3.1. Wprowadzenie

Jedną z najpowszechniejszych metod analizy sygnałów jest transformacja Fouriera opracowana przez Josepha Fouriera. Ze względu na obszerność tematu, postanowiono przedstawić ją w oddzielnym rozdziale. Transformacja Fouriera pozwala na transformację sygnału reprezentowanego w dziedzinie czasu na reprezentację w widmie częstotliwości występujących w sygnale, nazywanym też widmem Fouriera. Wynik transformacji Fouriera nazywa się transformatą Fouriera lub wcześniej wspomnianym widmem Fouriera. Transformacja Fouriera znalazła zastosowanie między innymi w akustyce, do reprezentacji dźwięku na częstotliwości w nim występujące



Rys. 3.1. Wykres na górze przedstawia analizowany sygnał $x(t) = 0.4 \cdot \sin(22\pi t) + \sin(4\pi t)$, gdzie t jest czasem w s. Okres samego sinusa $\sin(xt)$, gdzie x jest wartością stałą, a t wspomnianym wcześniej czasem w s, wynosi $\frac{x}{2\pi} Hz$. Oznacza to, że $\sin(22\pi t)$ ma okres równy $\frac{22\pi}{2\pi} Hz = 11Hz$, a $\sin(4\pi t)$ ma okres równy $\frac{4\pi}{2\pi} Hz = 2Hz$. Jako że $\sin(22\pi t)$ został dodatkowo przemnożony przez 0.4, jego wartość w widmie Fouriera powinna być mniejsza, niż u $\sin(4\pi t)$, co też wychodzi na rysunku niżej przedstawiającym wynik transformacji Fouriera na analizowanym sygnale.

w odtwarzaczach audio albo do kompresji dźwięku MPEG w celu wyeliminowania częstotliwości niesłyszalnych dla człowieka bądź takich, których i tak nie usłyszymy, bo inna częstotliwość za bardzo dominuje w danym momencie. Transformacja Fouriera ma też swoje zastosowanie w analizie technicznej, gdzie pozwala ustalić szybkozmienność giełdy, np. dla giełd typu Forex duże zmiany następują co chwilę, więc na wykresie transformaty Fouriera możemy oczekiwać dużych wartości przy dużych częstotliwościach.

3.2. Wzór

Wzór na transformację Fouriera oraz odwrotną transformatę Fouriera dla sygnałów ciągłych przedstawia się wzorami:

$$X(f) = \int_{-\infty}^{+\infty} x(t) \cdot e^{-2\pi i t f} dx \tag{3.1}$$

$$x(t) = \int_{-\infty}^{+\infty} X(f) \cdot e^{-2\pi i t f} dx \tag{3.2}$$

gdzie: f to częstotliwość w Hz, t to czas w s, a i to część urojona ($i = \sqrt{-1}$).

$X(f)$ jest zespolonym widmem Fouriera sygnału $x(t)$. Wykres widma w Rys. 3.1 jest tak naprawdę wykresem modułu widma $|X(f)| = \sqrt{Re(X(f))^2 + Im(X(f))^2}$, gdzie $Re(X(f))$ to część rzeczywista widma Fouriera, a $Im(X(f))$ to część urojona widma Fouriera. Widmo Fouriera jest wynikiem mnożenia analizowanego sygnału z zespolonym sygnałem $e^{-2\pi i t f}$ i całkowania tego iloczynu. Zespolony sygnał we wzorze jest zapisany w postaci wykładniczej liczby zespolonej i jest równy $\cos(2\pi t f) - i\sin(2\pi t f)$ (postać trygonometryczna).

W komputerach dla sygnałów dyskretnych stosuje się Dyskretną Transformację Fouriera, której para wzorów ma postać:

$$X(f) = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} x(n) \cdot e^{-2\pi i \frac{f}{f_{pr}} n} \tag{3.3}$$

$$x(n) = \frac{1}{f_{pr}} \int_{-f_{pr}/2}^{+f_{pr}/2} X(f) \cdot e^{-2\pi i \frac{f}{f_{pr}} n} \tag{3.4}$$

gdzie f to częstotliwość, f_{pr} to częstotliwość próbkowania, n to nr próbki, a i to część urojona ($i = \sqrt{-1}$).

3.3. Postać wykładnicza liczby zespolonej

Ponieważ we wzorze na transformację Fouriera jej zespolona składowa jest zapisana w postaci wykładniczej, warto omówić, skąd jest taka postać wzieła. Jej wyprowadzenie wynika z szeregu Taylora, który pozwala na zapisanie dowolnej funkcji za pomocą nieskończonej sumy wielomianów małego stopnia. Celem tego podrozdziału jest pokazanie równości postaci wykładniczej i trygonometrycznej, więc istotne są 3 wzory wynikające z szeregu Taylora:

$$e^x = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{x^n}{n!} = 1 + \frac{x}{1!} + \frac{x^2}{2!} + \frac{x^3}{3!} + ... \tag{3.5}$$

$$\sin(x) = \sum_{x=0}^{\infty} \frac{(-1)^n x^{2n+1}}{(2n+1)!} = x - \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!} - \frac{x^7}{7!} + ... \tag{3.6}$$

$$\cos(x) = \sum_{x=0}^{\infty} \frac{(-1)^n x^{2n}}{(2n)!} = 1 - \frac{x^2}{2!} + \frac{x^4}{4!} - \frac{x^6}{6!} + ... \tag{3.7}$$

Udowadnianie równości zaczyna się od rozpisania e^{ix}:

$$e^{ix} = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(ix)^n}{n!} = \frac{(ix)^0}{0!} + \frac{(ix)^1}{1!} + \frac{(ix)^2}{2!} + \frac{(ix)^3}{3!} + \frac{(ix)^4}{4!} + \frac{(ix)^5}{5!} + ... \tag{3.8}$$

Następnym krokiem jest pozbycie się potęg przy części urojonej $i = \sqrt{-1}$. Szereg i^n jest okresowy:

$$\begin{aligned} i^0 &= 1 \\ i^1 &= i \\ i^2 &= -1 \\ i^3 &= -i \end{aligned} \tag{3.9}$$

Dalej wartości się powtarzają ($i^4 = 1$, $i^5 = i$, itd.), co oznacza, że poprzedni wzór e^{ix} można zapisać w postaci:

$$e^{ix} = \frac{x^0}{0!} + \frac{ix^1}{1!} - \frac{x^2}{2!} - \frac{ix^3}{3!} + \frac{x^4}{4!} + \frac{ix^5}{5!} + ... \tag{3.10}$$

Następnie pozostaje jedynie pogrupować ułamki na niezawierające i zawierające część urojoną i oraz wyciągnąć część urojoną przed nawias w drugiej grupie:

$$e^{ix} = (1 - \frac{x^2}{2!} + \frac{x^4}{4!} + ...) + i(x - \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!} + ...) \tag{3.11}$$

Tutaj można zauważyć, że 2 szeregi znajdujące się w nawiasach są równe funkcją trygonometrycznym $\cos(x)$ oraz $\sin(x)$:

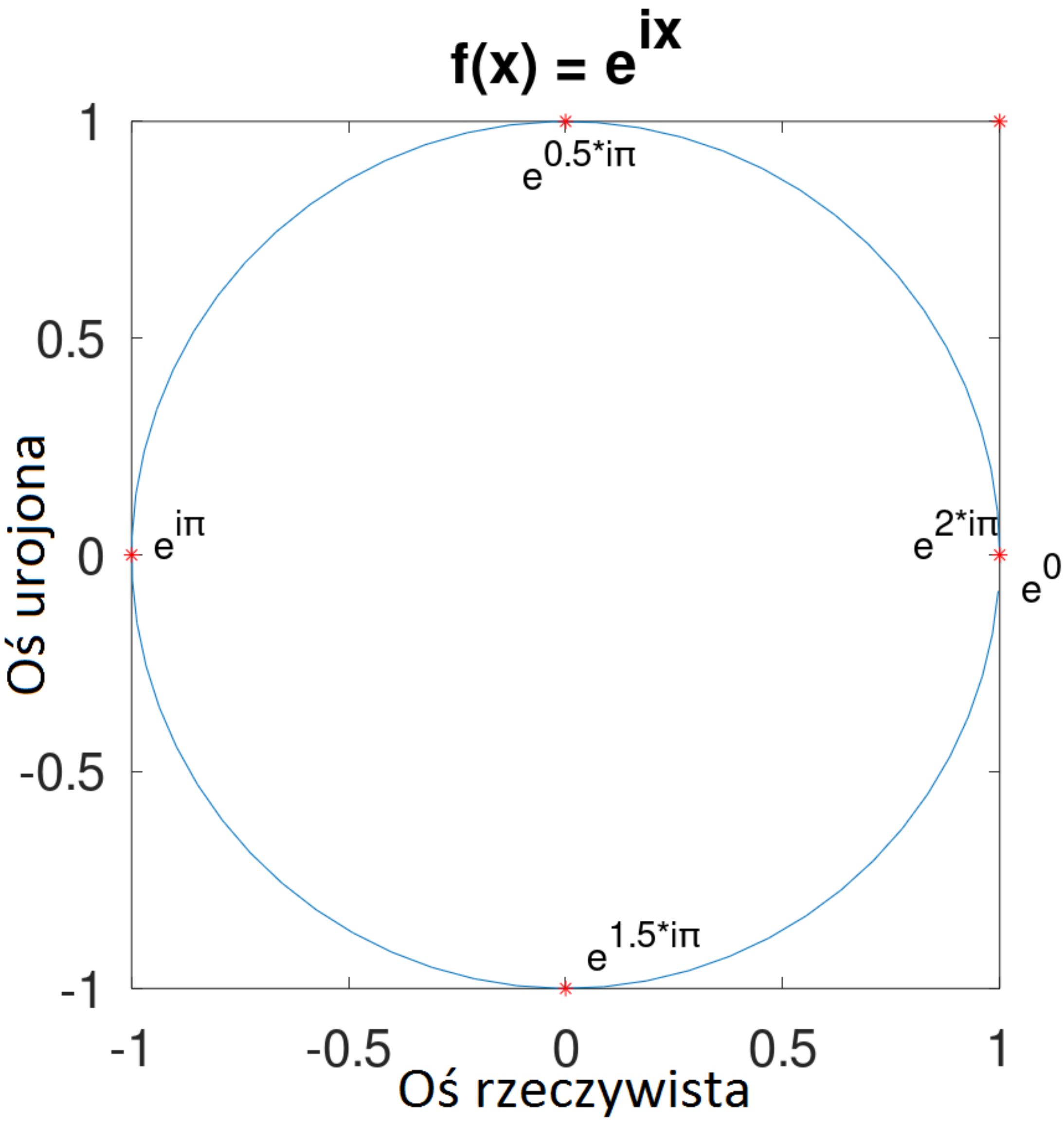
$$e^{ix} = \underbrace{(1 - \frac{x^2}{2!} + \frac{x^4}{4!} + ...)}_{cos(x)} + i \underbrace{(x - \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!} + ...)}_{sin(x)} \tag{3.12}$$

co udowania równość postaci trygonometrycznej i wykładniczej liczby zespolonej. Oznacza to, że zapis $|z|e^{i\phi}$ odpowiada reprezentacji trygonometrycznej liczby zespolonej $|z|(cos(\phi) + isin(\phi))$, gdzie $|z|$ jest modułem liczby zespolonej (odległością od punktu $(0 + i0)$), a ϕ kątem odchylenia od osi rzeczywistej. Samo e^{ix} pozwala jedynie na zapisanie wartości, które leżą na okręgu o środku $S = 0 + i0$ i promieniu $r = 1$. Jedną z bardziej znanych tożsamości wynikającą z tych rozważań jest tożsamość Eulera:

$$e^{i\pi} + 1 = 0 \tag{3.13}$$

Warto też zaznaczyć, że funkcja $f(x) = e^{ix}$ jest okresowa. Od $e^{2*i\pi}$ wartości się powtarzają, co jest zobrazowane na Rys 3.2.

$$e^{2*i\pi} = e^0 = 1 \tag{3.14}$$



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.

Na wstępie zostanie omówiony jeden z popularniejszych narzędzi na polskim rynku pozwalający na analizę techniczną wybranych wykresów. W kolejnych rozdziałach zostały zaprezentowane zasady działania wskaźników stosowanych w analizie technicznej i ich przykłady, które zostały zaimplementowane w projekcie. Do zdefiniowania narzędzi analizy technicznej zostanie użyta wiedza przedstawiona w poprzednim rozdziale.

4.1.1. Analiza rynkowa

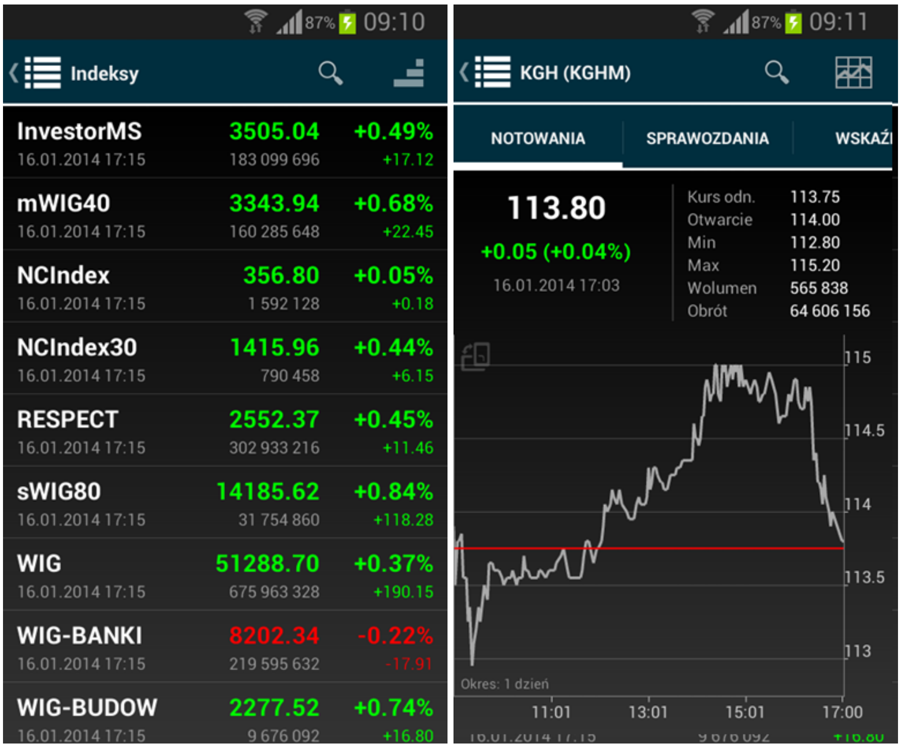
Istnieje bardzo dużo narzędzi w obszarze analizy technicznej wykorzystywanych na rynku finansowym. Na polskim rynku jednym z bardziej popularnych jest aplikacja "BiznesRadar" dostępna w mobilnej wersji oraz online. Ma ona pomagać inwestorom w podejmowaniu decyzji o transakcji, wspierać ich strategię inwestycyjną lub służyć do analizowania notowań na rynku na podstawie przeszłych danych.

Rys. 4.1. Logo aplikacji BiznesRadar dostępnej w sklepie Google.

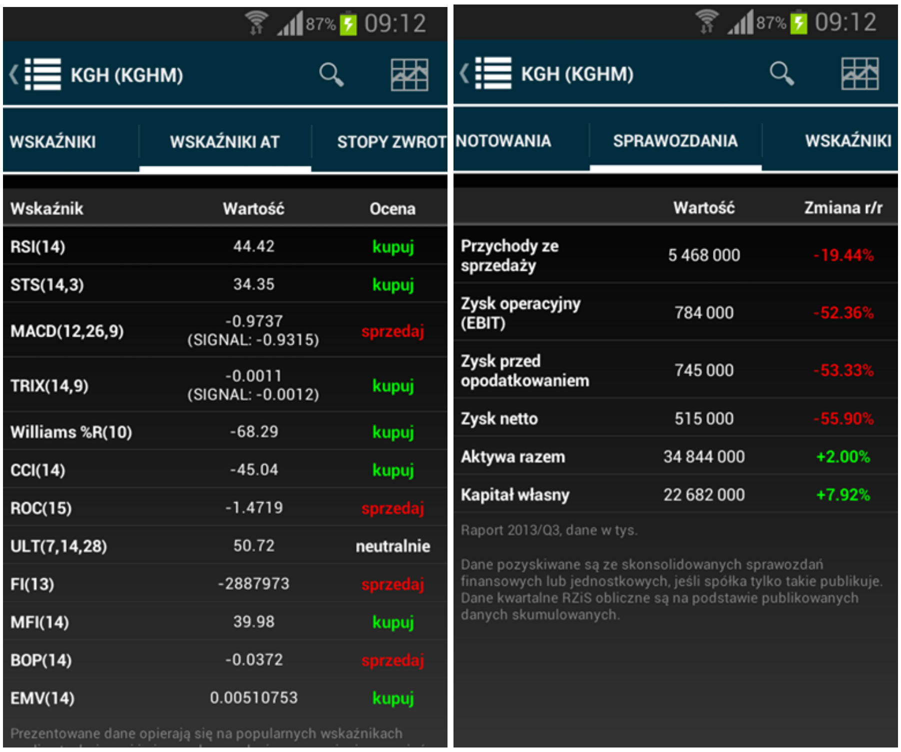
Aplikacja "Biznes Radar" stworzona przez spółkę o tej samej nazwie umożliwia użytkownikowi śledzenie wskazań własnych inwestycji i notowania kursów. Są one synchronizowane z rzeczywistym Domem Maklerskim poprzez portal BiznesRadar.pl [2].

Jest to narzędzie skierowane do inwestorów, głównie doświadczonych. Doświadczonych oznacza takich inwestorów, którzy potrafią czytać przedstawione wykresy oraz mają podstawową wiedzę na temat dostępnych narzędzi i instrumentów na rynku.

Ponad to, jak pokazano na rys. 4.3 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.



Rys. 4.2. 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.



Rys. 4.3. Rysunek przedstawia dwa ekrany wewnątrz aplikacji BiznesRadar. Po prawej znajduje się lista wzkaźników oraz ich wartość i ocena. Po lewej znajduje się ekran ze sprawozdaniem z portfela inwestycyjnego danego użytkownika z podsumowaniem zysków.

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 właciwość 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 najpoplarniejszych 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 stablilnej, 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 wejciowego 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 wykładniczo w przedziale X okresowym, X - dowolna liczba naturalna

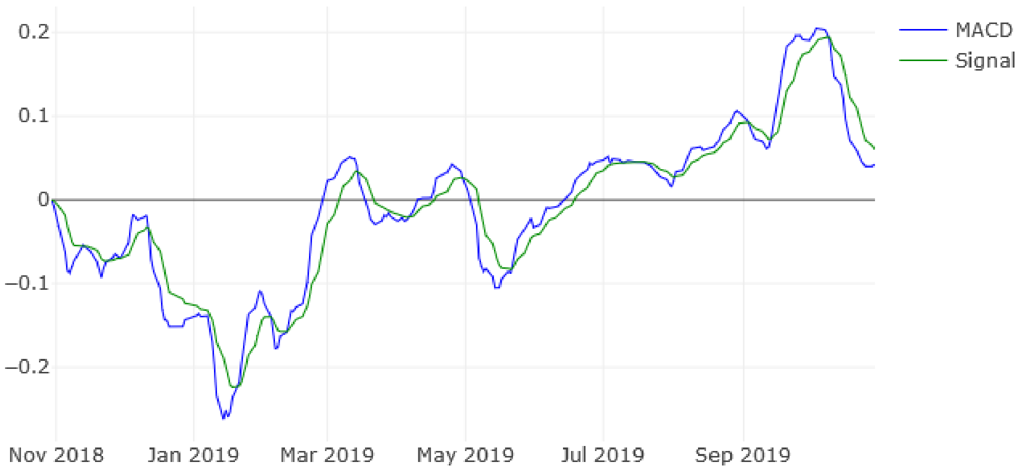
strategia decyzyjna

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.

Od odpowiedniej interpretacji sygnałów zależy również fakt przecięcia linii zero oraz odległoć 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.



Rys. 4.4. Wykres przedstawia linie MACD oraz signal.

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. Szersza 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.

Analizowany wykres w przykładach 1 i 2

todo przedstawienie wykresu input

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. 4.5. 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

Rys. 4.6. Wykres przedstawia sygnały sprzedaży (S) wygenerowane przez wskaźnik MACD.

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.

4.2.4. podsumowanie

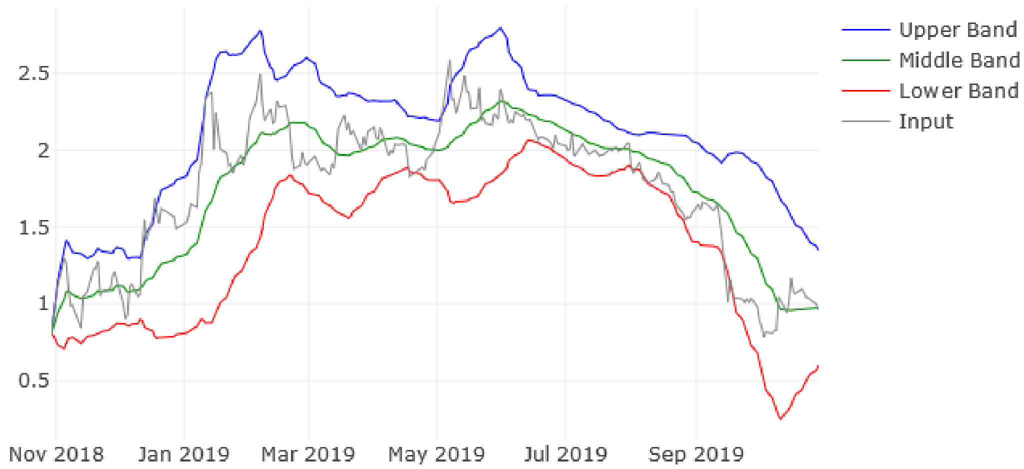
MACD służy do wszechstronnej analizy, ponieważ za jego pomocą można interpretować nie tylko sygnały spadkowe i rosnące, ale także umożliwia śledzenie potencjalnych dołków lub szczytów cenowych.

Generalnie wskaźnik MACD znajduje najlepsze zastosowanie w średnim oraz długim terminie, ponieważ powstał w celu wykorzystania go do odczytywania sygnałów w raz w ciągu dnia, czyli na tak zwanym 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 Bollintera składają cię w 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 jeżel znajduje się przy górnej wstędze, oznacza to szczyt cenowy.



Rys. 4.7. 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 σ^2 z n ostatnich próbek, natomiast dolna wstęga to różnica środkowej wstęgi i k-krotności odchylenia standardowego z n ostatnich próbek.

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

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

strategia decyzyjna

Wstęgi Bollingera interpretuje się w następujący sposób:

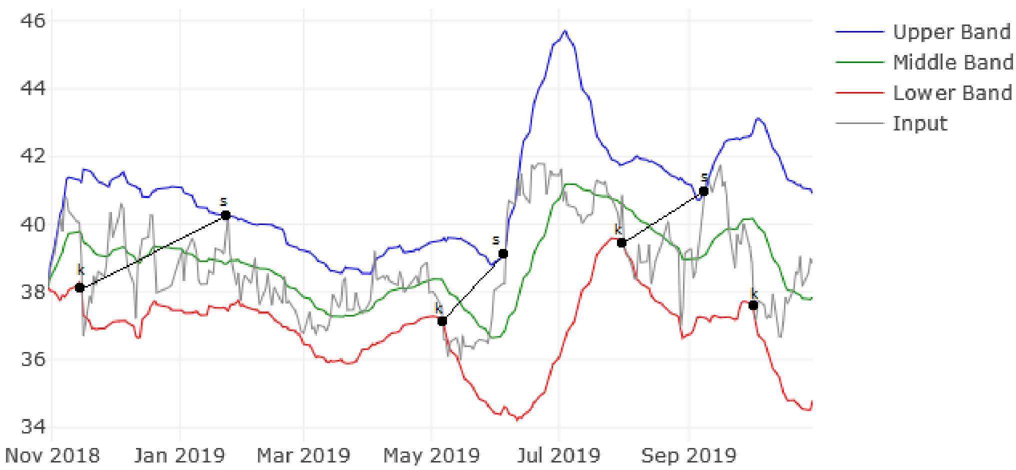
- Sygnał na kupno akcji - sygnał wejściowy zbliża się do dolnej wstęgi bądź jest pod nią (wtedy jest duża szansa, że cena akcji zacznie rosnąć)
- Sygnał na sprzedaż akcji - sygnał wejściowy zbliża się do górnej wstęgi bądź jest nad nią (wtedy jest duża szansa, że cena akcji zacznie spadać)

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

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

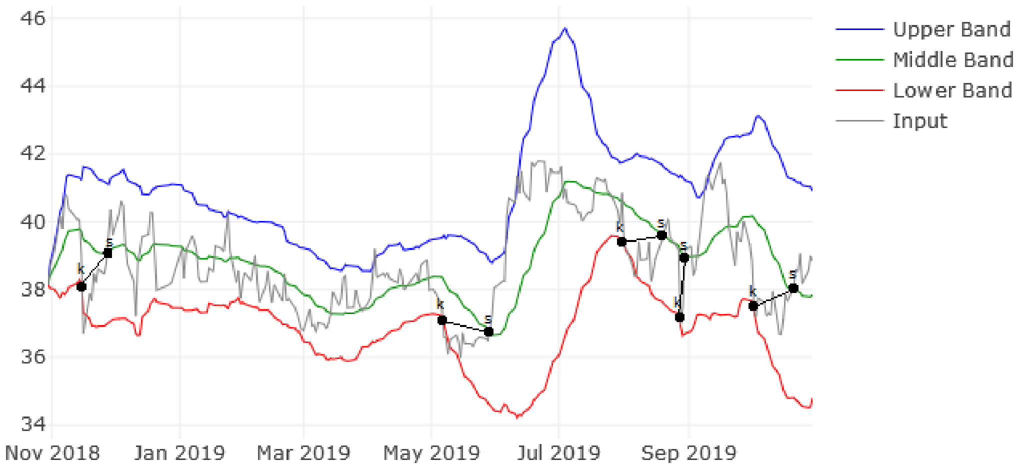
Przy tej strategii akcje kupuje się, gdy cena spadnie poniżej dolnej wstęgi, a sprzedaje sie, gdy będzie powyżej środkowej wstęgi.

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

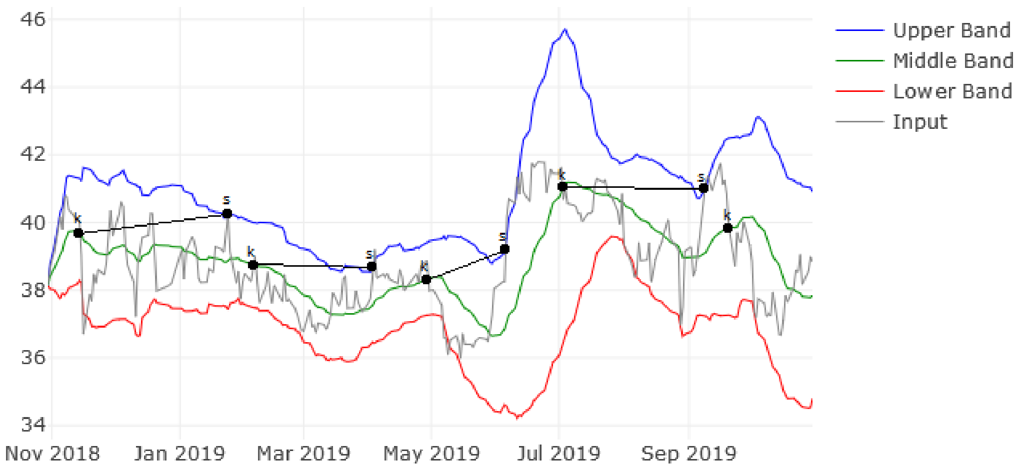
Przy tej strategii akcje kupuje się, gdy cena spadnie poniżej środkowej wstęgi, a sprzedaje sie, gdy będzie powyżej górnej wstęgi.

4.3.4. podsumowanie

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



Rys. 4.9. Wykres przedstawiający Przykład 2: kupno w dołku cenowym i sprzedaż po wyjściu z dołku cenowego. Czarnym kropkami zaznaczone są momenty kupna/sprzedaży (literka "k" dla kupna, a "s" dla sprzedarzy).



Rys. 4.10. Wykres przedstawiający Przykład 3: sprzedaż w szczycie cenowym i kupno po wyjściu ze szczytu cenowego. Czarnym kropkami zaznaczone są momenty kupna/sprzedaży (literka "k" dla kupna, a "s" dla sprzedarzy).

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.

$$\begin{aligned} \%K &= 100 \times \frac{C - L_{14}}{H_{14} - L_{14}} \\ \%D &= EMA_3(\%K) \end{aligned} \tag{4.3}$$

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

Rys. 4.11. Wykres przedstawia oscylator stochastyczny.

*********todo poprawienie wykresu - lepiej pokazać na przedziale <55,65>

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.

4.4.3. przykłady numeryczne

Zastosowanie i interpretacja oscylatora stochastycznego 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.

Analizowany wykres w przykładach 1 i 2

todo przedstawienie wykresu input

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. 4.12. 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 pewnien czas - wtedy warto rozważyć zmiejszenie poziomu 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. 4.13. 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. Najczęciej 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 ω_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.

$$y = \omega_0 + \sum_{i=1}^{N}(\alpha_i \cdot \omega_i) \tag{4.4}$$

4.5.1. Normalizacja wskaźników

Do normalizacji wskaźników wykorzystujemy funckje aktywacyjne popularne w sieciach neurnowych. 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 nazywającą 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 rożnicę pomiędzy wartością $MACD$ i $signal$.

$$\alpha_{MACD}(X) = MACD_{(12,26)}(X) - signal_9(X) \tag{4.5}$$

Normalizacja Wstęg Bollingera

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

$$\alpha_{\%b}(X) = (X - lower\ band)/(upper\ band - lower\ band) \tag{4.6}$$

Normalizacja oscylatora stochastycznego

$<<<$ todo $>>>$

4.5.2. Algorytm Genetyczny

Algorytm genetyczny jest algorytmem heurystycznym do znajdowania prawie optymalych 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 - pojedyńcza 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 poszukiwać. 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 zamało, 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.

4.5.3. Podsumowanie

TODO

tutaj zauważymy czy wyniki są zgodne z naszymi oczekiwaniami, pokażemy dane - kiedy są zadowalające wyniki Uzyskalimy ciekawe efekty, gdyż algorytm genetyczny dał ujemne wyniki. Być może jest to spowodowane...

4.6. Porównanie wskaźników

TODO

tutaj przedstawimy testy wskaźników z zadanym na początku kapitałem i ilocią akcji, następnie porównamy wyniki i zauważymy, który wskaźnik dał najlepsze wyniki

5. PREZENTACJA APLIKACJI

Prezentacja GUI, testów narzędzi z rozdziałów 2-4

5.1. Wykorzystywane narzędzia i biblioteki

5.1.1. Pycharm for Anaconda

5.1.2. Jupyter Notebook

5.2. Instrukcja

5.2.1. Wymagania sprzętowe

Minimalne wymagania sprzętowe producenta biblioteki Numba:

- karta graficzna: NVIDIA z możliwościami obliczeniowymi 2.0 lub większe

Konfiguracja sprzętowa, na której były wykonywane testy:

- system operacyjny: Windows 8.1
- procesor: Intel Core i5-4200H
- 8 GB RAM
- karta graficzna: NVIDIA GeForce GTX 860M

5.2.2. Instalacja i konfiguracja

Instalacja

Dla prawidłowego działania aplikacji należy zainstalować środowisko Anaconda, jeśli nie ma go na danym urządzeniu. W tym celu należy:

- Instalator można pobrać na przykład ze strony Anaconda.
- Nastepnie należy wybrać odpowiednią wersję instalatora odpowiednią dla systemu operacyjnego na używanym komputerze.
- Należy pobrać wersję Python 3.5 lub nowszą.

Konfiguracja

Po zainstalowaniu środowiska Anaconda, należy skonfigurować środowisko Anaconda za pomocą narzędzia ”Anaconda Prompt” dostarczanego w instalatorze Anaconda:

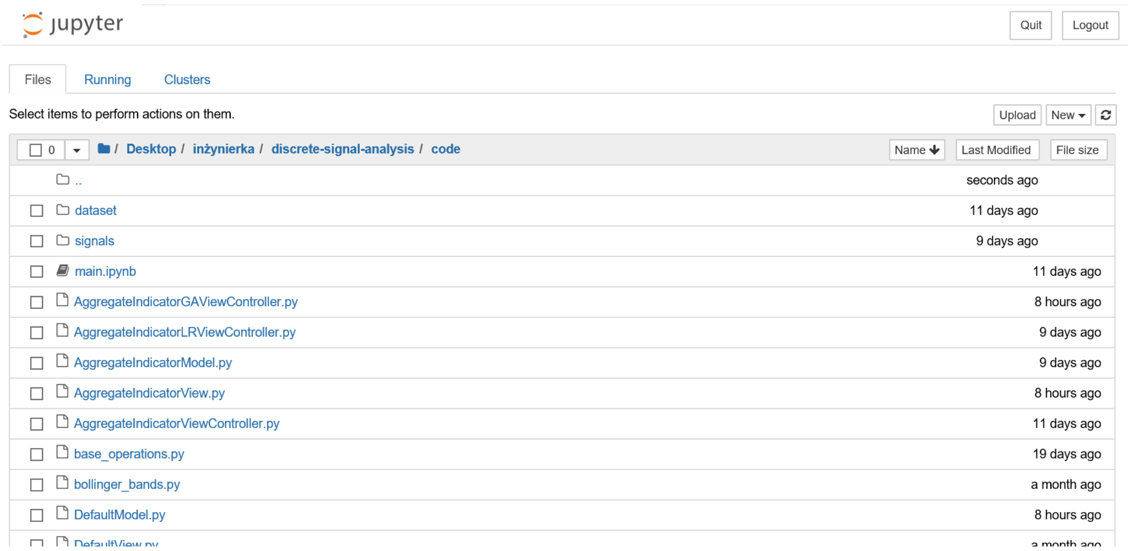
- Należy najpierw zaktualizować narzędzie conda za pomocą polecenia:
  ”conda update conda”.
- Należy najpierw zaktualizować narzędzie jupyter za pomocą polecenia:
  ”conda update jupyter”.
- Nastepnie należy zainstalować wymagane biblioteki. Między innymi numpy, pandas, matplotlib za pomocą polecenia przykładowo ”conda install numpy”.
- Należy także zainstalować cudatoolkit. W tym celu należy użyć polecenia
  ”conda install -c anaconda cudatoolkit”.

5.2.3. *Instrukcja obsługi*

Uruchomienie

Gdy środowisko będzie już przygotowane, następnym krokiem będzie uruchomienie narzędzia jupyter notebook. W tym celu należy w narzędziu ”Anaconda Prompt” wpisać polecenie ”jupyter notebook”. Efektem jest uruchomienie notatnika w domyślnej przeglądarce internetowej.

Po uruchomieniu środowiska zostaje wyświetlony ekran główny notatnika jupyter. Należy przejść do lokalizacji katalogu, w którym znajduje się projekt. Następnie należy wybrać plik ”main.ipynb”. Efektem tego działania powinno być uruchomienie aplikacji w drugiej karcie przeglądarki. Domyślnie aplikacja jest otwierana na pierwszej karcie aplikacji, czyli na interfejsie standardowym.



Rys. 5.1. Ekran notatnika jupyter z katalogiem projektu, w którym znajduje się plik uruchomieniowy main.ipynb.

Interfejs standardowy

to do

Interfejs inwestora

to do

Inerfejs zagragowanego wskaźnika

to do

6. ZAKOŃCZENIE

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

WYKAZ LITERATURY

[1] BiznesRadar.pl

[2] Michael N. Kahn: *Analiza techniczna*, wyd. GAB, 2018

WYKAZ RYSUNKÓW

WYKAZ TABEL

DODATEK A