

**Politechnika Łódzka**  
**Wydział Fizyki Technicznej, Informatyki**  
**i Matematyki Stosowanej**  
Instytut Informatyki

Maciej Dzwonnik, 157831

System ekspertowy  
do oceny spółek giełdowych  
za pomocą analizy technicznej

Praca inżynierska  
napisana pod kierunkiem  
dr inż. Jana Stolaraka

Łódź 2013

---

# Spis treści

<b>Spis treści</b>	<b>iii</b>
<b>1 Wstęp</b>	<b>1</b>
1.1 Cele pracy . . . . .	1
1.2 Przegląd literatury oraz uzasadnienie wyboru tematu . . . . .	1
1.3 Układ pracy . . . . .	2
<b>2 Teoria</b>	<b>3</b>
2.1 Systemy ekspertowe . . . . .	3
2.2 Programowanie funkcyjne . . . . .	5
2.3 Analiza techniczna . . . . .	5
<b>3 Tytuł części z teorią własną</b>	<b>7</b>
3.1 Podrozdział... . . . .	7
<b>4 Technologie i narzędzia</b>	<b>9</b>
4.1 Język programowania . . . . .	9
4.2 Oprogramowanie . . . . .	9
4.2.1 Środowisko programistyczne . . . . .	9
4.2.2 Wykorzystane biblioteki . . . . .	9
4.2.3 Serwer bazy danych . . . . .	9
4.3 Sprzęt . . . . .	9
4.4 Techniki i metodologie programistyczne . . . . .	9
4.5 ... . . . .	9
<b>5 Wyniki badań eksperymentalnych</b>	<b>11</b>
<b>6 Podsumowanie i wnioski</b>	<b>13</b>
<b>Bibliografia</b>	<b>15</b>
<b>A Edycja i formatowanie pracy</b>	<b>17</b>
A.1 Kwestie techniczne . . . . .	17
A.2 Formatowanie . . . . .	17
A.3 Bibliografia . . . . .	18



# Rozdział 1

## Wstęp

Niniejsza praca dotyczy inżynierii oprogramowania i systemów ekspertowych. W wyniku pracy powstał system ekspertowy do oceny spółek giełdowych za pomocą analizy technicznej. Temat ten został podjęty ze względu na zainteresowanie analizą rynków finansowych, głównie rynku akcji, a także chęć poszerzenia wiedzy z zakresu budowy systemów ekspertowych. Realizacja systemu została wykonana z wykorzystaniem podejścia funkcyjnego do tworzenia oprogramowania.

### 1.1 Cele pracy

W pracy stawiam następujące cele:

- Stworzenie systemu ekspertowego oceniającego spółki giełdowe przy pomocy analizy technicznej
- Wykazanie skuteczności powstałego systemu przez analizę porównawczą wyników generowanych przez aplikację i rzeczywistych zachowań cen spółek
- Opis zastosowania programowania funkcyjnego w procesie wytwarzania systemu ekspertowego

### 1.2 Przegląd literatury oraz uzasadnienie wyboru tematu

Temat analizy technicznej rynków finansowych rozwija się od przeszło 100 lat i wiedza z tej dziedziny cały czas jest rozszerzana. W obecnych czasach bardzo trudno jest jednej osobie, nawet jeśli jest ekspertem, przeprowadzić rzetelnie analizę techniczną wybranego rynku finansowego bądź aktywa na tym rynku w czasie, który pozwalałby na wykorzystanie wniosków z takiej analizy do wykonania pożądanych operacji na rynku. Stąd też potrzeba posiadania narzędzia, które będzie analizować przykładowo spółki giełdowe w czasie znacząco krótszym niż zrobiłby to człowiek,

a przy tym z taką samą bądź lepszą trafnością przewidywać zachowań cen. W mojej pracy podstawowym źródłem wiedzy na temat analizy technicznej jest książka "Analiza techniczna rynków finansowych" [6] autorstwa John'a J. Murphy'ego. Wcześniej wspomnianym narzędziem wykonującym analizę z powodzeniem może być system ekspertowy. Taki system może za użytkownika wykonać obliczenia dla wszystkich potrzebnych wskaźników, a także wykorzystując posiadaną bazę wiedzy i reguł przeanalizować zależności pomiędzy wyliczonymi wartościami. Fundamentalną pozycją z zakresu budowy systemów ekspertowych jest pozycja "Systemy ekspertowe" [5] polskiego autora Jana Mulawki. Swoją system ekspertowy do analizy technicznej postanowiłem stworzyć z wykorzystaniem funkcyjnego podejścia do programowania. Wybór taki podyktowany był chęcią poszerzenia swojej wiedzy z zakresu metodologii programowania, a także możliwością porównania wybranego podejścia z podejściem klasycznym. Do pisania aplikacji wykorzystałem jeden z dialektów języka Lisp, język Clojure, który również poddam w swojej pracy podstawowej analizie. Wiedzę na temat języka Clojure czerpałem przede wszystkim z książki "Programming Clojure" [4] napisanej przez Stuart'a Hallowsa oraz Aaron'a Bedra.

### 1.3 Układ pracy

Struktura dalszej części pracy jest następująca: Rozdział 2 zawiera opis teorii ... Rozdział 3 przedstawia nową teorię wprowadzoną przez autora pracy ... Rozdział 4 opisuje technologie i narzędzia wykorzystane w pracy ... Rozdział 5 przedstawia wyniki badań / opis stworzonej aplikacji ... Rozdział 6 podsumowuje uzyskane wyniki oraz płynące z nich wnioski ... W Dodatku A zawarto uwagi dotyczące formatowania pracy z użyciem systemu L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X. Dodatek B zawiera płytę CD z aplikacją stworzoną w ramach pracy...

# Rozdział 2

## Teoria

### 2.1 Systemy ekspertowe

Według Jana Mulawki:

System ekspertowy jest programem komputerowym, który wykonuje złożone zadania o dużych wymaganiach intelektualnych i robi to tak dobrze jak człowiek, będący ekspertem w tej dziedzinie.<sup>1</sup>

Biorąc pod uwagę powyższe można powiedzieć, że system ekspertowy to aplikacja przeprowadzająca proces wnioskowania na podstawie zbioru specjalistycznej wiedzy. Wnioskowanie takie wymaga oprócz wiedzy, zbioru reguł, według których proces ten będzie przeprowadzany. Można wyróżnić następujące elementy składowe systemu ekspertowego:

- Baza wiedzy - Baza specjalistycznej wiedzy (np. zbiór reguł) z dziedziny, dla której tworzony jest system ekspertowy
- Baza danych stałych - Zbiór danych na temat analizowanego problemu
- Silnik wnioskujący - Mechanizm realizujący proces wnioskowania

Ponadto, program będący systemem ekspertowym może posiadać dodatkowo następujące elementy:

- Interfejs użytkownika - Graficzny bądź tekstowy interfejs dla użytkownika korzystającego z programu
- Edytor wiedzy - Edytor pozwalający rozszerzać bazę wiedzy
- Silnik objaśniający - Mechanizm wyjaśniający proces wnioskowania. Prezentuje "tok myślenia", którym system doszedł do uzyskanych wniosków

Już pod koniec lat siedemdziesiątych XX wieku zauważono, że największy wpływ na efektywność działania systemu ekspertowego ma baza wiedzy. Stwierdzono, że im pełniejsza wiedza, tym szybszy jest proces uzyskiwania wniosków przez

---

<sup>1</sup> [5], str. 20

program. Stworzenie dobrego systemu ekspertowego opiera się więc w dużej mierze na dostarczeniu dla niego odpowiednio dużej bazy dobrej jakościowo wiedzy. Jest to zadanie niełatwe, ponieważ wymaga pozyskania wiedzy od eksperta (bądź grupy ekspertów), który decyduje podejmuje na podstawie informacji o problemie, ale również w oparciu o swoje doświadczenie. Dodatkowo, zebraną wiedzę należy ustrukturalizować, tak aby była możliwa do przetwarzania przez system.<sup>2</sup>

Systemy ekspertowe możemy podzielić ze względu na kilka kryteriów, jednak ogólnie dzielą się one na:

- Doradcze - prezentują rozwiązania dla użytkownika, który potrafi ocenić ich jakość
- Podejmujące decyzję bez kontroli człowieka - system sam podejmuje decyzję, nie poddaje rozwiązania ocenie użytkownika
- Krytykujące - system ma przedstawiony problem i jego rozwiązanie, a następnie ocenia to rozwiązanie

Możemy również podzielić je na dwie grupy:

- Systemy dedykowane - kompletny system ekspertowy posiadający bazę wiedzy
- Systemy szkieletowe - system z pustą bazą wiedzy

W drugim przypadku proces tworzenia systemu ekspertowego polega na dostarczeniu bazy wiedzy. Innym kryterium podziału jest ze względu na logikę wykorzystywaną podczas prowadzenia procesu wnioskowania:

- Z logiką dwuwartościową (Boole'a)
- Z logiką wielowartościową
- Z logiką rozmytą

Można również dokonać podziału ze względu na rodzaj przetwarzanej informacji:

- Systemy z wiedzą pewną
- Systemy z wiedzą niepewną

Najbardziej szczegółowy podział to podział ze względu na zadania realizowane przez system ekspertowy:

- Interpretacyjne - dedukują opisy sytuacji z obserwacji lub stanu czujników
- Predykcyjne - wnioskuje o przyszłości na podstawie danej sytuacji
- Diagnostyczne - określają wady systemu na podstawie obserwacji

---

<sup>2</sup> [5], str. 21



- Kompletowania - konfiguruja obiekty w warunkach ograniczeń
- Planowania - podejmują działania, aby osiągnąć cel
- Monitorowania - porównują obserwacje z ograniczeniami
- Sterowania - kierują zachowaniem systemu
- Poprawiania - podają sposób postępowania w przypadku złego funkcjonowania obiektu
- Naprawy - harmonogramują czynności przy dokonywaniu napraw uszkodzonych obiektów
- Instruowania - systemy doskonalenia zawodowego (np. dla studentów)

Jak już wcześniej wspomniano, najistotniejszą częścią systemu ekspertowego jest baza wiedzy. Systemy ekspertowe których baza wiedzy składa się z faktów i reguł nazywa się systemami regułowymi. Zdecydowana większość systemów ekspertowych to właśnie systemy regułowe. Fakty w bazie wiedzy są to zdania oznajmujące, opisujące jakiś obiekt bądź jego stan. Reguły natomiast są zdaniami warunkowymi. Gdy spełnione są przesłanki występujące w części warunkowej takiego zdania, wtedy do bazy faktów dodawane jest nowe zdanie.

Systemy ekspertowe są to aplikacje mieszczące się w dziedzinie sztucznej inteligencji. Jest to nauka definiowana na wiele sposobów. Dwie definicje prezentujące odmienne aspekty badań prowadzonych w tej dziedzinie:

- Według Minsky'ego sztuczna inteligencja jest nauką o maszynach realizujących zadania, które wymagają inteligencji wówczas, gdy są wykonywane przez człowieka.<sup>3</sup>
- Według Feigenbauma sztuczna inteligencja stanowi dziedzinę informatyki dotyczącą metod i technik wnioskowania symbolicznego przez komputer oraz symbolicznej reprezentacji wiedzy stosowanej podczas takiego wnioskowania.<sup>3</sup>

## 2.2 Programowanie funkcyjne

## 2.3 Analiza techniczna

---

<sup>3</sup> [5], str. 17



## Rozdział 3

### Tytuł części z teorią własną

Jeśli w ramach pracy autor rozwinął nową teorię należy zamieścić ją w tym rozdziale.

#### 3.1 Podrozdział...



# Rozdział 4

## Technologie i narzędzia

W tym rozdziale należy krótko opisać technologie oraz narzędzie wykorzystane w pracy.

### 4.1 Język programowania

Uzasadnić wybór języka programowania

### 4.2 Oprogramowanie

Opisać oprogramowanie wykorzystane przy realizacji pracy. Poniższy podział na podrozdziały należy oczywiście odpowiednio dostosować.

#### 4.2.1 Środowisko programistyczne

#### 4.2.2 Wykorzystane biblioteki

#### 4.2.3 Serwer bazy danych

### 4.3 Sprzęt

### 4.4 Techniki i metodologie programistyczne

Wymienić techniki programistyczne wykorzystane przy tworzeniu pracy, np. TDD, wzorce projektowe.

### 4.5 ...

Jeśli wykorzystano inne zewnętrzne technologie, bazy danych (np. obrazów) itd. niemieszczące się do żadnego z powyższych podpunktów należy utworzyć dodatkowe podrozdziały.



## Rozdział 5

# Wyniki badań eksperymentalnych

Ten rozdział zawiera opis wyników uzyskanych w ramach pracy. Jeśli praca miała cel badawczy należy skupić się na opisie przeprowadzonych eksperymentów oraz prezentacji i analizie uzyskanych wyników. Jeśli praca nie miała na celu uzyskania nowatorskich wyników, należy skupić się na opisie architektury stworzonej aplikacji. W obu przypadkach podstawowym celem tego rozdziału jest realizacja celów postawionych w rozdziale 1.1. Rozdział ten ma bezspornie pokazywać, że cele pracy zostały zrealizowane





## Rozdział 6

### Podsumowanie i wnioski

Podsumowanie jest, obok Wstępu, najważniejszym rozdziałem pracy. Należy tutaj jeszcze raz podsumować wykonane prace. Szczególny nacisk należy położyć na wkład własny autora i uzyskane oryginalne rezultaty. Należy odwołać się do celów pracy z rozdziału 1.1 – można je powtórzyć – i jasno wskazać, że zostały one zrealizowane (należy powołać się na wyniki z rozdziału 5). Wyniki należy podsumować zwięźle i precyzyjnie, np. *uzyskano przyspieszenie algorytmu o  $X\%$ ..., skrócono czas o ...* itd. **Należy wskazać perspektywy dalszych badań.**



# Bibliografia

- [1] KBibTeX. <http://home.gna.org/kbibtex/>.
- [2] Kile - an Integrated LaTeX Environment. <http://kile.sourceforge.net/>.
- [3] TeX Live. <http://www.tug.org/texlive/>.
- [4] S. Halloway. *Programming Clojure*. 2012.
- [5] J. Mulawka. *Systemy ekspertowe*. 1997.
- [6] J. Murphy. *Analiza techniczna rynków finansowych*. 2008.
- [7] A. Niewiadomski. Szablon pracy dyplomowej. <http://ics.p.lodz.pl/~aniewiadomski/mgr/szablon-konspekt.pdf>, 2010.
- [8] T. Oetiker. The not so short introduction to LaTeX2e. <http://tobi.oetiker.ch/lshort/lshort.pdf>, 2011.



# Dodatek A

## Edycja i formatowanie pracy

Pracę należy przygotować korzystając z systemu składu  $\text{\LaTeX}$  (czyt. *latech*). Bardzo dobre wprowadzenie do  $\text{\LaTeX}$  stanowi “The Not So Short Introduction to  $\text{\LaTeX}2_{\epsilon}$ ” [8].

### A.1 Kwestie techniczne

Aby móc składać dokumenty z użyciem  $\text{\LaTeX}$  należy go oczywiście najpierw zainstalować. Dostępnych jest wiele dystrybucji  $\text{\LaTeX}$ . Osobiście korzystam z TeX Live [3], dostępnego zarówno pod Windowsa jak i Linuksa. Dobrze jest również zaopatrzyć się w środowisko do  $\text{\LaTeX}$  i BibTeX (o tym w sekcji A.3). Użytkownikom Linuksa polecam do tego programy Kile [2] oraz KBibTeX [1].

### A.2 Formatowanie

Należy zachować formatowanie zgodne z niniejszym szablonem. Preferowany jest druk dwustronny. W związku z tym proszę zwrócić szczególną uwagę na położenie szerszego marginesu. Powinien się on oczywiście znajdować od strony bindowania.

Wszystkie ustawienia marginesów, stylu nagłówków, wykorzystanych pakietów etc. znajdują się w pliku `praca_dyplomowa.sty`.

Należy unikać wiszących spójników (zwanych też sierotami). W tym celu należy stosować po spójnikach twardą spację. W  $\text{\LaTeX}$  uzyskuje się ten efekt poprzez umieszczenie pomiędzy spójnikiem a następującym po nim słowem znaku tyldy. W celu ułatwienia tego procesu do szablonu dołączono plik `korekta.sh`. Jest to prosty skrypt basha – użytkownicy Windowsa muszą go dostosować do swojego systemu – który wywołuje polecenia perlowe wstawiające twardą spację po spójnikach we wszystkich plikach z rozszerzeniem `*.tex` w bieżącym katalogu. Przed uruchomieniem skryptu dobrze jest wykonać kopię zapasową.

Przy składaniu pracy przydatny może okazać się tryb draft, który sprawi że zaznaczane będą miejsca w których tekst nie został prawidłowo złamany. Jeśli  $\text{\LaTeX}$  nie potrafi prawidłowo złamać jakiegoś słowa można w preambule dokumentu użyć polecenia `hyphenation`.

## A.3 Bibliografia

Wszystkie źródła informacji, rysunków, danych itd., które zostały wykorzystane przy tworzeniu pracy muszą zostać podane w bibliografii. Ponadto, wszystkie źródła podane w bibliografii muszą być cytowane w tekście. Za każdym razem, kiedy w pracy pojawia się treść na podstawie jakiegoś tekstu źródłowego czyjegoś autorstwa, oznaczamy takie miejsce przypisem<sup>1</sup>. **Należy pamiętać, że korzystanie ze źródeł bez ich podania w bibliografii może być podstawą do oskarżenia o plagiat.**

Należy zwrócić szczególną uwagę na jakość cytowanych źródeł internetowych. Najlepszym rozwiązaniem jest ograniczenie się, na ile to możliwe, do oficjalnych stron projektów. Ponadto, odnośniki do źródeł elektronicznych muszą zawierać pełną ścieżkę do zasobu.

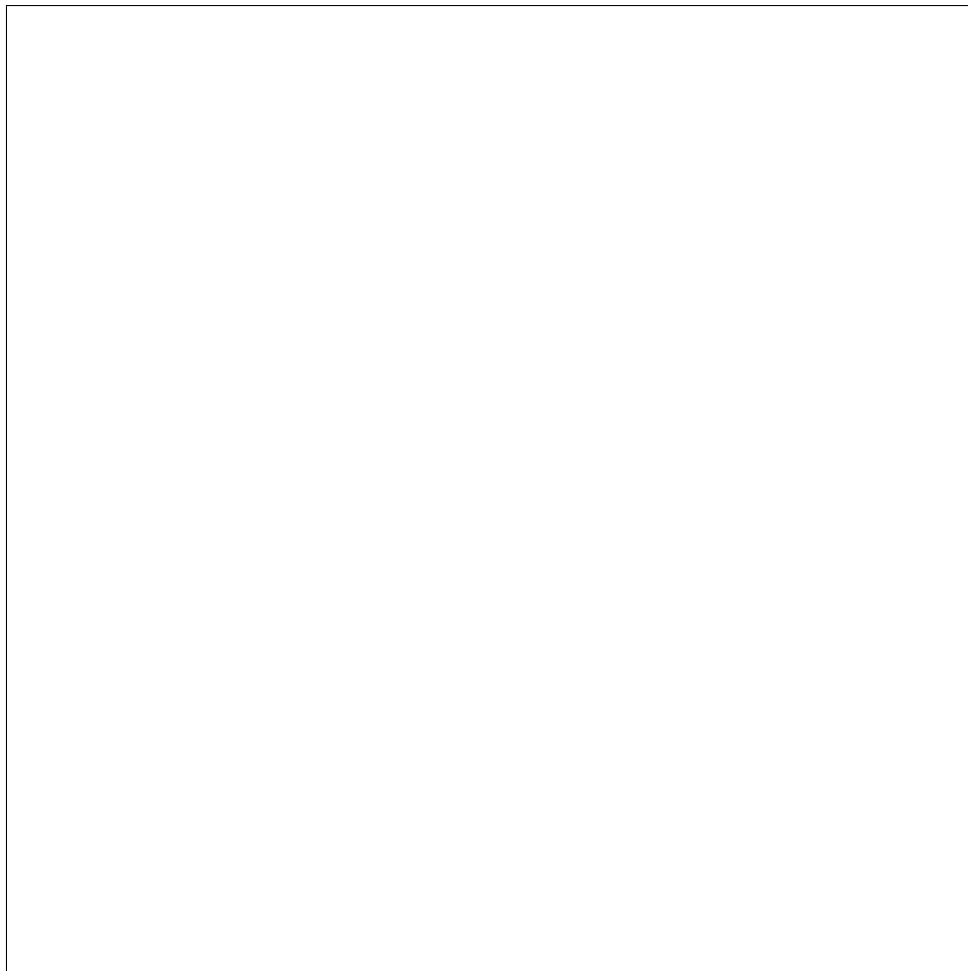
Bibliografię należy przygotować korzystając z mechanizmów dostarczanych przez LaTeX (patrz rozdział 4.2 w [8]). Zalecam korzystanie w tym celu z BibTeX. BibTeX sam wygeneruje bibliografię na podstawie przygotowanej prostej bazy danych i zagwarantuje że w spisie literatury pojawią się tylko te pozycje, które są faktycznie cytowane w pracy. Pozwoli to zaoszczędzić naprawdę sporo czasu.

---

<sup>1</sup> [7], str. 9

**Dodatek B**

**Płyta CD**



Do pracy należy dołączyć podpisaną płytę CD w papierowej kopercie. Poniżej należy zamieścić opis zawartości katalogów.

Zawartość katalogów na płycie:

**dat** : pliki z danymi wykorzystane w trakcie badań

**db** : Zrzut bazy danych potrzebnej do działania aplikacji

**dist** : dystrybucyjna wersja aplikacji przeznaczona do uruchamiania

**doc** : elektroniczna wersja pracy magisterskiej oraz dwie prezentacje wygłoszone podczas seminarium dyplomowego

**ext** : ten katalog powinien zawierać ewentualne aplikacje dodatkowe potrzebne do uruchomienia stworzonej aplikacji, np. środowisko Java, PostgreSQL itp.

**src** : kod źródłowy aplikacji (projekt środowiska Eclipse / Netbeans / Qt Creator / ... )

Oczywiście nie wszystkie powyższe katalogi są wymagane, np. dat, db albo ext mogą być niepotrzebne.