

Tomasz Jasiński
Anna Marszał
Anna Bochenek

*Wybrane zastosowania
sztucznych sieci neuronowych
na rynku walutowym,
rynku terminowym
i w gospodarce przestrzennej*

Politechnika Łódzka
Monografie 2016

Recenzenci:

dr hab. inż. Janusz Zawila-Niedźwiecki, prof. PW

dr hab. inż. Grzegorz Szymański

Redaktor Naukowy Wydziału Organizacji i Zarządzania:

prof. dr hab. inż. Jerzy Lewandowski

Tomasz Jasiński: wprowadzenie; rozdziały 1-3, 6-7; zakończenie; załączniki 1-5

Anna Marszał: rozdziały 1, 4-5

Anna Bochenek: rozdziały 1, 6-7

Projekt okładki:

Tomasz Jasiński

Anna Bochenek

© Copyright by Politechnika Łódzka 2016

WYDAWNICTWO POLITECHNIKI ŁÓDZKIEJ

90-924 Łódź, ul. Wólczańska 223

tel. 42 631-29-52, 42 631-20-87

fax 42 631-25-38

e-mail: zamowienia@info.p.lodz.pl

www.wydawnictwa.p.lodz.pl

ISBN 978-83-7283-816-2

Nakład 70 egz. Ark. druk. 10,0. Papier offset. 80g, 70 x 100

Druk ukończono w grudniu 2016 r.

Wykonano w Drukarni „Quick-Druk” s.c., 90-562 Łódź, ul. Łąkowa 11

Nr 2211

SPIS TREŚCI

Wprowadzenie.....	5
1. Ramy konceptualne sztucznej inteligencji	7
1.1. Zasada działania sztucznych sieci neuronowych.....	7
1.2. Rodzaje sieci neuronowych.....	8
1.3. Uczenie sieci neuronowych.....	13
1.3.1. Metoda wstecznej propagacji błędu	13
1.3.2. Momentowa metoda wstecznej propagacji błędu.....	16
1.4. Mierzenie jakości prognoz.....	16
CZĘŚĆ I. Wykorzystanie sztucznych sieci neuronowych w modelowaniu rynku walutowego	19
2. Zmienne objaśniające modelu rynku walutowego oraz jego budowa przy użyciu ANN	21
2.1. Determinanty kursów walutowych.....	21
2.2. Analiza techniczna.....	23
2.3. Średnie ruchome.....	25
2.3.1. Proste średnie ruchome.....	26
2.3.2. Wykładnicze średnie ruchome.....	26
2.3.3. Ważone średnie ruchome.....	27
2.3.4. Zmienna średnia ruchoma typu VIDYA	27
2.3.5. Dobór długości średnich ruchomych.....	28
2.4. Oscylator MACD oraz histogram MACD.....	28
2.5. Oscylator RSI	30
2.6. Model prognozujący kurs walutowy	31
2.7. Podsumowanie.....	34
3. Dyskretna transformata falkowa oraz jej zastosowanie w procesie optymalizacji modelu prognostycznego na rynku walutowym.....	35
3.1. Analiza wieloczęstotliwościowa.....	36
3.2. Budowa modelu ANN	38
3.3. Podsumowanie.....	43
CZĘŚĆ II. Wykorzystanie sztucznych sieci neuronowych w modelowaniu giełdowego rynku terminowego.....	45
4. Wprowadzenie do giełdowego rynku terminowego.....	47
4.1. Rynek terminowy w strukturze systemu finansowego	47
4.2. Uczestnicy rynku terminowego	50
4.3. Właściwości kontraktów futures	52
4.4. Konwergencja cen terminowych i natychmiastowych	56
4.5. Strategie inwestycyjne z wykorzystaniem kontraktów futures	57
4.5.1. Strategie spekulacyjne z wykorzystaniem kontraktów futures....	58
4.5.2. Strategie arbitrażowe z wykorzystaniem kontraktów futures.....	64
4.5.3. Strategie zabezpieczające z wykorzystaniem kontraktów futures	66
4.6. Podsumowanie.....	67
5. Modelowanie niemieckiego giełdowego rynku terminowego	69

5.1. Dobór zmiennych wejściowych i wstępne przetwarzanie danych.....	69
5.2. Wybór architektury i struktury sieci neuronowej	72
5.3. Prognozowanie za pomocą ANN	75
5.4. Przyjęte strategie inwestycyjne z wykorzystaniem indeksowych kontraktów futures.....	78
5.5. Inwestowanie w kontrakty terminowe futures.....	79
5.6. Podsumowanie.....	84
CZĘŚĆ III. Wykorzystanie sztucznych sieci neuronowych w gospodarce przestrzennej	89
6. Przygotowanie danych w procesie modelowania zmian zagospodarowania przestrzennego na podstawie zdjęć satelitarnych przy użyciu wskaźnika NDVI.....	91
6.1. Obliczanie znormalizowanego różnicowego wskaźnika wegetacji.....	91
6.2. Określanie typu użytkowania terenu	95
6.3. Alternatywne wskaźniki wykorzystywane do określania typu użytkowania terenu.....	98
6.4. Analiza zagospodarowania terenu za pomocą metody najbliższego sąsiada	100
6.5. Wykorzystanie danych z podprogramu Wspólnoty Europejskiej CORINE Land Cover	100
6.5.1. Przygotowanie danych dla ANN w programie QuantumGIS, opierając się na danych z projektu CORINE Land Cover	103
6.6. Podsumowanie.....	103
7. Prognozowanie kierunków urbanizacji przy użyciu sztucznych sieci neuronowych, opierając się na danych rastrowych.....	106
7.1. Klasyfikacja terenu przy użyciu ANN.....	108
7.2. Badania empiryczne dla wybranego fragmentu miasta Łodzi.....	109
7.3. Podsumowanie.....	114
Zakończenie	116
Bibliografia.....	117
Spis rysunków	125
Spis tabel	128
Załącznik 1. Przykład obliczeń wykorzystywanych w metodzie wstecznej propagacji błędów oraz w momentowej metodzie wstecznej propagacji błędów	129
Załącznik 2. Pasma częstotliwościowe wyodrębnione przez DWT opartą o falkę biortogonalną 4/4.....	131
Załącznik 3. Pasma częstotliwościowe wyodrębnione przez DWT opartą o falkę biortogonalną 6/8.....	137
Załącznik 4. Pasma częstotliwościowe wyodrębnione przez DWT opartą o falkę Haara (Daubechies 1).....	143
Załącznik 5. Pasma częstotliwościowe wyodrębnione przez DWT opartą o falkę Daubechies 4	149
Charakterystyka zawodowa autorów.....	155

Wprowadzenie

Monografia została poświęcona praktycznym aspektom wykorzystania sztucznych sieci neuronowych w obszarze szeroko rozumianej ekonomii oraz gospodarki przestrzennej. Obecnie nowoczesne metody analizy danych stają się narzędziami niezbędnymi w dobie rosnącej konkurencji. Narzędzia z obszaru sztucznej inteligencji mogą stanowić zarówno alternatywę dla obecnie popularnych metod analizy, jak i element wspierający je. Oczekiwać należy, że w przyszłości sztuczna inteligencja stanie się elementem stale towarzyszącym działaniom ludzi nie tylko w zakresie działalności gospodarczej, ale i w pozostałych obszarach życia, a zatem będzie łączyć optymalizację ekonomiczną z poprawą bezpieczeństwa i jakości funkcjonowania ludzi. Już dzisiaj powszechne są zapowiedzi użycia sztucznych sieci neuronowych w obszarach, gdzie życie człowieka jest szczególnie zagrożone (na przykład w kopalniach), czy też upowszechnienia analiz wspomagających ludzkie zdrowie (takich jak diagnostyka medyczna).

Niniejsza monografia składa się z siedmiu rozdziałów. Pierwszy został poświęcony wprowadzeniu w tematykę sztucznych sieci neuronowych. Została omówiona w nim zasada funkcjonowania zarówno pojedynczego neuronu, jak i wybranych, popularnych modeli sieci. Zaprezentowany został także sposób uczenia sieci neuronowych za pomocą najpopularniejszej metody – wstecznej propagacji błędu.

Kolejne rozdziały pogrupowane zostały w trzy tematyczne części. Pierwsza z nich poświęcona została wykorzystaniu sztucznych sieci neuronowych w modelowaniu rynku walutowego.

W rozdziale drugim zostały opisane rodzaje zmiennych wejściowych wykorzystywanych podczas badań empirycznych w obszarze prognozowania kursu walutowego. Zdefiniowano w nim podstawowe determinanty kursu walutowego, a następnie wyszczególniono najistotniejsze wskaźniki analizy technicznej, które zostały użyte zarówno podczas badań empirycznych opisanych w rozdziale drugim, jak i w rozdziałach trzecim oraz piątym. Rozdział został zakończony prezentacją wyników badań empirycznych nad możliwością prognozy zmian kursu walutowego USD/PLN.

Kolejny, trzeci rozdział stanowi rozwinięcie badań nad prognozą kursu walutowego poprzez użycie dyskretnej transformaty falkowej. Za jej pomocą została przeprowadzona analiza wieloczęstotliwościowa skutkująca dekompozycją przewidywanego szeregu na składowe podczęstotliwościowe. W rozdziale zaprezentowano wyniki badań empirycznych nad możliwością prognozy kursu walutowego w rozbiciu na opisane składowe szeregi czasowe.

Część druga monografii opisuje wykorzystanie sztucznych sieci neuronowych w modelowaniu giełdowego rynku terminowego.

Rozdział czwarty stanowi wprowadzenie do tematyki giełdowego rynku terminowego. Oprócz ogólnej jego charakterystyki, zostały opisane zarówno kontrakty futures, jak i przeprowadzane z ich udziałem wybrane, popularne strategie spekulacyjne, arbitrażowe i zabezpieczające. Rozdział ten stanowi wprowadzenie do kolejnego – piątego rozdziału.

Przedstawia on wyniki badań empirycznych nad możliwością modelowania niemieckiego rynku giełdowego instrumentów pochodnych na przykładzie kontraktów futures. Licznym testom zostały poddane wybrane sieci typu jednokierunkowego, wielowarstwowego oraz realizujące regresję uogólnioną.

W trzeciej części monografii autorzy skupili się na wykorzystaniu sztucznych sieci neuronowych w gospodarce przestrzennej.

Rozdział szósty przedstawia sposoby pozyskania oraz transformacji danych opisujących typ zagospodarowania przestrzennego, by możliwe było ich późniejsze użycie w procesie prognozowania przyszłych zmian zagospodarowania za pomocą sztucznych sieci neuronowych. Szczególny nacisk został położony na analizę procesu transformacji danych pozyskanych z satelity Landsat.

W ostatnim, siódmym rozdziale przedstawiono wyniki badań empirycznych przeprowadzonych z użyciem danych opisanych w rozdziale szóstym. Analizą został objęty wybrany obszar miasta Łodzi. W badaniach zostały wykorzystane sztuczne sieci neuronowe typu jednokierunkowego, wielowarstwowego.

Niniejsza monografia nie tylko dostarcza wyników badań empirycznych przeprowadzonych przez autorów na wybranych rynkach, lecz stanowi również zbiór informacji zarówno o problemach, jakie mogą wystąpić w analizach przeprowadzanych przy użyciu sztucznych sieci neuronowych, jak i metodach ich rozwiązywania. Wiele z opisanych przykładów może zostać niemal bezpośrednio przeniesionych na inne rynki, a także stanowić punkt wyjścia do dalszych badań na rynkach opisanych w niniejszej publikacji.