

Dino Esposito  
Francesco Esposito

# Wprowadzenie do uczenia maszynowego

Przekład Joanna Zatorska

APN Promise, Warszawa 2020

# Spis treści

<i>Podziękowania</i> .....	xv
<i>O autorach</i> .....	xvii
<i>Wstęp</i> .....	xix

## **Część I Podstawy uczenia maszynowego**

---

<b>1 Jak uczą się ludzie</b> .....	3
Ku myślącym maszynom .....	4
Świt rozumowania mechanicznego .....	4
Twierdzenia Gödla o niekompletności .....	5
Formalizacja maszyn liczących .....	5
Formalizacja ludzkiego myślenia .....	6
Narodziny sztucznej inteligencji jako dyscypliny .....	7
Biologia uczenia się .....	8
Czym właściwie jest inteligentne oprogramowanie? .....	8
Jak działają neurony .....	10
Podejście kija i marchewki .....	15
Przystosowywanie się do zmian .....	17
Sztuczne formy inteligencji .....	18
Prymitywna inteligencja .....	18
Systemy eksperckie .....	19
Systemy autonomiczne .....	22
Sztuczne formy sentymentu .....	24
Podsumowanie .....	25
<b>2 Inteligentne oprogramowanie</b> .....	27
Stosowana sztuczna inteligencja .....	28
Ewolucja inteligencji oprogramowania .....	28
Systemy eksperckie .....	29
Ogólna sztuczna inteligencja .....	31
Uczenie nienadzorowane .....	32
Uczenie nadzorowane .....	34
Podsumowanie .....	37

<b>3</b>	<b>Problemy z odwzorowywaniem i algorytmy</b>	39
	Podstawowe problemy	40
	Klasyfikowanie obiektów	40
	Przewidywanie wyników	43
	Grupowanie obiektów	45
	Bardziej złożone problemy	48
	Klasyfikacja obrazów	48
	Wykrywanie obiektów	49
	Analiza tekstu	50
	Zautomatyzowane uczenie maszynowe	51
	Aspekty platformy AutoML	51
	Korzystanie z platformy AutoML Model Builder	54
	Podsumowanie	57
<b>4</b>	<b>Ogólne kroki rozwiązania uczenia maszynowego</b>	59
	Zbieranie danych	60
	Kultura firmy sterowana danymi	60
	Opcje magazynu	62
	Przygotowanie danych	63
	Podnoszenie jakości danych	64
	Czyszczenie danych	64
	Inżynieria cech	66
	Finalizowanie treningowego zbioru danych	68
	Wybieranie i trenowanie modelu	70
	Ściągawka z algorytmów	71
	Przypadek sieci neuronowych	74
	Ewaluacja wydajności modelu	75
	Wdrażanie modelu	77
	Wybór odpowiedniej platformy hostingowej	77
	Eksponowanie API	78
	Podsumowanie	79
<b>5</b>	<b>Czynnik danych</b>	81
	Jakość danych	81
	Ważność danych	82
	Zbieranie danych	83
	Integralność danych	85
	Kompletność	85

Unikatowość.....	85
Terminowość.....	86
Dokładność.....	86
Spójność.....	86
Kim właściwie jest analityk danych? .....	86
Praca analityka danych .....	87
Przybornik analityka danych.....	88
Analitycy danych i programiści.....	88
Podsumowanie.....	90

## Część II   Uczenie maszynowe w .NET

---

<b>6 Sposób .NET.....</b>	<b>93</b>
Dlaczego (nie) Python? .....	94
Dlaczego Python jest tak popularny w uczeniu maszynowym? .....	94
Taksonomia bibliotek Pythona wykorzystywanych w uczeniu maszynowym	96
Kompleksowe rozwiązania wykorzystujące modele Pythona .....	99
Wstęp do ML.NET .....	101
Tworzenie i używanie modeli w ML.NET .....	102
Elementy kontekstu uczenia .....	104
Podsumowanie.....	109
<b>7 Implementacja potoku ML.NET .....</b>	<b>111</b>
Dane początkowe .....	111
Eksploracja zbioru danych .....	112
Stosowanie typowych transformacji danych .....	113
Uwarunkowania zbioru danych .....	114
Etap treningowy.....	114
Wybór algorytmu .....	115
Pomiar rzeczywistej wartości algorytmu .....	115
Planowanie fazy testowej.....	116
Rzut oka na miary.....	117
Przewidywanie cen z poziomu aplikacji klienckiej .....	118
Pobieranie pliku modelu.....	118
Konfigurowanie aplikacji ASP.NET .....	118
Przewidywanie opłat za przejazd taksówką .....	119
Opracowanie odpowiedniego interfejsu użytkownika .....	121
Wątpliwości dotyczące danych i podejścia do problemu.....	122

Podsumowanie.....	123
<b>8 Zadania i algorytmy ML.NET .....</b>	<b>125</b>
Ogólna architektura ML.NET .....	125
Wykorzystywane typy i interfejsy.....	126
Reprezentacja danych .....	127
Obsługiwane katalogi .....	130
Zadania klasyfikacji.....	132
Klasyfikacja binarna .....	132
Klasyfikacja wieloklasowa.....	138
Zadania grupowania w klastry .....	145
Przygotowanie danych do pracy .....	145
Trenowanie modelu .....	146
Ocena modelu .....	148
Przeniesienie uczenia.....	151
Etapy tworzenia klasyfikatora obrazów .....	151
Stosowanie niezbędnych transformacji danych.....	152
Tworzenie i trenowanie modelu.....	154
Dodatkowe uwagi o przeniesieniu uczenia .....	156
Podsumowanie.....	157

### **Część III Podstawy uczenia płytkiego**

---

<b>9 Matematyczne podstawy uczenia maszynowego.....</b>	<b>161</b>
Pod parasolem statystyki .....	162
Średnia w statystyce.....	163
Dominanta w statystyce .....	165
Mediana w statystyce.....	166
Obciążenie i wariancja.....	169
Wariancja w statystyce.....	169
Obciążenie w statystyce .....	172
Reprezentacja danych .....	173
Podsumowanie pięcioliczbowe.....	173
Histogramy .....	174
Wykresy punktowe.....	175
Macierze wykresu punktowego .....	176
Tworzenie wykresu na odpowiedniej skali .....	177
Podsumowanie.....	178

<b>10 Miary uczenia maszynowego</b> .....	179
Statystyka a uczenie maszynowe .....	179
Ostateczny cel uczenia maszynowego .....	180
Od modeli statystycznych do modeli uczenia maszynowego .....	181
Ocena modelu uczenia maszynowego .....	184
Od zbioru danych do prognoz .....	184
Mierzenie precyzji modelu .....	185
Przygotowanie danych do przetwarzania .....	191
Skalowanie .....	192
Standaryzacja .....	193
Normalizacja .....	193
Podsumowanie .....	193
<b>11 Proste prognozy: Regresja liniowa</b> .....	195
Problem .....	195
Zgadywanie wyników na podstawie danych .....	196
Tworzenie hipotez o relacji .....	197
Algorytm liniowy .....	199
Ogólna idea .....	200
Znajdowanie funkcji straty .....	201
Algorytm najmniejszych kwadratów .....	202
Algorytm spadku gradientu .....	205
Jak dobry jest algorytm? .....	209
Ulepszanie rozwiązania .....	210
Trasa wielomianowa .....	210
Regularyzacja .....	211
Podsumowanie .....	212
<b>12 Złożone przewidywania i decyzje: drzewa</b> .....	213
Problem .....	214
Czym właściwie jest drzewo? .....	214
Drzewa w uczeniu maszynowym .....	215
Przykładowy algorytm oparty na drzewie .....	215
Zasady projektowania algorytmów opartych na drzewach .....	217
Drzewa decyzyjne a systemy eksperckie .....	217
Odmiany algorytmów opartych na drzewach .....	218
Drzewa klasyfikacyjne .....	220
Działanie algorytmu CART .....	220

Algorytm ID3 .....	224
Drzewa regresji .....	227
Działanie algorytmu .....	227
Przycinanie drzewa .....	228
Podsumowanie .....	229
<b>13 Jak podejmować lepsze decyzje: metody grupowe .....</b>	<b>231</b>
Problem .....	231
Technika bagging .....	232
Algorytmy lasów losowych .....	233
Kroki algorytmów .....	235
Zalety i wady .....	236
Technika wzmacniania (boosting) .....	238
Możliwości wzmacniania .....	238
Wzmacnianie gradientowe .....	241
Zalety i wady .....	245
Podsumowanie .....	246
<b>14 Metody probabilistyczne: naiwny klasyfikator bayesowski .....</b>	<b>247</b>
Szybkie wprowadzenie do statystyki bayesowskiej .....	247
Wstęp do prawdopodobieństwa Bayesa .....	248
Wstęp do notacji .....	249
Twierdzenie Bayesa .....	251
Praktyczny przykład recenzji kodu .....	252
Wykorzystanie statystyki bayesowskiej w klasyfikacji .....	253
Wstępne sformułowanie problemu .....	253
Uprozczone (lecz skuteczne) sformułowanie .....	254
Praktyczne aspekty klasyfikatorów bayesowskich .....	256
Naiwne klasyfikatory bayesowskie .....	256
Ogólny algorytm .....	257
Wielomianowy naiwny klasyfikator bayesowski .....	258
Naiwny klasyfikator bayesowski Bernoulliego .....	261
Naiwny klasyfikator bayesowski Gaussa .....	262
Naiwna regresja bayesowska .....	265
Podstawy liniowej regresji bayesowskiej .....	265
Zastosowanie bayesowskiej regresji liniowej .....	266
Podsumowanie .....	267

<b>15 Grupowanie danych: klasyfikacja i klastry</b> .....	269
Podstawowe podejście do klasyfikacji nadzorowanej .....	270
Algorytm k najbliższych sąsiadów .....	270
Kroki algorytmu.....	273
Scenariusze biznesowe .....	275
Maszyna wektorów nośnych .....	276
Ogólny opis algorytmu .....	276
Szybka powtórka z matematyki .....	280
Kroki algorytmu.....	282
Klasteryzacja nienadzorowana .....	287
Przypadek biznesowy: redukcja zbioru danych.....	287
Algorytm K-średnich .....	288
Algorytm K-medoidów .....	290
Algorytm DBSCAN .....	291
Podsumowanie.....	294

## **Część IV Podstawy uczenia głębokiego**

---

<b>16 Jednokierunkowe sieci neuronowe</b> .....	299
Krótka historia sieci neuronowych.....	299
Neuron McCullocha-Pittsa .....	300
Sieci jednokierunkowe .....	300
Bardziej wyrafinowane sieci.....	301
Typy sztucznych neuronów .....	301
Perceptron .....	301
Neuron logistyczny.....	305
Trenowanie sieci neuronowej.....	307
Ogólna strategia uczenia .....	308
Algorytm propagacji wstecznej .....	309
Podsumowanie.....	316
<b>17 Projekt sieci neuronowej</b> .....	317
Aspekty sieci neuronowej.....	317
Funkcje aktywacji .....	318
Ukryte warstwy .....	322
Warstwa wyjściowa.....	326
Budowanie sieci neuronowej.....	327
Dostępne platformy.....	327



Pierwsza sieć neuronowa za pomocą Keras .....	330
Sieci neuronowe kontra inne algorytmy .....	333
Podsumowanie.....	336
<b>18 Inne typy sieci neuronowych .....</b>	<b>337</b>
Typowe problemy jednokierunkowych sieci neuronowych .....	337
Rekurencyjne sieci neuronowe .....	338
Anatomia sieci neuronowej ze stanem.....	339
Sieci neuronowe LSTM .....	342
Konwolucyjne sieci neuronowe.....	345
Klasyfikacja i rozpoznawanie obrazów.....	345
Warstwa konwolucyjna .....	346
Warstwa typu pooling .....	349
W pełni połączona warstwa.....	351
Dalszy rozwój sieci neuronowych.....	352
Generatywne sieci neuronowe z przeciwnikiem .....	352
Sieci typu autoencoder .....	353
Podsumowanie.....	355
<b>19 Analiza sentymentu: kompleksowe rozwiązanie .....</b>	<b>357</b>
Przygotowanie danych treningowych .....	358
Formalizowanie problemu .....	358
Uzyskiwanie danych.....	359
Manipulowanie danymi .....	360
Uwarunkowania dotyczące formatu pośredniego .....	361
Trenowanie modelu .....	362
Wybieranie ekosystemu .....	362
Budowanie słownika wyrazów .....	363
Wybieranie trenera.....	364
Inne aspekty sieci .....	369
Aplikacja kliencka .....	371
Pobieranie danych wejściowych dla modelu .....	372
Uzyskiwanie prognoz z modelu .....	373
Przekształcanie odpowiedzi w przydatne informacje .....	374
Podsumowanie.....	375

## Część V Finalne uwagi

---

<b>20 Usługi w chmurze oferujące AI</b> .....	379
Azure Cognitive Services .....	380
Azure Machine Learning Studio .....	381
Azure Machine Learning Service .....	384
Maszyny DSVM .....	387
Usługi lokalne .....	387
SQL Server Machine Learning Services .....	387
Machine Learning Server .....	388
Microsoft Data Processing Services .....	388
Azure Data Lake .....	388
Azure Databricks .....	389
Azure HDInsight .....	390
.NET dla Apache Spark .....	390
Azure Data Share .....	391
Azure Data Factory .....	391
Podsumowanie .....	391
<b>21 Biznesowe postrzeganie AI</b> .....	393
Postrzeganie AI w branży .....	393
Wykorzystanie potencjału .....	394
Do czego można wykorzystać sztuczną inteligencję .....	394
Wyzwania czające się tuż za rogiem .....	396
Kompleksowe rozwiązania .....	398
Nazwijmy to po prostu konsultingiem .....	399
Granica między oprogramowaniem a analizą danych .....	399
Zwinna AI .....	402
Podsumowanie .....	405
<b>Indeks</b> .....	407