

# knihovna programátora

- Od základních principů hlubokého učení až po pokročilé dovednosti
- Různé modely klasifikace obrazu
- Hluboké učení textu a dalších druhů sekvencí včetně časových
- Přenos stylu, generování textu a generování obrazů
- Nastavení vlastního prostředí pro hluboké učení

FRANÇOIS CHOLLET

# Deep learning

## v jazyku Python

**KNIHOVNY KERAS, TENSORFLOW**





knihovna programátora

---

FRANÇOIS CHOLLET

# Deep learning v jazyku Python

**KNIHOVNY KERAS, TENSORFLOW**

GRADA  
Publishing

### **Upozornění pro čtenáře a uživatele této knihy**

Všechna práva vyhrazena. Žádná část této tištěné či elektronické knihy nesmí být reprodukována a šířena v papírové, elektronické či jiné podobě bez předchozího písemného souhlasu nakladatele. Neoprávněné užití této knihy bude **trestně stíháno**.

**François Chollet**

## **Deep learning v jazyku Python**

**Knihovny Keras, TensorFlow**

Přeloženo z anglického originálu knihy Françoise Cholleta Deep Learning with Python, vydaného v roce 2018 nakladatelstvím Manning Publications Co, Spojené státy americké. Original edition copyright © 2018 by Manning Publications Co. All rights reserved.

Vydala Grada Publishing, a.s.  
U Průhonu 22, Praha 7  
obchod@grada.cz, www.grada.cz  
tel.: +420 234 264 401  
jako svou 7230. publikaci

Přeložil: Rudolf Pecinovský  
Odborná korektura: prof. Ing. Petr Berka, CSc.  
Odpovědná redaktorka: Věra Slavíková  
Návrh vnitřního layoutu: Rudolf Pecinovský  
Zlom: Rudolf Pecinovský  
Počet stran 328  
První vydání, Praha 2019  
Vytiskly Tiskárny Havlíčkův Brod, a. s.

© Grada Publishing, a.s., 2019  
Cover Design © Grada Publishing, a. s., 2019  
Cover Photo © Depositphotos/Jirsak

*Názvy produktů, firem apod. použité v knize mohou být ochrannými známkami nebo registrovanými ochrannými známkami příslušných vlastníků.*

ISBN 978-80-271-2751-1 (ePub)  
ISBN 978-80-271-2750-4 (pdf )  
ISBN 978-80-247-3100-1 (print)

# Stručný obsah

Předmluva .....	11
Poděkování .....	12
O knize .....	13
O autorovi .....	17
O obálce .....	18
<b>Část I: Základy hlubokého učení</b> .....	<b>19</b>
1 Co je hluboké učení? .....	20
2 Než začneme: matematické stavební bloky neuronových sítí .....	39
3 Začínáme s neuronovými sítěmi .....	64
4 Základy strojového učení .....	96
<b>Část II: Hluboké učení v praxi</b> .....	<b>117</b>
5 Hluboké učení pro počítačové vidění .....	118
6 Hluboké učení pro texty a sekvenční data .....	170
7 Nejlepší praktiky pokročilého hlubokého učení .....	218
8 Generativní hluboké učení .....	247
9 Závěr .....	288
<b>Část III: Přílohy</b> .....	<b>309</b>
A. Keras – jeho instalace a závislosti na Ubuntu .....	310
B. Spuštění notebooku Jupyter na instanci EC2 GPU .....	314
C. Terminologický slovník .....	321
Rejstřík .....	327

# Podrobný obsah

Předmluva.....	11
Poděkování.....	12
O knize.....	13
O autorovi.....	17
O obálce.....	18
<b>Část I: Základy hlubokého učení</b> .....	<b>19</b>
<b>1 Co je hluboké učení?</b> .....	<b>20</b>
1.1 Umělá inteligence, strojové učení a hluboké učení.....	21
1.1.1 Umělá inteligence (artificial intelligence).....	21
1.1.2 Strojové učení.....	21
1.1.3 Učení se reprezentaci z dat.....	22
1.1.4 Hloubka v hlubokém učení.....	24
1.1.5 Pochopení toho, jak hluboké učení funguje, ve třech krocích.....	25
1.1.6 Čeho hluboké učení dosud dosáhlo.....	27
1.1.7 Nevěřte krátkodobému hřebku.....	28
1.1.8 Příslib AI.....	29
1.2 Před hlubokým učním: stručná historie strojového učení.....	29
1.2.1 Pravděpodobnostní modelování.....	30
1.2.2 Rané neuronové sítě.....	30
1.2.3 Jádrové metody (kernel methods).....	31
1.2.4 Rozhodovací stromy, náhodné lesy a stroje na posílení gradientu.....	32
1.2.5 Zpět k neuronovým sítím.....	32
1.2.6 Co dělá hluboké učení odlišným.....	33
1.2.7 Krajina moderního strojového učení.....	34
1.3 Proč hluboké učení? Proč teď?.....	34
1.3.1 Hardware.....	35
1.3.2 Data.....	36
1.3.3 Algoritmy.....	36
1.3.4 Nová vlna investic.....	37
1.3.5 Demokratická hluboké učení.....	37
1.3.6 Bude to trvat?.....	37
<b>2 Než začneme: matematické stavební bloky neuronových sítí</b> .....	<b>39</b>
2.1 První pohled na neuronovou síť.....	39
2.2 Reprezentace dat pro neuronové sítě.....	43
2.2.1 Skaláry (0D tenzory).....	43
2.2.2 Vektory (1D tenzory).....	43
2.2.3 Matice (2D tenzory).....	44
2.2.4 3D tenzory a vícedimensionální tenzory.....	44
2.2.5 Klíčové atributy.....	44
2.2.6 Manipulace s tenzory v NumPy.....	45
2.2.7 Pojem dávek dat.....	46
2.2.8 Příklady datových tenzorů v reálném světě.....	46
2.2.9 Vektorová data.....	47
2.2.10 Časové řady nebo sekvenční data.....	47
2.2.11 Obrazová data.....	48
2.2.12 Video data.....	48

2.3	Nástroje neuronových sítí: tenzorové operace.....	49
2.3.1	Operace po prvcích.....	49
2.3.2	Vysílání (Broadcasting).....	50
2.3.3	Tenzorový součin.....	51
2.3.4	Změna tvaru tenzoru (Tensor reshaping).....	53
2.3.5	Geometrická interpretace tenzorových operací.....	54
2.3.6	Geometrická interpretace hlubokého učení.....	55
2.4	Motor neuronových sítí: optimalizace založená na gradientu.....	56
2.4.1	Co je derivace?.....	57
2.4.2	Derivace tenzorové operace: gradient.....	58
2.4.3	Stochastický gradientní sestup.....	58
2.4.4	Zřetězení derivací: algoritmus zpětného šíření.....	61
2.5	Ohlédnutí se na první příklad.....	61
2.6	Shrnutí kapitoly.....	62
<b>3</b>	<b>Začínáme s neuronovými sítěmi.....</b>	<b>64</b>
3.1	Anatomie neuronové sítě.....	65
3.1.1	Vrstvy: stavební bloky hlubokého učení.....	65
3.1.2	Modely: sítě vrstev.....	66
3.1.3	Ztrátové funkce a optimalizátory: klíče pro konfiguraci učebního procesu.....	67
3.2	Úvod do frameworku Keras.....	67
3.2.1	Keras, TensorFlow, Theano, and CNTK.....	68
3.2.2	Vývoj s frameworkem Keras: rychlý přehled.....	69
3.3	Nastavení pracovní stanice pro hluboké učení.....	70
3.3.1	Notebooky Jupyter: doporučený způsob pro experimenty s hlubokým učení.....	71
3.3.2	Spuštění frameworku Keras: dvě možnosti.....	71
3.3.3	Spuštění hlubokého učení v cloudu: klady a zápory.....	71
3.3.4	Jaká je nejlepší GPU pro hluboké učení?.....	72
3.4	Hodnocení filmových recenzí: Příklad binární klasifikace.....	72
3.4.1	Datová množina IMDB.....	72
3.4.2	Příprava dat.....	73
3.4.3	Vytváření vaší sítě.....	74
3.4.4	Ověření vašeho přístupu.....	77
3.4.5	Použití naučené sítě pro generování predikcí pro nová data.....	80
3.4.6	Další experimenty.....	81
3.4.7	Shrnutí.....	81
3.5	Klasifikace novinek: příklad klasifikace do více tříd.....	81
3.5.1	Soubor dat Reuters.....	82
3.5.2	Příprava dat.....	82
3.5.3	Vytvoření vaší sítě.....	83
3.5.4	Ověření vašeho přístupu.....	84
3.5.5	Generování predikcí pro nová data.....	87
3.5.6	Jiný způsob manipulace s označeními tříd a ztrátou.....	87
3.5.7	Důležitost dostatečně velkých mezivrstev.....	87
3.5.8	Další experimenty.....	88
3.5.9	Shrnutí.....	88
3.6	Predikce cen nemovitostí: příklad regrese.....	89
3.6.1	Datová množina cen bydlení v Bostonu.....	89
3.6.2	Příprava dat.....	89
3.6.3	Vytvoření vaší sítě.....	90
3.6.4	Ověření vašeho přístupu použitím k-násobné validace.....	91
3.6.5	Shrnutí.....	95
3.7	Shrnutí kapitoly.....	95
<b>4</b>	<b>Základy strojového učení.....</b>	<b>96</b>
4.1	Čtyři větve strojového učení.....	96
4.1.1	Rízené učení (učení s učitelem, supervised learning).....	96
4.1.2	Neřízené učení (učení bez učitele, unsupervised learning).....	97
4.1.3	Samorízené učení (self-supervised learning).....	97
4.1.4	Posilované učení (reinforcement learning).....	98
4.2	Vyhodnocení modelů strojového učení.....	98
4.2.1	Trénovací, validační a testovací množiny.....	98
4.2.2	Věci, které je třeba mít na paměti.....	102
4.3	Předzpracování dat, konstrukce příznaků a učení se příznaků.....	103
4.3.1	Předzpracování dat pro neuronové sítě.....	103

4.3.2	Konstrukce příznaků (feature engineering)	104
4.4	Přeučení (overfitting) a podučení (underfitting)	105
4.4.1	Redukce velikosti sítě	106
4.4.2	Přidání váhové regularizace	108
4.4.3	Přidání výpadku	110
4.5	Univerzální pracovní postup strojového učení	112
4.5.1	Definice problému a sestavení datové množiny	112
4.5.2	Výběr míry úspěchu	113
4.5.3	Rozhodování o evaluačním protokolu	113
4.5.4	Příprava dat	113
4.5.5	Vývoj modelu, který je lepší než náhodný klasifikátor	113
4.5.6	Rozšiřování: vyvíjení přeučení modelu	115
4.5.7	Regularizujte svůj model a vyladte hyperparametry	115
4.6	Shrnutí kapitoly	116

## Část II: Hluboké učení v praxi

117

5	Hluboké učení pro počítačové vidění	118
5.1	Seznámení s CNN	118
5.1.1	Konvoluční operace	121
5.1.2	Operace sdružování dle maxima (max-pooling)	124
5.2	Trénování CNN od nuly na malé množině dat	126
5.2.1	Význam hlubokého učení pro úlohy s malými daty	126
5.2.2	Stážení dat	127
5.2.3	Vytvoření sítě	129
5.2.4	Předzpracování dat	131
5.2.5	Použití rozšíření dat (data augmentation)	134
5.3	Použití předtrénované CNN	139
5.3.1	Extrakce příznaků	139
5.3.2	Jemné doladění	148
5.3.3	Shrnutí	152
5.4	Vizualizace toho, co se CNN naučí	153
5.4.1	Zobrazení průběžných aktivací	153
5.4.2	Vizualizace filtrů CNN	159
5.4.3	Zobrazení teplotních map aktivací třídy	165
5.5	Shrnutí kapitoly	169
6	Hluboké učení pro texty a sekvenční data	170
6.1	Práce s textovými daty	171
6.1.1	Kódování slov a znaků kódem 1-z-n	172
6.1.2	Použití vnoření slov	174
6.1.3	Dáváme to dohromady: od surového textu k vnoření slov	178
6.1.4	Shrnutí	184
6.2	Pochopení rekurentních neuronových sítí	185
6.2.1	Rekurentní vrstvy v Keras	187
6.2.2	Pochopení vrstev LSTM a GRU	191
6.2.3	Konkrétní příklad LSTM v Keras	193
6.2.4	Shrnutí	194
6.3	Pokročilé používání rekurentních neuronových sítí	195
6.3.1	Problém predikce teplot	195
6.3.2	Příprava dat	197
6.3.3	Zdravý rozum jako referenční hodnota	200
6.3.4	Základní přístup ke strojovému učení	201
6.3.5	První rekurentní referenční hodnota	202
6.3.6	Použití rekurentního výpadku v boji proti přeučení	203
6.3.7	Stohování rekurentních vrstev	205
6.3.8	Použití obousměrných RNN	205
6.3.9	Pokračujeme ještě dále	209
6.3.10	Shrnutí	209
6.4	Zpracování sekvencí s CNN	210
6.4.1	Pochopení 1D konvolucí pro sekvenční data	211
6.4.2	1D sdružování pro sekvenční data	211
6.4.3	Implementace 1D CNN	211
6.4.4	Kombinace CNN a RNN pro zpracování dlouhých sekvencí	213



6.4.5	Shrnutí.....	217
6.5	Shrnutí kapitoly.....	217
<b>7</b>	<b>Nejlepší praktiky pokročilého hlubokého učení.....</b>	<b>218</b>
7.1	Za rámeček sekvenčního modelu: funkcionální API Keras.....	218
7.1.1	Úvod do funkcionálního API.....	221
7.1.2	Modely s více vstupy.....	222
7.1.3	Modely s více výstupy.....	224
7.1.4	Orientované acyklické grafy vrstev.....	226
7.1.5	Sdílení vah vrstvy.....	230
7.1.6	Modely jako vrstvy.....	231
7.1.7	Shrnutí.....	231
7.2	Kontrola a sledování modelů hlubokého učení pomocí zpětného volání a frameworku TensorBoard.....	232
7.2.1	Použití zpětných volání k ovlivnění modelu během trénování.....	232
7.2.2	Úvod do TensorBoard: vizualizační framework TensorFlow.....	235
7.2.3	Shrnutí.....	239
7.3	Získání maxima z vašich modelů.....	239
7.3.1	Pokročilé architektonické vzory.....	240
7.3.2	Optimalizace hyperparametrů.....	243
7.3.3	Kombinování modelů.....	244
7.3.4	Shrnutí.....	246
7.4	Shrnutí kapitoly.....	246
<b>8</b>	<b>Generativní hluboké učení.....</b>	<b>247</b>
8.1	Generování textu s LSTM.....	248
8.1.1	Stručná historie generativních rekurentních sítí.....	248
8.1.2	Jak generovat sekvenční data.....	249
8.1.3	Důležitost strategie výběru příkladů.....	249
8.1.4	Implementace LSTM generátoru textu na úrovni znaků.....	251
8.1.5	Shrnutí.....	256
8.2	DeepDream.....	256
8.2.1	Implementace DeepDreams v Keras.....	257
8.2.2	Shrnutí.....	263
8.3	Neuronový přenos stylu.....	263
8.3.1	Ztráta obsahu.....	264
8.3.2	Ztráta stylu.....	264
8.3.3	Neuronový přenos stylu v Kerasu.....	265
8.3.4	Shrnutí.....	271
8.4	Generování snímků s variačními autoenkodéry.....	271
8.4.1	Výběr příkladů z latentních prostorů obrázků.....	271
8.4.2	Koncepční vektory pro úpravu obrázků.....	272
8.4.3	Variační autoenkodéry.....	273
8.4.4	Shrnutí.....	279
8.5	Úvod do generativních soupeřících sítí.....	279
8.5.1	Schematická implementace GAN.....	281
8.5.2	Sáček triků.....	281
8.5.3	Generátor.....	282
8.5.4	Diskriminátor.....	283
8.5.5	Soupeřící sítě.....	284
8.5.6	Jak natrénovat svoji DCGAN.....	284
8.5.7	Shrnutí.....	286
8.6	Shrnutí kapitoly.....	287
<b>9</b>	<b>Závěr.....</b>	<b>288</b>
9.1	Přehled klíčových pojmů.....	288
9.1.1	Různé přístupy k AI.....	289
9.1.2	Co dělá hluboké učení zvláštním v oblasti strojového učení.....	289
9.1.3	Jak uvažovat o hlubokém učení.....	290
9.1.4	Klíčové technologie.....	291
9.1.5	Univerzální postup strojového učení.....	291
9.1.6	Klíčové síťové architektury.....	292
9.1.7	Prostor možností.....	295
9.2	Omezení hlubokého učení.....	296
9.2.1	Riziko antropomorfizace modelů strojového učení.....	297
9.2.2	Místní generalizace vs. extrémní generalizace.....	299
9.2.3	Shrnutí.....	300

9.3	Budoucnost hlubokého učení .....	300
9.3.1	Modely jako programy .....	301
9.3.2	Za zpětným šířením a diferencovatelnými vrstvami .....	302
9.3.3	Automatizované strojové učení .....	303
9.3.4	Celoživotní učení a modulární opakované použití podprogramu .....	303
9.3.5	Dlouhodobá vize .....	305
9.4	Zůstaňte v obraze v rychle se vyvíjející oblasti .....	305
9.4.1	Praxe na reálných úlohách pomocí Kaggle .....	306
9.4.2	Přečtěte si o nejnovějším vývoji na arXiv .....	306
9.4.3	Prozkoumejte ekosystém Keras .....	306
9.5	Závěrečné slovo .....	307

## Část III: Přílohy

309

<b>A.</b>	<b>Keras – jeho instalace a závislosti na Ubuntu .....</b>	<b>310</b>
A.1	Instalace vědecké sady Pythonu .....	311
A.2	Nastavení podpory GPU .....	311
A.3	Instalace Theano (volitelná) .....	312
A.4	Instalace Keras .....	313
<b>B.</b>	<b>Spuštění notebooku Jupyter na instanci EC2 GPU .....</b>	<b>314</b>
B.1	Co jsou notebooky Jupyter? Proč je provozovat GPU na AWS? .....	314
B.2	Proč byste nechtěli pro hluboké učení používat Jupyter na AWS? .....	315
B.3	Nastavení instance AWS GPU .....	315
B.3.1	Konfigurace Jupyteru .....	317
B.4	Instalace Keras .....	318
B.5	Nastavení místního přesměrování portů .....	319
B.6	Použití Jupyteru z vašeho prohlížeče .....	319
<b>C.</b>	<b>Terminologický slovník .....</b>	<b>321</b>
C.1	Používané zkratky .....	321
C.2	Anglicko-český .....	321
	<b>Rejstřík .....</b>	<b>327</b>

# Předmluva

Držíte-li tuto knihu v ruce, jste si asi vědomi mimořádného pokroku, jehož hluboké učení pro oblast umělé inteligence v nedávné době dosáhlo. Za pouhých pět let jsme přešli z téměř nepoužitelného rozpoznávání obrazů a přepisu řeči k nadlidskému výkonu při řešení těchto úloh.

Důsledky tohoto náhlého pokroku se týkají téměř každého odvětví. Abychom však mohli začít rozšiřovat technologii hlubokého učení na všechny problémy, které by mohla pomoci vyřešit, musíme ji zpřístupnit co nejvíce osobám, včetně zájemců z řad laiků, kteří nejsou výzkumnými pracovníky nebo absolventy univerzit. Aby mohlo hluboké učení dosáhnout svého plného potenciálu, musíme je radikálně demokratizovat.

Když v březnu 2015 vyšla první verze frameworku pro hluboké učení *Keras*, demokratizace rozšíření AI (Artificial Intelligence – umělá inteligence) nebyla to, co jsem měl na mysli. Několik let jsem prováděl výzkum strojového učení a postavil *Keras*, aby mi pomohl s vlastními experimenty. Ale v průběhu let 2015 a 2016 vstoupily do oblasti hlubokého učení desítky tisíc nových lidí; mnozí z nich použili *Keras*, protože to byl – a stále je – nejsnadnější framework pro začátečníky. Když jsem sledoval, jak mnoho nově příchozích používá *Keras* nečekanými a efektivními způsoby, začal jsem se starat o dostupnost a demokratizaci AI. Uvědomil jsem si, že čím dále tyto technologie rozšiřujeme, tím jsou užitečnější a cennější. Dostupnost se rychle stala jasným cílem při vývoji frameworku *Keras* a během několika málo let se komunitě vývojářů frameworku *Keras* podařilo dosáhnout fantastických úspěchů. Hluboké učení jsme dostali do rukou desítek tisíc lidí, kteří je následně používají k řešení závažných problémů, o nichž jsme donedávna ani nevěděli, že existují.

Kniha, kterou držíte, je dalším krokem k zpřístupnění hlubokého učení co největšímu počtu lidí. *Keras* vždy potřeboval doprovodný kurz pro osvojení základů hlubokého učení, vzorů jeho využití a osvědčených postupů pro hluboké učení. Tato kniha je mojí nejlepší snahou vytvořit takový kurz. Napsal jsem ji se zaměřením na to, aby koncepce hlubokého učení a jejich implementace byly co nejvíce přístupné. Přitom jsem nechtěl dělat žádná hloupá zjednodušení, protože pevně věřím, že v hlubokém učení neexistují žádné obtížné principy. Doufám, že tuto knihu oceníte a že vám umožní začít vytvářet inteligentní aplikace a řešit problémy, které před vámi stojí.

**Poznámka překladatele a redakce k názvu knihy:** V předkládané publikaci se snažíme maximálně dodržovat českou terminologii, ale u názvu knihy jsme dali přednost anglickému termínu *Deep learning*. Domníváme se, že je ve větším povědomí mezi čtenáři než jeho český ekvivalent *Hluboké učení*.

# Poděkování

Rád bych poděkoval komunitě *Keras* za to, že mi umožnila tuto knihu napsat. *Keras* se rozrostla o stovky přispěvatelů otevřeného zdrojového kódu a více než 200 000 uživatelů. Vaše příspěvky a zpětná vazba změnily *Keras* na to, co je dnes.

Také bych rád poděkoval společnosti Google za podporu projektu *Keras*. Bylo skvělé vidět, že *Keras* byl přijat jako API knihovny *TensorFlow*. Bezproblémová integrace mezi programy *Keras* a *TensorFlow* velmi prospívá uživatelům obou produktů a dělá hluboké učení maximálně přístupné.

Chci poděkovat lidem ze společnosti Manning, kteří na této knize pracovali: mezi ně patří vydavatel Marjan Bace a všichni v redakčních a produkčních týmech, především Christina Taylor, Janet Vail, Tiffany Taylor, Katie Tennant, Dottie Marsico a mnoha dalších, kteří pracovali v zákulisí.

Velké díky patří i technickým lektorům, které vedl Aleksandar Dragosavljevič. Patří mezi ně Diego Acuña Rozas, Geoff Barto, David Blumenthal-Barby, Abel Brown, Clark Dorman, Clark Gaylord, Thomas Heiman, Wilson Mar, Sumit Pal, Vladimír Pasma, Gustavo Patino, Peter Rabinovič, Alvin Raj, Claudio Rodriguez, Srdjan Santic, Richard Tobias, Martin Verzilli, William E. Wheeler a Daniel Williams. Současně děkuji přispěvatelům fóra. Jejich příspěvky upozorňovaly na technické chyby, chyby v terminologii, překlepy a navrhovaly další témata. Každé přezkoumání a každý kus zpětné vazby provedené prostřednictvím témat fóra formoval rukopis.

Za technickou stránku zasluhuje zvláštní poděkování Jerry Gaines, který pracoval jako technický redaktor knihy; a Alex Ott a Richard Tobias, kteří pracovali jako techničtí korektoři knihy. Jsou to nejlepší techničtí redaktoři, v něž jsem mohl doufat.

Nakonec bych chtěl vyjádřit svou vděčnost své manželce Marii za to, že mne velmi podporovala během vývoje frameworku *Keras* a psaní této knihy.

# O knize

Tato kniha byla napsána pro každého, kdo by chtěl zkoumat hluboké učení od začátku nebo rozšířit své chápání hlubokého učení. Ať už jste praktický inženýr pracující na strojovém učení, vývojář softwaru nebo vysokoškolský student, najdete na těchto stránkách cenné informace.

Tato kniha nabízí praktickou příručku hlubokého učení. Vyhýbá se matematické notaci, místo toho upřednostňuje vysvětlení kvantitativních konceptů pomocí kódovacích nástrojů a budování praktické intuice týkající se základních myšlenek strojového učení a hlubokého učení.

Naučíte se z více než 30 příkladů kódu, které obsahují podrobné komentáře, praktická doporučení a jednoduchá vysvětlení všeho, co potřebujete vědět, abyste mohli začít používat hluboké učení k řešení konkrétních problémů.

Příklady kódu používají Python a *Keras* pro hluboké učení, s TensorFlow jako backendovým enginem. *Keras*, jeden z nejpoužívanějších a nejrychleji se rozvíjejících hlubokých učebních frameworků, je široce doporučován jako nejlepší nástroj pro začátek s hlubokým učáním.

Po přečtení této knihy budete dobře chápat, co je hluboké učení, kdy je použitelné, a jaká jsou jeho omezení. Budete obeznámeni se standardním pracovním postupem pro řešení úloh strojového učení a budete vědět, jak řešit běžně se vyskytující problémy. Budete moci využít *Keras* k řešení problémů v reálném světě, od počítačového vidění až po zpracování přirozeného jazyka: klasifikaci obrázků, predikci časových údajů, analýzu názorů, generování obrazů a textů a další.

## Komu je kniha určena

Tato kniha je napsána pro lidi, kteří mají zkušenosti s programováním v Pythonu a kteří chtějí začít se strojovým a hlubokým učáním. Tato kniha však může být cenná i pro mnoho dalších čtenářů:

- Jste-li datový odborník pracující se strojovým učáním, poskytne vám pevný a praktický úvod do hlubokého učení, nejrychleji se rozvíjející a nejvýznamnější podskupiny strojového učení.
- Jste-li odborník na hluboké učení, který by chtěl začít s frameworkem *Keras*, objevíte v knize nejlepší rychlokurs.
- Jste-li vysokoškolský student studující hluboké učení ve formálním prostředí, využijete tuto knihu jako praktický doplněk k látce, který vám pomáhá poznat a pochopit chování hlubokých neuronových sítí, a seznámíte se s klíčovými osvědčenými postupy.

## Rozdělení textu

Kniha je rozdělena do dvou částí. Nemáte-li žádné předchozí zkušenosti se strojovým učením, důrazně doporučuji, abyste dokončili první část předtím, než se pustíte do druhé části. Začneme jednoduchými příklady a postupně se budeme přibližovat současnému stavu těchto technik.

První část představuje úvod do hlubokého učení, poskytuje kontext a definice a vysvětluje všechny pojmy, které jsou zapotřebí k tomu, abychom mohli začít se strojovým učením a neuronovými sítěmi.

- Kapitola 1 představuje základní znalosti o kontextu a pozadí v oblasti AI, strojového učení a hlubokého učení.
- Kapitola 2 uvádí základní koncepty nezbytné pro přiblížení se k hlubokému učení: tenzory, tenzorové operace, gradientní sestup a zpětné šíření. V této kapitole je také uveden první příklad práce pracující neuronové sítě.
- Kapitola 3 obsahuje vše, co potřebujete k tomu, abyste mohli začít s neuronovými sítěmi:
  - úvod do frameworku *Keras*, našeho rámce pro hluboké učení;
  - průvodce pro nastavení pracovní stanice;
  - a tři základní příklady kódů s podrobnými vysvětleními.

Na konci této kapitoly budete moci trénovat jednoduché neuronové sítě pro zpracování klasifikačních a regresních úloh a budete mít pevnou představu o tom, co se děje v pozadí při jejich trénování.

- Kapitola 4 zkoumá univerzální pracovní postup. Dozvíte se také o běžných nástrahách a jejich řešeních.

Druhá část se podrobně zabývá praktickými aplikacemi hlubokého učení v oblasti počítačového vidění a zpracování přirozeného jazyka. Mnoho z příkladů uvedených v této části může být použito jako šablony pro řešení problémů, se kterými se setkáte v praxi hlubokého učení v reálném světě.

- Kapitola 5 zkoumá řadu praktických příkladů počítačového vidění se zaměřením na klasifikaci obrazu.
- Kapitola 6 poskytuje praktické postupy pro zpracování sekvenčních dat, jako je text a časové řady.
- Kapitola 7 uvádí pokročilé techniky pro vytváření nejmodernějších modelů hlubokého učení.
- Kapitola 8 vysvětluje generativní modely: hluboce učící modely schopné vytvářet obrázky a text, s někdy překvapivě uměleckými výsledky.
- Kapitola 9 je věnována konsolidaci toho, co jste se naučili v celé knize, stejně jako otevření perspektiv ohledně omezení hlubokého učení a zkoumání jeho pravděpodobné budoucnosti.

## Potřebné vybavení

Všechny příklady kódu v této knize používají framework *Keras* (<https://Keras.io>), který je open-source a je zdarma ke stažení. Budete potřebovat počítač se systémem typu UNIX. Je sice možné použít i Windows, ale nedoporučuji to. Příloha [A Keras – jeho instalace a závislosti na Ubuntu](#) na straně [310](#) vás provede celým nastavením.

Také doporučuji, abyste měli ve svém počítači nejnovější GPU NVIDIA, jako je například TITAN X. Není to nutné, ale umožní vám spouštět příklady kódu několikrát rychleji a zlepší to vaši zkušenost s jejím použitím. Další informace o nastavení stanice pro hluboké učení naleznete v podkapitole [3.3 Nastavení pracovní stanice pro hluboké učení](#) na straně [70](#).

Nemáte-li přístup k pracovní stanici s novou grafickou kartou NVIDIA, můžete použít cloudové prostředí. Zejména můžete použít instance služby *Google Cloud* (například instance typu n1-standard-8 s doplňkem NVIDIA Tesla K80) nebo instance GPU *Amazon Web Services* (AWS – například instanci p2.xlarge). Příloha [B Spuštění notebooku Jupyter na instanci EC2 GPU](#) na straně [314](#) podrobně popisuje jeden možný pracovní postup, který spouští instanci AWS prostřednictvím virtuálních notebooků *Jupyter* dostupných ve vašem prohlížeči.

## Doprovodné programy

Všechny příklady kódu v této knize jsou k dispozici ke stažení jako notebooky *Jupyter* ze stránek knihy [www.manning.com/books/deep-learning-with-python](http://www.manning.com/books/deep-learning-with-python) a na serveru *GitHub* na adrese <https://github.com/fchollet/deep-learning-with-python-notebooks>.

## Fórum knihy

Zakoupením knihy získáváte bezplatný přístup k soukromému webovému fóru, spravovanému nakladatelstvím *Manning Publications*, kde můžete komentovat knihu, klást technické otázky a obdržet pomoc od autora a od ostatních uživatelů<sup>1</sup>. Chcete-li vstoupit do fóra, přejděte na webovou stránku <https://forums.manning.com/forums/deep-learning-with-python>. O jednotlivých fórech společnosti *Manning* a o pravidlech chování na nich se můžete dozvědět na adrese <https://forums.manning.com/forums/about>.

Závazek společnosti *Manning* vůči našim čtenářům je poskytnout místo, kde se může uskutečnit smysluplný dialog mezi jednotlivými čtenáři a mezi čtenáři a autorem. Nejedná se o závazek k žádné konkrétní účasti ze strany autora, jehož příspěvek do fóra zůstává dobrovolný (a neplacený). Doporučujeme vám, abyste pokládali náročné otázky, aby svůj zájem neztratil! Fórum a archivy předchozích diskusí budou přístupné z webových stránek vydavatele, dokud bude kniha v prodeji.

## Použité typografické konvence

K tomu, abyste se v textu lépe vyznali a také abyste si vykládanou látku lépe zapamatovali, používám několik prostředků pro odlišení a zvýraznění textu.

**Termíny** První výskyt nějakého termínu a další texty, které chci zvýraznit, vysazuji **tučně**.

**Název** Názvy firem a jejich produktů vysazuji *kurzivou*. Kurzivou vysazuji také názvy kapitol, podkapitol a oddílů, na které se v textu odkazují.

---

1 Bohužel, pouze anglicky.

<b>Citace</b>	Texty, které si můžete přečíst na displeji, např. názvy polí v dialogových oknech či názvy příkazů v nabídkách, vysazují <b>tučným bezpatkovým písmem</b> .
<b>Adresy</b>	Názvy souborů a internetové adresy vysazují obyčejným bezpatkovým písmem.
<b>Program</b>	Identifikátory a další části programů zmíněné v běžném textu vysazují <b>neproporcionálním písmem</b> , které je v elektronických verzích pro zvýraznění tmavě červené.

Kromě výše zmíněných částí textu, které považuji za důležité zvýraznit nebo alespoň odlišit od okolního textu, najdete v textu ještě řadu doplňujících poznámek a vysvětlivek. Všechny budou v jednotném rámečku, který bude označen ikonou charakterizující druh informace, kterou vám chce poznámka či vysvětlivka předat.



Symbol jing-jang bude uvozovat poznámky, s nimiž se setkáte na počátku každé kapitoly. Zde vám vždy prozradíme, co se v dané kapitole naučíte.



Obrázek knihy označuje poznámku týkající se používané terminologie. Tato poznámka většinou upozorňuje na další používané termíny označující stejnou skutečnost nebo na konvence, které se k probírané problematice vztahují. Seznam všech terminologických poznámek najdete v rejstříku pod heslem „terminologie“.



Píšící ruka označuje obyčejnou poznámku, která pouze doplňuje informace z hlavního proudu výkladu o nějakou zajímavost.

## Odbočka – podšeděný blok

Občas je potřeba vysvětlit něco, co nezapadá přímo do okolního textu. V takových případech používám podšeděný blok se silnou čarou po straně. Tento podšeděný blok je takovou drobnou odbočkou od ostatního výkladu.



# O autorovi

François Chollet pracuje na hlubokém učení na Google v Mountain View, CA. Je tvůrcem knihovny pro hluboké učení *Keras*, stejně jako přispěvatelem do frameworku strojového učení *TensorFlow*. Dále provádí výzkum hlubokého učení se zaměřením na počítačové vidění a aplikaci strojového učení na formální uvažování. Jeho práce byly publikovány na významných konferencích v této oblasti, včetně Konference o počítačovém vidění a rozpoznávání vzorů (Conference on Computer Vision and Pattern Recognition – CVPR), Konference a workshop o systémech neurálního zpracování informací (Conference and Workshop on Neural Information Processing Systems – NIPS), Mezinárodní konferenci o učení se reprezentace (International Conference on Learning Representations – ICLR) a dalších.



# O obálce

Následující text se vztahuje k obálce, která byla použita nakladatelstvím Manning u originálu tohoto překladu. U českého vydání jsme v zájmu zachování koncepce obálek ediční řady Myslíme v..., do níž jsme knihu zařadili, nepoužili obálku původní. Nakladatelství Manning zobrazuje na obálkách svých knih nejrůznější dobové úbory a seznamuje čtenáře s jejich historickým a zeměpisným kontextem. Zde je tedy originální obálka včetně překladu doprovodného textu.

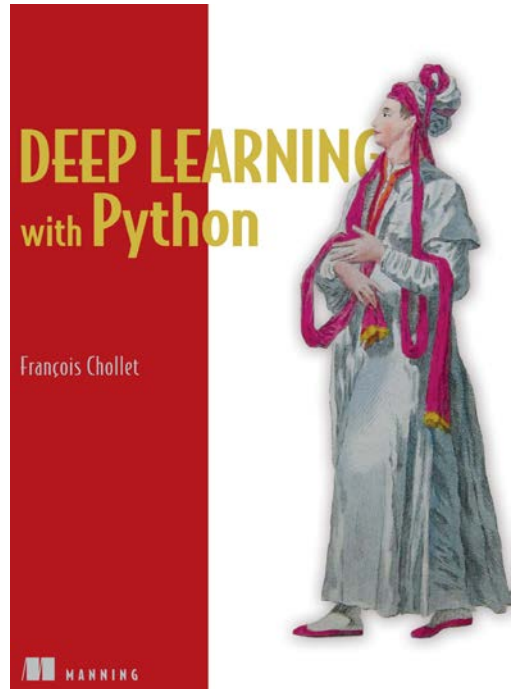
Obrázek na obálce knihy je označen jako *Oděv perské dámy v roce 1568*. Ilustrace je převzata z čtyřdílné knihy *A Collection of the Dresses of Different Nations, Ancient and Modern* (Sbírka šatů různých národů, starověkých a moderních), od Thomase Jefferyse, vydané v Londýně mezi lety 1757 a 1772. Na titulní stránce je uvedeno, že jde o ručně zbarvené měděné destičky, zvyrazněné arabskou gumou.

Thomas Jefferys (1719–1771) byl označován jako „Geograf krále Jiřího III.“.

Byl to anglický kartograf, který byl jeho předním dodavatelem map. Ryl a tiskl mapy pro vládní a jiné úřední subjekty a vytvořil širokou škálu komerčních map a atlasů, zejména Severní Ameriky. Jeho práce na tvorbě map u něj vyvolala zájem o místní oblékací zvyky zemí, jež zkoumal a mapoval, a které jsou v této sbírce skvěle zobrazeny. Fascinace vzdálenými zeměmi a cestování za potěšením byly koncem osmnáctého století poměrně nové jevy a sbírky jako tato byly populární a představovaly turistům i cestujícím v kočárech obyvatele jiných zemí.

Rozmanitost výkresů v Jefferysových svazcích hovoří živě o jedinečnosti a individualitě světových národů před 200 lety. Oblečení se od té doby změnila a rozmanitost podle regionů a zemí, tak bohatá v té době, zmizela. Nyní je často těžké odlišit obyvatele jednoho kontinentu od druhého. Snad jsme, viděno optimisticky, obchodovali s kulturní a vizuální rozmanitostí pro různorodější osobní život, nebo pro rozmanitější a zajímavější intelektuální a technický život.

V době, kdy je obtížné odlišit jednu počítačovou knihu od druhé, Manning oslavuje inovativnost a iniciativu počítačového podnikání prostřednictvím obalů knih založených na bohaté rozmanitosti regionálního života před dvěma stoletími, která byla Jefferysovými obrazy znovu přivedena zpět k životu.



Obálka originálu

# Část I: Základy hlubokého učení

Kapitoly 1–4 této knihy vám poskytnou základní poznatky o tom, co je hluboké učení, co může dosáhnout a jak to funguje. Budete také seznámeni s univerzálním pracovním postupem pro řešení problémů s daty pomocí hlubokého učení. Pokud nejste dostatečně informováni o hlubokém učení, měli byste určitě začít číst tuto část v plném rozsahu, než se přesunete k praktickým aplikacím v části 2.

# Kapitola 1

## Co je hluboké učení?

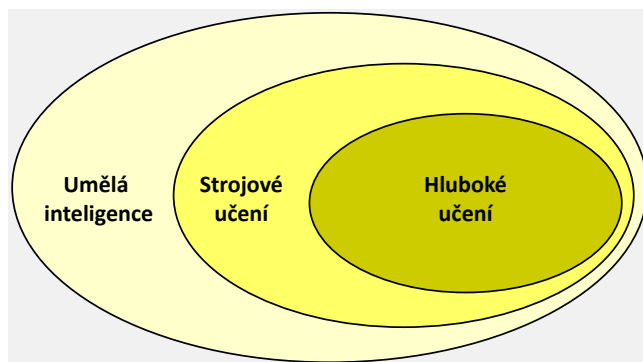


### Tato kapitola probírá:

- Vysokourovňové definice základních konceptů
- Časovou osu vývoje strojového učení
- Klíčové faktory pro rostoucí popularitu a budoucí potenciál hlubokého učení

V uplynulých letech byla umělá inteligence (AI) předmětem intenzivního mediálního humbuku. Strojové učení, hluboké učení a AI jsou tématem nesčetných článků, často mimo odborné publikace. Slibují budoucnost inteligentních chatbotů, autodiagnostických vozidel a virtuálních asistentů – budoucnost někdy namalovanou černě a jindy utopickou, kde lidská práce bude vzácná a nejvíce ekonomická činnost bude zpracována roboty nebo AI agenty. Pro budoucího nebo současného odborníka na strojové učení je důležité, aby byl signál rozpoznán v šumu, abyste mohli říci, že vývoj světa se oproti přehnaným tiskovým zprávám mění. Naše budoucnost je v sázce a je to budoucnost, v níž hrajete aktivní roli: po přečtení této knihy budete jedním z těch, kteří rozvíjejí agenty AI. Takže bychom si měli dopovědět na otázky: Čeho hluboké učení doposud dosáhlo? Jak je to významné? Kam máme nyní směřovat? Máme věřit tomu, že je to humbuk?

Tato kapitola vám poskytuje základní informace o umělé inteligenci, strojovém učení a hlubokém učení.



**Obrázek 1.1:**

*Umělá inteligence, strojové učení a hluboké učení*