

# Maşın Öyrənməsinin Sunamisi (The Machine Learning Tsunami)

2006-cı ildə Geoffrey Hinton və onun komandası (et al.) əllə yazılmış rəqəmləri ən müasir dəqiqliklə (>98%) tanıya bilən dərin neyron şəbəkəsini (deep neural network) necə öyrətmək olar barədə bir məqalə dərc etdirdilər. Bu texnikaya "dərin öyrənmə" adını verdilər. Dərin neyron şəbəkəsi bizim serebral korteksimizin (çox) sadələşdirilmiş modelidir və süni neyronlardan təşkil olunmuş təbəqələrdən ibarətdir. Dərin neyron şəbəkəsini təlim keçmək o vaxta qədər mümkünsüz hesab olunurdu və əksər tədqiqatçılar bu ideyadan 1990-cu illərin sonlarında vaz keçmişdilər. Bu məqalə elmi ictimaiyyətin marağını yenidən canlandırdı və çox keçmədən bir çox yeni məqalələr dərin öyrənmənin yalnız mümkün olmadığını, həm də heç bir digər maşın öyrənməsi (ML) texnikasının bacara bilmədiyi heyratamiz nailiyyətlərə nail ola bildiyini sübut etdi (böyük hesablama gücü və çoxlu miqdarda məlumatın köməyi ilə). Bu həvəs tezliklə maşın öyrənməsinin bir çox digər sahələrinə də yayıldı.

On il sonra maşın öyrənməsi sənayeyi fəth etdi və bu gün o, yüksək texnologiyalı məhsullardakı sehrin əsasında durur, veb axtarış nəticələrinizi sıralayır, smartfonunuzun nitq tanımasını təmin edir, videoları tövsiyə edir və hətta avtomobilinizi idarə edə bilir.

## Maşın Öyrənməsi Sizin Layihələrinizdə

Təbii ki maşın öyrənməsi haqqında həvəslisiniz və bu sahəyə qoşulmaq istəyirsiniz!

Ola bilsin ki, evdə düzəltdiyiniz robota öz beyni olsun deyə istərdiz? Və ya üzləri tanısın? Və ya gəzməyi öyrənsin?

Yaxud da şirkətinizin bir xeyli verilənləri (istifadəçi qeydləri, maliyyə məlumatları, istehsal məlumatları, maşın sensor məlumatları, qaynar xətt statistikaları, İnsan Resursları hesabatları və s.) Əgər harada axtarmalı olduğunuzu bilsəydiz, qiymətli məlumatları ortaya çıxara bilərsiniz. Maşın öyrənməsi ilə aşağıda olanları və daha çoxunu əldə edə bilərsiniz:

- Müştəriləri seqmentləşdirmək və hər qrup üçün ən yaxşı marketinq strategiyasını tapmaq.
- Hər bir müştəri üçün oxşar müştərilərin satın aldığı məhsullara əsasən məhsul tövsiyə etmək.
- Fırıldaqcılıq ehtimalı olan əməliyyatları aşkarlamaq.
- Gələn ilin gəlirini proqnozlaşdırmaq.

Hansı səbəbdən olursa olsun, maşın öyrənməsini öyrənmək və layihələrinizdə tətbiq etmək qərarına gəldiniz. Əla fikirdir!

## Məqsəd və Yanaşma (Objective and Approach)

Bu kitab sizin maşın öyrənməsi haqqında demək olar ki, heç nə bilməməyinizi fərz edir. Məqsəd sizə verilənlərdən öyrənmə bilən proqramlar tətbiq etmək üçün lazım olan anlayışları, vasitələri və intuisiyanı verməkdir.

Ən sadə və ən çox istifadə edilən texnikalardan (məsələn, xətti reqressiya) mütəmadi olaraq yarışmalarda qalib gələn dərin öyrənmə texnikalarına qədər çox sayda texnikanı əhatə edəcəyik. Bunun üçün istehsalata hazır (production-ready) Python framework-lər də istifadə edəcəyik:

- Scikit-Learn in istifadəsi çox asandır, lakin bir çox maşın öyrənmə alqoritmini səmərəli şəkildə tətbiq edir, buna görə də maşın öyrənməsini mənimsəmək üçün əla başlanğıc nöqtəsidir. 2007-ci ildə David Cournapeau tərəfindən yaradılıb və hazırda Fransa Kompüter Elmləri və Avtomatlaşdırma Tədqiqat İnstitutunda (Inria) bir tədqiqatçı qrupu tərəfindən idarə olunur.
- TensorFlow paylanmış sayılı hesablama üçün daha mürəkkəb bir kitabxanadır. Çox sayda çox GPU-lu (qrafik prosessoru) serverləri arasında hesablamaları paylayaraq çox böyük neyron şəbəkələrini səmərəli şəkildə təlim keçirmək və işlətmək imkanı verir. TensorFlow (TF) Google tərəfindən yaradılıb və onun geniş miqyaslı maşın öyrənmə tətbiqetmələrinin bir çoxunu dəstəkləyir. 2015-ci ilin noyabr ayında açıq mənbəyə çevrildi və 2.0 versiyası 2019-cu ilin sentyabr ayında buraxıldı.
- Keras neyron şəbəkələrini təlim keçirmək və işlətmək üçün çox sadə edən yüksək səviyyəli dərin öyrənmə API-dir. Keras, TensorFlow ilə birlikdə gəlir və bütün intensiv hesablamalar üçün TensorFlow-a söykənir.

Bu kitab, konkret işləyən nümunələr və bir az nəzəriyyə vasitəsilə maşın öyrənməsini intuitiv şəkildə başa düşməyə kömək edən praktiki bir yanaşmanı üstün tutur.

#### Məsləhət

Bu kitabı bilgisayar əlinə almadan oxuya bilərsiniz. Amma mən yüksək dərəcədə burda olan kodları eksperiment etməyi məsləhət görürəm.

## Kod Nümunələri

Bu kitabdakı bütün kod nümunələri açıq mənbəli və onlayn olaraq <https://github.com/ageron/handson-ml3> ünvanında, Jupyter Notebook formasında mövcuddur. Bunlar mətn, şəkillər və icra edilə bilən kod hissələri (bizim vəziyyətimizdə Python) interaktiv sənədlərdir. Başlamağın ən asan və sürətli yolu bu notebookları Google Colab vasitəsilə icra etməkdir: bu, heç bir şey yükləmək məcburiyyətində qalmadan, istənilən Jupyter dəftərini birbaşa onlayn olaraq işlətməyə imkan verən pulsuz bir xidmətdir. Sizə yalnız Web browser və Google hesabı lazımdır.

Bu kitabda, Google Colab-dan istifadə etdiyinizi nəzərdə tuturam, lakin kodları Kaggle və Binder kimi digər onlayn platformalarda da sınaşım, buna görə istəsəniz onlardan da istifadə edə bilərsiniz. Alternativ olaraq, tələb olunan kitabxanaları və alətləri (və ya bu kitab üçün Docker image'i) yükləyərək dəftərləri birbaşa öz maşınıızda işlədə bilərsiniz. Məlumat üçün <https://homl.info/install> keçidinə baxın.

Bu kitab yetərli qədər sizə işinizi görməkdə kömək edəcək. Əlavə məzmunundan istifadə etmək istəyirsinizsə və bu istifadə qaydalarının həddlərindən kənara çıxırsa (məsələn, O'Reilly kitablarının məzmununu satmaq və ya yaymaq, yaxud bu kitabdan əhəmiyyətli miqdarda materialı məhsulunuzun sənədlərinə daxil etmək kimi), lütfən, icazə üçün bizə müraciət edin: [permissions@oreilly.com](mailto:permissions@oreilly.com). Müəllif hüquqlarının qeyd olunmasını qiymətləndiririk, lakin tələb etmirik, müəlliflik hüququnun qeydinə bir qayda olaraq başlıq, müəllif, nəşir və ISBN-ə daxil olur. Məsələn: "Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow by Aurélien Géron. Copyright 2023 Aurélien Géron, 978-1-098-12597-4."

## Tələblər

Bu kitab Python proqramlaşdırma təcrübənizin olduğunu nəzərdə tutur. Əgər hələ Python-u bilmirsinizsə, <https://learnpython.org> başlamaq üçün əla bir yerdir. Python.org rəsmi təlimatı da olduqca yaxşıdır.

Bu kitab həmçinin Python-un əsas elmi kitabxanaları ilə tanış olduğunuzu nəzərdə tutur - xüsusilə NumPy, Pandas və Matplotlib. Bu kitabxanalardan heç vaxt istifadə etməmişinizsə, narahat olmayın; öyrənmək asandır və mən hər biri üçün bir təlim hazırlamışam. Onlara onlayn olaraq <https://homl.info/tutorials> ünvanından daxil ola bilərsiniz.

Bundan əlavə, maşın öyrənmə alqoritmlərinin necə işlədiyini tam başa düşmək istəyirsinizsə (yalnız onları necə istifadə edəcəyinizi deyil), onda ən azı bir neçə riyaziyyat konsepsiyasını başa düşməlisiniz, xüsusən də xətti cəbr. Xüsusilə, vektorların və matrislərin nə olduğunu bilməli və vektorların əlavə edilməsi və ya matrislərin transpozasiyası və vurulması kimi bəzi sadə əməliyyatları necə yerinə yetirəcəyinizi bilməlisiniz. Xətti cəbrə sürətli girişə ehtiyacınız varsa (bu, həqiqətən raket elmi deyil!), mən <https://homl.info/tutorials> ünvanında bir təlim təqdim edirəm. Neyron şəbəkələrinin necə öyrədildiyini başa düşmək üçün faydalı ola biləcək diferensial hesablamaya dair təlim də tapa bilərsiniz, lakin vacib konsepsiyaları anlamaq üçün tamamilə zəruri deyil. Bu kitab bəzən eksponentlər və loqarifmlər, bəzi ehtimal nəzəriyyəsi və bəzi əsas statistika anlayışları kimi digər riyaziyyat anlayışlarından da istifadə edir, lakin heç bir şey çox qabaqcıl deyil. Bunlardan hər hansı biri ilə bağlı köməyə ehtiyacınız varsa, lütfən, <https://khanacademy.org> ünvanına daxil olun, burada çoxsaylı əla və pulsuz riyaziyyat kursları təklif olunur.

## Yol xəritəsi

Bu kitab iki hissədən ibarətdir. Birinci hissə, “Maşın öyrənməsinin əsasları”, aşağıdakı mövzuları əhatə edir:

- Maşın öyrənməsinin nə olduğu, hansı problemləri həll etməyə çalışdığı və onun sistemlərinin əsas kateqoriyaları və fundamental konsepsiyaları
- Tipik bir maşın öyrənmə layihəsinin mərhələləri
- Məlumatlara uyğun bir model quraraq öyrənmək
- Xərc funksiyasını optimallaşdırmaq
- Məlumatları idarə etmək, təmizləmək və hazırlamaq
- Xüsusiyyətləri seçmək və mühəndislik etmək
- Modelləri seçmək və hiperparametrləri kəşifmə yoxlaması (cross-validation) ilə tənzimləmək
- Maşın öyrənməsinin problemləri, xüsusilə underfitting uyğunlaşma və overfitting uyğunlaşma (bias/variance trade-off u)
- Ən çox istifadə edilən öyrənmə alqoritmləri: xətti və polinomial reqresiya, logistik reqresiya, k-nearest neighbours, support vector maşınları, decision trees, random forest və ensemble üsulları
- "Dimensionality curse" ilə mübarizə aparmaq üçün təlim məlumatlarının ölçüsünü azaltmaq
- Digər nəzarətsiz öyrənmə üsulları, o cümlədən klasterləşmə, sıxlıq qiymətləndirilməsi və anomaliya aşkarlanması

İkinci hissə, “Neyron Şəbəkələri və Dərin Öyrənmə”, aşağıdakı mövzuları əhatə edir:

- Neyron şəbəkələrinin nə olduğu və nəyə yararlı olduqları
- TensorFlow və Keras istifadə edərək neyron şəbəkələrinin qurulması və öyrədilməsi
- Ən vacib neyron şəbəkə arxitekturaları: cədvəl verləri üçün feed-forward neyron şəbəkələri, kompüter vizualı üçün konvolyusiyalı şəbəkələr, ardıcılıq emalı üçün təkrarlanan şəbəkələr və uzun qısamüddətli yaddaş (LSTM) şəbəkələri, təbii dil emalı üçün kodlayıcı–dekoderlər və transformatorlar (və daha çox!), avtokodlayıcılar, generativ qarşı şəbəkələr (GAN-lar) və generativ öyrənmə üçün diffuziya modelləri
- Dərin neyron şəbəkələrinin öyrədilməsi üçün texnikalar
- Sınaq və səhv vasitəsilə yaxşı strategiyalar öyrənmə bilən bir agent (məsələn, oyunda bot) qurmaq, gücləndirici öyrənmədən istifadə etməklə
- Böyük miqdarda məlumatı səmərəli şəkildə yükləmək və əvvəlcədən emal etmək
- TensorFlow modellərini miqyasda öyrətmək və yerləşdirmək

Birinci hissə əsasən Scikit-Learn əsasında qurulub, ikinci hissədə isə TensorFlow və Keras istifadə olunur.

## DİQQƏT

Dərin sulara çox tez girməyin: dərin öyrənmə maşın öyrənməsində ən maraqlı sahələrdən biri olsa da, əvvəlcə əsasları mənimsəməlisiniz. Bundan əlavə, əksər problemlər sadə üsullar, məsələn, təsadüfi meşələr və ansambl üsulları ilə kifayət qədər yaxşı həll edilə bilər (I Hissədə müzakirə olunub). Dərin öyrənmə daha mürəkkəb problemlər, məsələn, görüntü tanıma, nitq tanıma və ya təbii dilin emalı üçün daha uyğundur və çoxlu məlumat, hesablama gücü və səbr tələb edir (əgər əvvəlcədən öyrədilmiş neyron şəbəkəsindən istifadə edə bilmirsinizsə, bu, dərin öyrənmənin üstünlüklərini görəcəksiniz).

## Birinci və İkinci Nəşrlər Arasındakı Dəyişikliklər

Əgər artıq birinci nəşri oxumusunuzsa, birinci və ikinci nəşrlər arasındakı əsas dəyişikliklər bunlardır:

- Bütün kod TensorFlow 1.x-dən TensorFlow 2.x-ə miqrasiya edildi və əksər aşağı səviyyəli TensorFlow kodlarını (qrafiklər, sessiyalar, xüsusiyyət sütunları, qiymətləndiricilər və s.) daha sadə Keras kodu ilə əvəz etdim.
- İkinci nəşr böyük məlumat dəstlərini yükləmək və əvvəlcədən emal etmək üçün Data API-ni, TF modellərini miqyasda öyrətmək və yerləşdirmək üçün paylama strategiyaları API-ni, modelləri istehsal etmək üçün TF Serving və Google Cloud AI Platformunu və qısaca TF Transform, TFLite, TF Addons/Seq2Seq, TensorFlow.js və TF Agents-i təqdim etdi.
- O, həmçinin bir çox əlavə ML mövzularını təqdim etdi, o cümlədən nəzarətsiz öyrənmə, obyekt aşkarlanması və semantik segmentasiya üçün kompüter vizual texnikaları, konvolyusiyalı neyron şəbəkələrdən (CNNs) istifadə edərək ardıcılıqları idarə etmək, təbii dil emalı (NLP) üçün təkrar neyron şəbəkələr (RNN-lər), CNN-lər və transformatorlar, GAN-lar və daha çox üçün yeni fəsil.
- Daha ətraflı məlumat üçün <https://homl.info/changes2> ünvanına baxın.

## İkinci və Üçüncü Nəşrlər Arasındakı Dəyişikliklər

Əgər ikinci nəşri oxumusunuzsa, ikinci və üçüncü nəşrlər arasındakı əsas dəyişikliklər bunlardır:

- Bütün kod ən son kitabxana versiyalarına yeniləndi. Xüsusilə, bu üçüncü nəşr Scikit-Learn-ə bir çox yeni əlavələri təqdim edir (məsələn, xüsusiyyət adlarının izlənməsi, histogram əsasında gradient artırılması, etiketlərin yayılması və daha çox). Həmçinin hiperparametr tənzimlənməsi üçün Keras Tuner kitabxanasını, təbii dil emalı üçün Hugging Face's Transformers kitabxanasını və Keras-ın yeni əvvəlcədən emal və məlumat artımı qatlarını təqdim edir.
- Bir neçə görüntü modeli əlavə edildi (ResNeXt, DenseNet, MobileNet, CSPNet və EfficientNet), həmçinin uyğun olanı seçmək üçün təlimatlar təqdim edildi.
- 15-ci fəsil indi yaradılmış zaman seriyası əvəzinə Çikaqo avtobus və dəmir yolu sənişinlərinin məlumatlarını təhlil edir və ARMA modelini və onun variantlarını təqdim edir.
- 16-cı fəsil təbii dil emalında indi İngilis dilindən İspan dilinə tərcümə modelini qurur, əvvəlcə kodlayıcı-dekoder RNN-dən istifadə edir, sonra isə transformator modelindən istifadə edir. Fəsil həmçinin Switch Transformers, DistilBERT, T5 və PaLM (zəncirvari düşüncə işarəsi ilə) kimi dil modellərini əhatə edir. Bundan əlavə, görmə transformatorlarını (ViTs) təqdim edir və bir neçə transformator əsaslı vizual modellərin qısa icmalını verir, məsələn, məlumat səmərəli görüntü transformatorları (DeiT), Perceiver və DINO, həmçinin bir neçə böyük multimodal modelin qısa icmalı, o cümlədən CLIP, DALL·E, Flamingo və GATO.
- 17-ci fəsil generativ öyrənmədə indi diffuziya modellərini təqdim edir və Denoising Diffuziya Probabilistik Modelini (DDPM) sıfırdan necə həyata keçirməyi göstərir.
- 19-cu fəsil Google Cloud AI Platformdan Google Vertex AI-ə keçdi və geniş miqyaslı hiperparametr axtarışı üçün paylanmış Keras Tuner-dən istifadə edir. Fəsil indi onlayn təcrübə edə biləcəyiniz TensorFlow.js kodunu ehtiva edir. Həmçinin, PipeDream və Pathways daxil olmaqla əlavə paylanmış təlim texnikalarını təqdim edir.
- Bütün yeni məzmun üçün yer yaratmaq üçün bəzi bölmələr onlayn olaraq köçürüldü, o cümlədən quraşdırma təlimatları, nüvə əsas komponentlərinin təhlili (PCA), Bayes Gaussian

qarışıqlarının riyazi detalları, TF Agents və keçmiş əlavələr A (tapşırıq həlləri), C (dəstək vektor maşını riyaziyyatı) və E (əlavə neyron şəbəkə arxitekturaları).

Daha ətraflı məlumat üçün <https://homl.info/changes3> ünvanına

## Başqa Resurslar

Maşın öyrənməsi haqqında öyrənmək üçün çoxlu mükəmməl resurslar mövcuddur. Məsələn, Andrew Ng-nin Coursera-da olan ML kursu heyranizdir, baxmayaraq ki, bu kurs böyük vaxt sərf etməyi tələb edir.

Maşın öyrənməsi haqqında maraqlı veb saytlar da mövcuddur, məsələn, Scikit-Learn-in müstəsna İstifadəçi Bələdçisi. Həmçinin, Dataquest-dən də həzz ala bilərsiniz, çünki bu platforma çox gözəl interaktiv dərslər təqdim edir, eləcə də Quora-da qeyd olunan ML bloqlarına da baxa bilərsiniz.

Maşın öyrənməyə dair başqa giriş kitabları da çoxdur. Xüsusilə:

Joel Grus-un "Data Science from Scratch", 2-ci nəşri (O'Reilly), maşın öyrənməsinin əsaslarını təqdim edir və əsas alqoritmlərin bəzilərini təmiz Python-da (adı kimi, sıfırdan) həyata keçirir.

Stephen Marsland-in "Machine Learning: An Algorithmic Perspective", 2-ci nəşri (Chapman & Hall), maşın öyrənməsinə əla giriş təqdim edir, müxtəlif mövzuları ətraflı şəkildə Python-da kod nümunələri ilə izah edir (yenə də sıfırdan, amma NumPy istifadə edərək).

Sebastian Raschka-nın "Python Machine Learning", 3-cü nəşri (Packt Publishing), maşın öyrənməyə əla girişdir və Python açıq mənbə kitabxanalarından (Pylearn 2 və Theano) faydalanır.

François Chollet-in "Deep Learning with Python", 2-ci nəşri (Manning), çox praktik bir kitabdır və geniş mövzuları aydın və qısa şəkildə əhatə edir, gözəl Keras kitabxanasının müəllifi olaraq gözlənilməli kimi. Bu kitab kod nümunələrini riyazi nəzəriyyədən üstün tutur.

Andriy Burkov-un "The Hundred-Page Machine Learning Book" (öz nəşri) çox qısa, lakin təsirli şəkildə geniş mövzuları əhatə edir, onları ölçədən şəkildə təqdim edir, lakin riyazi təfərrüatlardan çəkinmir.

Yaser S. Abu-Mostafa, Malik Magdon-Ismail və Hsuan-Tien Lin-in "Learning from Data" (AMLBook) maşın öyrənməsinə nəzəri yanaşmadır və xüsusi olaraq bias/variance kompromisi (4-cü fəsildə bax) haqqında dərin anlayışlar təmin edir.

Stuart Russell və Peter Norvig-in "Artificial Intelligence: A Modern Approach", 4-cü nəşri (Pearson), maşın öyrənməsi də daxil olmaqla inanılmaz sayda mövzuları əhatə edən əla (və böyük) kitabdır. Bu kitab maşın öyrənməsinə perspektivə salmağa kömək edir.

Jeremy Howard və Sylvain Gugger-in "Deep Learning for Coders with fastai and PyTorch" (O'Reilly) fastai və PyTorch kitabxanalarından istifadə edərək dərin öyrənməyə parlaq və praktik giriş təmin edir.

Nəhayət, Kaggle.com kimi maşın öyrənmə müsabiqəsi veb saytlarına qoşulmaq sizə öz bacarıqlarınızı real dünya problemləri üzərində tətbiq etməyə imkan verəcək, ən yaxşı maşın öyrənmə mütəxəssislərindən yardım və biliklər əldə edəcəksiniz.

## Bu Kitabda İstifadə Edilən Qaydalar

Bu kitabda aşağıdakı tipografik qaydalar istifadə olunub:

### *İtalik*

Yeni terminləri, URL-ləri, e-poçt ünvanlarını, fayl adlarını və fayl genişlənmələrini göstərir.

### *Sabit enlilik*

Proqram siyahıları üçün istifadə olunur, eləcə də proqram elementlərinə, məsələn dəyişən və ya funksiya adlarına, verilənlər bazalarına, verilənlər tiplərinə, ətraf mühit dəyişənlərinə, bəyanatlara və açar sözlərə müraciət etmək üçün istifadə olunur.

### ***Sabit enlilik qalın***

İstifadəçi tərəfindən mətnin dəqiq yazılmasını tələb edən komandalara və ya digər mətnlərə işarə edir.

### *Sabit enlilik italik*

İstifadəçi tərəfindən təqdim ediləcək dəyərlərlə və ya kontekst tərəfindən müəyyən edilən dəyərlərlə əvəz olunmalı olan mətni göstərir.

### Durğu işarələri

Qarışıqlıqdan qaçınmaq üçün durğu işarələri kitab boyunca sitatlardan kənarda yerləşdirilir. Pürislərdən üzr istəyirəm.

İPUCU

Bu element tövsiyə və ya təklif göstərir.

#### QEYD

Bu element ümumi qeydi göstərir.

#### XƏBƏRDARLIQ

Bu element xəbərdarlıq və ya ehtiyat tədbirini göstərir.

## O'Reilly Online Learning

#### QEYD

O'Reilly Media artıq 40 ildən çoxdur ki, şirkətlərin uğur qazanmasına kömək etmək üçün texnologiya və biznes təlimləri, bilik və təcrübələr təqdim edir.

Ekspertlərimiz və yenilikçilərimizin unikal şəbəkəsi öz bilik və təcrübələrini kitablar, məqalələr və onlayn öyrənmə platformamız vasitəsilə bölüşür.

O'Reilly-nin onlayn öyrənmə platforması sizə canlı təlim kurslarına, dərin öyrənmə yollarına, interaktiv kodlaşdırma mühitlərinə və O'Reilly və 200+ digər nəşriyyatdan mətn və video materiallarına tələbə uyğun giriş imkanı verir. Daha ətraflı məlumat üçün <https://oreilly.com> səhifəsinə daxil olun.

#### Bizimlə Necə Əlaqə Saxlamaq Olar

Bu kitabla bağlı şərhlərinizi və suallarınızı aşağıdakı ünvanla nəşriyyata ünvanlayın:

O'Reilly Media, Inc.

1005 Gravenstein Highway North

Sebastopol, CA 95472

800-998-9938 (Birləşmiş Ştatlar və ya Kanadada)

707-829-0515 (beynəlxalq və ya yerli)



707-829-0104 (faks)

Biz bu kitab üçün səhvləri, nümunələri və hər hansı əlavə məlumatı siyahıya aldığımız bir veb səhifəyə sahibik. Bu səhifəyə <https://homl.info/oreilly3> linki ilə daxil ola bilərsiniz.

Bu kitabla bağlı texniki suallar vermək və ya şərhlərinizi göndərmək üçün [bookquestions@oreilly.com](mailto:bookquestions@oreilly.com) e-poçt ünvanına yazı bilərsiniz.

Kitablarımız və kurslarımız haqqında xəbərlər və məlumatlar üçün <https://oreilly.com> səhifəsinə daxil olun.

LinkedIn-də bizi tapın: <https://linkedin.com/company/oreilly-media>

Twitter-də bizi izləyin: <https://twitter.com/oreillymedia>

YouTube-da bizi izləyin: <https://youtube.com/oreillymedia>

## Təşəkkürlər

Heç vaxt ən çılğın xəyalımda belə bu kitabın birinci və ikinci nəşrinin belə böyük auditoriya toplayacağını düşünməzdim. Oxuculardan çoxlu mesajlar aldım, bəziləri suallar verdi, bəziləri səhvləri səmimi şəkildə göstərdi, əksəriyyəti isə mənə təşəkkür dolu sözlər göndərdi. Onların göstərdiyi böyük dəstək üçün hamınıza necə minnətdar olduğumu ifadə etmək çətindir. Hamınıza çox təşəkkür edirəm!

Kod nümunələrində səhvlər tapsanız (və ya sadəcə suallar vermək üçün), ya da mətn səhvləri tapsanız, GitHub-da problemləri bildirə bilərsiniz. Bəzi oxucular həmçinin bu kitabın onlara ilk işlərini əldə etməkdə necə kömək etdiyini və ya üzərində işlədikləri konkret bir problemi necə həll etdiyini paylaşıldılar. Belə rəyləri çox təşviqedicidir. Əgər bu kitabı faydalı hesab edirsinizsə, hekayənizi mənimlə, ya özəl şəkildə (məsələn, LinkedIn vasitəsilə) və ya ictimai şəkildə (məsələn, mənə [@aureliengeron](#) tweet edin və ya Amazon rəyi yazın) paylaşmağınızı çox istədim.

Böyük təşəkkürlərimi bu üçüncü nəşri nəzərdən keçirmək, səhvləri düzəltmək və çoxsaylı təkliflər vermək üçün öz vaxtlarını və təcrübələrini təklif edən bütün gözəl insanlara bildirirəm. Bu nəşr onlara görə çox daha yaxşıdır: Olzhas Akpambetov, George Bonner, François Chollet, Siddha Gangju, Sam Goodman, Matt Harrison, Sasha Sobran, Lewis Tunstall, Leandro von Werra və sevimli qardaşım Sylvain. Siz hamınız inanılmazsınız!

Yol boyunca mənə dəstək olan, suallarına cavab verən, təkmilləşdirmələr təklif edən və GitHub

-da koda töhfə verən bir çox insana da çox minnətdaram: xüsusilə Yannick Assogba, Ian Beauregard, Ulf Bissbort, Rick Chao, Peretz Cohen, Kyle Gallatin, Hannes Hapke, Victor Khaustov, Soonson Kwon, Eric Lebigot, Jason Mayes, Laurence Moroney, Sara Robinson, Joaquín Ruales və Yuefeng Zhou.

Bu kitab O'Reilly-nin fantastik heyəti olmadan mövcud ola bilməzdi, xüsusən də Nicole Taché, mənə dəyərli rəy verdi və hər zaman şən, təşviqedicidir və köməkçi idi: daha yaxşı redaktor arzulaya bilməzdim. Son fəsillər vasitəsilə məni dəstəkləyən və məni finiş xəttinə çatdırmağı bacaran Michele

Cronin-ə də böyük təşəkkürlər. Bütün istehsalat qrupuna, xüsusən Elizabeth Kelly və Kristen Brown-a təşəkkürlər. Dərin redaktə üçün Kim Cofer-ə və Amazon-la münasibətləri idarə edən və çoxsaylı suallarına cavab verən Johnny O'Toole-ə təşəkkürlər. İllüstrasiyalarımı xeyli yaxşılaşdırdığı üçün Kate Dullea-ya təşəkkürlər. Məqsədini müəyyən etməkdə mənə kömək etdikləri və bu layihəyə inandıqları üçün Marie Beaugureau, Ben Lorica, Mike Loukides və Laurel Ruma-ya təşəkkür edirəm. Formatlaşdırma, AsciiDoc, MathML və LaTeX ilə bağlı bütün texniki suallarına cavab verdikləri üçün Matt Hacker və bütün Atlas komandasına təşəkkürlər və Nick Adams, Rebecca Demarest, Rachel Head, Judith McConville, Helen Monroe, Karen Montgomery, Rachel Roumeliotis və bu kitaba töhfə verən hər kəsə təşəkkürlər.

Bu kitabın birinci və ikinci nəşrlərində mənə kömək edən bütün gözəl insanları heç vaxt unutmayacağam: dostlar, həmkarlar, ekspertlər, TensorFlow komandasının çoxsaylı üzvləri daxil olmaqla. Siyahı uzundur: Olzhas Akpambetov, Karmel Allison, Martin Andrews, David Andrzejewski, Paige Bailey, Lukas Biewald, Eugene Brevdo, William Chargin, François Chollet, Clément Courbet, Robert Crowe, Mark Daoust, Daniel “Wolff” Dobson, Julien Dubois, Mathias Kende, Daniel Kitachewsky, Nick Felt, Bruce Fontaine, Justin Francis, Goldie Gadde, Irene Giannoumis, Ingrid von Glehn, Vincent Guillebeau, Sandeep Gupta, Priya Gupta, Kevin Haas, Eddy Hung, Konstantinos Katsiapis, Viacheslav Kovalevskyi, Jon Krohn, Allen Lavoie, Karim Matrah, Grégoire Mesnil, Clemens Mewald, Dan Moldovan, Dominic Monn, Sean Morgan, Tom O'Malley, James Pack, Alexander Pak, Haesun Park, Alexandre Passos, Ankur Patel, Josh Patterson, André Susano Pinto, Anthony Platanios, Anosh Raj, Oscar Ramirez, Anna Revinskaya, Saurabh Saxena, Salim Sémaoune, Ryan Sepassi, Vitor Sessak, Jiri Simsa, Iain Smears, Xiaodan Song, Christina Sorokin, Michel Tessier, Wiktor Tomczak, Dustin Tran, Todd Wang, Pete Warden, Rich Washington, Martin Wicke, Edd Wilder-James, Sam Witteveen, Jason Zaman, Yuefeng Zhou və qardaşım Sylvain.

Sonuncu, lakin ən əsası, bu kitab üzərində çox çalışmaq üçün məni təşviq edən sevimli həyat yoldaşım Emmanuelle-ə və bizim üç möhtəşəm uşağımıza, Alexandre, Rémi və Gabrielle-ə sonsuz minnətdarlığımı bildirirəm. Onların doymayan marağı qiymətsiz idi: həyat yoldaşıma və uşaqlarıma bu kitabdakı ən çətin anlayışları izah etmək fikirlərimi aydınlaşdırmağa kömək etdi və birbaşa olaraq onun çox hissəsini yaxşılaşdırdı. Üstəlik, onlar mənə daim peçenye və qəhvə gətirirlər, daha nə istəyə bilərəm?

#### Footnotes:

1 Geoffrey E. Hinton və digərləri, “Dərin İnəmə Şəbəkələri üçün Sürətli Öyrənmə Algoritmi”, Neyron Hesablama 18 (2006): 1527–1554.

2 Yann LeCun-un dərin konvolyusiya neyron şəbəkələrinin 1990-cı illərdən bəri görüntü tanıma sahəsində yaxşı işləməsinə baxmayaraq, onlar ümumi məqsədli deyildilər.