

TensorFlow

Donald Donchi Fofack

Technische Hochschule Mittelhessen (THM)

10. Januar 2022



Über mich

Über mich:

- Donald Donchi Fofack
- 21 Jahre Alt
- Ingenieur-Informatik
- 6.te Semester

Kontakt:

- Github: donchi-donald
- Linkedin: donchi-donald



Meine Interesse:

- Automatisierung
- Digitalisierung
- künstliche Intelligent
- eingebettete Systeme

Meine Hobbys:

- Fußball spielen
- lesen
- spazieren gehen



Motivation

The image illustrates the workflow of a TensorFlow.js image classification application through three sequential steps:

- Step 1:** A user uploads an image of a tiger cat to the 'Prediction with TensorFlow' web interface. The interface includes buttons for 'Predict', 'Upload', and 'Webcam', and the author's name 'Donald Donchi - donchi@onski200@gmail.com'.
- Step 2:** The application processes the image and displays a 'Result' modal. The modal shows the predicted class 'tiger cat' with a probability of 46%. It also includes a 'Make Prediction' button and the same author information.
- Step 3:** A detailed 'Prediction Result' modal is shown, providing more information: 'Label: tiger cat', 'Probability: 46%', and 'The Model Latency is: 4463 Milliseconds'. It also includes a small thumbnail of the cat image and the author's name.



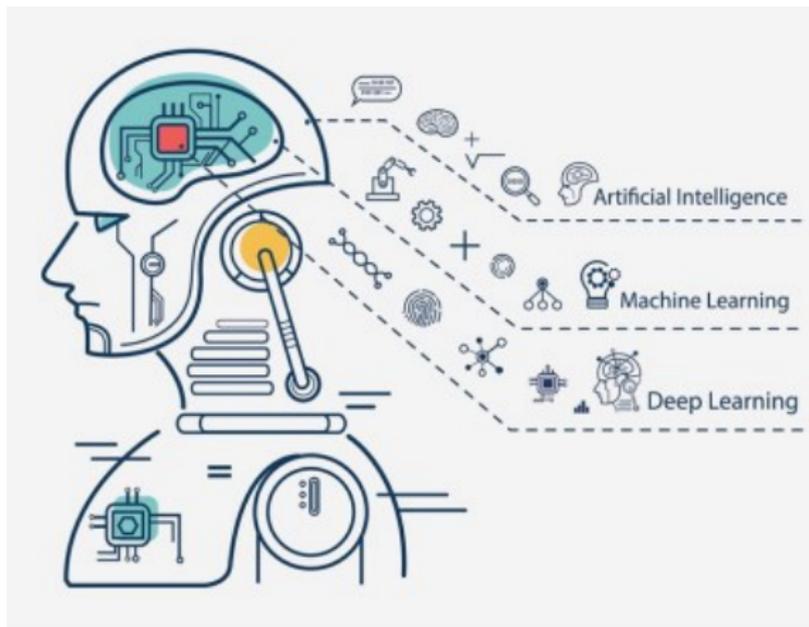
TensorFlow

Gliederung

- 1 Künstliche Inteligent, machinelles Lernen und Deep Learning
- 2 Deep Learning Framework
- 3 TensorFlow
- 4 Zusammenfassung



KI, ML und DL



TensorFlow

künstliche Intelligenz

Künstliche Intelligenz

Nutzen im Alltag und mögliche Einsatzgebiete

Einige Beispiele, wo wir KI bereits verwenden und welche neue Möglichkeiten sie eröffnet

Persönliche digitale Assistenten am Smartphone oder PC
 Intelligente Klimatechnik
 Autonome Autos
 Online-Shopping und Werbung
 Smart Farming: Bewässerung, Tierfütterung, Unkrautjäten per Roboter...
 Roboter in Fabriken

Websuche
 Automatische Übersetzung
 Cybersicherheit
 Bekämpfung von Desinformation
 Optimierung von Produkten und Vertriebswegen

Internet der Dinge: mit dem Internet verbundene Staubsauger, Kühlschränke, Uhren...

europaeu

- Die Maschine **imitiert** menschliche Fähigkeiten.



künstliche Intelligenz

Künstliche Intelligenz

Nutzen im Alltag und mögliche Einsatzgebiete

Einige Beispiele, wo wir KI bereits verwenden und welche neue Möglichkeiten sie eröffnet

The infographic illustrates various applications of Artificial Intelligence (AI) in daily life and industry. It features a central smartphone displaying icons for smart home, climate, and music, connected to a laptop and a car. The background is dark blue with white and yellow text and icons.

- Persönliche digitale Assistenten am Smartphone oder PC**
- Intelligente Klimatechnik**
- Autonome Autos**
- Internet der Dinge: mit dem Internet verbundene Staubsauger, Kühlschränke, Uhren ...**
- Online-Shopping und Werbung**
- Smart Farming: Bewässerung, Tierfütterung, Unkrautjäten per Roboter ...**
- Roboter in Fabriken**
- Websuche**
- Automatische Übersetzung**
- Cybersicherheit**
Bekämpfung von Desinformation
- Optimierung von Produkten und Vertriebswegen**

europarl.eu

- Die Maschine **imitiert** menschliche Fähigkeiten.
- Der Computer empfängt **Daten**, verarbeitet sie und reagiert.



künstliche Intelligenz

Künstliche Intelligenz

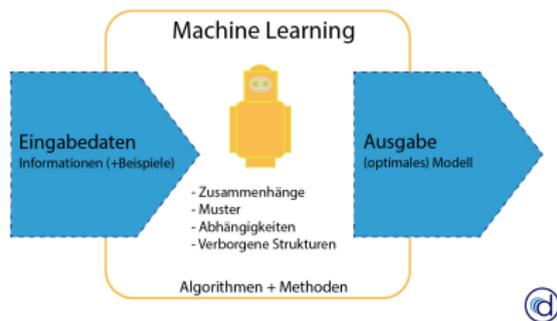
Nutzen im Alltag und mögliche Einsatzgebiete

Einige Beispiele, wo wir KI bereits verwenden und welche neue Möglichkeiten sie eröffnet

The infographic illustrates various applications of AI. On the left, a smartphone is labeled 'Persönliche digitale Assistenten am Smartphone oder PC' and 'Intelligente Klimatechnik'. Below it, a smart home hub is labeled 'Autonome Autos' and 'Internet der Dinge: mit dem Internet verbundene Staubsauger, Kühlschränke, Uhren...'. In the center, a laptop screen shows 'Online-Shopping und Werbung'. To the right, a magnifying glass icon is labeled 'Websuche' and 'Automatische Übersetzung'. Below that, a shield icon is labeled 'Cybersicherheit' and 'Bekämpfung von Desinformation'. Further right, a gear icon is labeled 'Optimierung von Produkten und Vertriebswegen'. At the bottom, a robot arm is labeled 'Roboter in Fabriken' and 'Smart Farming: Bewässerung, Tierfütterung, Unkrautjäten per Roboter...'. The European Union flag logo is at the bottom right.

- Die Maschine **imitiert** menschliche Fähigkeiten.
- Der Computer empfängt **Daten**, verarbeitet sie und reagiert.
- Wir verwenden **heutzutage** KI bewusstlos in **unserem Alltag**.

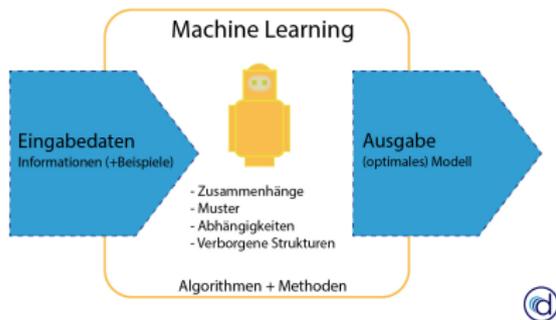
maschinelles Lernen



■ Anwendung der KI



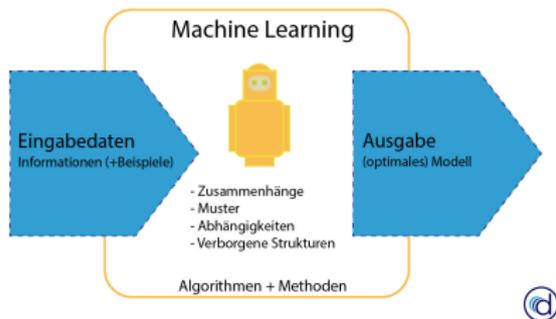
maschinelles Lernen



- **Anwendung der KI**
- Machine Learning nutzt **Daten**, um Muster und Zusammenhänge in Daten zu **identifizieren**.



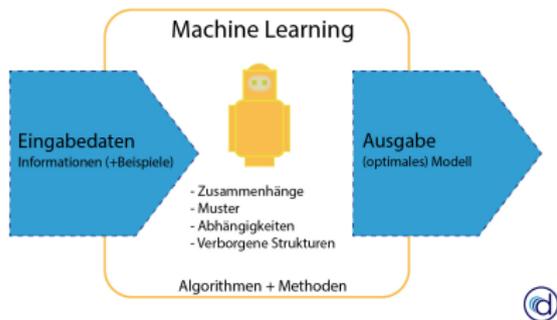
maschinelles Lernen



- **Anwendung der KI**
- Machine Learning nutzt **Daten**, um Muster und Zusammenhänge in Daten zu **identifizieren**.
- Anhand der **erlernten Muster** lässt sich eine Vorhersage für die Zukunft erstellen.



maschinelles Lernen

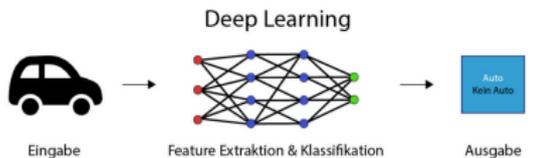
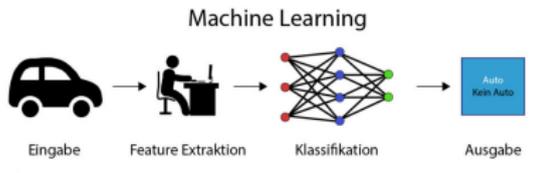


- **Anwendung der KI**
- Machine Learning nutzt **Daten**, um Muster und Zusammenhänge in Daten zu **identifizieren**.
- Anhand der **erlernten Muster** lässt sich eine Vorhersage für die Zukunft erstellen.
- **der Schwerpunkt** liegt auf dem selbstständigen **Lernen aus Daten**.



Deep Learning

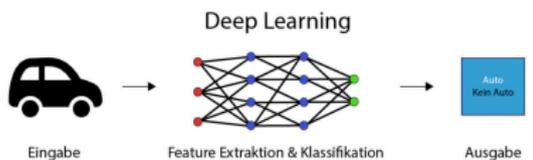
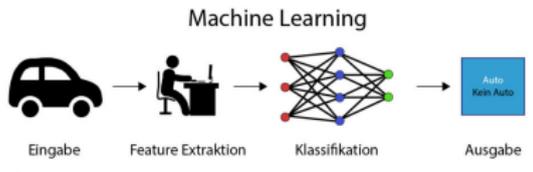
- **Deep Learning (tiefes Lernen)** ist ein Teilgebiet von maschinellem Lernen.



datasolut



Deep Learning

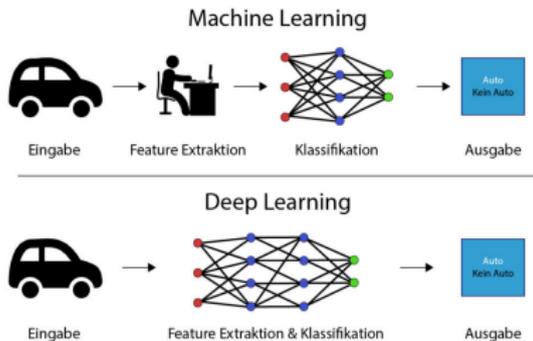


datasolut

- **Deep Learning (tiefes Lernen)** ist ein Teilgebiet von maschinellem Lernen.
- fokussiert sich auf **künstliche neuronale Netze** und **große Datenmengen**.



Deep Learning

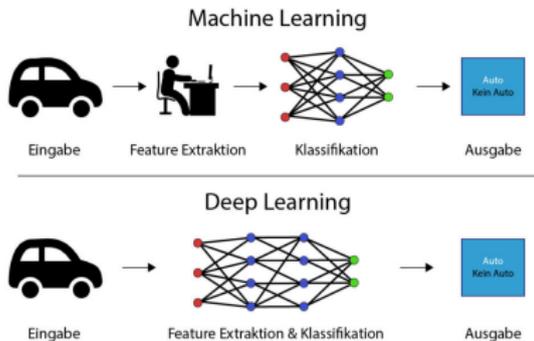


datasolut

- **Deep Learning (tiefes Lernen)** ist ein Teilgebiet von maschinellem Lernen.
- fokussiert sich auf **künstliche neuronale Netze** und **große Datenmengen**.
- **die Datenvorbereitung** wird durch den Algorithmus bearbeitet.



Deep Learning

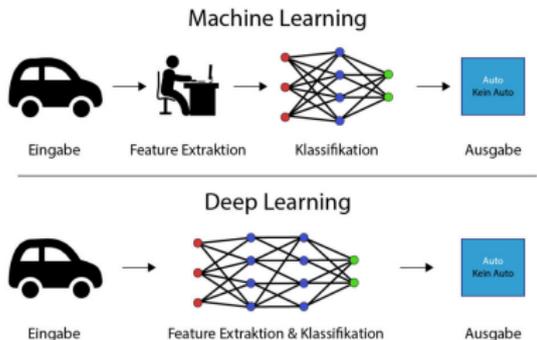


datasolult

- **Deep Learning (tiefes Lernen)** ist ein Teilgebiet von maschinellem Lernen.
- fokussiert sich auf **künstliche neuronale Netze** und **große Datenmengen**.
- **die Datenvorbereitung** wird durch den Algorithmus bearbeitet.
- wird dazu genutzt, **Bilder zu erkennen, Texte zu verstehen und Entscheidungen** genauer zu tätigen.



Deep Learning

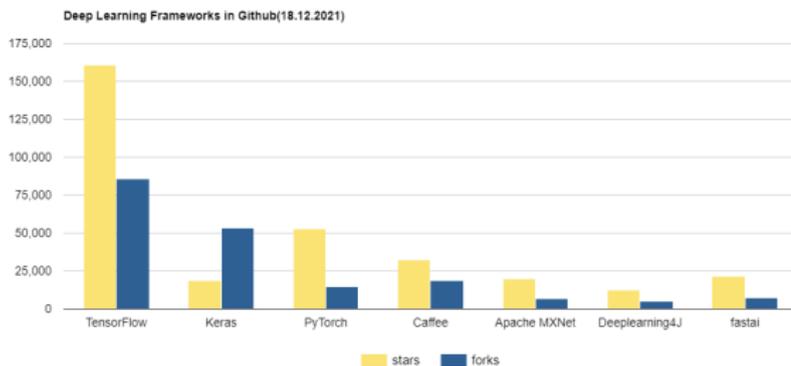


datasolult

- **Deep Learning (tiefes Lernen)** ist ein Teilgebiet von maschinellem Lernen.
- fokussiert sich auf **künstliche neuronale Netze** und **große Datenmengen**.
- **die Datenvorbereitung** wird durch den Algorithmus bearbeitet.
- wird dazu genutzt, **Bilder zu erkennen, Texte zu verstehen und Entscheidungen** genauer zu tätigen.
- **Wir stellen uns die Frage:** Welche Frameworks gibt es bei der Umsetzung von Deep Learning?



Deep Learning Framework



- Keras
- PyTorch
- Caffe
- TensorFlow



TensorFlow



- 1 Definition
- 2 Namenshintergrund
- 3 Geschichte
- 4 Architektur
- 5 Anwendungsbereiche für TensorFlow
- 6 Funktionen von TensorFlow
- 7 Erste Schritte mit TensorFlow
 - 1 TensorFlow installieren
 - 2 Hallo TensorFlow
 - 3 Erkennung handgeschriebener Ziffern



Definition

- **Open source** deep learning framework



Definition

- **Open source** deep learning framework
- Hilft bei der Erstellung **neuronaler Netze**



Definition

- **Open source** deep learning framework
- Hilft bei der Erstellung **neuronaler Netze**
- wird aus **Python-Programmen** heraus benutzt und ist in **Python und C++** implementiert.



Definition

- **Open source** deep learning framework
- Hilft bei der Erstellung **neuronaler Netze**
- wird aus **Python-Programmen** heraus benutzt und ist in **Python und C++** implementiert.
- Unterstützt **GPU/TPU/CPU**



Definition

- **Open source** deep learning framework
- Hilft bei der Erstellung **neuronaler Netze**
- wird aus **Python-Programmen** heraus benutzt und ist in **Python und C++** implementiert.
- Unterstützt **GPU/TPU/CPU**
- Freigegeben von **Google** im **Jahr 2015**



Definition

- **Open source** deep learning framework
- Hilft bei der Erstellung **neuronaler Netze**
- wird aus **Python-Programmen** heraus benutzt und ist in **Python und C++** implementiert.
- Unterstützt **GPU/TPU/CPU**
- Freigegeben von **Google** im **Jahr 2015**
- Mehr als **3000 Mitwirkende**



Definition

- **Open source** deep learning framework
- Hilft bei der Erstellung **neuronaler Netze**
- wird aus **Python-Programmen** heraus benutzt und ist in **Python und C++** implementiert.
- Unterstützt **GPU/TPU/CPU**
- Freigegeben von **Google** im **Jahr 2015**
- Mehr als **3000 Mitwirkende**
- **Jetzt lässt sich fragen:** Was steckt sich unter dem Namen **TensorFlow**.



Namenshintergrund

Das Wort TensorFlow besteht aus zwei Wörtern, dh Tensor und Flow

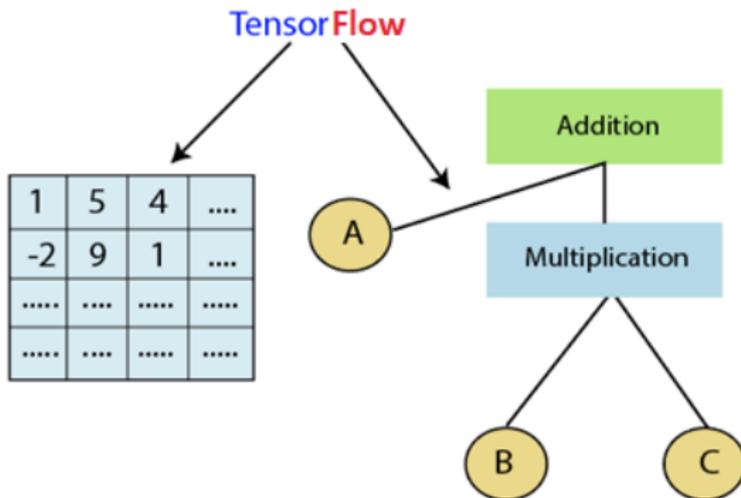
- 1 Tensor ist ein mehrdimensionales Array



Namenshintergrund

Das Wort TensorFlow besteht aus zwei Wörtern, dh Tensor und Flow

- 1 Tensor ist ein mehrdimensionales Array
- 2 Flow wird verwendet, um den Datenfluss im Betrieb zu definieren.



- **Im November 2015:** gibt Google TensorFlow frei



Geschichte

- **Im November 2015:** gibt Google TensorFlow frei
- **Im Mai 2016:** kündigte Google seine Tensor Processing Unit (TPU) an.



Geschichte

- **Im November 2015:** gibt Google TensorFlow frei
- **Im Mai 2016:** kündigte Google seine Tensor Processing Unit (TPU) an.
- **im Februar 2017:** die Version 1.0.0 wurde von Google Brain veröffentlicht.



Geschichte

- **Im November 2015:** gibt Google TensorFlow frei
- **Im Mai 2016:** kündigte Google seine Tensor Processing Unit (TPU) an.
- **im Februar 2017:** die Version 1.0.0 wurde von Google Brain veröffentlicht.
- **im April 2017:** Keras wird in TensorFlow integriert.



Geschichte

- **Im November 2015:** gibt Google TensorFlow frei
- **Im Mai 2016:** kündigte Google seine Tensor Processing Unit (TPU) an.
- **im Februar 2017:** die Version 1.0.0 wurde von Google Brain veröffentlicht.
- **im April 2017:** Keras wird in TensorFlow integriert.
- **Im Mai 2017:** kündigte Google einen Software-Stack speziell für die mobile Entwicklung an, TensorFlow Lite.



Geschichte

- **Im November 2015:** gibt Google TensorFlow frei
- **Im Mai 2016:** kündigte Google seine Tensor Processing Unit (TPU) an.
- **im Februar 2017:** die Version 1.0.0 wurde von Google Brain veröffentlicht.
- **im April 2017:** Keras wird in TensorFlow integriert.
- **Im Mai 2017:** kündigte Google einen Software-Stack speziell für die mobile Entwicklung an, TensorFlow Lite.
- **Im März 2018:** hat Google die Version 1.0 von TensorFlow.js für maschinelles Lernen in JavaScript angekündigt .



Geschichte

- **Im November 2015:** gibt Google TensorFlow frei
- **Im Mai 2016:** kündigte Google seine Tensor Processing Unit (TPU) an.
- **im Februar 2017:** die Version 1.0.0 wurde von Google Brain veröffentlicht.
- **im April 2017:** Keras wird in TensorFlow integriert.
- **Im Mai 2017:** kündigte Google einen Software-Stack speziell für die mobile Entwicklung an, TensorFlow Lite.
- **Im März 2018:** hat Google die Version 1.0 von TensorFlow.js für maschinelles Lernen in JavaScript angekündigt .
- **Im Januar 2019:** hat Google TensorFlow 2.0 angekündigt. Es wurde im September 2019 offiziell verfügbar.



Geschichte

- **Im November 2015:** gibt Google TensorFlow frei
- **Im Mai 2016:** kündigte Google seine Tensor Processing Unit (TPU) an.
- **im Februar 2017:** die Version 1.0.0 wurde von Google Brain veröffentlicht.
- **im April 2017:** Keras wird in TensorFlow integriert.
- **Im Mai 2017:** kündigte Google einen Software-Stack speziell für die mobile Entwicklung an, TensorFlow Lite.
- **Im März 2018:** hat Google die Version 1.0 von TensorFlow.js für maschinelles Lernen in JavaScript angekündigt .
- **Im Januar 2019:** hat Google TensorFlow 2.0 angekündigt. Es wurde im September 2019 offiziell verfügbar.
- **Im Mai 2019:** kündigte Google TensorFlow Graphics für Deep Learning in der Computergrafik an.



Geschichte

- **Im November 2015:** gibt Google TensorFlow frei
- **Im Mai 2016:** kündigte Google seine Tensor Processing Unit (TPU) an.
- **im Februar 2017:** die Version 1.0.0 wurde von Google Brain veröffentlicht.
- **im April 2017:** Keras wird in TensorFlow integriert.
- **Im Mai 2017:** kündigte Google einen Software-Stack speziell für die mobile Entwicklung an, TensorFlow Lite.
- **Im März 2018:** hat Google die Version 1.0 von TensorFlow.js für maschinelles Lernen in JavaScript angekündigt .
- **Im Januar 2019:** hat Google TensorFlow 2.0 angekündigt. Es wurde im September 2019 offiziell verfügbar.
- **Im Mai 2019:** kündigte Google TensorFlow Graphics für Deep Learning in der Computergrafik an.
- **Im Februar 2021:** veröffentlicht Google 3D-Erweiterung für Tensorflow

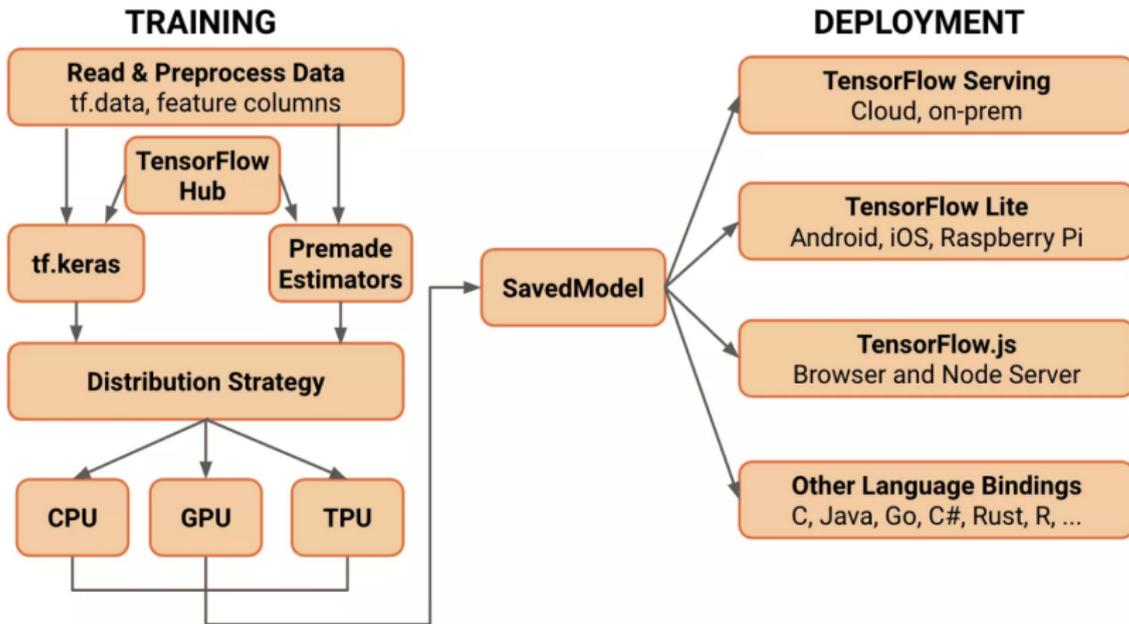


Geschichte

- **Im November 2015:** gibt Google TensorFlow frei
- **Im Mai 2016:** kündigte Google seine Tensor Processing Unit (TPU) an.
- **im Februar 2017:** die Version 1.0.0 wurde von Google Brain veröffentlicht.
- **im April 2017:** Keras wird in TensorFlow integriert.
- **Im Mai 2017:** kündigte Google einen Software-Stack speziell für die mobile Entwicklung an, TensorFlow Lite.
- **Im März 2018:** hat Google die Version 1.0 von TensorFlow.js für maschinelles Lernen in JavaScript angekündigt .
- **Im Januar 2019:** hat Google TensorFlow 2.0 angekündigt. Es wurde im September 2019 offiziell verfügbar.
- **Im Mai 2019:** kündigte Google TensorFlow Graphics für Deep Learning in der Computergrafik an.
- **Im Februar 2021:** veröffentlicht Google 3D-Erweiterung für Tensorflow
- **Heute:** haben wir die TensorFlow Version 2.7.0

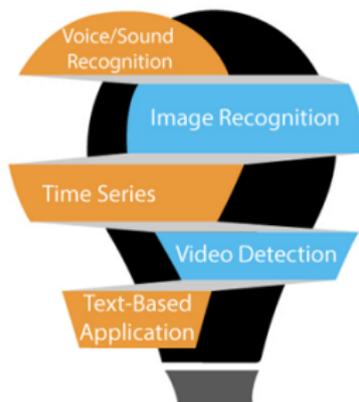


Architektur



Anwendungsbereiche für TensorFlow

Use Cases of TensorFlow

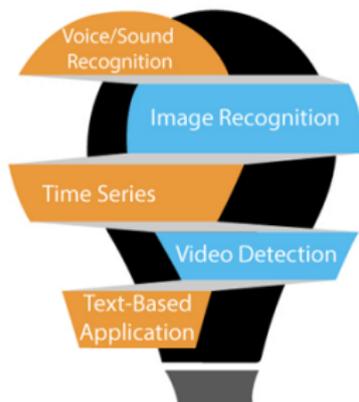


- Sprach-/Tonerkennung



Anwendungsbereiche für TensorFlow

Use Cases of TensorFlow

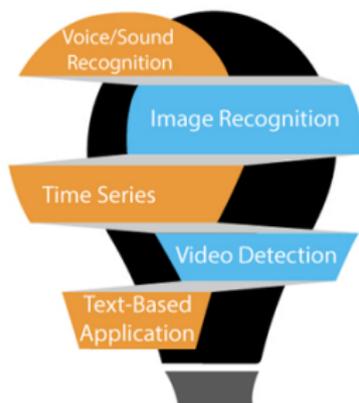


- Sprach-/Tonerkennung
- Bilderkennung



Anwendungsbereiche für TensorFlow

Use Cases of TensorFlow

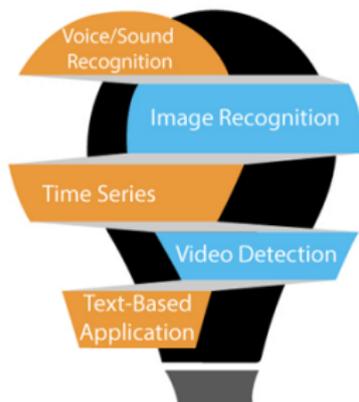


- Sprach-/Tonerkennung
- Bilderkennung
- Zeitreihen



Anwendungsbereiche für TensorFlow

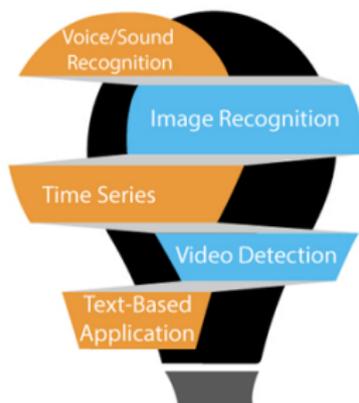
Use Cases of TensorFlow



- Sprach-/Tonerkennung
- Bilderkennung
- Zeitreihen
- Videoerkennung

Anwendungsbereiche für TensorFlow

Use Cases of TensorFlow

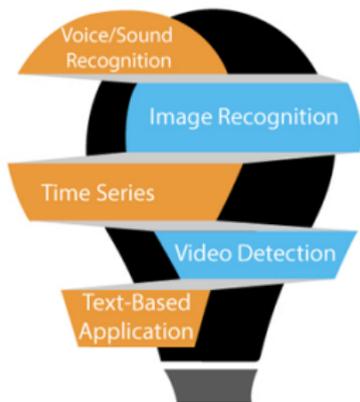


- Sprach-/Tonerkennung
- Bilderkennung
- Zeitreihen
- Videoerkennung
- Textbasierte Anwendungen



Anwendungsbereiche für TensorFlow

Use Cases of TensorFlow

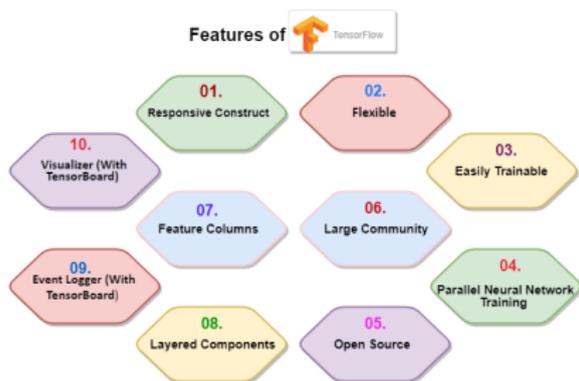


- Sprach-/Tonerkennung
- Bilderkennung
- Zeitreihen
- Videoerkennung
- Textbasierte Anwendungen
- Einige Unternehmen , die derzeit TensorFlow verwenden, sind: **Google, Airbnb, eBay, Intel, DropBox, Deep Mind, Airbus, CEVA, Snapchat, SAP, Uber, Twitter, Coca-Cola und IBM.**



Funktionen von TensorFlow

1 Responsive Konstrukt



Funktionen von TensorFlow

1 Responsive Konstrukt

2 Flexibel



Funktionen von TensorFlow

- 1 Responsive Konstrukt
- 2 Flexibel
- 3 Leicht trainierbar



Funktionen von TensorFlow



- 1 Responsive Konstrukt
- 2 Flexibel
- 3 Leicht trainierbar
- 4 Paralleles neuronales Netztraining



Funktionen von TensorFlow



- 1 Responsive Konstrukt
- 2 Flexibel
- 3 Leicht trainierbar
- 4 Paralleles neuronales Netztraining
- 5 Open Source



Funktionen von TensorFlow



- 1 Responsive Konstrukt
- 2 Flexibel
- 3 Leicht trainierbar
- 4 Paralleles neuronales Netztraining
- 5 Open Source
- 6 Große Gemeinschaft



Funktionen von TensorFlow



- 1 Responsive Konstrukt
- 2 Flexibel
- 3 Leicht trainierbar
- 4 Paralleles neuronales Netztraining
- 5 Open Source
- 6 Große Gemeinschaft
- 7 Funktionsspalten



Funktionen von TensorFlow



- 1 Responsive Konstrukt
- 2 Flexibel
- 3 Leicht trainierbar
- 4 Paralleles neuronales Netztraining
- 5 Open Source
- 6 Große Gemeinschaft
- 7 Funktionsspalten
- 8 Mehrschichtige Komponenten



Funktionen von TensorFlow



- 1 Responsive Konstrukt
- 2 Flexibel
- 3 Leicht trainierbar
- 4 Paralleles neuronales Netztraining
- 5 Open Source
- 6 Große Gemeinschaft
- 7 Funktionsspalten
- 8 Mehrschichtige Komponenten
- 9 Ereignisprotokollierer (mit TensorBoard)



Funktionen von TensorFlow



- 1 Responsive Konstrukt
- 2 Flexibel
- 3 Leicht trainierbar
- 4 Paralleles neuronales Netztraining
- 5 Open Source
- 6 Große Gemeinschaft
- 7 Funktionsspalten
- 8 Mehrschichtige Komponenten
- 9 Ereignisprotokollierer (mit TensorBoard)
- 10 Visualizer (mit TensorBoard)



TensorFlow installieren

- 1 Python und Pip mit einer Version von 3.7–3.9 installieren. (<https://www.python.org/downloads/>).



TensorFlow installieren

- 1 Python und Pip mit einer Version von 3.7–3.9 installieren. (<https://www.python.org/downloads/>).
- 2 TensorFlow mit pip installieren

```
pip install tensorflow
```



TensorFlow installieren

- 1 Python und Pip mit einer Version von 3.7–3.9 installieren. (<https://www.python.org/downloads/>).
- 2 TensorFlow mit pip installieren

```
pip install tensorflow
```

- 3 Falls nötig Tensorflow-gpu installieren.

```
pip install tensorflow-gpu
```



TensorFlow installieren

- 1 Python und Pip mit einer Version von 3.7–3.9 installieren.
(<https://www.python.org/downloads/>).
- 2 TensorFlow mit pip installieren

```
pip install tensorflow
```

- 3 Falls nötig Tensorflow-gpu installieren.

```
pip install tensorflow-gpu
```

- 4 Falls nötig CUDA installieren.
(<https://developer.nvidia.com/cuda-downloads>).



Hallo TensorFlow

```
1 import tensorflow as tf
2
3 hello_world = tf.constant("hello tensorflow")
4 print(hello_world) #Ausgabe: tf.Tensor(b'hello tensorflow', shape=(), dtype=string)
5 print(hello_world.numpy()) #Ausgabe: b'hello tensorflow'
```

Listing 1: Hallo TensorFlow



TensorFlow Operationen

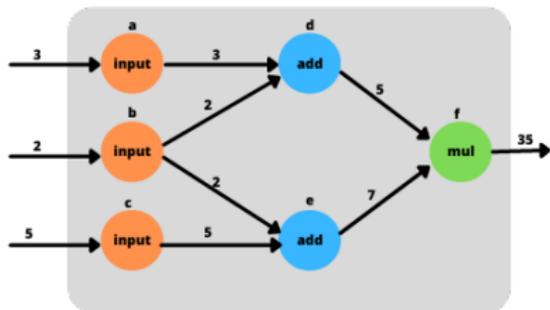


Abbildung: TensorFlow Graph

```
import tensorflow as tf
#input
a = tf.constant(3)
b = tf.constant(2)
c = tf.constant(5)
#add
d = tf.add(a, b)
e = tf.add(b, c)
#mul
f = tf.multiply(d, e)

print(f.numpy()) #Ausgabe: 35
```

Listing 2: TensorFlow Operationen



Erkennung handgeschriebener Ziffern I

Wie Sieht das Modell aus?

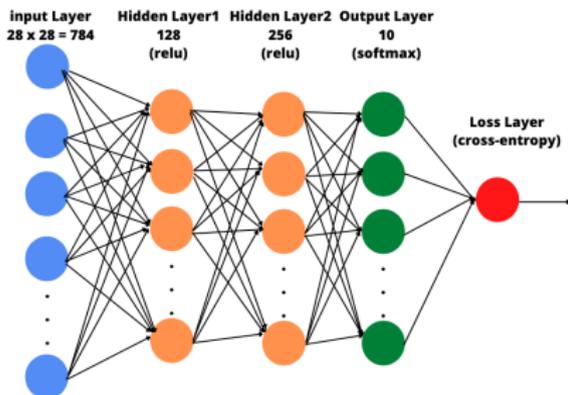


Abbildung: MNIST Architektur

Die Implementierung-schritten



Abbildung: Sample images from MNIST test dataset

Erkennung handgeschriebener Ziffern II

1 Bibliothek importieren und device auswählen

```
import tensorflow as tf
import tensorflow.keras as keras

physical_devices = tf.config.list_physical_devices('GPU')
tf.config.experimental.set_memory_growth(physical_devices[0], True)
...
```

2 parameter definieren

```
...
mnist = keras.datasets.mnist
layers = keras.layers
...
```



Erkennung handgeschriebener Ziffern III

3 daten vorbereiten

```
...  
(x_train, y_train), (x_test, y_test) = mnist.load_data()  
x_train = x_train / 255.  
x_test = x_test / 255.  
...
```

4 model erzeugen

```
...  
model = keras.models.Sequential()  
model.add(layers.Flatten(input_shape=(28,28)))  
model.add(layers.Dense(128, activation=tf.nn.relu))  
model.add(layers.Dense(256, activation=tf.nn.relu))  
model.add(layers.Dense(10, activation=tf.nn.softmax))  
...
```

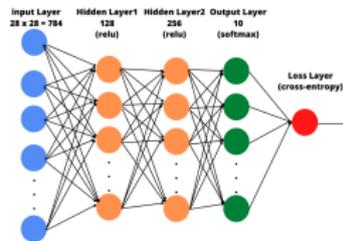


Abbildung: MNIST
Architektur



Erkennung handgeschriebener Ziffern IV

5 model kompilieren und optimieren

```
...  
model.compile(  
    optimizer='adam',  
    loss='sparse_categorical_crossentropy',  
    metrics=['accuracy'])  
...
```

6 model trainieren, evaluieren und speichern

```
...  
model.fit(x_train, y_train, epochs=10) #modell traenieren  
loss_val, metric_val = model.evaluate(x_test, y_test) #modell evaluieren  
model.save('../model/ziffer_model.h5') #modell speichern  
...
```



Erkennung handgeschriebener Ziffern V

7 model laden und Ziffernvorhersage

```
...  
model = keras.models.load_model('./model/ziffer_model.h5') #Modell laden  
prediction = model(x_test[:1])  
print("Die Zahl ist wahrscheinlich eine {}".format(np.argmax(prediction)))
```

8 Der code ist in meiner Github-seite zu finden:

<https://github.com/donchi-donald/Erkennung-handgeschriebener-Ziffern.git>



Zusammenfassung

Fassen wir das Ganze noch einmal zusammen.

- TensorFlow ist ein von Google freigegebenes Framework basierend auf datenstromorientierter Programmierung, das speziell für die Implementierung von Machine-/Deep-Learning-Anwendungen entwickelt wurde.



Zusammenfassung

Fassen wir das Ganze noch einmal zusammen.

- TensorFlow ist ein von Google freigegebenes Framework basierend auf datenstromorientierter Programmierung, das speziell für die Implementierung von Machine-/Deep-Learning-Anwendungen entwickelt wurde.
- Es ist empfehlenswert TensorFlow zu nutzen, wenn es eine große Menge an Daten besteht, das Problem komplex ist oder die Daten unstrukturiert sind.



Zusammenfassung

Fassen wir das Ganze noch einmal zusammen.

- TensorFlow ist ein von Google freigegebenes Framework basierend auf datenstromorientierter Programmierung, das speziell für die Implementierung von Machine-/Deep-Learning-Anwendungen entwickelt wurde.
- Es ist empfehlenswert TensorFlow zu nutzen, wenn es eine große Menge an Daten besteht, das Problem komplex ist oder die Daten unstrukturiert sind.
- TensorFlow kann im Umfeld der Spracherkennung, Bilderkennung, Videoerkennung oder textbasierten Anwendungen eingesetzt werden.



Zusammenfassung

Fassen wir das Ganze noch einmal zusammen.

- TensorFlow ist ein von Google freigegebenes Framework basierend auf datenstromorientierter Programmierung, das speziell für die Implementierung von Machine-/Deep-Learning-Anwendungen entwickelt wurde.
- Es ist empfehlenswert TensorFlow zu nutzen, wenn es eine große Menge an Daten besteht, das Problem komplex ist oder die Daten unstrukturiert sind.
- TensorFlow kann im Umfeld der Spracherkennung, Bilderkennung, Videoerkennung oder textbasierten Anwendungen eingesetzt werden.
- TensorFlow ist auf vielen unterschiedlichen Plattformen wie Smartphones, Embedded Devices, Einzelrechnern, Server und großen verteilten Systeme lauffähig und erfordert keine Übersetzung des Codes in andere Programmiersprachen.



Zusammenfassung

Fassen wir das Ganze noch einmal zusammen.

- TensorFlow ist ein von Google freigegebenes Framework basierend auf datenstromorientierter Programmierung, das speziell für die Implementierung von Machine-/Deep-Learning-Anwendungen entwickelt wurde.
- Es ist empfehlenswert TensorFlow zu nutzen, wenn es eine große Menge an Daten besteht, das Problem komplex ist oder die Daten unstrukturiert sind.
- TensorFlow kann im Umfeld der Spracherkennung, Bilderkennung, Videoerkennung oder textbasierten Anwendungen eingesetzt werden.
- TensorFlow ist auf vielen unterschiedlichen Plattformen wie Smartphones, Embedded Devices, Einzelrechnern, Server und großen verteilten Systeme lauffähig und erfordert keine Übersetzung des Codes in andere Programmiersprachen.
- Mit Googles Tensorflow 3D soll Künstliche Intelligenz die Umwelt besser verstehen lernen.



Danke für Ihre Aufmerksamkeit



Abbildung: Fragen

