

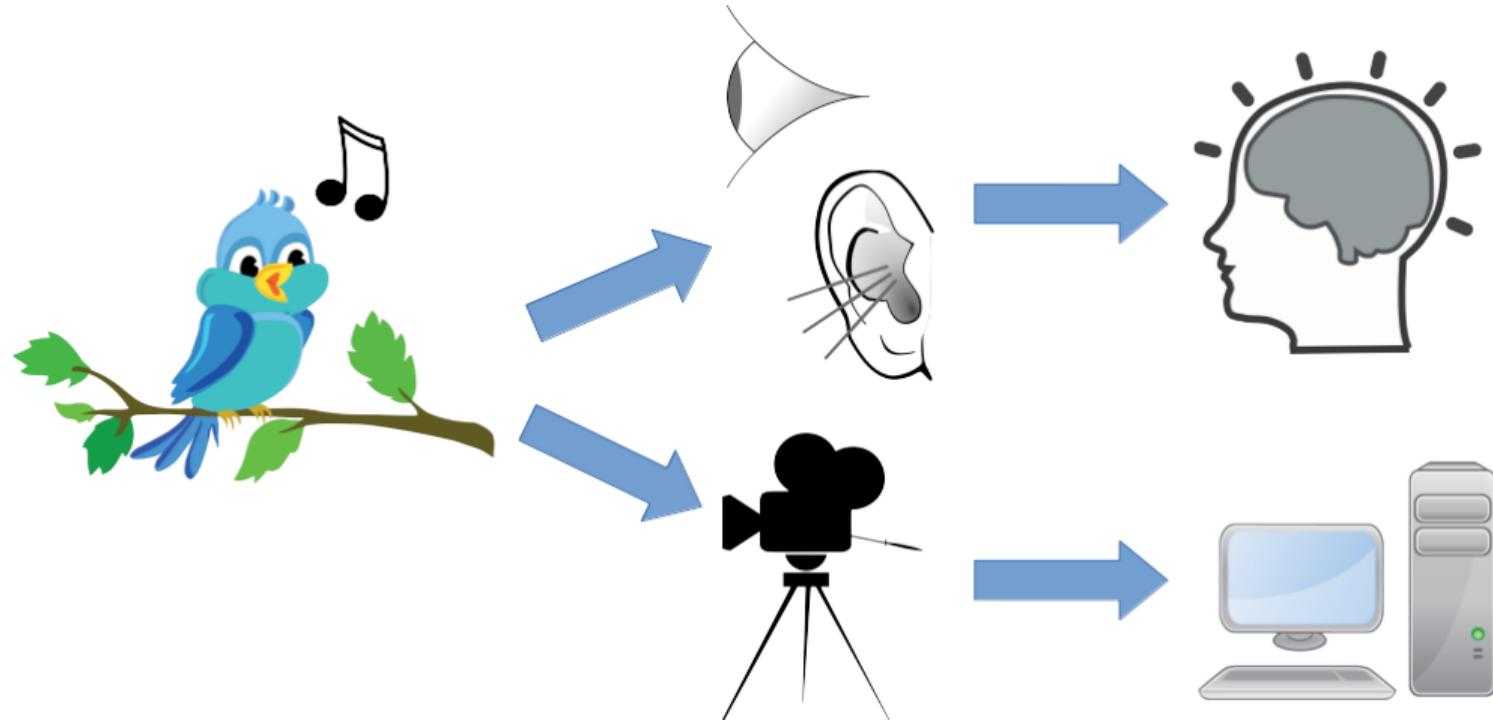
Kapitel 1 - Signalverarbeitung und maschinelles Lernen

Annika Liebgott

October 19, 2022

1.1 - Signalverarbeitung

Was ist Signalverarbeitung?



Objekt (Audio-/Videosignal)

Sensor

Signalverarbeitungssystem

Signaltypen

Es existieren zwei Arten von Signalen:

1. Deterministische Signale: vollständig mathematisch beschreibbar, künftige Signalwerte können präzise vorhergesagt werden

Beispiel: Sinussignale

2. Stochastische Signale: nicht vollständig mathematisch beschreibbar, künftige Signalwerte nicht präzise vorhersagbar ⇒ trifft auf die meisten Signale zu

Beispiele: Sprache, biomedizinische Signale, Kommunikationssignale,...

⇒ **Maschinelles Lernen dreht sich um stochastische Signale**

Signalverarbeitungsregeln

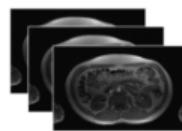


2 D



Output

3 D



Signalverarbeitungsregeln müssen in abhängig von der Art der zu verarbeitenden Signale gewählt werden: 1-D-Signale (z.B. Abstandsmessung, EKG-Signal,...), 2-D-Signale (z.B. Bilder), 3-D-Signale (z.B. MRT-Aufnahmen)

Aufgabe Computer: Signalverarbeitung durchführen

Aufgabe Mensch: Dem Computer die passenden Regeln zur Signalverarbeitung unter Berücksichtigung der Signaleigenschaften beibringen

Wofür wird Signalverarbeitung eingesetzt?



Mögliche Formen des Outputs:

1. neues Signal → Zahlenserie $\in \mathbb{R}$
2. Parameter → (evtl. mehrere) Einzelwerte $\in \mathbb{R}$
3. Klasse/Kategorie → repräsentiert durch Zahl $\in \mathbb{N}$

Im maschinellen Lernen:

1. + 2.: **Regression**
- 3.: **Klassifikation**

Beispiel 1.1: wofür wird Signalverarbeitung eingesetzt?

Signal → Signal:

- gefiltertes Signal nach Denoising
- Spektralanalyse (Transformation des Signals in den Frequenzbereich)

Signal → Parameter:

- Schätzung der Größe von Personen anhand von Bildern
- Schätzung der Geschwindigkeit oder des Abstands eines vorherfahrenden Autos

Signal → Kategorie/Klasse:

- Klassifikation von Personen anhand von Bildern, z.B. männlich/weiblich
- Sortiermaschine, z.B. Klassifikation der Obstsorte bei automatische Obstsortierung
- Automatisierte Diagnosesysteme: krank/gesund

Modellbasierte vs. Lernbasierte Signalverarbeitung

Modellbasierte Signalverarbeitung:

Es existiert ein Signalmodell, dass den Zusammenhang zwischen Input-Signal und gewünschtem Output beschreibt. Signalverarbeitungsregeln basieren auf diesem Modell.

Lernbasierte Signalverarbeitung:

Kein Modell für die Beschreibung der Beziehung zwischen Input und Output vorhanden. Die Signalverarbeitungsregeln werden anhand von Beispielen gelernt

⇒ **Maschinelles Lernen**

Beispiel 1.2: Modellbasierte Signalverarbeitung

Einige mögliche Anwendungen:

- a) Distanz-Schätzung mittels Radar über Signalverzögerung τ zwischen Sender und Empfänger ($\tau = 2 \frac{\text{Distanz}}{\text{Geschwindigkeit}}$)
- b) Positions-Tracking von Objekten mithilfe von Kalman-Filtern
- c) Kantendetektion in Bildern
- d) Active Noise Cancelling in Kopfhörern
- e) Gesundheitsmonitoring: Alarm, wenn Werte in den für den Patienten (basierend auf Basisparametern) kritischen Bereich gehen

Beispiel 1.3: Lernbasierte Signalverarbeitung

Einige mögliche Anwendungen

- a) Optical Character Recognition (OCR), z.B. Erkennung handgeschriebener Zahlen
- b) Spracherkennung, z.B. Amazon Alexa, Siri
- c) Bildsegmentierung, z.B. für automatische Zählsysteme in Fabriken
- d) medizinische Diagnose, z.B. Krebserkennung
- e) Autonomes Fahren, z.B. Erkennung von Straßenschildern

Detektion vs. Mustererkennung in der Signalverarbeitung

Beispiele für Detektion:

- Bit-Detektion in Übertragungskanälen
- Erkennung eines Hindernisses mittels Radar: Hindernis oder kein Hindernis?
- Gesichtsdetektion: befindet sich in einem Bild ein Gesicht?

Beispiele für Mustererkennung:

- Erkennung von Wörtern in Sprachsignalen
- Erkennung eines Hindernisses mittels Radar: was für ein Hindernis ist es?
- Gesichtserkennung: Wessen Gesicht befindet sich auf dem Bild?

Klassische Unterscheidung: Detektion wird in vielen Fällen abgeleitet von Signalmodellen, Mustererkennung aus Beispielen gelernt

⇒ Mustererkennung entspricht ML

1.2 - Maschinelles Lernen

Was ist Maschinelles Lernen?

Künstliche
Intelligenz

Was ist Maschinelles Lernen?

Künstliche
Intelligenz starke
 KI

Was ist Maschinelles Lernen?

schwache
KI

Künstliche
Intelligenz

starke
KI

Was ist Maschinelles Lernen?

schwache
KI

Künstliche
Intelligenz

starke
KI



Was ist Maschinelles Lernen?

schwache
KI

Künstliche
Intelligenz

starke
KI



Was ist Maschinelles Lernen?

schwache
KI

Künstliche
Intelligenz

starke
KI



Was ist Maschinelles Lernen?



schwache
KI

Künstliche
Intelligenz



starke
KI



Was ist Maschinelles Lernen?



schwache
KI



Künstliche
Intelligenz



starke
KI



Was ist Maschinelles Lernen?



schwache
KI



Künstliche
Intelligenz



starke
KI



Was ist Maschinelles Lernen?



schwache
KI



Künstliche
Intelligenz



starke
KI



Was ist Maschinelles Lernen?



schwache
KI



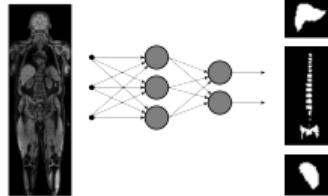
Künstliche
Intelligenz



starke
KI



Was ist Maschinelles Lernen?



schwache
KI



Künstliche
Intelligenz



Einordnung wichtiger Begriffe (1)



Einordnung wichtiger Begriffe (1)

Künstliche Intelligenz



Einordnung wichtiger Begriffe (1)

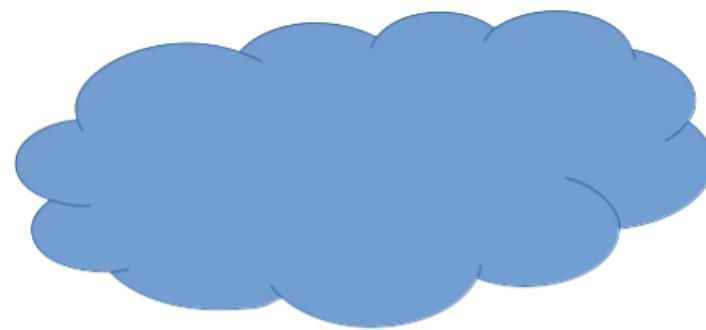
Künstliche Intelligenz



Regression

Einordnung wichtiger Begriffe (1)

Künstliche Intelligenz



Regression

Maschinelles Lernen



Einordnung wichtiger Begriffe (1)



Einordnung wichtiger Begriffe (1)



Einordnung wichtiger Begriffe (1)



Einordnung wichtiger Begriffe (1)



Einordnung wichtiger Begriffe (1)



Einordnung wichtiger Begriffe (1)



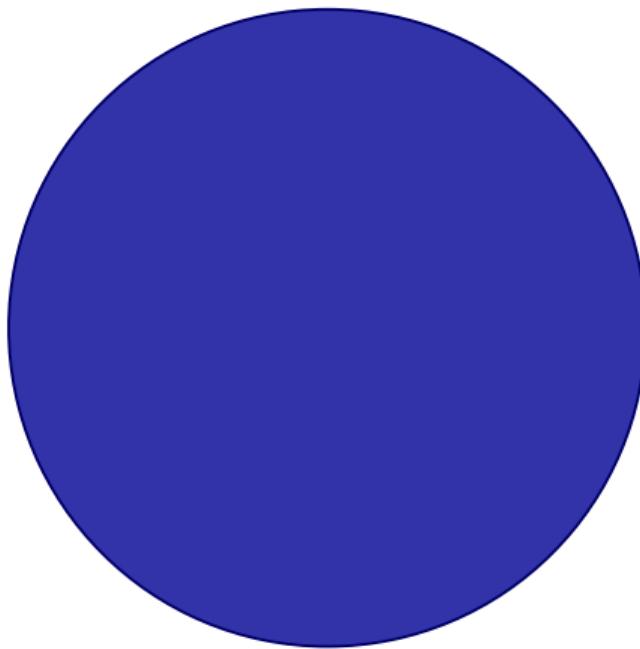
Einordnung wichtiger Begriffe (1)



Einordnung wichtiger Begriffe (1)



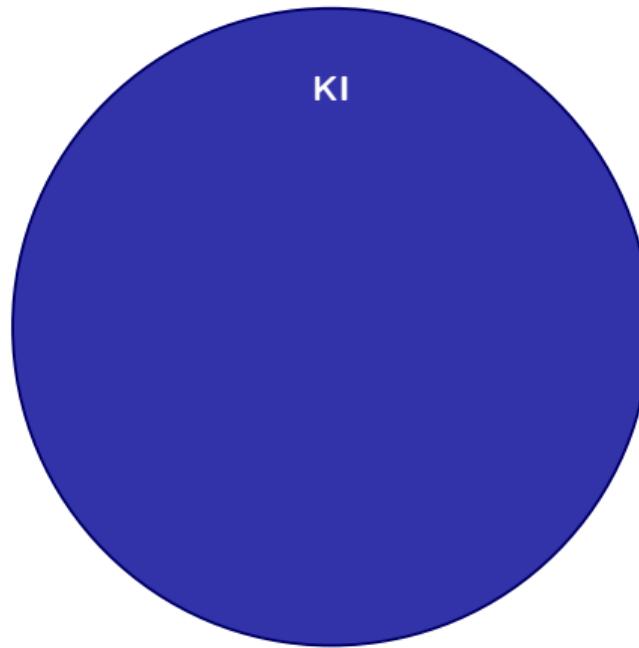
Einordnung wichtiger Begriffe (2)



Einordnung wichtiger Begriffe (2)

Künstliche Intelligenz (KI)

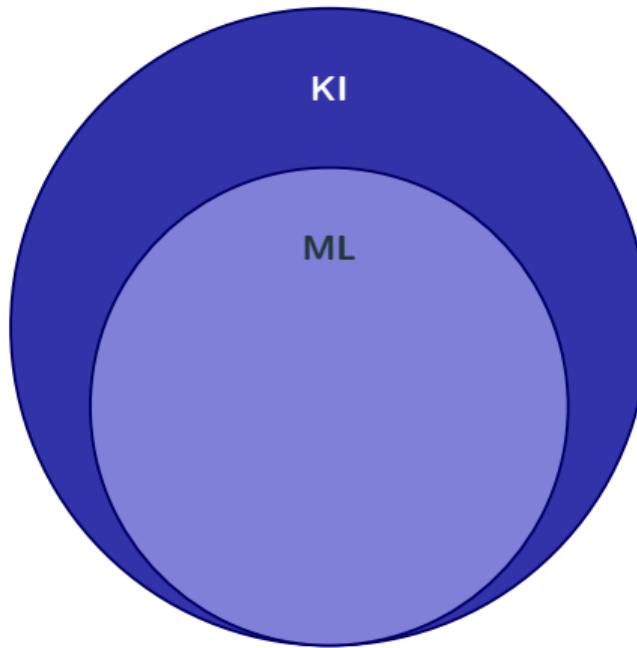
- Imitation menschlicher Intelligenz durch Computer
- Heute: schwache KI
- Zukunft: starke KI?



Einordnung wichtiger Begriffe (2)

Künstliche Intelligenz (KI)

- Imitation menschlicher Intelligenz durch Computer
- Heute: schwache KI
- Zukunft: starke KI?



Maschinelles Lernen (ML)

- Algorithmen, die KI realisieren
- Lernen Charakteristika aus Trainingsdaten
- Können Entscheidungen zu unbekannten Daten mit vergleichbaren Eigenschaften treffen

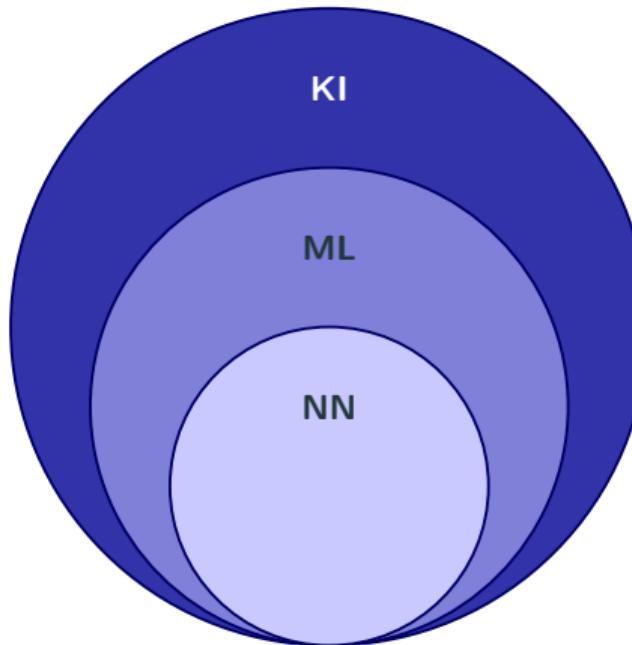
Einordnung wichtiger Begriffe (2)

Künstliche Intelligenz (KI)

- Imitation menschlicher Intelligenz durch Computer
- Heute: schwache KI
- Zukunft: starke KI?

Neuronale Netze (NN)

- Subset von ML-Algorithmen
- Inspiriert durch das menschliche Gehirn:
 - Aufgebaut aus künstlichen Neuronen
 - Neuronen sind in vernetzten Schichten angeordnet



Maschinelles Lernen (ML)

- Algorithmen, die KI realisieren
- Lernen Charakteristika aus Trainingsdaten
- Können Entscheidungen zu unbekannten Daten mit vergleichbaren Eigenschaften treffen

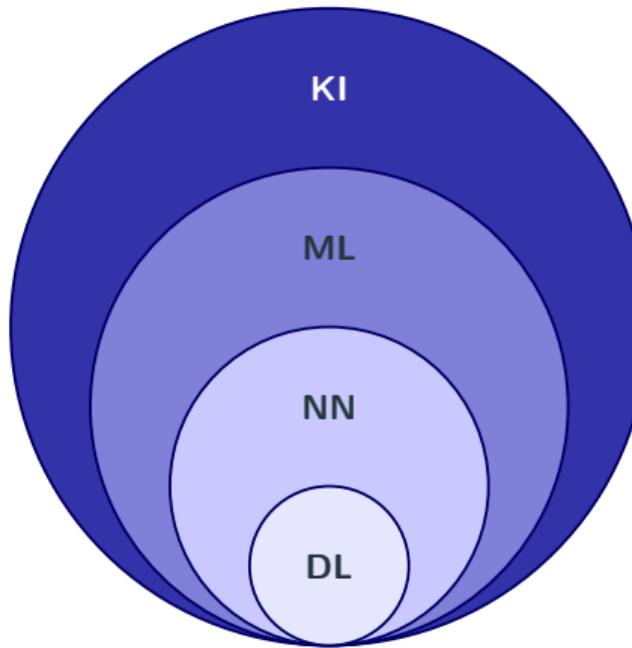
Einordnung wichtiger Begriffe (2)

Künstliche Intelligenz (KI)

- Imitation menschlicher Intelligenz durch Computer
- Heute: schwache KI
- Zukunft: starke KI?

Neuronale Netze (NN)

- Subset von ML-Algorithmen
- Inspiriert durch das menschliche Gehirn:
 - Aufgebaut aus künstlichen Neuronen
 - Neuronen sind in vernetzten Schichten angeordnet



Maschinelles Lernen (ML)

- Algorithmen, die KI realisieren
- Lernen Charakteristika aus Trainingsdaten
- Können Entscheidungen zu unbekannten Daten mit vergleichbaren Eigenschaften treffen

Deep Learning (DL)

- Subset von NN-Algorithmen
- Besitzen mindestens 2 Hidden Layer