IFAS
CONNECTING HEALTHCARE PEOPLE

Zurich University of Applied Sciences
zh aw School of Engineering

AI IN HEALTHCARE: ANWENDUNGEN, CHANCEN UND HERAUSFORDERUNGEN

Prof. Dr. Jasmina Bogojeska
Centre for AI (CAI) @ ZHAW

Überblick

- Einführung KI
- KI Anwendungen im Gesundheitswesen
- Vision – erklärbare, multimodale KI Assistenten in die klinische Praxis
- Was braucht es, um KI-Methoden in die klinische Praxis zu integrieren?

Künstliche Intelligenz

Was ist **Intelligenz**?

Was ist **Künstliche Intelligenz (KI)?**

- Die Entwicklung von Systemen und Computerprogrammen, die komplexe Probleme lösen und dabei intelligentes Verhalten und Fähigkeiten aufzeigen/simulieren

Fokus auf Maschineles Lernen (ML) = Das Lernen anhand von Beispielen/Erfahrung

ML bietet leistungsstarke Methoden zur Extraktion von **Mustern**, **handlungsrelevanten Informationen** und **nützlichem Wissen** aus großen Datenmengen.

Deep Learning (DL)

- Teilgebiet des ML, in dem (tiefe) neuronale Netzwerke verwendet warden

- Bei einer FÜLLE von Daten liefert es beeindruckende Ergebnisse für anspruchsvolle Probleme in vielen Bereichen.

Maschinelles Lernen Paradigmen

Supervised ML (Überwachtes ML)

- **Datensatz:**
  - Eine Reihe von **Merkmalen/Eigenschaften** (**features/attributes)** für viele Objekten (zB. Häuser, Kunden, Patienten, …) sind gegeben (typischerweise durch X bezeichnet)
  - **Der Ausgabe-/Zielwert (output/target value)** den vorhergesagt werden is auch bekannt (typischerweise durch y bezeichnet) – die Daten sind beschriftet
- **Die Aufgabe des überwachten maschinellen Lernens:**
  - Gegeben ein neues Objekt und seine Merkmale, welche wäre der Ausgabewert, es ist bekannt was vorhergesagt wird
  - Eine Funktion aus einer Klasse von Funktionen zu finden, die die unbekante Zuordnung von Merkmalen zum Zielwert am besten annähert

Beispiel: Haus Verkaufspreis

Beispiel:

Aufgabe: Was sollte der Verkaufpreis eines Hauses sein?

Merkmale: Hausgröße

Zielwert: Verkausfpreis

Hausgröße:180

Preis: ?

Wie findet man die beste Funktion für den Datensatz?

Beispiel: Haus Verkaufspreis

Wie findet man die beste Funktion für den Datensatz? **Kostenfunktion minimieren**

Hauspreis im Datensatz

Preis-Vorhersage

$$\mathrm{RSS}(w_0, w_1) = \sum_{i=1}^{N} (y_i - (w_0 + w_1 x_i))^2$$

$$= (\text{price_house1} - (w_0 + w_1 \text{house_area1}))^2$$

$$+ (\text{price_house_2} - (w_0 + w_1 \text{house_area2}))^2$$

$$+ \ldots$$

Beispiel: Bildklassifizierung

X: Bildpixel
y: Tierart im Bild

Generative AI

Image source: https://github.com/timothybrooks/instruct-pix2pix

Chat GPT über Generative KI

Was ist generative KI?

Generative KI (Künstliche Intelligenz) bezieht sich auf eine Klasse von Algorithmen, die neue Inhalte erstellen können, anstatt nur vorhandene Daten zu analysieren oder vorherzusagen. Diese Inhalte können Texte, Bilder, Musik, Videos oder sogar dreidimensionale Modelle umfassen. Die generative KI lernt aus großen Datenmengen und verwendet diese Informationen, um realistische und kreative Ergebnisse zu generieren.

Wie funktioniert generative KI für Text?

Grund Large Language Models (LLMs):

Mit einer großen Menge an Textdaten trainiert, um das nächste Wort vorherzusagen

Text: Second Law of Robotics: A robot must obey the orders given it by human beings

Generated training examples

Example #	Input (features)	Correct output (labels)
1	Second law of robotics :	a
2	Second law of robotics : a	robot
3	Second law of robotics : a robot	must
...		

Es gab einmal eine Prinzessin…

die in einem prächtigen Schloss lebte und von vielen Bewunderern umgeben war.

Instruktionsgesteuert LLMs:

Ein LLM, das mithilfe von überwachtes fine tuning und RLHF (reinforcement learning with human feedback) darauf abgestimmt ist, Anweisungen zu befolgen

Was ist der Hauptstadt von der Schweiz?

Der Hauptstadt von der Schweiz ist Zurich.

Source: https://medium.com/nerd-for-tech/gpt3-and-chat-gpt-detailed-architecture-study-deep-nlp-horse-db3af9de8a5d

Prüfungsergebnisse GPT-4

Source: https://arxiv.org/pdf/2303.08774.pdf

Bilderzeugung mit Stable Diffusion

https://stablediffusionweb.com/#demo

Freundlich aussehender Hund

Freundlich aussehender Hund mit Brillen

Freundlich aussehender Hund mit Brillen, der an einem Computer arbeitet

Programmierung

https://github.com/features/copilot

Anwendungen KI

KI Anwendungen Gesundheitswesen

Früherkennung verschiedener komplexen Krankheiten:

- Hautkrankheiten, Alzheimer, Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Diabetes, Tuberkulose, Nierenerkrankungen, Bluthochdruck, Brustkrebs, Leberkrebs, ...

Recent methods overview:

https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8754556/

KI Anwendungen Gesundheitswesen

Brustkrebserkennung von Mammografie-Bildern mit Mirai (Prof. Dr. Barzilay und team @ MIT):

- Bis zu 5 Jahre vor seiner Entstehung

https://ascopubs.org/doi/abs/10.1200/JCO.21.01337

HIV

- Zahlreiche Betroffene (Millionen)
- Keine Heilung oder Impfung
- Antoretrovirale Therapie
  - Wiederholte Verabreichung von Kombinationen aus mindestens drei Medikamenten aus mindestens zwei verschidenen Wirkstoffklassen
  - **Wichtig:** Viruslast niedrig halten und Therapieoptionen offen halten

HIV Therapieoptimierung

Viraler Genotyp → Auftreten von Resistenzmutationen

Aktuelle Behandlung → Verwendete Medikamente

Behandlungshistorie → Alle vorherigen Behandlungen

Patienteninformationen → Labortests

Früherkenung HIV-Behandlung Morbiditäten

Verfügbare Daten für jeden Patienten – statische, ereignis- und zeitabhängige Daten aus der HIV-Kohorte:

- **Statisch:** Alle verfügbaren demografischen Informationen (Geschlecht, Ethnizität, …)
- **Dynamisch:** Alle klinischen Werte, die in verschiedenen Labortests gemessen wurden, alle verabreichten Medikamente und alle diagnostizierten Krankheiten während des gesamten Studienzeitraums

Ausgabe: Binäre Angabe einer chronischen Nierenerkrankung (CKD): 1, wenn beim Patienten eine CKD diagnostiziert wurde, andernfalls 0

Aufgabe: Risiko (Wahrscheinlichkeit) für eine chronische Nierenerkrankung (CKD) früh vorhersagen

Die Zukunft

Patientenversorgung

Treatment

Erklärbare Multimodale KI Assistent für personalisierte Gesundheitsversorgung

Erklärbare KI-gestützte Verfahren zur Unterstutzung der **Früherkennung komplexer chronischer Krankheiten** durch die effektive Kombination relevanter Informationen aus **komplexen, heterogenen medizinischen Daten**

Was braucht es um KI-Methoden in der klinische Praxis zu bringen?

- **Klinische Daten –** verfügbar, standardisiert, qualitativ hochwertig
- **Datenschutz** – Dateschutzrichtlinien für persönliche Patientendaten einhalten
- **Zertifizierung –** Einhaltung strenger regulatorischer Eingaben
- **Explainability (Interpretierbarkeit) und Vertrauen** – für eine klinische Anwendung es ist extrem wichtig dass die KI Vorhersagen erklärbar, nachvolzierbar und zuverlässig sind damit sie von Ärzten und Patienten akzeptiert und angewendet werden
- **Implementation –** Kosten und Resourcen
- **Integration** – nahtlos integrierbar, benutzerfreundlich

KI hat das Potenzial, die personalisierte Medizin zu revolutionieren, indem sie Diagnose, Prognose und klinisches Management von Krankheiten verbessert, optimiert und gleichzeitig die Gesundheitskosten senkt

Meine Vision: Das Gesundheitswesen transformieren durch Forschung an erklärbaren multimodalen KI-Methoden für die Diagnose, Behandlung und das Verständnis von Krankheiten

Immer offen für Zusammenarbeit zur Bewältigung anspruchsvoller Probleme im Gesundheitswesen!

Danke!

Über mich:

- **Prof. Dr. Jasmina Bogojeska**
  Dozentin und Grupenleiterin Explainable AI (XAI) Gruppe am Zentrum für AI (ZHAW)
  10 Jahre Erfahrung in angewandte Forschung in der Industrie (IBM Research, Roche)
- Email: jasmina.bogojeska@zhaw.ch

Centre for AI, School of Engineering, ZHAW

Centre for AI

- **Angewandte KI Forschung**
- Fokus auf **KI für Gesundheit, Medizin**
- **Interdisziplinäre** Zusammenarbeit
- Talentiertes, motiviertes, dynamisches Personal
- Immer offen für **Zusammenarbeit**