

KI INTENSIVMEDIZIN DAS LERNEN OPTIMALER BEHANDLUNGSSTRATEGIEN

Clemens Heitzinger

Viele der Erfolge der KI in den letzten Jahren sind auf das bestärkende Lernen zurückzuführen. Wir verwenden es, um die Frage zu beantworten, wie Patient:innen bestmöglich behandelt werden können.

Mit ChatGPT steht uns heute ein Programm zur Verfügung, dem man eine gewisse Intelligenz und Kreativität nicht absprechen kann. Aber schon in den Jahren davor gab es große Fortschritte in der künstlichen Intelligenz (KI). So entwickelte DeepMind mit AlphaZero einen einzelnen Algorithmus, der Go, Schach und mehrere Computerspiele besser als der Mensch spielen kann und diese Spiele beginnend mit null Wissen lernt. AlphaZero ist ein Erfolg des bestärkenden Lernens (Reinforcement Learning). Ein weiterer Erfolg des bestärkenden Lernens ist ChatGPT von OpenAI. Wir verwenden Reinforcement Learning, um die zentrale Frage der Medizin zu beantworten: Wie können Patient:innen bestmöglich behandelt werden?

Reinforcement Learning

Beim Reinforcement Learning besteht die Aufgabenstellung darin, einen Agenten ein System (üblicherweise die Umgebung genannt) so kontrollieren zu lassen, dass der Agent möglichst hohe Belohnungen erhält (siehe Abb. 1). In jedem Zeitschritt setzt der Agent anhand seiner Strategie eine Aktion. Dies verändert die Umgebung. Der Agent beobachtet nun den neuen Zustand der Umgebung und bekommt eine Belohnung, wenn ein gewünschter Zustand eingetreten ist. Aufgrund des neuen Zustands der Umgebung wählt der Agent nun wieder eine Aktion aus usw. Ziel des Agenten ist es, den Erwartungswert der Summe aller zukünftigen Belohnungen

zu maximieren. Ziel der Lernalgorithmen ist es, optimale Strategien für die Agenten zu berechnen. In unserer Anwendung ist der Agent der Arzt/die Ärztin und die Aktionen sind das Verabreichen verschiedener Medikamente in verschiedenen Dosen. Der/Die Patient:in ist das System, das kontrolliert werden soll. Eine Belohnung gibt es am Ende der Episode nur dann, wenn der/die Patient:in gesundet ist.

Warum Sepsis?

Als ich auf der Suche nach sicherheitskritischen Anwendungen des Reinforcement Learnings war, kam zunächst die Medizin in Frage. Die Intensivmedizin bietet sich aufgrund der guten Datenlage besonders an. Zwar gibt es weltweit nur wenige Datenbanken, diese sind aber, wie sich im Lauf der Arbeit herausstellte, heutzutage schon ausreichend groß. Außerdem kommen laufend neue Datensätze hinzu. Sepsis ist die häufigste Erkrankung auf Intensivstationen mit einer hohen Sterblichkeit und damit auch die häufigste Todesursache auf Intensivstationen, sodass sich diese als führende Anwendung anbot. An dieser Stelle sei die wertvolle Zusammenarbeit mit Prof. Oliver Kimberger von der Medizinischen Universität Wien erwähnt.

Resultate

Aufbauend auf Datensätzen, die anonymisiert zur Verfügung stehen, entwickelten und programmierten mein Team und ich Lernalgorithmen, die aus historischen Daten





optimale Behandlungsstrategien lernen und sogar Risiken quantifizieren können. Ziel ist es, die septischen Patient:innen so weit zu stabilisieren, dass sie die Intensivstation möglichst schnell wieder verlassen können. Bemerkenswert ist, dass kein Wissen über die biologischen Prozesse der Patient:innen notwendig ist (auch wenn implizit ein Modell berechnet wird). Ansonsten wären noch Jahrzehnte an Forschung notwendig. Unsere Algorithmen berechnen heute schon für die Patient:innen völlig gefahrlos die bestmöglichen Behandlungsstrategien. Dass die Strategien optimal sind, lässt sich (unter gewissen technischen Annahmen) tatsächlich als mathematische Theoreme beweisen. Insofern generieren wir den maximalen

Nutzen für die Patient:innen. Sie profitieren von der gesammelten Erfahrung der Zehntausenden Patient:innen, die vor ihnen kamen. Diese Erfahrungen stehen nun durch den Algorithmus konzentriert und bestmöglich aufbereitet zur Verfügung. Neben dem Berechnen der optimalen Strategien beschäftigen wir uns selbstverständlich auch mit der Evaluierung der Strategien. Verschiedene Evaluierungsmethoden angewendet auf simulierte Patient:innen zeigen übereinstimmend, dass unsere Strategien das Niveau der weltweit besten Intensivmediziner:innen erreichen und sogar etwas übertreffen. Mehr Informationen finden Sie unter <http://Clemens.Heitzinger.name> und <http://aihealthvienna.at>.

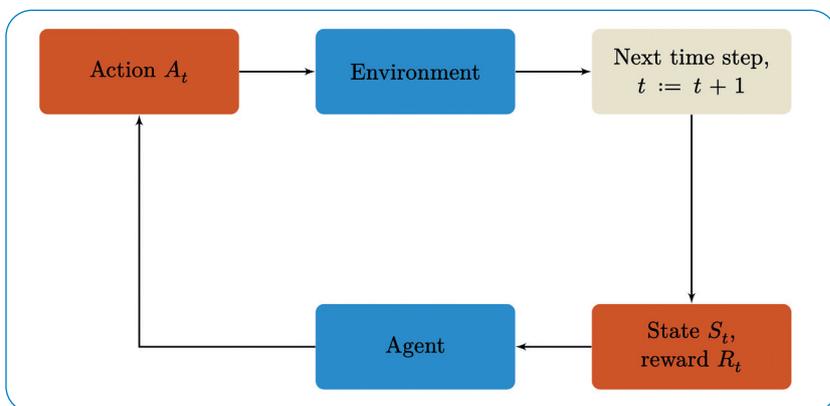


Abb. 1: Der Kreislauf der Interaktion des Agenten mit der Umgebung im Reinforcement Learning. Reinforcement Learning hat aufgrund der Allgemeinheit dieses Konzepts viele Anwendungen. Die Lernalgorithmen berechnen Strategien, denen der Agent bei der Auswahl seiner Aktionen folgt.