

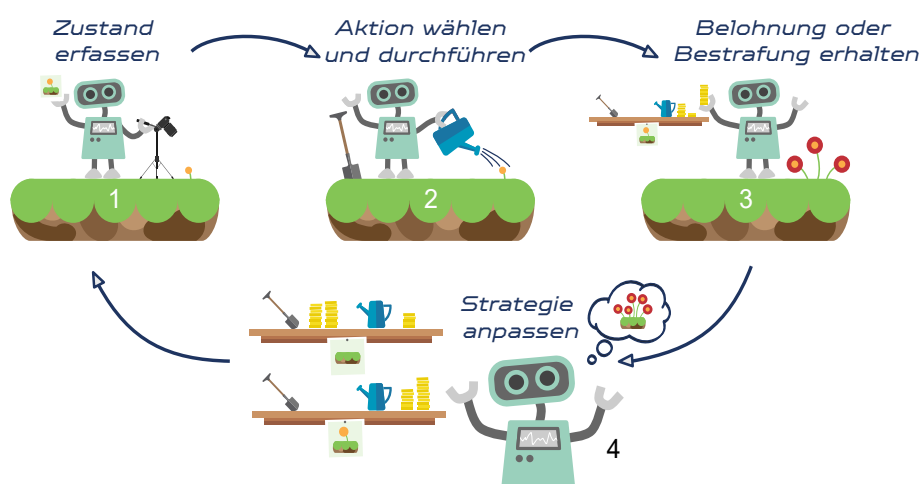


PUNKT, PUNKT, KOMMA, STRICH ...

Es ist nett anzuschauen, was der Roboterarm macht: Vierecke, Dreiecke und schließlich Häuser malen. Aber - was bringt uns so ein Roboter? Weder ist das große Kunst, noch ist ein Roboter, der kleine Icons zeichnen kann, im echten Leben wirklich hilfreich und nützlich.

Um zu lernen, wie man bestimmte Dinge zeichnet, benutzt der Roboterarm die Technik des sogenannten **Verstärkenden Lernens** (engl. Reinforcement Learning). Beim Verstärkenden Lernen erfasst das KI-System zunächst den aktuellen Zustand, z. B. durch das Auslesen von Sensordaten oder durch die Analyse des aktuellen Zustands eines Programms. Anschließend führt das KI-System eine Handlung aus, die in diesem Zustand möglich ist. Anfangs wird es diese zufällig auswählen, später kommen vor allem die Handlungen zum Einsatz, die das KI-System näher zu seinem Ziel bringen (z. B. ein Haus zeichnen).

Wie kann man dem KI-System übermitteln, welche Handlungen gut sind, um das Ziel zu erreichen, und welche nicht? Ganz einfach: Das KI-System wird **belohnt, wenn die Handlung richtig ist**. Man kann auch sagen, dass man das Verhalten des Systems verstärkt, deswegen heißt es Verstärkendes Lernen. Durch eine Belohnung wird die Wahrscheinlichkeit, dass das KI-System diese Handlung auswählt, erhöht. **Ist sie falsch, wird das KI-System „bestraft“**. Wenn das passiert, wird die Wahrscheinlichkeit gesenkt, dass das KI-System in diesem Zustand die gerade durchgeführte Handlung erneut auswählt. In dieser Abbildung siehst Du nochmal, wie der Ablauf funktioniert. Der Roboter hier soll lernen, wie man sich richtig um Pflanzen kümmert:





Angenommen, unser Roboterarm soll ein Herz zeichnen. Das Ergebnis:

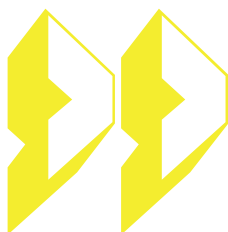


Durch Drücken der **Gut-Taste** zeigen wir dem KI-System, dass die Zeichnung gut war, wir belohnen das System.

Zeichnet das KI-System hingegen dieses Bild:



sollten wir die **Schlecht-Taste** wählen, um dem KI-System zu signalisieren, dass das Bild nicht gelungen ist. Wir bestrafen das KI-System.

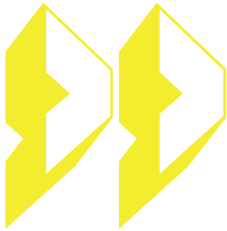


Kommt Dir das Lernverfahren irgendwie bekannt vor? Stimmt!

Wir trainieren Haustiere auf eine ähnliche Art und auch wir Menschen lernen manchmal so. Der Begriff Verstärkendes Lernen stammt aus der Psychologie und beschreibt Lernen durch Belohnung oder Bestrafung. Wenn Du beispielsweise willst, dass Dein Welpe am Straßenrand stehen bleibt, bevor ihr die Straße überquert, dann trainierst Du das mit ihm. Du führst das gewünschte Verhalten vor und belohnst ihn (z. B. mit Leckerli), wenn er am Straßenrand stehen bleibt. Läuft er hingegen einfach über die Straße, bekommt der Welpe kein Leckerli. Wichtig ist, dass ihm der **Zusammenhang zwischen seiner Handlung und der Belohnung bzw. Bestrafung klar ist**. Stell Dir vor, Du würdest geschimpft werden und wüsstest nicht warum. Dann könntest Du Dein Verhalten nicht verbessern oder änderst vielleicht sogar eine Verhaltensweise, die gar nicht gemeint war!

Das ist auch wichtig beim Verstärkenden Lernen von KI-Systemen, aber nicht ganz so einfach. Die Belohnung wird mit einer komplexen mathematischen Formel dargestellt, die angepasst und verändert werden muss. Und wir alle wissen aus dem Mathematikunterricht, dass das nicht einfach ist! **Zudem dauert es ziemlich lange, bis KI-Systeme eine gute Reaktion erlernen**. Das KI-System muss dafür sehr oft mit sehr ähnlichen Situationen konfrontiert werden und außerdem viele verschiedene Situationen durchlaufen. Das braucht Zeit!





Ein Einsatzgebiet des Verstärkenden Lernens ist die **Robotik**. Häufig sind die Aufgaben von Robotern sehr komplex. Diese mit klassischen Algorithmen zu programmieren ist langwierig und aufwändig. Stattdessen nutzt man Verstärkendes Lernen. Der Roboter lernt durch Versuch und Irrtum und wird entsprechend belohnt oder bestraft.

Hast Du dich schon einmal gefragt, wie autonome Fahrzeuge lernen, in bestimmten Situationen zu reagieren? Auch hier kommt Verstärkendes Lernen zum Einsatz. Wenn das KI-System im autonomen Fahrzeug eine Situation richtig bewertet, greift der Mensch nicht ein. Wenn es jedoch die Situation falsch einschätzt, übernimmt der Mensch die Kontrolle. So kann das KI-System im Fahrzeug erkennen, dass die Einschätzung falsch war und spätere Handlungen werden angepasst.

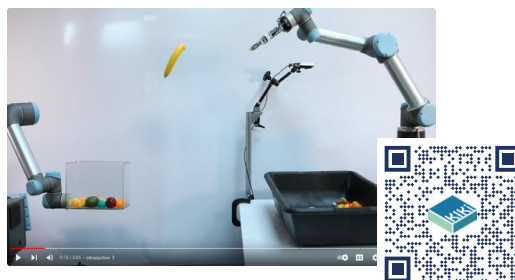
Eine weitere Anwendung ist das Training von KI-Systemen, um **Spiele spielen** zu können. Genauso wie Computerspieler erhalten sie Punkte für erfolgreiche Züge und verlieren welche für Fehler. Auf diese Weise lernen die KI-Systeme erfolgreiche Spielstrategien und können Spiele ganz ohne menschliche Anleitung erfolgreich meistern. So können KI-Systeme beispielsweise Super Mario spielen, aber auch menschliche Gegner im Schach oder Go! besiegen.



Ein KI-System spielt Super Mario. Richtig gut klappt es aber nur ein Level lang...



Dieser Roboter lernt dank Verstärkendem Lernen zu laufen.



Ein Roboter, der werfen kann? Auch das ist mit Verstärkendem Lernen möglich!





QUELLEN

Graphik „Verstärkendes Lernen“

CC BY Stefan Seegerer, Tilman Michaeli, Sven Jatzlau; Farben und Schrift modifiziert.

Video „MarI/O - Machine Learning for Video Games“

<https://www.youtube.com/watch?v=qv6UVOQOF44>

Video „Robots Learning to Toss“

<https://www.youtube.com/watch?v=-O-E1nFm6-A>

Video „Learning to Walk via Deep Reinforcement Learning“

<https://www.youtube.com/watch?v=n2gE7n11h1Y>

