

## Mathematikaufgabe 77

---

[Home](#) | [Startseite](#) | [Impressum](#) | [Kontakt](#) | [Gästebuch](#)

**Aufgabe:** Sie wollen ein neuronales Netz für Überlebenszwecke trainieren. Welche Schätzgrößen aus Sicht des Jägers und der Beute haben Einfluß auf die Erfolgchancen des Flucht- und Angriffsverhaltens?

**Lösung:** Wir nehmen vereinfachend an, daß Jäger und Beutetier im Moment der Bedrohungserkennung ohne zu beschleunigen mit konstanter Geschwindigkeit loslaufen. Seien  $\vec{x}_r(0)$  und  $\vec{x}_b(0)$  die Orte von Räuber und Beute zum Zeitpunkt, in dem die Verfolgungsjagd mit den Geschwindigkeiten  $\vec{v}_r$  und  $\vec{v}_b$  beginnt. Dann lauten die Bewegungsgleichungen von Jäger und Gejagtem

$$\begin{aligned}\vec{x}_r(t) &= \vec{x}_r(0) + \vec{v}_r t, \\ \vec{x}_b(t) &= \vec{x}_b(0) + \vec{v}_b t.\end{aligned}$$

Für die Fluchtzeit  $t_f$ , d.h. wenn der Jäger die Beute erhascht, gilt die Gleichung

$$\vec{x}_r(t_f) = \vec{x}_b(t_f).$$

Im folgenden nehmen wir an, daß das Problem eindimensional sei. Das bedeutet, daß die Fluchtzeit gegeben ist durch

$$t_f = \frac{x_r(0) - x_b(0)}{v_r - v_b} \equiv \frac{d_b}{\Delta v}.$$

Der Jagende erreicht die Beute nie, wenn entweder der Abstand zu groß ist, wenn also im Extremfall  $d_b \rightarrow \infty$  oder wenn  $\Delta v \rightarrow 0$  geht, d.h. wenn  $v_r = v_b$  und damit Räuber und Beute gleich schnell laufen können. In der Natur kann indes die Fluchtzeit nicht beliebig erhöht werden, weil der Jäger irgendwann erschöpft ist und die Verfolgungsjagd aufgibt.<sup>1</sup> Es gilt also zusätzlich

$$t_f \leq t_r,$$

wobei  $t_r$  eine Konstante ist, die von der körperlichen Kondition des Räubers abhängt und ggf. mit der Tagesform leicht variieren kann. Handelt es sich beim Jäger um einen Menschen, ist  $t_r$  diejenige Zeit, welche mit der Reichweite seines Gewehrs zu tun hat. Im Falle eines Kampfpiloten wäre es die Zeit, die von der Reichweite seiner Munition abhängt. Es gibt also eine eindeutige Bestimmungsgleichung, anhand der entschieden werden kann, wie die Verfolgungsjagd ausgeht. Sie lautet aus Sicht des Jägers

$$v_r \geq v_b + \frac{d_b}{t_r},$$

---

<sup>1</sup> Auch der Gejagte kann vorzeitig aufgeben. Dieser Fall gleicht dem Angriff auf ein stehendes Ziel, der ohne Tarnung, von der hier nicht ausgegangen wird, immer erfolgreich ist.

d.h. der Jagende muß abschätzen können, ob seine eigene Geschwindigkeit um soviel größer ist als die geschätzte Geschwindigkeit  $v_b$  der Beute, die er um den Quotienten aus der geschätzten Entfernung  $d_b$  und der geschätzten Zeit  $t_r$  übertreffen muß, wenn ihm ein Jagderfolg beschieden sein soll. Ein sehr ausdauernder Jäger, deren es nicht allzu viele gibt,<sup>2</sup> kann sich auf die Abschätzung nur eines einzigen Werts berufen, denn dann gilt näherungsweise die einfache Beziehung  $v_r \geq v_b$ , d.h. es reicht aus zu erkennen, wer schneller läuft. Darin wiederum hat der Mensch die größten Defizite, denn die meisten Tiere laufen bedeutend schneller als er.<sup>3</sup>

Aus Sicht des Gejagten hingegen gilt die Abschätzung

$$v_b \geq v_r - \frac{d_b}{t_r},$$

d.h. für ihn ist die beste Garantie für ein Überleben, den Jäger schon aus großer Entfernung entdecken oder wittern zu können, denn dann reicht bereits eine geringere Geschwindigkeit aus, um noch davonlaufen zu können.

Wir sehen also, daß die Evolution den Gejagten im Hinblick auf höhere Überlebenschancen durch ein verbessertes Entdeckungs- und Erkennungsorgan begünstigt. Das kann in der Natur durch besseres Sehen, Hören, Riechen oder die Ausbildung eines seismischen Sinnesorgans geschehen.

Der vorteilhaft Jagende profitiert umgekehrt von einer besseren Kondition verglichen mit seinen Artgenossen, während ihm eine frühzeitige Erkennung der Beute nichts nützt.

Im Bereich der Technik wird dem Genüge getan durch perfektionierte Sensoren zur frühzeitigen und längerreichweitigen Entdeckung und Erkennung von Gefahren, wenn man der Angegriffene ist, und durch eine größere Waffenreichweite, wenn man Angreifer ist.

Analog beschränken sich demnach in einem neuronalen Netzwerk sämtliche für den Jagd- oder Fluchterfolg günstigen Größen auf Zeiten, Geschwindigkeiten und Distanzen. Während man die eigenen Leistungsgrößen sehr gut kennt oder einschätzen kann, tut man sich mit den gegnerischen manchmal schwer, vor allem, wenn es sich um unbekannte Muster handelt. In der Hoffnung, sich vor dem Einsatz eines neuronalen Netzwerks solche Muster besorgen zu können, tut man gut daran, diese auch ausgiebig zu trainieren. Niemand ist von Anfang an ein guter Jäger, zumindest das Schießen will gelernt sein, um eine einigermaßen hohe Treffsicherheit zu erlangen.<sup>4</sup> Natürlich haben Wildtiere keine Chance zu überleben, wenn der listige Jäger sich so postiert, daß die Tiere keine Witterung von ihm aufnehmen können. Daher sind die Grenzen des Sportlichen durch technische Überlegenheit ausgeschöpft.

---

<sup>2</sup> Der Mensch gilt darin als unübertroffen.

<sup>3</sup> Wir haben hier natürlich den Laufjäger der Steinzeit vor Augen. Heutzutage ist die gelaufene Geschwindigkeit natürlich nicht mehr relevant, da sie von der Munitionsgeschwindigkeit um ein Vielfaches übertroffen wird.

<sup>4</sup> Für die Treffsicherheit wiederum spielen Zielentdeckung und -erkennung doch wieder eine größere Rolle.