

Nutzen von Optic-Flow-Information zur Navigation

Moritz Feuerpfeil

August 2018

Abstract

Diese Arbeit behandelt das Thema des Optic Flows, welcher vom Menschen genutzt wird um sich in der Umwelt zurechtzufinden. Es werden Experimente vorgestellt, die zeigen, dass es Neuronen gibt, deren Antwortverhalten eng verbunden ist mit der Bewegungsrichtungswahrnehmung.

1 Optic flow

Der optische Fluss bezeichnet die Bewegung von Objekten (im abstrakten Sinne) innerhalb des visuellen Feldes, welche durch die relative Bewegung des Beobachters zu der Szene verursacht wird. Eine Veranschaulichung dieses Konzeptes kann man in Abb. 1 sehen. Es liegt nahe, dass diese vektorartige Information zur Navigation dienen könnte, was im folgenden Abschnitt weiter untersucht wird.

Der Einfluss des optischen Flusses wurde hauptsächlich an Computerbildschirmen untersucht, auf deren sich bewegende Punkte und ein Referenzpunkt befanden. In Abb. 2 sieht man solch eine Instanz, wobei es keine Herausforderung darstellt, zu erkennen, dass sich der Beobachter bei Abb. 2a auf den Referenzpunkt hinzu bewegt und bei Abb. 2b rechts am Referenzpunkt vorbei. Die Tatsache, dass man anhand von simulierten Bildern sehr präzise sagen kann, wo man sich hinbewegt, legt nahe, dass diese Information des optic flows im Gehirn zur Navigation genutzt wird.

Die in Abb. 2 zu sehenden Simulationen sind im Grunde nichts weiter als flow patterns von Punkten, die eine spezifische Bewegung suggerieren. Da psychophysische Indizien meist nicht ausreichen um eine Theorie zu stützen, sind Wissenschaftler auf der Suche nach weiteren Beweisen auf Neuronen gestoßen, die auf flow patterns reagieren. Diese Neuronen wurden in der medial superior temporal (MST) area lokalisiert. Die Abb. 3 zeigt, wie zwei verschiedene Neuronen auf jeweils spezifische flow patterns reagieren können, wobei Abb. 3a nur auf expansionsartige Bewegungen feuert und Abb. 3b nur auf kreisförmige.

Um zu überprüfen, dass die Feuerrate dieser Neuronen auch tatsächlich mit der entstandenen Wahrnehmung korrespondiert, gab es nun einen weiteren Versuchsaufbau von Kenneth Britten und Richard van Wezel in 2002. Dafür wurde ein Affe trainiert, dessen Aufgabe darin bestand, zu sagen ob das flow pattern

einer Computersimulation eine Bewegung nach rechts, links oder geradeaus darstellt (Abb. 4a). Anschließend wurde ein Neuron des Affen lokalisiert, welches auf ein flow pattern reagiert, welches mit einer Bewegung nach links assoziiert ist. In Abb. 4b ist zu sehen, dass der Affe in 60% der Versuche angibt, eine Bewegung nach links wahrzunehmen. Wird nun das spezifische Neuron künstlich stimuliert, während der Affe sich für eine Antwort entscheidet, dann konnte sein Antwortverhalten um 20% verändert werden. Dass die Stimulation eines flow-pattern-spezifischen Neurons das Antwortverhalten des Individuums zugunsten dieser mit jenem flow pattern assoziierten Bewegung nach sich zieht, unterstützt die Idee, dass diese Flow-Neuronen eine Rolle spielen in der Bewegungsrichtungswahrnehmung.

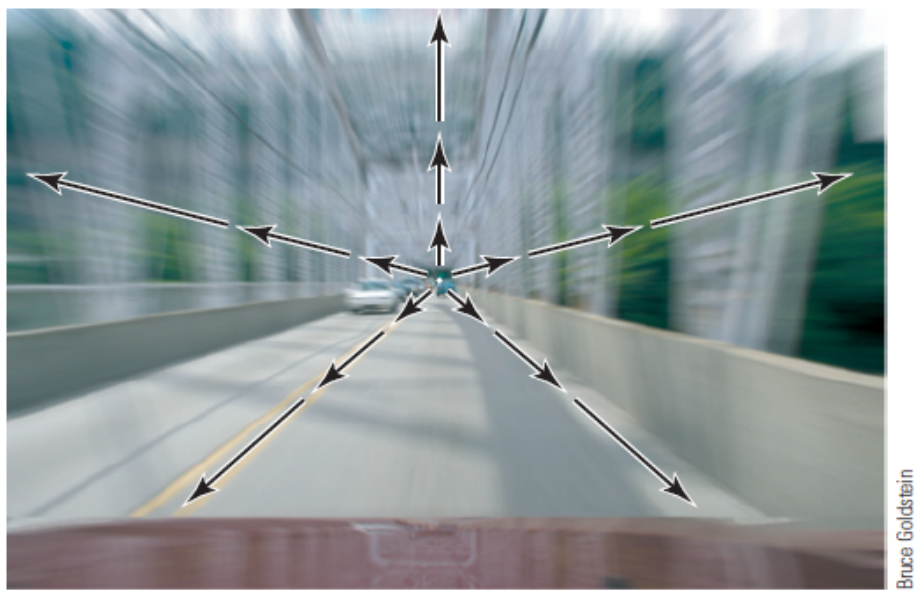


Figure 1: Es wirkt so als ob sich die Straße und die Brücke zu dem Beobachter hinbewegt. Diese scheinbare Bewegung der Objekte, erzeugt durch die relative Bewegung des Beobachters, nennt sich optischer Fluss. (Quelle: Goldstein 2013)

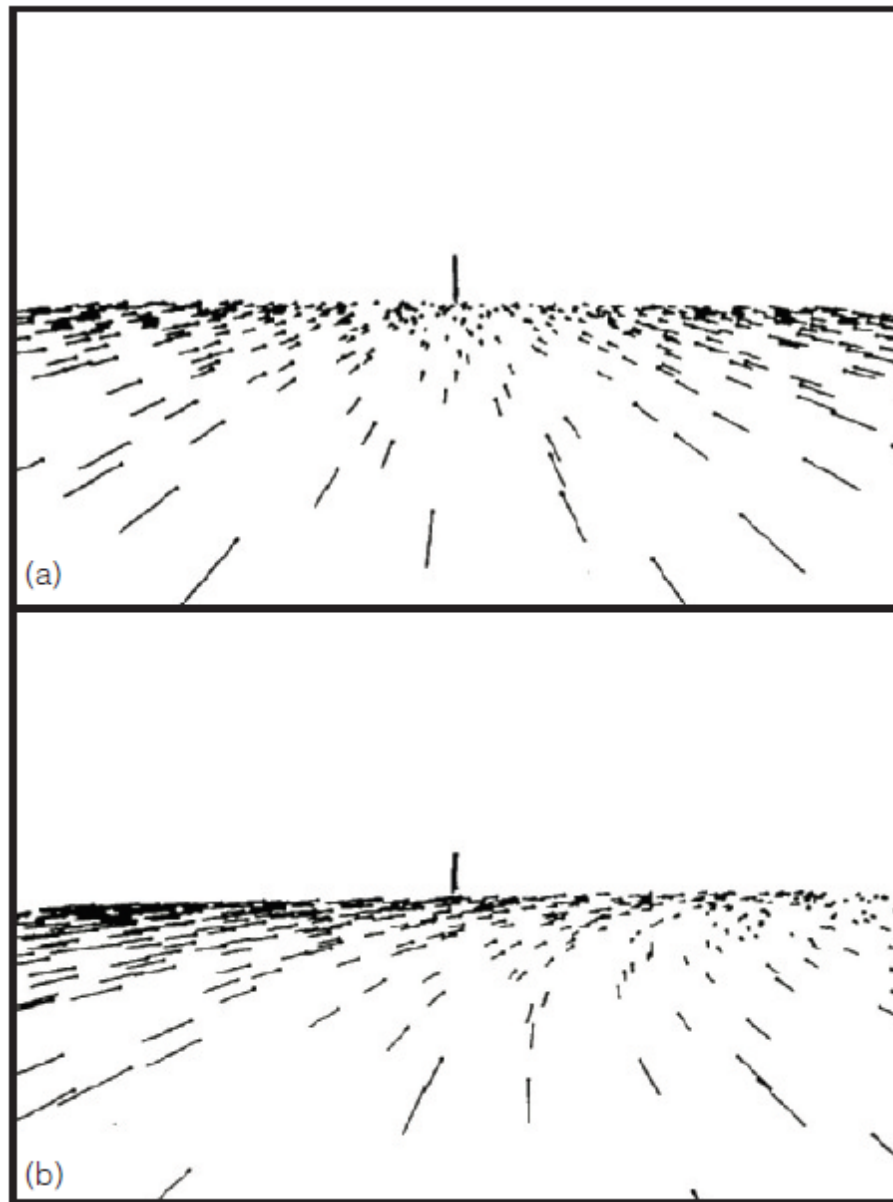


Figure 2: Man erkennt deutlich, dass sich der Beobachter bei (a) zum Fixationspunkt hinzu bewegt, wobei sich der Beobachter bei (b) rechts daran vorbei bewegt. (Quelle: Goldstein 2013)

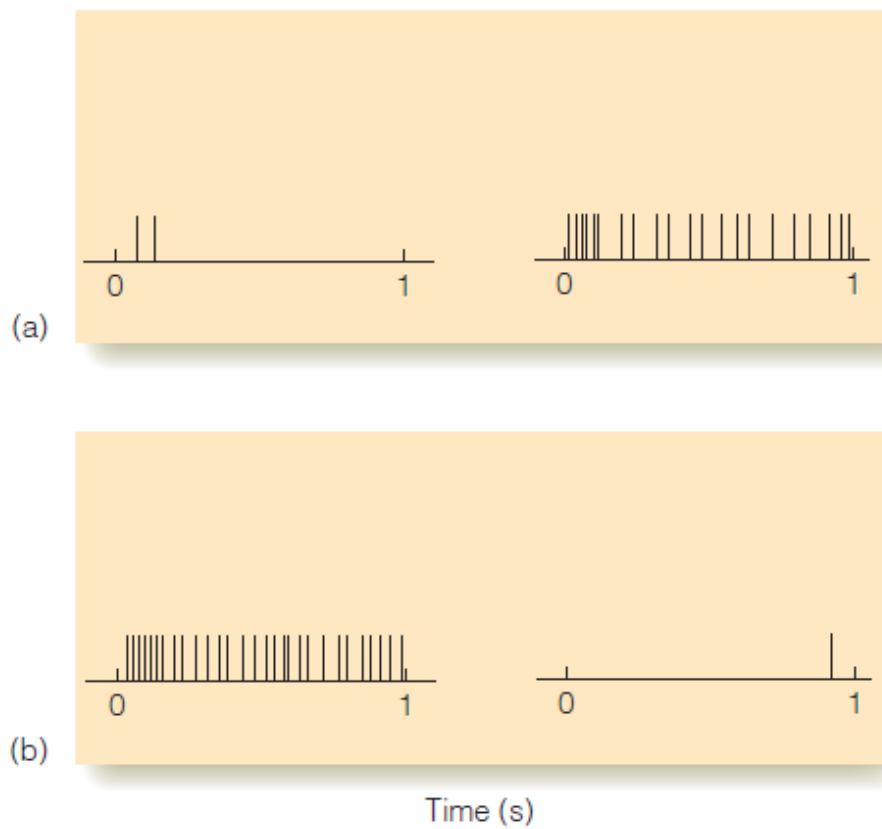
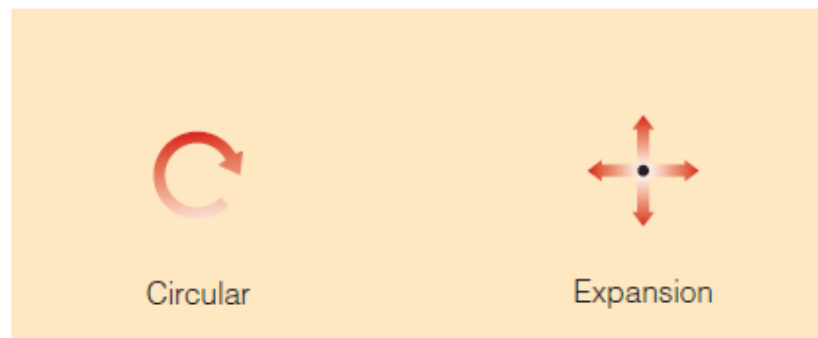
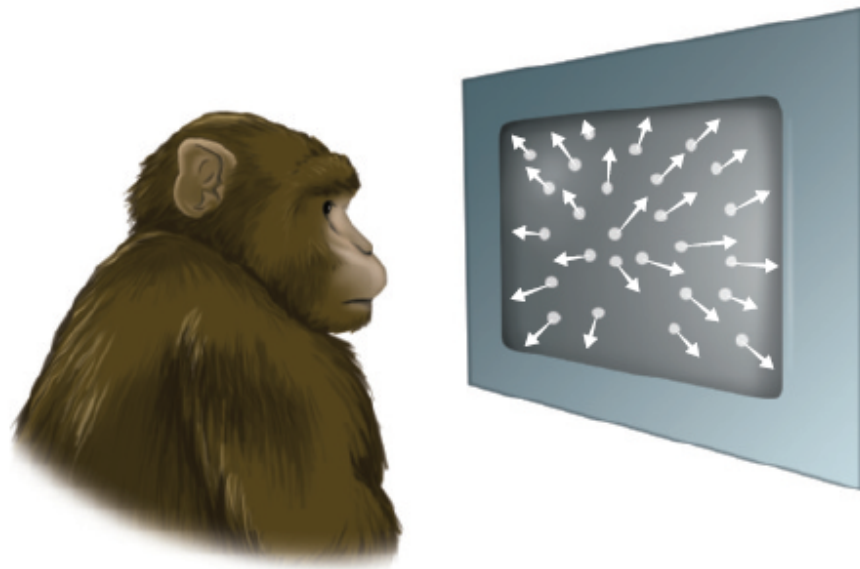
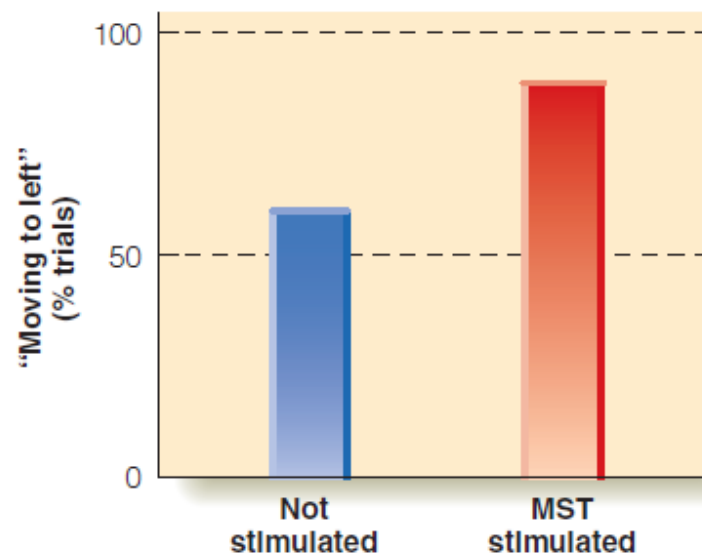


Figure 3: (a) und (b) visualisieren die Antwortverhalten der oben dargestellten Neuronen, die auf spezifische flow patterns reagieren. (Quelle: Goldstein 2013)



(a)



(b)

Figure 4: Hier dargestellt ist ein Versuchsaufbau, bei dem ein Affe darauf trainiert ist, zu entscheiden, in welche Richtung die durch die simulierten Punkte suggerierte Bewegung stattfindet. In (b) sieht man den Effekt der Stimulation von Neuronen der MST-Region, die auf eine Linksbewegung reagieren. (Quelle: Goldstein 2013)