# Visuelle Entscheidungsprozesse

Hendrikje Nienborg





#### Wahrnehmung als Interpretation: #thedress



http://www.wired.com

#### Der Einfluss unterschiedlicher Annahmen über die Beleuchtung des Kleids



#### Demo by Yukiyasu Kamitani

## Konzeptuelle Modelle für Wahrnehmungsentscheidungen



## Konzeptuelle Modelle für Wahrnehmungsentscheidungen



#### immer noch erstaunlich kontrovers

BEHAVIORAL AND BRAIN SCIENCES (2016), Page 1 of 77 doi:10.1017/S0140525X15000965, e229

Cognition does not affect perception: Evaluating the evidence for "top-down" effects

> Chaz Firestone Department of Psychology, Yale University, New Haven, CT 06520-8205 chaz.firestone@yale.edu

> Brian J. Scholl Department of Psychology, Yale University, New Haven, CT 06520-8205 brian.scholl@yale.edu

#### versus

"Wahrnehmung als kontrollierte Halluzination" Andy Clark

#### ein empirisches Problem

Vorstellung, Erwartung, Kontext, Motivation (Feedback)



# Plan für diesen Vortrag

1) Untersuchung visueller Entscheidungsprozesse mit einem Fokus auf feedforward Informationsverarbeitung.

2) Evidenz für eine Feedbackkomponente, selbst bei diesem auf feedforward Prozesse konzentrierten Ansatz.

3) Testen einer Hypothese zur funktionalen Rolle solchen Feedbacks.



# historisch: Ansatz dominiert von feedforward Perspektive





#### William T. Newsome, Stanford

# Selektivität für Orientierung in der primären Sehrinde (V1)



#### Hubel & Wiesel (1968)



historisch: Ansatz dominiert von feedforward Perspektive

#### Parametrisieren des visuellen Reizes für Orientierung:



Nienborg & Cumming, *J Neurosci* (2014), after Newsome et al., *Nature* (1989)







0% Signal, korrekte Antwort ist nicht definiert



# Wie liest das Gehirn diese sensorische Information aus?

- Einfach mitteln?
- Selektiv, z.B. die informativsten Neurone stärker berücksichtigen?
- die schnellsten Antworten stärker berücksichtigen?



historisch: Ansatz dominiert von feedforward Perspektive

> Diskriminationsfähigkeit: einzelnes Neuron vs Tier



Nienborg & Cumming (2014)

## Neuronale Aktivität korreliert mit der Entscheidung

Neuronale Antwort [Hz]



z.B. Celebrini, Newsome (1994), Britten et al. (1996) Nienborg and Cumming (2006, 2007, 2014)

## Neuronale Aktivität korreliert mit der Entscheidung: "Entscheidungssignal"





Nicht erklärt durch den visuellen Reiz.



historisch: Ansatz dominiert von feedforward Perspektive

#### Aber:

Zunehmend Evidenz für eine Feedbackkomponente dieser Entscheidungssignale.

Nienborg & Cumming, (2009) Wimmer et al. (2015) Bondy et al. (2018)

# Plan für diesen Vortrag

1) Untersuchung visueller Entscheidungsprozesse mit einem Fokus auf feedforward Informationsverarbeitung.

2) Evidenz für eine Feedbackkomponente, selbst bei diesem auf feedforward Prozesse konzentrierten Ansatz.

3) Testen einer Hypothese zur funktionalen Rolle solchen Feedbacks.

## Schichten des Kortex: Beispiel prim. Sehrinde



# Entscheidungssignale sind stärker in den feedback dominierten Schichten



# Plan für diesen Vortrag

1) Untersuchung visueller Entscheidungsprozesse mit einem Fokus auf feedforward Informationsverarbeitung.

2) Evidenz für eine Feedbackkomponente, selbst bei diesem auf feedforward Prozesse konzentrierten Ansatz.

3) Testen einer Hypothese zur funktionalen Rolle solchen Feedbacks.

#### Was ist die Funktion solchen Feedbacks?

#### Es verschlechtert die sensorische Information!

# Wo es hilft: visuelle Suche

- Merkmalgerichtete Aufmerksamkeit
- relevantes Vorwissen



#### Formalisiert als Inferenzprozess



nach Haefner et al. (2016)

#### Ist diese Funktion dieses Feedbacksignals verallgemeinerbar?



## Test dieses Inferenzmodells



Hypothese: Feedback in einer Diskriminationsaufgabe und merkmalsgerichtete Aufmerksamkeit nutzen denselben Mechanismus.



## Empirisches Vorwissen:

# Merkmalsgerichtete Aufmerksamkeit wirkt räumlich global



Quelle: Frank Tong

## Test dieses Inferenzmodells



Hypothese: Feedback in einer Diskriminationsaufgabe und merkmalsgerichtete Aufmerksamkeit nutzen denselben Mechanismus.



#### Feedforward



#### Feedforward

#### Inferenzmodell & merkmalsgerichtete Aufmerksamkeit





Katrina Quinn Paria Stephane Pourriahi Clery

Hinweis auf relevante Seite





Katrina Quinn Paria Stephane Pourriahi Clery

Hinweis auf relevante Seite







#### Test der Vorhersage:

Entscheidungssignale gibt es auch für *irrelevante, ignorierte* visuelle Reize.

# Die Tiere ignorieren den irrelevanten Reiz erfolgreich: Verhalten



Quinn et al. (2018)

# Die Tiere ignorieren den irrelevanten Reiz erfolgreich: neuronale Signatur

Modulation durch räumliche Aufmerksamkeit



# Entscheidungssignal auch für den *ignorierten* Reiz

Entscheidungssignal (Korrelation)



# Entscheidungssignal auch für den *ignorierten* Reiz



#### Ist diese Funktion dieses Feedbacksignals verallgemeinerbar?



#### Diese Ergebnisse sprechen dafür.

# Zusammenfassung

- Entscheidungssignale in V2 sind stärker in Schichten, die v.a. Feedback bekommen.
- Wir finden Entscheidungssignale in V2 und V3a für einen irrelevanten und ignorierten Reiz.
- Dies bestätigt eine Vorhersage des Inferenzmodells (unter der Annahme, dass das mit der Entscheidung verbundene Feedback neuronalen Mechanismen merkmalsgerichteter Aufmerksamkeit gleicht).

Unsere Arbeitshypothese:

## Feedback vermittelt eine kontinuierlich aktualisierte Annahme



Nienborg & Roelfsema (2015)

# Warum ist Feedback wichtig?

- Es kommt überall vor im Gehirn.
- Die funktionale Rolle stellt seit langem ein Rätsel dar.
- Es spielt eine Rolle in psychiatrischen Erkrankungen, z.B. Schizophrenie (z.B. Gold et al. 2007).
- Fundamental für unser Verständnis biologischer Hirnfunktionen.

#### Dank



Lenka Seillier Katsu Kawaguchi Katrina Quinn Paria Pourriahi Stephane Clery

*Finanzielle Unterstützung:* ERC starting grant

Center for Integrative Neuroscience

Humboldt Foundation

DFG: CRC 1233 Robust Vision FOR 1847 Primate Systems Neuroscience



Verner Reichardt Centre for Integrative Neuroscience





