

Intelligente Systeme

Analyse dynamischer Graphen in biologischen neuronalen Netzen

Christian Moewes

cmoewes@ovgu.de

Institut für Wissens- und Sprachverarbeitung
Fakultät für Informatik
Otto-von-Guericke Universität Magdeburg

Outline

1. Elektroenzephalographie

Quellenlokalisation

2. Datenanalyse

3. Graphanalyse

Gedankenlesen in der Informatik

Lösung: **Elektroenzephalogramm**

- EEG misst elektrischen Aktivitäten des Gehirns
- genauer: Spannungsschwankungen an Schädeloberfläche
- Entstehung: Aktivitäten innerhalb der Gehirnzellen

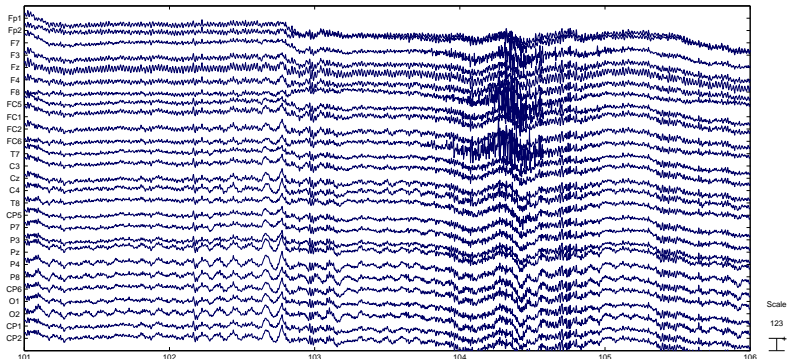
Vorteile:

- nichts dringt in Schädel/Gehirn ein (Schädeldecke bleibt unversehrt)
- Messung der Gehirnströme durch Elektroden mit gut leitenden Salzlösung am Kopf

Schwäche:

- relevanten Signale überlagert von hunderten anderer Signale
- Messung = undifferenziertes Rauschen

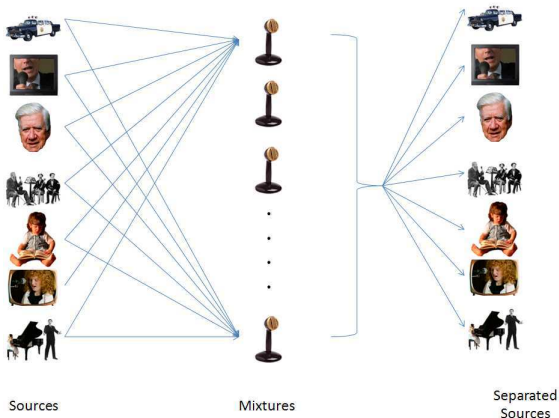
Ein reales EEG



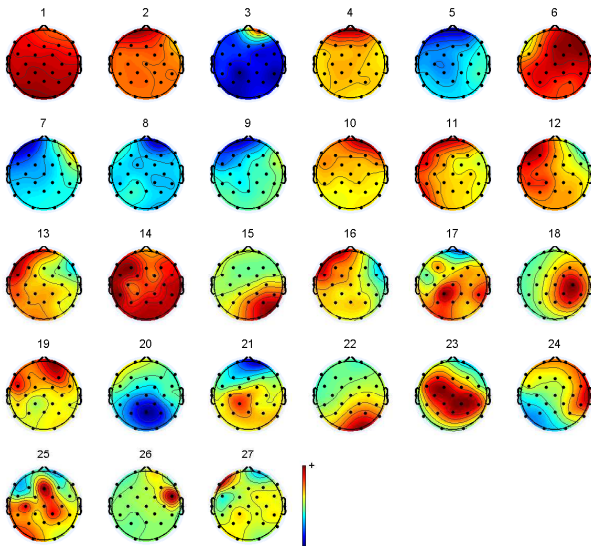
- viele Frequenzen überlagern sich
- jede Muskelbewegung (Augen, Kiefer, usw.) ruft Artefakte hervor

Das Cocktailparty-Problem

Versuche auf einer Cocktailparty im allgemeinen Lärm präzise eine einzelne Stimme zu verstehen!



Quellen im EEG



Outline

1. Elektroenzephalographie

2. Datenanalyse

3. Graphanalyse

Wissensentdeckung in Datenbanken

Abwandlung des
Cocktailparty-Problems:

*We are drowning in
information but starved
for knowledge.*

[John Naisbitt]



Miner VGA (1989) screenshot

Aufgaben des Data Mining

- Klassifikation
Wird der Patient auf die Therapie ansprechen oder nicht?
- Segmentieren, Clustern
Welche Gruppen von Patienten gibt es?
- Konzeptbeschreibung
Welche Eigenschaften beschreibt eine Gruppe von Patienten?
- Vorhersage
Wie wird der Patient auf die Therapie ansprechen?
Wie muss die Therapie angepasst werden?
- Abhängigkeits-/Assoziationsanalyse
Welche Muster von Hirnaktivitäten treten in einer Gruppe von Patienten gemeinsam auf?

Outline

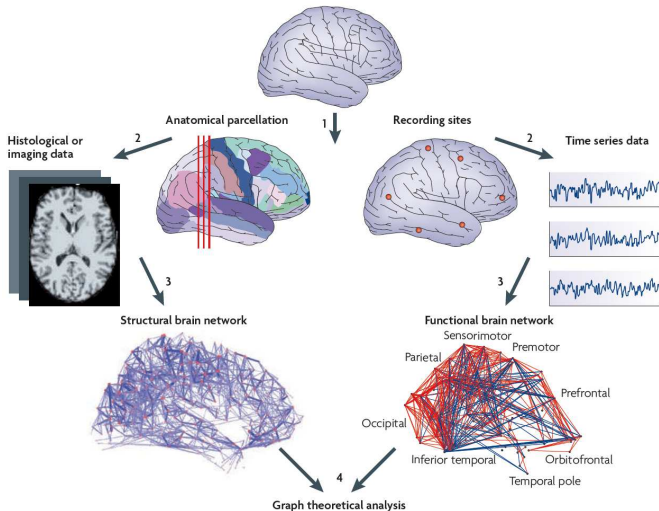
1. Elektroenzephalographie

2. Datenanalyse

3. Graphanalyse

Vom EEG zum „Hirngraphen“

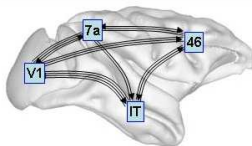
[Bullmore and Sporns, 2009]



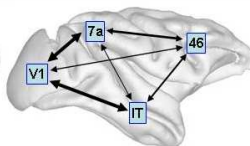
Hirnkonnektivität

[Sporns, 2007]

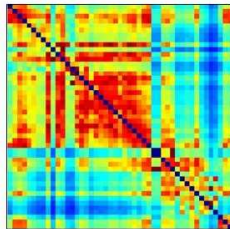
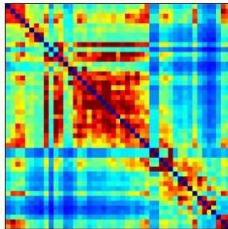
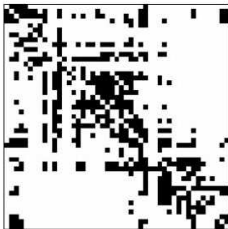
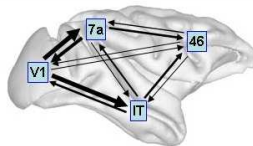
structural connectivity



functional connectivity



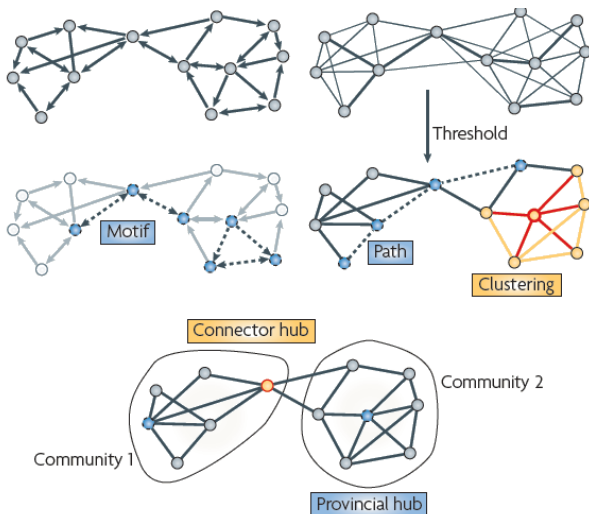
effective connectivity



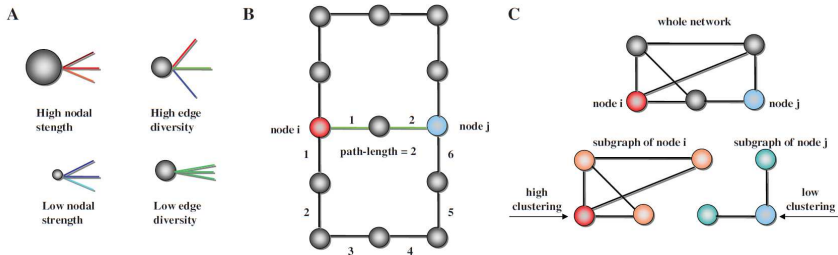
anatomische Verbindungen vs. statistische Abhängigkeiten vs. kausale Interaktionen

Gerichtete und ungerichtete Graphen

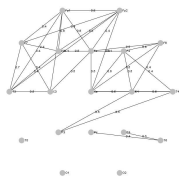
[Bassett and Bullmore, 2006, Bullmore and Sporns, 2009]



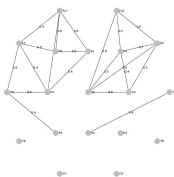
Konnektivität und Graphmaße



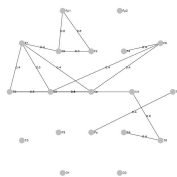
Dynamische Graphen



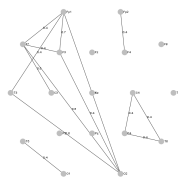
t 0s



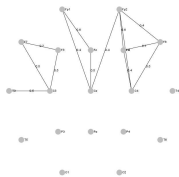
0.1s



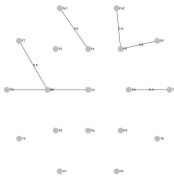
0.2s



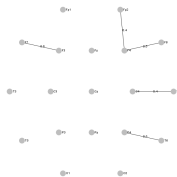
0.3s



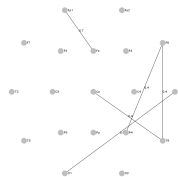
t 0.4s



0.5s






0.6s



0.7s

Weiterführende Literatur I

-  Bassett, D. S. and Bullmore, E. (2006).
Small-World brain networks.
The Neuroscientist, 12(6):512 –523.
-  Bullmore, E. and Sporns, O. (2009).
Complex brain networks: graph theoretical analysis of structural and functional systems.
Nature Reviews. Neuroscience, 10(3):186–198.
-  Sporns, O. (2007).
Brain connectivity.
Scholarpedia, 2(10):4695.