

BCI trifft NeuroIS: Neue Anwendungsfelder für Gehirn-Computer-Schnittstellen

BCI meets NeuroIS: New applications for Brain-Computer Interfaces

Selina C. Wriessnegger

„Neuro Information Systems“ – NeuroIS – ist eine Teildisziplin der Wirtschaftsinformatik, die neurowissenschaftliche Methoden einsetzt, um das menschliche Verhalten bei der Entwicklung von Informations- und Kommunikationstechnologien (ICT) zu beschreiben.

Dies wurde bislang hauptsächlich mittels Befragung oder Beobachtung erforscht. Da insbesondere Befragungsdaten erheblichen Verzerrungen unterliegen können, ist der komplementäre Einsatz neurowissenschaftlicher Methoden vorteilhaft. Im Speziellen ist eine Gehirn-Computer-Schnittstelle eine vielversprechende Methode, die Gehirnaktivität direkt zu messen und zu klassifizieren. Ein Forschungsschwerpunkt am Institut für Neurotechnologie widmet sich der Anwendbarkeit von Gehirn-Computer-Schnittstellen auf spezielle Konstrukte der NeuroIS-Forschung, wie zum Beispiel (un-)bewusste Entscheidungen und Technostress.

Klassifikation (un-)bewusster Entscheidungen

Eine klassische Gehirn-Computer-Schnittstelle stellt eine Verbindung zwischen Gehirn und Computer dar und erzeugt durch Messung von Gehirnströmen Steuersignale, die nur durch mentale Vorstellung beeinflusst werden können. In den letzten zehn Jahren sind diese Systeme auch für andere Forschungsrichtungen interessant geworden. Vor allem passive Gehirn-Computer-Schnittstellen, bei denen die Gehirnaktivierung von der Maschine kontinuierlich analysiert wird, gewinnen zunehmend an Attraktivität. So werden momentane Aufmerksamkeitszustände oder kognitive Belastungen der Nutzer anhand ihrer Gehirnaktivität aufgezeichnet und in Echtzeit rückgemeldet. Diese Funktionalität könnte genutzt werden, um Benutzeroberflächen in Echtzeit immer wieder iterativ an die individuellen Nutzerinnen und Nutzer anzupassen, um zu einer deutlichen Verbesserung der Mensch-Maschine-Interaktion beizutragen. In den letzten Jahren zeigte sich auch im Bereich Marketing ein zunehmendes Interesse an derartigen Systemen, da Personen >

Neuro-information systems (NeuroIS) investigates the neuro-physiological foundations related to the design, use and impact of information and communication technology (ICT).

A major advantage of NeuroIS research is its ability to examine human behaviour at the underlying neuro-physiological level reducing self-reporting biases in survey research. It specifically deals with designing and deploying IT tools, technology adoption and use, human-computer-interaction and decision-making. For this purpose EEG-based BCI technology is a very promising tool since it enables the use of brain signals related to human behaviour without relying on indirect measures based on observation or other physiological signals. A research focus at the Institute of Neural Engineering is dedicated to the applicability of brain-computer interfaces and especially constructs of neuroIS research, such as (un)conscious decision-making and technostress.

Klassifikation of (un)conscious decision-making

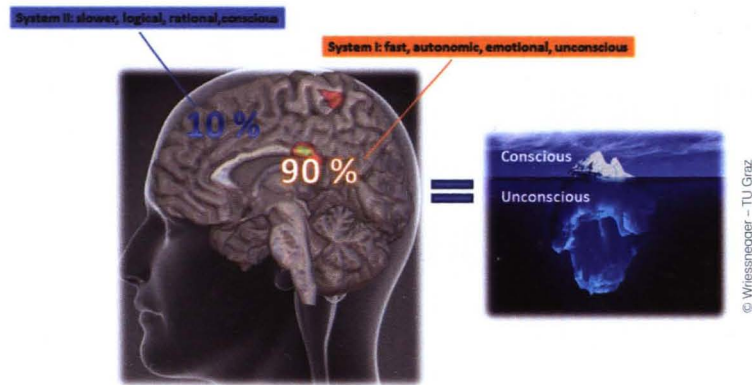
A brain-computer interface (BCI) translates physiological brain signals into an output that reflects the user's intent, providing users with a new, non-muscular channel for communication and control. In the last ten years BCI technology has become more interesting for a broader community of researchers, especially the passive BCIs. A passive BCI is a system that derives its outputs from arbitrary brain activity arising without the purpose of voluntary control, for enriching a human-machine interaction with implicit information on the actual user state. Additionally, in recent years marketing researchers have also been interested in using brain imaging tools instead of simply asking persons about their preferences. This arises from the assumption that people often cannot fully explain their preference when explicitly asked, and for this reason neuro-imaging tools are used to assess information about the consumer's brain. EEG in particular may provide hidden information about the consumer >



Selina C. Wriessnegger arbeitet am Institut für Neurotechnologie. Mittels verschiedener neurowissenschaftlicher Methoden (EEG, fMRT, fNIRS) untersucht sie die neuronalen Korrelate der Bewegungsvorstellung zur Verbesserung mentaler Strategien von Gehirn-Computer-Schnittstellen sowie deren Einsatz in neuen Anwendungsfeldern wie z. B. Neuro Information Systems (NeuroIS).

Selina C. Wriessnegger is with the Institute of Neural Engineering. Using different neuroscientific methods (EEG, fMRI, fNIRS) she investigates the neural correlates of motor imagery improving mental strategies for Brain-Computer Interfaces and their application in new fields like neuro-information systems (NeuroIS).

Abbildung 1:
Entscheidungsfindung und das
Eisberg-Konzept.
Figure 1:
Decision making systems and the
Iceberg Concept.



meist nicht in der Lage sind, eine Entscheidung vollständig zu erklären, wenn man sie direkt danach fragt. Aus diesem Grund werden verstärkt neurowissenschaftliche Methoden wie die funktionelle Magnetresonanztomographie (fMRT) oder Elektroenzephalographie (EEG) eingesetzt, um unbewusste Prozesse in der Entscheidungsfindung zu entdecken. Es gibt eine Reihe von Studien, die zeigen konnten, dass Entscheidungen bereits Sekunden vor deren bewusstem Erleben getroffen werden.

Um dies zu untersuchen, ist vor allem ein passives BCI-System eine geeignete Methode – was wir in mehreren EEG-Studien bereits nachweisen konnten. Wir haben bei Personen die unterschiedlichen Aktivierungsmuster bei der Betrachtung verschiedener Autodesigns aufgezeichnet und klassifiziert (Abb. 2). Nach entsprechender Datenanalyse zeigte sich ein signifikanter Unterschied in den frühen ereigniskorrelierten Potenzialen (<250 ms) zwischen dem Autodesign, das den Teilnehmerinnen und Teilnehmern am besten gefiel, und allen anderen. Das heißt, wir konnten, ohne die Teilnehmenden direkt zu fragen, bereits in der Analyse ihrer Gehirnsignale eine Unterscheidung zwischen favorisiertem Autodesign und allen anderen machen. Diese Anwendung einer Gehirn-Computer-Schnittstelle könnte vor allem auch im Neuromarketing interessant sein, um unbewusste neuronale Prozesse der Präferenzen von Konsumentinnen und Konsumenten oder Produktgestaltungsprinzipien zu untersuchen.

Reduktion von Technostress

Ein weiterer neuer Anwendungsbereich der sogenannten passiven Gehirn-Computer-Schnittstellen ist deren Einsatz zur Reduktion von Technostress. Unter Technostress versteht man ein Phänomen, das durch die direkte Interaktion mit fehlerhafter ICT entsteht. Zum Beispiel verursacht ein Textverarbeitungsprogramm, das ständig abstürzt, deutlichen Stress bei den Anwenderinnen

experience and decision-making which is mediated by thought processes that occur "below the surface" (Fig. 1). From several neuroscience studies we know that like/dislike decisions are made seconds before we are really aware of them. That is, milliseconds before we make a conscious choice about a product, we have already made it unconsciously.

In our studies we investigated the decisions of people regarding the design of different cars (Fig. 2). A sample of different cars was presented for just 100 ms on a computer screen. The task of the participants was to carefully watch them and count silently whenever their previously selected favourite car was presented. After pre-processing and analysis of the data we were able to isolate a specific waveform in the EEG which only reflects the neural response to the favourite car. That is, without asking the participants about their favourite choice we already know it milliseconds after its presentation just by analysing their brain activity. This application could be very interesting in the field of neuromarketing identifying consumer's unconscious needs and could thus create more attractive packaging, pricing decisions and product designs.

Reduction of technostress

Another novel application of BCI technology is related to "technostress". Technostress is a phenomenon that can for example arise from direct human interaction with malfunctioning information and communication technology (ICT). Most of the studies investigating the effects of technostress have used biological measures namely electromyogram (EMG), heart rate variability (HRV) and electrodermal activity (EDA). In a future project of our lab we will additionally use electroencephalography (EEG) and functional magnetic resonance imaging (fMRI) to investigate the neural correlates of technostress (Fig.3). We will develop an online EEG-based BCI system which will be applied to reduce technostress.

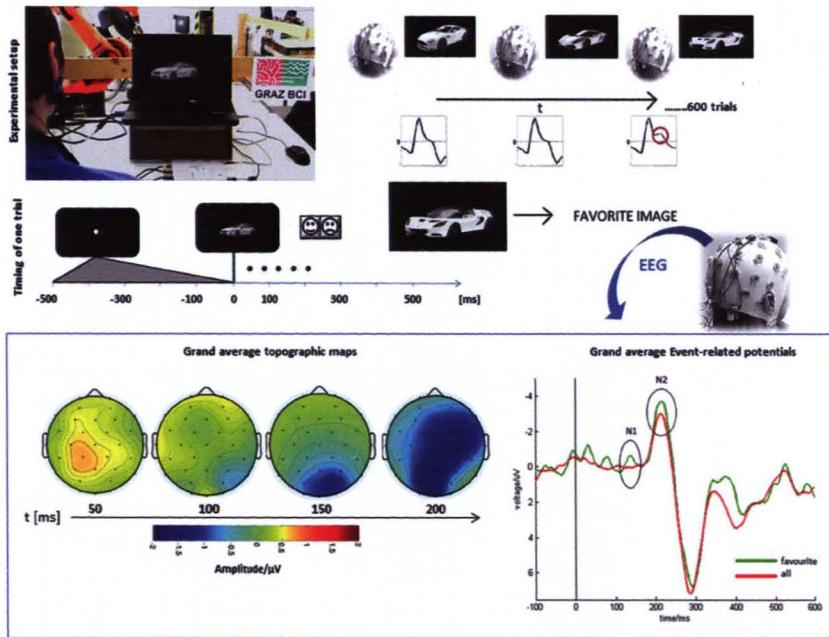


Abbildung 2:

Oben: Aufbau und Timing eines Experiments. **Unten:** Durchschnittliche Aktivität im Gehirn bei der Betrachtung des Lieblingsautos. **Links:** Topografische Karte der erhöhten Gehirnaktivität (in Blau) nach Präsentation des Stimulus. **Rechts:** Frühe, auf das Ereignis bezogene Potenziale zwischen 130 und 230 ms zeigen das unbewusste Verarbeiten visueller Information bei der Betrachtung des Lieblingsautos.

Figure 2:

Top: Overview of experimental setup and timing of one trial. **Bottom:** Grand average results of the brain activity elicited by the favourite car image. **Left:** Topographic maps showing increased activity (indicated in blue) after stimulus presentation. **Right:** Early event-related potentials between 130 ms and 230 ms reflecting unconscious visual information processing of the favourite car image.

und Anwendern. In der Vergangenheit wurden die Auswirkungen von Technostress vor allem mittels Muskelspannung, Hautleitfähigkeit und Herzratenvariabilität untersucht. In einem zukünftigen Projekt werden wir zusätzlich zur Messung der Hautleitfähigkeit auch das EEG und fMRT aufzeichnen. Ziel ist es, die Gehirnaktivität bei Technostress zu untersuchen und über eine Gehirn-Computer-Schnittstelle geeignete Bewältigungsstrategien (zum Beispiel Abspielen der Lieblingsmusik) zu starten, sobald ein erhöhter Stresslevel detektiert wird (Abb. 3). Durch dieses Neurofeedback werden selbstregulierende Mechanismen gestartet, die augenblicklich eine Reduktion des Stresslevels zur Folge haben. Da laut Statistik arbeitsbedingter Stress am häufigsten zu Erkrankungen führt, könnte diese Gehirn-Computer-Schnittstelle wesentlich zum Wohlbefinden der Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer beitragen.

The BCI system continuously records the user's EEG and if the stress level of the person is high, the system detects this and starts with a certain coping strategy (e.g. favourite music, mental imagery). The reduction of stress by self-regulating mechanisms due to neurofeedback may increase human well-being in working situations. Statistics on work stress show that the costs to the health care system are immense and that "work-related stress" is among the most commonly reported causes of illness by workers. Against this background, it is essential that future studies seek to specify the costs and underlying cortical mechanisms of technostress to find solutions to cope with it.

"BCI meets NeuroIS" is a close cooperation with the University of Applied Sciences Upper Austria, Institute of Business Informatics, which has been running for many years. ■

Im Sinne von „BCI trifft NeuroIS" wird dieses Projekt in Kooperation mit dem Institut für Wirtschaftsinformatik an der FH Oberösterreich durchgeführt. ■

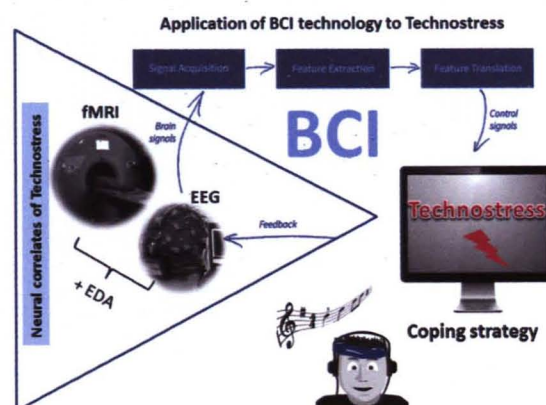


Abbildung 3:

Schematischer Überblick über die zukünftigen Anwendungen von BCI zur Reduktion von Technostress.

Figure 3:

Schematic overview of the future application of BCI technology to reduce technostress.