1/2

Ausgaben 6 /J.

Direkter Draht vom Gehirn zum Computer

Der Traum ist alt – die Forschung noch in den Kinderschuhen – immer mehr Wissenschafter arbeiten an der direkten Verbindung von Gehirn und Computer. Vor allem behinderte Menschen könnten von dieser Technologie profitieren. Bis es soweit ist, werden jedoch noch Jahre vergehen.

Text: CHRISTA ROSATZIN-STROBEL¹

Regungslos, ein leerer Blick ins Nichts – der junge Mann spielt ein Spiel der neuen Generation. Wer gewinnen will, muss sich konzentrieren und bewusst entspannen können. Der Spieler soll einen möglichst hohen Turm bauen und dies nur mit seinen Gedanken.

Entwickelt haben das Spiel Forscher am Institut für Signalverarbeitung an der ETH Lausanne. Der Spieler trägt eine eng anliegende Kopfbedeckung mit 20 dünnen Metallplättchen, die als Elektroden wirken und bestimmte Hirnströme, die so ge-

nannten Alphawellen, ableiten. Die schwachen Signale werden verstärkt und zum Computer übertragen. Aufwendige Programme werten die Signale aus und steuern damit die Höhe des virtuellen Turms: Je entspannter die Person ist, desto stärker sind ihre Alphawellen und desto höher wird der Turm auf dem Bildschirm. Spieler und Computer sind mit einem «Brain-Computer-Interface» (BCI) verbunden. Der Spieler braucht weder Tastatur noch Maus. Er steuert den Computer direkt durch seine Gedanken.

Hirnströme steuern Computer

Jede Aktivität im Gehirn – ausgelöst durch einen Sinnesreiz, einen Gedanken oder die Steuerung einer Bewegung – ist mit Hirnströmen verbunden. Auf der Kopfhaut entstehen schwache Spannungsschwankungen, die mit Elektroden gemessen werden können. Dieses Verfahren, die Elektro-Enzephalografie (EEG) wird in der Medizin seit Jahrzehnten zur Untersuchung des Gehirns eingesetzt.

Für die Lausanner Forscher ist das EEG jedoch weit mehr als ein blosses Diagnoseverfahren. Es ist die Grundlage einer neuen Art von Kommunikation: Der Mensch kann lernen, gewisse Hirnströme zu beeinflussen und damit einen Computer zu bedienen. Im «Turm-Spiel» ver-

ändern die Teilnehmer die Stärke ihrer Alphawellen, indem sie sich bewusst entspannen. Die Forscher in Lausanne arbeiten jedoch auch mit Hirnströmen, die durch die Vorstellung einer Bewegung ausgelöst werden. Denkt die Versuchsperson an ihre rechte Hand, wandert der Cursor auf dem Bildschirm nach rechts. Die Konzentration auf die linke Hand verschiebt den Cursor nach links.

Elektroden im Gehirn

Eine solche Übersetzung von aktiven Denkmustern in Cursorbewegungen kann vollständig gelähmten Menschen helfen, wieder mit ihrer Umwelt zu kommunizieren. Forscher der Technischen Universität Graz entwickelten ein Brain-Computer-Interface, mit dem ein Patient nach einem Training von mehreren Monaten in der Lage war, einen Buchstaben pro Minute am Bildschirm auszuwählen. «Bis schwerst behinderte Menschen von der neuen Technologie vollumfänglich profitieren können, werden noch Jahre vergehen», schätzt Touradj Ebrahimi, Leiter des Instituts für Signalverarbeitung an der ETH Lausanne. Die Systeme seien noch sehr langsam und kaum ausgereift.

Ein Grund dafür sind die schwachen Hirnsignale. Die Spannungen auf der Kopfhaut sind eine Million mal schwächer als diejenigen der Batterie eines Taschenrechners. Damit sind sie äusserst anfällig auf Störungen. Wesentlich bessere Signale liefern Elektroden, die direkt in die Hirnrinde eingepflanzt werden. Neurowissenschafter arbeiten schon seit längerem mit Implantaten bei Tieren, wie Affen oder Ratten. Vor wenigen Jahren pflanzten Forscher der Georgia State University in den USA Implantate auch bei Menschen ein. Damit konnten die Forscher deutlich bessere Hirnsignale gewinnen und die Zuverlässigkeit und Geschwindigkeit ihres Systems verbessern. Zwei voll-

ständig gelähmten Patienten gelang es, drei Buchstaben pro Minute zu schreiben.

Die Forscher in Lausanne gehen allerdings einen anderen Weg. Ebrahimi vertraut auf die Weiterentwicklung des EEG-Verfahrens: «Implantate sind nur in Ausnahme-



Bio World 30.09.2004

Auflage/Seite 5072 / Ausgaben 6 /J.

2/2

1772

3384024

fällen sinnvoll. In einigen Jahren wird das EEG so gut sein, scher und zerstreut damit ethische Vorbehalte gegenüber dass Implantate nicht mehr nötig sind.»

Hirnströme sind wie ein Fingerabdruck

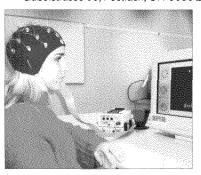
Bis dahin konzentriert sich der Forscher, dessen Arbeit vom Schweizerischen Nationalfonds unterstützt wird, weiterhin auf die Auswertung der Hirnströme im Computer. «Die Vorstellung einer Bewegung löst zwar messbare Hirnströme aus. Diese werden jedoch durch viele andere Hirnaktivitäten überlagert», erklärt der Wissenschafter. Auch ein Augenzwinkern oder ein reflexartiges Zucken, etwa um lästige Fliegen zu verscheuchen, löst Hirnströme aus. Der Computer muss die bewusst gedachten Muster im Wirrwarr aller andern Hirnströme erkennen. So wie der Dirigent eines Orchesters die Stimme jedes einzelnen Instrumentes heraus hören muss.

Hinzu kommt, dass jeder Mensch individuelle Hirnstrom-Muster erzeugt, die sich mit dem Alter verändern. «Alphawellen verhalten sich bei allen Menschen ähnlich. Hirnstrom-Muster hingegen, die durch aktives Denken entstehen, sind wie ein Fingerabdruck», erläutert Ebrahimi. Gedanken zu lesen, sei deshalb mit dieser Technologie völlig unmöglich. «Wir können nur Denkmuster erkennen, die der Computer vorher gelernt hat», meint der For-

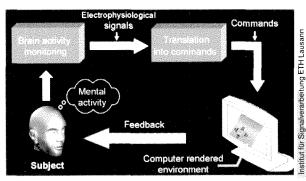
seiner Arbeit.

Informationen: Prof. Touradj Ebrahimi, *EPFL* CH-1015 Lausanne Touradj.Ebrahimi@epfl.ch www.ebrahimi.ch

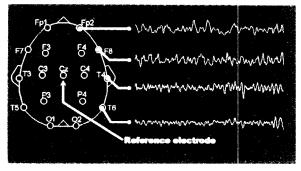
Gesellschaft Schweizer Forschungsinformation, Gubelstrasse 59, Postfach, CH-8050 Zürich



Der Spieler muss sich bewusst entspannen, um das BCI zu kontrollieren und das Raumschiff zu manövrie-



Das BCI ist ein Kommunikationssystem bei welchem eine Person auf ein «Computer rendered environment» (CRE) durch blosse mentale Aktivität einwirken kann.



Elektrische Potentiale werden aufgezeichnet zur Referenzelekrode Cz (im Zentrum des Schädels). Diese Potentiale sind mit Grössenordnungen von 50 bis 100 Mikrovolts sehr klein - und folglich sehr sensibel gegenüber Störungen. Deshalb müssen sie amplifiziert und gefiltert werden bevor sie in entsprechende Befehle übersetzt werden.