

Telepathie am PC

GEDANKEN- STEUERUNG IN SPIELEN

Sieht so die Zukunft des Gaming aus? In der Folge »Playtest« der Netflix-Serie »Black Mirror« nimmt ein gestrandeter US-Backpacker aus Geldnot einen vermeintlich lukrativen Job an: Er soll bei der Firma SaitoGemu ein Horrorspiel Probe spielen. Ihm wird ein winziger Chip in den Nacken implantiert, der sein Gehirn anzapft. Aus seinen Ängsten, Erinnerungen und Fantasien komponiert SaitoGemu daraufhin das perfekte Horrorerlebnis. »Black Mirror«-typisch verläuft das Experiment alles andere als erfreulich – der Backpacker jedenfalls hätte sich wohl kaum darauf eingelassen, wenn er gewusst hätte, was ihn erwartet.

»Black Mirror« zeigt, was Technik mit uns anstellt – und wirft dabei sehr düstere Blicke in die Zukunft. Doch wie weit ist die Zukunft noch entfernt, die »Playtest« uns präsentiert? Schon heute ist oft die Rede von Brain-Computer Interfaces (BCIs), die nicht nur Gedanken lesen, sondern auch Inhalte ins Gehirn schreiben sollen – wie auf eine organische Festplatte. Besonders das Silicon Valley ist fasziniert von der Idee einer Hirn-Computer-Schnittstelle: Mark Zuckerberg will, dass User ihre Gedanken ganz unmittelbar auf Facebook teilen, ohne sie umständlich einzutippen. Die Firma Openwater möchte mit Brain-Scans telepathische Fähig-

keiten entfesseln. Und Elon Musk plant mit Neuralink, Schwärme winziger Elektroden direkt ins Gehirn zu injizieren (»neural dust«), damit Menschen ihre kognitiven Fähigkeiten steigern und langfristig mit Künstlicher Intelligenz mithalten können.

Maus und Tastatur adé

Wie weit Musk & Co. mit ihrer Forschung sind, ist unklar. Die meisten BCI-Projekte laufen derzeit noch hinter verschlossenen Labortüren ab. Für Spieler und Spielehersteller jedenfalls ist die Vorstellung einer Hirn-Computer-Schnittstelle hochinteressant. Was wäre, wenn wir Spiele nicht mehr mit Maus, Tastatur und Controller, sondern direkt mit unseren Gedanken steuern könnten? Wie würde sich das in Fortnite, Overwatch und Counter-Strike anfühlen? Und könnten wir uns dann blitzschnell Skills beibringen wie Neo seine Kung-Fu-Künste in »Matrix«? Aber würden Spiele überhaupt noch Spaß machen, wenn wir sie nicht mehr lernen und meistern müssten?

Vielleicht läge der Reiz aber auch ganz woanders. Entwickler könnten per BCI genau verfolgen, wie wir auf ein Spiel reagieren: ob wir gelangweilt, überfordert, gerührt oder im Flow sind. Und dann die Spielinhalte blitzschnell an unsere Bedürfnisse anpassen, ja sogar jedes einzelne Spiel genau auf unsere Persönlichkeit zuschneiden. Es gäbe kein schlechtes Balancing mehr, keine 08/15-Stories, keinen Frust und keine Langeweile.

Immer mehr Firmen arbeiten an Gehirn-Computer-Schnittstellen. Das könnte große Auswirkungen darauf haben, wie wir spielen. Ein Blick in die Zukunft, die bereits begonnen hat. Von Achim Fehrenbach

Klingt doch eigentlich ganz gut, oder?

Viele Experten sind allerdings skeptisch, ob sich das Ganze in absehbarer Zeit bewerkstelligen lässt. Denn schließlich ist unser Gehirn nicht irgendeine simple Maschine, sondern ein bis heute weitgehend unerforschtes Organ. Zwar wissen wir mittlerweile ungefähr, wie es aufgebaut ist, mit Großhirn, Zwischenhirn, Kleinhirn und so weiter, doch wie die Bestandteile im Detail miteinander interagieren, darüber rätseln Forscher seit Jahrhunderten. Fakt ist: In unserem Oberstübchen laufen unglaublich komplexe Vorgänge mit wahnwitziger Geschwindigkeit ab. Das menschliche Gehirn besteht aus rund 86 Milliarden Nervenzellen (Neuronen), die über rund 100 Billionen Synapsen miteinander verbunden sind. Millisekundenschnell finden hier komplexe chemische und elektrische Prozesse statt:

Unzählige Neuronen »feuern«, selbst wenn wir nur einfache Handbewegungen vollziehen. Wissenschaftler des Blue Brain Projects in Genf gehen inzwischen davon aus, dass unser Gehirn neuronale Strukturen von bis zu elf Dimensionen entwickelt, wenn es Informationen verarbeitet. Ein Brain-Computer-Interface, das solche Inhalte lesen oder schreiben kann, müsste nicht nur selbst hochgradig komplex sein. Es bräuhete auch eine massive Bandbreite, um die gewaltigen Datenmengen zu transportieren.

Starker Eingriff

Schon das Auslesen neuronaler Aktivität ist kein Klacks. Grundsätzlich unterscheidet man dabei zwischen invasiven und nicht-invasiven Methoden. Beim invasiven Vorgehen werden Elektroden ins Gehirn eingepflanzt, um dort die Signale direkt abgreifen zu können. Dieses Verfahren birgt verschiedene Risiken, zum Beispiel Abstoßungsreaktionen oder Narbenbildung, die das Leistungsvermögen des Gehirns nachhaltig beeinträchtigen können.

Allein schon die Vorstellung, sich in den Kopf bohren zu lassen, um dann mit einem verdrahteten Gehirn durch die Gegend zu laufen, ist für viele Menschen mindestens unangenehm. Forscher führten jahrzehntelang hochumstrittene Tierversuche durch, bevor sie in den 1990ern erstmals Neuroprothesen in menschliche Gehirne einpflanzten. Heute kommen invasive BCIs unter anderem bei Menschen mit Blindheit und Querschnittslähmung zum Einsatz, und zwar durchaus mit Erfolg.



Für einen Vortrag auf der Game Developer's Conference (GDC) in San Francisco ließ sich Valve-Chef Gabe Newell (rechts) einen Gehirnchip einpflanzen. Natürlich nur ein Scherz – Ernst ist es Valve aber mit dem Versuch, die Gedanken und Emotionen der Spieler auszulesen.



Die Eye-Tracking-Leiste von Tobii erlaubt schon jetzt, Pupillenbewegungen zu interpretieren, um etwa die Blickrichtung im Spiel anzupassen.



In Videospielen ist die Manipulation der Umwelt durch Gedankenkraft allein längst nichts Besonderes mehr, etwa im Actionspiel Second Sight.

Doch wer würde sich allein für bessere Spiele Elektroden oder einen Chip ins Gehirn einpflanzen lassen? Längst nicht jeder ist so mutig (oder töricht) wie der Protagonist der »Playtest«-Folge von »Black Mirror«. Die Bereitschaft zu non-invasiven Methoden ist da doch durchaus größer.

Das bekannteste Verfahren dieser Art ist die Elektroenzephalografie (EEG), bei der die elektrische Aktivität des Gehirns durch Aufzeichnung der Spannungsschwankungen an der Kopfoberfläche gemessen wird. Hirnströme erzeugen je nach Zustand und Denktätigkeit der Versuchsperson Wellen verschiedener Frequenzen und Spannungen. Von denen lassen sich Rückschlüsse darauf ziehen, welche Hirnregionen gerade besonders aktiv sind. In Medizin und Forschung kommen meist EEG-Hauben zum Einsatz, die ein wenig an Badekappen erinnern.

Invasion der Kopfbänder

Um Gamer anzusprechen, hat die Industrie nach der Jahrtausendwende Headsets entwickelt, die deutlich cooler aussehen und angenehmer zu tragen sind. GameStar stellte bereits 2010 in einem Beitrag namens »Das Interface der Zukunft« verschiedene Geräte vor, darunter das NeuroSky Mindset und das Emotiv EPOC. Andere Headsets (SenzeBand, InteraXon MUSE, Melon Dreband, iWinks Aurora) richten sich mehr an Menschen, die ihre Konzentration trainieren oder sich entspannen wollen. Die entsprechenden Apps sind meist ein-

fach gestrickt und erscheinen wahlweise für PC oder Smartphone. Einige Apps kombinieren auch Spiel und Therapie, etwa wenn es darum geht, durch reine Konzentration eine Tür zu öffnen. Gerade Hardcore-Spieler dürften von diesen Minispielchen nur mäßig amüsiert sein – von dem anfänglichen Aha-Effekt einmal abgesehen. Im Praxistest für diesen Report scheiterten wir jedoch schon lange vor Spielstart an der Technik: Weder das Mindwave Mobile 2 noch das SenzeBand ließen sich per Bluetooth mit anderen Geräten koppeln, und wir haben nun wahrlich nichts unversucht gelassen. Doch die Gedankenlese-Geräte verweigerten die Zusammenarbeit sowohl mit dem PC als auch zwei unterschiedlichen Android-Smartphones, einem iPhone und einem Amazon-Fire-Tablet. Dann eben nicht, muss die schöne, neue Kopfband-Zukunft halt weiter warten! Spannender wird es, wenn technologische Neuerungen ins Spiel kommen. Die US-Firma Neurable ist auf Machine Learning spezialisiert und nennt sich selbst »the brain's best interpreter«. Das High-Tech-Unternehmen analysiert mit Hilfe spezieller Algorithmen die Daten, die aus EEG-Messungen stammen. Dabei konzentriert sich Neurable auf sogenannte ereigniskorrelierte Potenziale, was der Firma offenbar ermöglicht, bestimmte Entscheidungsprozesse besser abzubilden als mit anderen Methoden. Als Machbarkeitsnachweis hat Neurable die Spieldemo Awakening entwickelt und auf diversen Messen gezeigt. Awakening ist ein

VR-Spiel, bei dem man Objekte anhebt, Laser stoppt oder auch einen Roboterhund in ein Ballontier verwandelt. Alles mit der Kraft der Gedanken.

»Wir wollten ein System erschaffen, das quasi kein Training erfordert«, so Neurable-CEO Ramses Alcaide gegenüber IEEE Spectrum. »Man sagt den Spielern einfach nur, sie sollen etwas in der Spielwelt wollen, und das ist das Einzige, was sie tun müssen. Das Hirn wird ganz natürlich mit einem ereigniskorrelierten Potenzial reagieren.«

Die Kombination des EEG-Meters mit einem VR-Headset hat aus Sicht von Neurable einen klaren Vorteil: VR dient als Trägermedium, um den Mainstream zu erreichen. Wobei die Firma ihre EEG-Analyse natürlich auch in anderen Bereichen wie Gesundheitswesen, Ausbildung und Industriefertigung zum Einsatz bringen will.

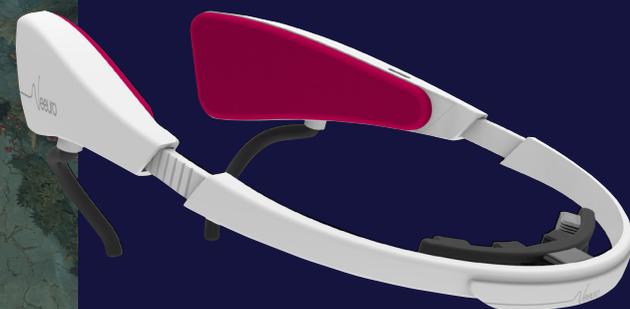
Start-up lässt Muskeln spielen

EEG-Scans sind aber längst nicht die einzige Methode, um Hirnaktivitäten nicht-invasiv auszulesen. Vergangenes Jahr präsentierte das New Yorker Start-up CTRL-labs auf der Konferenz Slush ein Armband, das Bewegungssignale an die Muskeln ausliest. »Damit können wir die neuromuskulären und biophysischen Signale entschlüsseln, die man immer dann generiert, wenn man sich bewegt und mit Dingen interagiert«, sagt Chief Strategy Officer Josh Duyan im Interview. »Mittels Signalverarbeitung und Machine Learning sind wir in der Lage, die einzelnen Motoneuronen im Rückenmark zu identifizieren, wenn sie feuern.«

In einem YouTube-Video ist Firmenchef Thomas Reardon zu sehen, wie er Asteroids



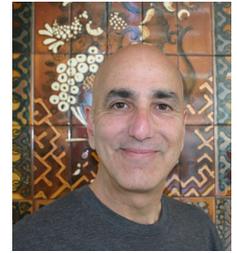
Die per Gehirnmonitor aufgezeichneten Reaktionen der Spieler auf Valve-Titel wie Dota 2 (hier der Auto-Chess-Mod) wären in Entwicklung und Marketing potenziell Gold wert.



Das Senze-Band soll Gehirn und Computer verbinden – bei uns klappt aber nicht mal die Bluetooth-Verbindung von Gerät und PC.

»Einstöpseln wie bei Neuromancer oder Matrix«

Noah Falstein ist wahrlich ein Veteran der Spielebranche. Der US-Amerikaner ist bereits seit 1980 Game-Designer und -Produzent, er gehörte zu den ersten zehn Mitarbeitern von Lucasfilm Games, The 3DO Company und Dreamworks Interactive. Als Spieleentwickler schuf er unter anderem zwei klassische Indiana-Jones-Adventures (1989, 1992). Seit knapp zwei Jahrzehnten beschäftigt sich Falstein nun auch mit Neurogaming – also den unterschiedlichen Anwendungsmöglichkeiten von Brain-Computer Interfaces (BCIs) in Games. Wir haben mit ihm über die Chancen und Risiken der Sparte gesprochen.



GameStar: Noah, du hast verschiedene Neurogaming-Projekte am Laufen. Erzähl uns davon!

Noah Falstein: Ich wurde im Jahr 2000 auf Neurogaming aufmerksam – durch ein Projekt namens East 3, das allerdings nie veröffentlicht wurde. Dabei kam der Prototyp eines Consumer-EEG-Helms zum Einsatz, der Kindern mit Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung (ADHD) helfen sollte. Zusammen mit Dr. Adam Gazzaley von der University of California in San Francisco habe ich viele Jahre an NeuroRacer gearbeitet. Aus diesem Projekt entstand die Firma Akili Interactive, die hofft, dass ihre Game-Software – in dem Fall ohne EEG-Anbindung – von der Food and Drug Administration (FDA) freigegeben wird, damit sie ADHD behandeln kann. Ich arbeite auch für die Schweizer Firma Mindmaze, die eine Vielzahl von Gaming-, VR-, Gesundheits- und Entertainment-Projekten vorantreibt. Inklusive Mask – einem Gerät, das unter VR-Brillen getragen wird und Gesichtsausdrücke erkennen kann.

Wo sind BCIs beim Gaming sinnvoll und wo nicht?

In ihrem jetzigen Entwicklungsstadium sind BCIs für Gaming kaum zu gebrauchen. Jedes System, das angeblich Hirnwellen oder andere Hirnimpulse nutzt, um Games zu steuern, hat große Nachteile. Anders sieht es bei Gesundheitsanwendungen aus – besonders zur Schmerzlinderung, Stimmungsverbesserung und Depressionsbekämpfung und Ähnlichem. Dafür gibt es sehr vielversprechende Therapien, die Hirnwellen mit Games oder Gaming-Technologie kombinieren. Aber dieses »Steuere den Roboter nur mit deinem Gehirn« ist als Entertainment momentan einfach noch nicht praktikabel. Nicht mal in der nahen Zukunft, zumindest nicht in den nächsten fünf Jahren. Die beste Hirnsteuerung, die ich gesehen habe, ist im Vergleich zu Standardcontrollern mit Handsteuerung immer noch furchtbar schlecht.

Wie könnte Gaming in der Zukunft durch BCIs beeinflusst werden?

Wenn wir die Struktur von Hirnwellen besser verstehen lernen und sehr viel genauere nicht-invasive Systeme entwickeln, dann wer-

den wir mit großer Wahrscheinlichkeit einige spannende Game-Gehirn-Crossover erleben. CTRL-labs arbeitet daran, Nervenimpulse im Arm abzufangen und die Reaktionszeit um etliche Millisekunden zu reduzieren. Das könnte zum Beispiel große Auswirkungen auf den E-Sport haben, ist aber nur mittelbar BCI. Auch Eye-Tracking besitzt enormes Potenzial, sowohl Games als auch Firmen- und Gesundheits-Apps zu verbessern. Und bis zur Marktreife sind es nur ein oder zwei Jahre.

Glaubst du überhaupt, dass invasive Brain-Computer Interfaces ein Potenzial für den Massenmarkt haben – beim Gaming und auch abseits davon?

Kurz gesagt: nein. Ich glaube, es sind nur äußerst wenige Menschen dazu bereit, sich Drähte in ihre Schädel stecken zu lassen, geschweige denn magnetische oder elektrische Ströme in ihre Köpfe zu induzieren. Das wird noch sehr lange so bleiben und den Massenmarkt auch in Jahrzehnten noch nicht erobern – wenn überhaupt irgendwann.

Technologien, die ins Gehirn »schreiben« oder daraus »lesen«, kann man ethisch mindestens fragwürdig finden. Bist du auch dieser Meinung?

Ich finde, die direkte Verdrattung des Hirns – wie sie bei invasiven Drähten oder Stromstimulation vorkommt – sollte nur mit höchster Vorsicht und unter Aufsicht angegangen werden. Das Einstöpseln wie bei Neuromancer oder Matrix wird noch sehr lange keine brauchbare Lösung sein. Meiner Meinung nach wird es uns in der Zukunft genauso abstrus und primitiv vorkommen wie die Idee von Jules Verne, Menschen mit einer riesigen Kanone auf den Mond zu schießen. Das Ziel mag legitim und wünschenswert sein, aber die Mittel dazu werden wahrscheinlich sehr viel komplexer und subtiler sein. Ich finde, Ethik ist da noch kein Thema. Erst müssen wir beweisen, dass wir das tatsächlich hinbekommen. Erst dann können wir uns Sorgen machen, ob es für Gehirnwäsche oder einen Neuralyzer wie in »Men in Black« missbraucht werden kann.

mit dem Armband spielt. Die Handbewegungen sind allerdings noch in Ansätzen zu erkennen, CTRL-labs arbeitet daran, die Aufzeichnung der Signale weiter zu verfeinern.

Schöne neue Spielewelt

BCIs und Gaming könnten in der Zukunft eine große Sache werden. Das lässt sich spätestens seit dem Auftritt von Mike

Ambinder bei der GCD 2019 vermuten. Ambinder ist tatsächlich der Chef-Psychologe bei Valve. Auf der GDC hielt er einen Vortrag mit dem Titel: »Brain-Computer Interfaces. One possible future on how we play.« Dass Valve seit Längerem mit Biofeedback arbeitet, um die Reaktionen der Spieler zu erforschen, war bereits bekannt. Und aus Unternehmenssicht auch äußerst logisch: Herzfrequenz, Hautwiderstand, Augenbewegungen, Gesichtsausdruck, Muskelspannung und Körperhaltung sagen schließlich viel darüber aus, wie ein Proband ein Spiel wahr-

nimmt. Mit BCIs will Valve nun allerdings die nächste Stufe der Spielentwicklung erklimmen und noch mehr über Spieler erfahren. »Sind sie glücklich? Sind sie traurig? Sind sie voll bei der Sache? Sind sie gleichgültig? Sind sie herausgefordert? Sind sie gelangweilt und frustriert? Oder erkunden sie und lösen sie Rätsel?« All das möchte Ambinder per BCI über Spieler herausfinden. Für ihn sind nicht-invasive Methoden allerdings sehr störanfällig: Ambinder vergleicht die EEG-Messung mit einem Fußballspiel, das man von außerhalb des Stadiums verfolgt. Man bekommt nur wenig mit. Invasive Methoden seien sehr viel aussagekräftiger, sagt Ambinder und lässt offen, ob Valve bereits an einem solchen System arbeitet.

Wir haben also noch ein bisschen Zeit, uns zu überlegen, ob wir gerne mit verdratteten Hirnen zocken möchten. Intensiv wäre es. Aber auch angenehm? ★

Das CTRL-Kit liest per Armband die Bewegungssignale aus, die vom Gehirn an die Muskeln gesendet werden.

