

Brainwaves
Sylvain Huet - 2007

1	ETAT DE L'ART.....	3
1.1	Fondements scientifiques	3
1.2	Technologies du marché	4
1.2.1	Neurosky.....	4
1.2.2	Emotiv	5
1.2.3	emSense	5
1.2.4	OCZ – NIA	6
1.3	Technologies non commercialisées	8
1.3.1	mindBall	8
1.3.2	OpenEEG project	9
1.4	Recherches.....	9
1.4.1	Johnny Chung Lee : Using a Low-Cost Electroencephalograph for Task Classification in HCI Research	9

1 Etat de l'art

1.1 *Fondements scientifiques*

<http://en.wikipedia.org/wiki/Brainwave>

<http://www.crossroadsinstitute.org/eeg.html>

<http://en.wikipedia.org/wiki/Electromyography>

Le cerveau émet des ondes électromagnétiques, dont la fréquence peut être corrélée à certains états cérébraux. Ces ondes sont générées par l'activité électrique du cerveau (c'est-à-dire les signaux électriques qui se propagent entre les neurones).

EEG Type	Frequency	Mental States & Conditions
Delta	0.1 Hz ~ 3 Hz	Deep, dreamless sleep, non-REM sleep, unconscious
Theta	4 Hz ~ 7 Hz	Intuitive, creative, recall, fantasy, imaginary, dream
Alpha	8 Hz ~ 12 Hz	Relaxed, but not drowsy, tranquil, conscious
Low Beta	12 Hz ~ 15 Hz	Formerly SMR, relaxed yet focused, integrated
Midrange Beta	16 Hz ~ 20 Hz	Thinking, aware of self & surroundings
High Beta	21 Hz ~ 30 Hz	Alertness, agitation

En captant ces ondes, grâce à des capteurs EEG disposés sur la tête, on peut en déduire l'activité mentale de l'utilisateur.

Le phénomène sous-jacent est connu de longue date, de nombreuses découvertes ayant été effectuées au début du vingtième siècle. Depuis cette époque de nombreux chercheurs ont consacré leur vie à ce sujet, notamment pour mieux comprendre et traiter l'épilepsie. L'innovation est donc moins à attendre sur de nouvelles découvertes scientifiques que sur la démocratisation des appareils de capture et la réalisation d'applications grand public.

La position des capteurs n'est pas neutre, et d'une manière générale il serait préférable de les placer dans la zone postérieure du crâne, au niveau des yeux.

La capacité d'un sujet à maîtriser ces ondes est réelle, même si elle peut nécessiter un temps d'entraînement. Dans tous les cas, quelques secondes restent nécessaires entre la volonté de modifier son état mental et l'observation de ce changement.

L'enjeu technologique des applications grand public est multiple :

- Acceptabilité ergonomique :
 - Capteur « sec » : les matériels professionnels nécessitent l'application d'un gel sur la peau de manière à améliorer la conductivité ; il faut pouvoir faire sans.
 - Adaptation à toute chevelure : on privilégiera les zones dégarnies : front et tempes
 - Robustesse aux mouvements du sujet.
 - Légèreté
 - Absence de douleur en cas d'utilisation prolongée : la pression prolongée des capteurs sur la peau peut provoquer une gêne

- Acceptabilité économique :
 - o Faible coût de fabrication : on vise moins de 10\$ (pour un prix retail 40\$)
 - o Et donc faible nombre de capteurs

Une autre technologie, baptisée EMG, permet de détecter la contraction des muscles. Le résultat est un peu moins fascinant, mais la réactivité et la fiabilité sont supérieures.

1.2 Technologies du marché

1.2.1 Neurosky

www.neurosky.com



La technologie Neurosky développe une technologie très simple avec trois contacts, un sur le front, et un au niveau de chaque oreille. Les capteurs des oreilles servent à obtenir la masse (au sens électrique). Le capteur frontal peut être décalé vers les tempes, à la verticale du coin extérieur de l'œil.

La technologie transmet à l'applicatif des coefficients « compréhensibles » tels que l'attention, la méditation, la somnolence et l'anxiété. Pour chaque paramètre, deux valeurs entre 0 et 100 sont calculées chaque seconde.

Le business model de la société est de licencier la technologie, éventuellement sous forme hardware. Début 2009, la société devrait fournir une puce (ASIC) réalisant ces fonctions pour environ 2\$ pièce. La connectivité peut être réalisée en bluetooth.

La société est basée à San Jose, compte 16 personnes en novembre 2007, a levé \$5M en 2006 et \$3M en 2007. Elle annonce qu'un premier jouet sortira en Asie en mars 2008.

1.2.2 Emotiv

www.emotiv.com



La technologie Emotiv est plus sophistiquée que celle de Neurosky. Elle semble également moins aboutie et moins proche de l'industrialisation. Le casque permet de disposer 18 capteurs secs en différents points du crâne.

De ce que nous comprenons du phénomène scientifique sous-jacent la technologie nécessiterait une phase d'apprentissage au cours de laquelle le sujet pense à un concept (droite ou gauche par exemple) et le système enregistre l'image mentale correspondante, cette image mentale étant constituée des 18 valeurs d'activité. En cours de fonctionnement normal, la technologie détecte si l'image mentale du sujet se rapproche d'une des images mentales enregistrées pendant la phase d'apprentissage. Ceci permettrait en théorie de reconnaître certaines pensées du sujet, avec une certaine marge d'erreur, et une certaine latence.

1.2.3 emSense

www.emsense.com



Nous ne connaissons pratiquement rien de cette société. Son « produit » se rapproche visiblement de la technologie Neurosky, mais est-il vraiment fonctionnel et commercialisable ? Et si oui, à quel prix ?

1.2.4 OCZ – NIA

<http://www.presence-pc.com/actualite/OCZ-NIA-28120/>

« OCZ vient d'annoncer son NIA (Neural Impulse Actuator). Ce périphérique vous permet de contrôler un jeu rien que par la pensée.

Les ambitions

Le NIA reprend bien entendu le concept de l'EPOC (cf. « Jeu vidéo contrôlé par la pensée »). La seule différence est que le modèle d'OCZ semble, à l'heure actuel, moins abouti. En tous les cas, le constructeur n'a pas encore annoncé de date de commercialisation ni présenté de jeu fonctionnant avec son produit. On en attend plus durant le CeBITSalon qui se tient tous les ans en mars à Hanovre (Allemagne) et qui est, en termes d'affluence, le principal salon mondial consacré aux technologies ... qui ouvrira ses portes demain.

Le constructeur, plus connu pour ses barrettes de mémoire, affirme que son produit n'a pas pour but de remplacer la souris, mais de réduire son utilisation afin d'améliorer les conditions de jeu et pourquoi pas, se passer du clavier.

Les attentes

En attendant d'avoir plus d'information, nous pensons que le NIA devrait être vendu autour de 300 \$, ce qui devrait être le prix de l'EPOC qui est prévu pour la fin de cette année.

Mise à jour Nous venons de recevoir un communiqué de presse d'OCZ qui nous affirme que le NIA vient de commencer à être produit en masse et devrait être livré aux distributeurs sous peu, mais aucune date n'est précisée. OCZ souligne aussi que le NIA utilisera un port USBBus de connexion par câble de périphériques externes qui est aujourd'hui la norme la plus répandue.

»

Brainwaves





1.3 Technologies non commercialisées

1.3.1 mindBall

<http://www.mindball.se/product.html>



Mindball est un système pionnier, qui se rapproche d'une œuvre d'art. Il s'agit d'un jeu pour deux personnes qui s'affrontent par la pensée. Une balle se déplace le long d'un rail qui relie les deux joueurs. La balle se déplace automatiquement vers le joueur le plus stressé. Lorsque la balle atteint le bout du rail, le joueur correspondant perd la partie. Le vainqueur est donc celui qui aura su garder son calme en toute circonstance, c'est-à-dire celui qui aura su maximiser ses ondes alpha et thêta.

Le casque se présente sous la forme d'un bandeau souple. Le jeu est commercialisé plus de \$10.000 avec l'installation complète.

1.3.2 OpenEEG project

<http://openeeg.sourceforge.net/doc/>

« The OpenEEG project is about making plans and software for do-it-yourself EEG devices available for free (as in GPL). It is aimed toward amateurs who would like to experiment with EEG »

1.4 Recherches

1.4.1 Johnny Chung Lee : Using a Low-Cost Electroencephalograph for Task Classification in HCI Research

Référence : fp223-lee.pdf

{ BCI : brain computer interface }
{ HCI : human computer interface }

« The work we present in this paper is an initial step in exploring how BCI technology can be applied to HCI research. First, we demonstrate that effective exploration in this field can be accomplished using low-cost sensing equipment and without extensive medical expertise. An experiment we conducted shows that we were able to attain 84.0% mean accuracy classifying three different cognitive tasks using an off-the-shelf electroencephalograph (EEG) costing only USD\$1500. [...] Second, we present a novel approach to performing task classification by utilizing both cognitive and non-cognitive artifacts measured by our EEG as features for our classification algorithm. »

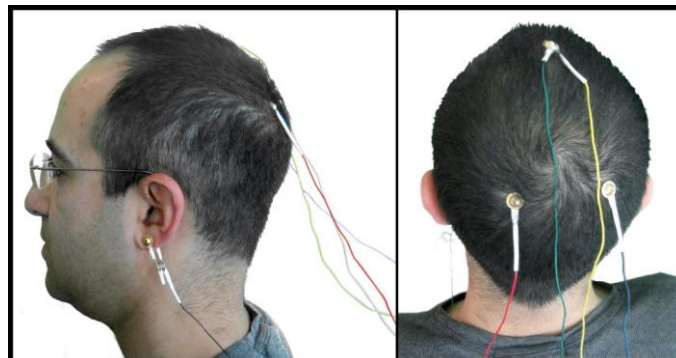
« The human brain is a dense network consisting of approximately 100 billion nerves cells called neurons. Each neuron communicates with thousands of others to regulate physical processes and produce thought. Neurons communicate either by sending electrical signals to other neurons through physical connections or by exchanging chemicals called neurotransmitters. »

« EEG uses electrodes placed on the scalp to measure the weak (5-100 μ V) electrical potentials generated by brain activity. »

« Previous methods for accomplishing this can be divided into two approaches: operant conditioning and pattern recognition [21]. Operant conditioning places the user in a tight feedback loop with the system output and the user must learn how to control their brainwaves in order to achieve the desired results. On the other hand, pattern recognition places the burden on signal processing and machine learning techniques in order to recognize the signals associated with mental states or activities of untrained individuals without feedback from the system. The benefit of pattern recognition is that the tedious training and adaptation needed to bridge the gap between human and machine is performed by the computer rather than the human. From an HCI perspective, this approach is much more attractive because it can be applied to detecting and classifying arbitrary states, rather than having the user generate pre-trained states on demand. We utilize this basic approach in our work. »

« Unfortunately, many researchers working on these problems seem to re-utilize the Keirn and Aunon data set rather than obtain new data. In fact, we have been unable to find work within the last fifteen years replicating these measurements. In order for this approach to be useful to the HCI community, we must be able to reliably replicate the data acquisition procedure, preferably with low-cost equipment that is accessible to HCI researchers. »

« We used a Brainmaster AT W2.5, a PC-based 2-channel EEG system »



Brainwaves

« To attach an electrode, we first clean the scalp location with a small amount of Nuprep™, an abrasive skin prepping gel used to remove dirt, oil, and dead skin from the area in order to reduce the impedance of the electrical connection with the scalp. Then, we place a small amount of Ten20™ conductive paste on the electrode and attached the electrode to the scalp. The paste improves the electrical connection and provides a temporary bond that holds the electrode on the scalp. The measured impedance of our electrode connections was approximately 20KOhm »

« We believe that various cognitive tasks are involuntarily coupled with physiological responses [15] and that it is difficult, if not impossible, to fully isolate cognitive activity using EEG in healthy neurologically-intact individuals. »

Principe de la reconnaissance : à partir des deux signaux EEG, on construit de nombreux indicateurs, tels que les ondes alpha, theta, ... sur chaque canal, ainsi que la différence entre les deux canaux. Puis, à partir de ces indicateurs, on applique des technologies de reconnaissance classique.