

Atelier 6 :

Brain Computer Interface



Jean-Claude Tarby

Laboratoire CRISAL

Université Lille 1

<http://cristal.univ-lille.fr/~tarby>

Atelier 6: Brain Computer Interface

- L'atelier expliquera tout d'abord ce qu'est le BCI, c'est-à-dire l'interface cerveau-ordinateur, ses limites actuelles et les recherches actuelles sur ce sujet. Puis une démonstration d'applications informatiques utilisant des casques BCI suivra. Enfin nous regarderons le côté programmation de ces applications.

Qui suis-je ?

- Maître de conférences en informatique
- Recherche en IHM (Interaction Homme-Machine)
 - Équipe CARBON de Cristal
 - Je ne suis pas dans l'équipe BCI de Cristal, mais je m'intéresse au BCI pour « m'amuser », mais je le fais sérieusement.

- <http://cristal.univ-lille.fr/~tarby>



- Pub 😊 : [Barakafrit](#), [UCampus](#), [2Reply](#) et [Focus](#)



Développées par les étudiants du Master Informatique

Sommaire

- BCI = ?
- Ondes cérébrales = ?
- Matériels
- Exemples vidéos
- Logiciels
- Limites
- Recherches actuelles
- Démo avec musique
- Algorithme et code
- Test en réel

BCI = ?

- http://fr.wikipedia.org/wiki/Interface_neuronale_directe
- BCI: Brain Computer Interface (Interaction...?)
- IND : Interface Neuronale Directe
- ICO, ICM : Interface Cerveau Ordinateur, Interface Cerveau Machine

- Début en 1970 sur des singes (relation avec la DARPA)
- Progression fulgurante depuis les années 2000 !

- Invasif, non invasif

BCI

- Objectif: Piloter (une machine) par...
 - Le cerveau, les ondes cérébrales
 - La pensée ? Possible demain ???
 - Et après-demain... piloter les pensées d'autres personnes ?



Ondes cérébrales ?

- Alpha :
 - de 8,5 à 12 Hz.
 - état de conscience apaisé
- Beta :
 - de 12 à 45 Hz
 - période d'activité intense, de concentration ou d'anxiété
- Gamma :
 - généralement environ 40 Hz
 - récemment impliquées dans les processus de liage perceptif (relation entre données)
- Delta :
 - jusqu'à 4 Hz
 - normales chez le très jeune enfant, elles peuvent ensuite caractériser certaines lésions cérébrales
- Thêta :
 - entre 4,5 et 8 Hz.
 - principalement chez l'enfant, l'adolescent et le jeune adulte.
 - caractérisent également certains états de somnolence ou d'hypnose, ainsi que lors de la mémorisation d'information

BCI = pilotage par ondes cérébrales, et non pas par la pensée !

Quelques matériels (hors médical)

- Serre-tête
 - NIA (OCZ Technology)



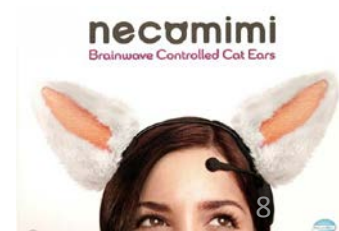
- Casque
 - EPOC (Emotiv)
 - Mindwave (Neurosky)
 - Muse



- Brassard



- Demain... partout ?



Quelques exemples en vidéos

- [Jeu de Pong avec le casque NIA \(vidéo\)](#)
- [Contrôle d'une application Flash avec le casque NIA \(vidéo\)](#)
- [Maison domotisée pilotée par BCI \(vidéo\)](#)
- [Comment relaxer quelqu'un grâce à de la musique choisie par BCI ? \(vidéo\)](#)
- [Musiques choisies grâce aux ondes cérébrales captées sur le bras \(vidéo\)](#)

Logiciels

- Open source
 - <http://www.openbci.com/>
 - <http://openvibe.inria.fr/>
 - <http://www.bci2000.org/> ...
- Vendus avec le matériel
 - SDK Emotiv
 - SDK Mindwave
 - Gtec <http://www.gtec.at> ...

Limites

- Ondes cérébrales (~~pensée~~)
- Co-évolution entre logiciel et cerveau
 - Le logiciel apprend, mais le cerveau se modifie en permanence en conséquence !
- Lecture des ondes, « écriture » (déjà commencé...)
- Lire/écrire des souvenirs ? (déjà commencé...)

Applications et Recherches actuelles

- Jeux
- Loisirs (cinéma émotif)
- Neuro-feedback
- Prothèses
- Locked-in syndrom
- Militaire
 - transmission de pensée
 - Piloter des drones, avions...
- Machine-learning pour « l'IA de demain »
 - Les machines « aspirent notre cerveau »
- ...



Pacific rim

Démonstration avec la musique

- Développé « pour le fun » depuis quelques années
 - Au début, tout seul
 - Maintenant dans le cadre de projets étudiants de Master 1
 - C#, Bus WSE (LIFL-Cristal), NodeJS
- Me faire plaisir
- Utiliser la technologie BCI
- Faire avancer la recherche

Démonstration avec la musique

- Principe général
 - Une application de lecture du casque/brassard
 - Une application d'apprentissage des émotions/humeurs
 - Une application de choix de musiques
 - Toutes les applications communiquent uniquement par WSE/NodeJS
 - Répartition sur plusieurs machine, et le web, possible
 - Surveillance à distance d'une personne par exemple

Algorithme d'apprentissage

- Emotions/Humeur
 - Basé sur des réseaux neuronaux

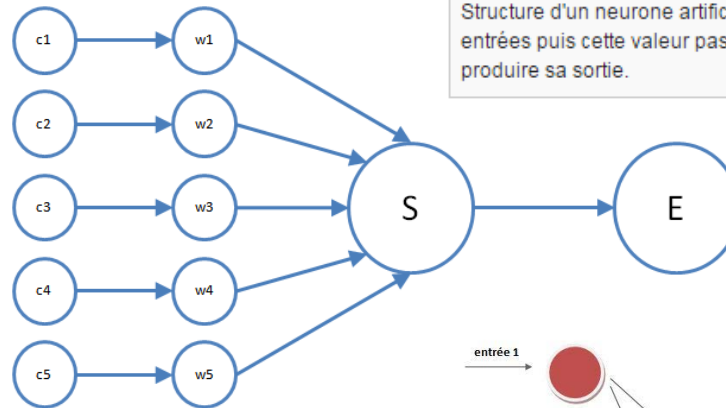
- Musiques
 - Basé sur des « blâmes » (poids négatifs...)
 - Cette année, un projet pour changer ça
 - Basé sur les musiques présentes sur mon PC
 - Cette année, un projet pour changer ça (Spotify/Deezer)

Emotions/Humeur

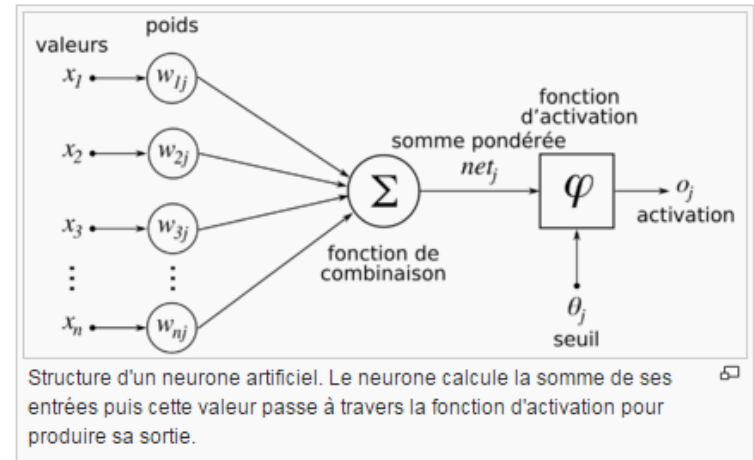
- Réseau neuronal

- http://fr.wikipedia.org/wiki/R%C3%A9seau_de_neurones_artificiels

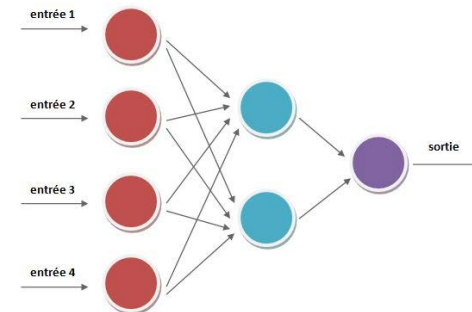
- A une couche (1 neurone)



- À plusieurs couches (plusieurs neurones)



Structure d'un neurone artificiel. Le neurone calcule la somme de ses entrées puis cette valeur passe à travers la fonction d'activation pour produire sa sortie.

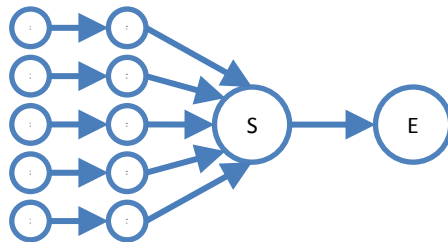


- unité de la couche d'entrée
- unité de la couche cachée
- unité de la couche de sortie

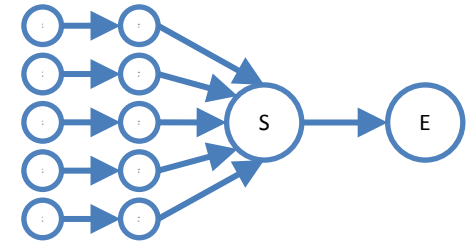
Emotions/Humeur

- Un réseau à 1 neurone par émotion
 - Cette année, un projet pour changer ça

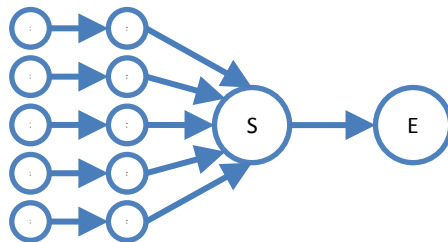
Emotion 1



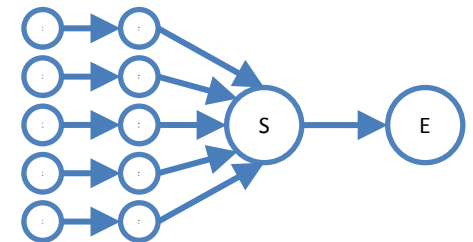
Emotion 3



Emotion 2



Emotion 4



Algorithme du réseau neuronal

Pour toutes les émotions

Tant que la solution n'est pas acceptable faire

Pour tous les faits

*LePoidsCorrespondant = AncienneValeur +
0.1 * (la différence entre la solution
actuelle et celle attendue par le fait)*

Fin pour

Fin tant que

Fin pour

Tests !

- Control Panel
 - Voir ses propres « émotions »
 - Commander le cube...
- Voir ses ondes brutes (Test Bench)
- Tester l'application de musique

Webographie

- Emotiv <http://www.emotiv.com>
- OpenVibe <http://openvibe.inria.fr/>
- Muse <http://www.choosemuse.com/>
- Neurogadget <http://neurogadget.com/>
- Neurosky <http://neurosky.com/>
- ...