

# CLASSIFICADOR BCI DE 4 CLASSES UTILITZANT BCI IIIA

Màster Universitari en Enginyeria de Telecomunicació UOC-URL

Autora: **Antea Herrera Alonso**

Professor: Jordi Solé Casals



Una interfície cervell-ordinador, o Brain-Computer Interface (BCI), és un sistema d'interacció persona-ordinador que fa ús dels senyals electroencefalogràfics (EEG) per permetre el control d'un component extern.

BCI és una interfície que permet traduir els desitjos d'una persona a uns determinats comandaments sense utilitzar accions motores directes.

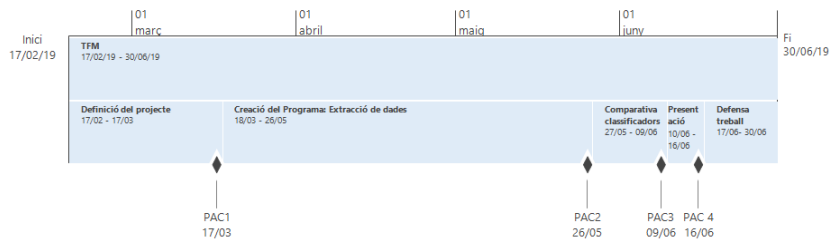
Els senyals de control requerits en aquest tipus d'interfícies s'obtenen a partir dels potencials bioelèctrics que es generen en el cervell i que poden ser detectats a través d'elèctrodes aplicats en el cuir cabellut. Aquests potencials, amb una amplitud que varia al voltant de les desenes de microvolts, si bé poden ser pertorbades per una varietat d'artefactes, també poden ser correlades o associades a diferents estats mentals. Per exemple, l'activitat elèctrica cerebral pot veure's afectada per el moviment de braços i cames, a així com la visualització, la resolució de problemes o fins i tot només amb la imaginació.



# ÍNDEX

- Planificació
- Objectiu
- Desenvolupament
- Conclusions

# PLANIFICACIÓ



El treball ha estat dividit en 4 fases. Cadascuna d'elles està relacionada amb una fita a aconseguir i un document a entregar. Els entregables són:

- PAC1 (17/03/2019): Definició del projecte.
- PAC2 (26/05/2019): Entrega del programa incloent l'extracció de característiques.
- PAC3 (09/06/2019): Entrega de la memòria final incloent una comparativa dels diferents classificadors.
- PAC4 (16/06/2019): Entrega de la presentació del projecte.

## OBJECTIU

Realitzar un programa que **donada** una extracció d'imatges cerebrals **EEG** d'una persona permeti **determinar si** aquesta persona estava pensant en moure el **braç dret**, el **braç esquerra**, el **peu** o la **llengua**.

L'objectiu és la realització d'un programa que donada una extracció d'imatges cerebrals EEG d'una persona permeti determinar si aquesta persona estava pensant en moure el braç dret, el braç esquerra, el peu o la llengua.

# DESENVOLUPAMENT



Adquisició de dades

Preprocessat

Extracció de característiques

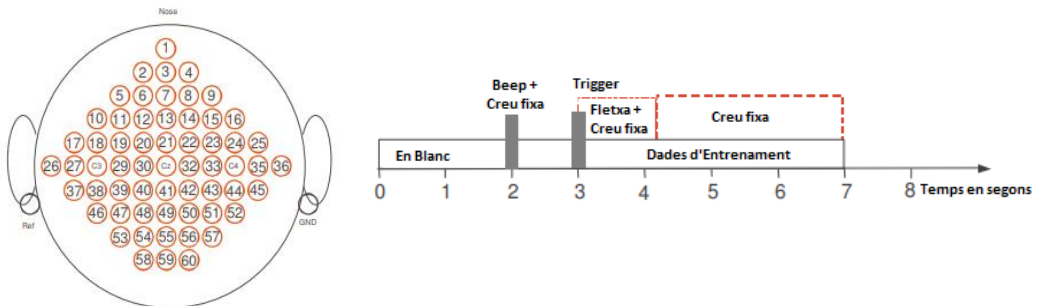
Classificació

Un sistema BCI está format per 4 moduls.

El sistema realitzat disposa de 3 moduls; d'un mòdul de preprocessat del senyal procedent del dataset, una etapa d'extracció de característiques i una etapa de classificació.

# ADQUISICIÓ DE DADES

S'ha utilitzat el dataset anomenat Dataset IIIa de la competició BCI III on es troben adquirides les dades de 3 subjectes.



## Dataset: BCI competition III Dataset IIIa

La base de dades esta realitzada a partir d'un experiment sobre 3 subjectes. Amb l'objectiu de captar imatges que reflecteixin els moviments mentals de moure la mà esquerra, la mà dreta, el peu o de la llengua segons una indicació, amb ordre aleatori. Per captar les senyals, es va utilitzar per fer la prova un amplificador EEG de 64 canals utilitzant el mastoide esquerre com a referència i el mastoide dret com a terra.

Un cop que comença la prova, els primers 2 segons eren de "relax", sense cap estímul extern. Passats els 2 segons, un estímul acústic indicava el començament de la prova i es mostrava una creu "+". Un segon després es mostrava una fletxa cap a l'esquerra, dreta, amunt o avall durant 1s i al mateix temps se li demanava al subjecte d'imaginar un moviment específic segons la direcció de la fletxa (mà esquerra, mà dreta, llengua o peu, respectivament) fins que desaparegués la creu a  $t = 7s$ .

Cadascuna de les 4 possibilitats es mostrava 10 vegades en cada execució en un ordre aleatori (fent un total de 40 proves).

# PREPROCESSAT

Format per:

- 2 filtres **passabanda**: 8-13Hz i 12-33Hz
- 4 filtres espacials: **Common Spatial Patterns**. Maximitzen la variància d'una classe mentre la minimitzen per a l'altra classe.

Per tal de preparar la senyal per a la classificació i l'extracció de característiques es realitza una etapa de preprocessat

## ***Filtre passabanda***

Un filtre passabanda és un dispositiu o circuit electrònic que permet passar senyals entre dues freqüències específiques i bloqueja senyals en altres freqüències. Donat que les activitats del cervell relacionades amb les imatges motor es troben dins de la banda de freqüències de 8-33 Hz, s'utilitza un filtre passabanda pel rang de freqüències 8-33 Hz. El filtre es realitza amb dues sub-bandes de 8-13Hz i de 12-33Hz. L'elecció de les sub-bandes es realitza pel fet que les ones cerebrals Alfa i Beta es troben dins d'aquestes bandes de freqüència.

## ***Common Spatial Patterns***

Els dispositius EEG són dispositius multicanal, però per a la classificació no són necessaris tots els canals. Per reduir els canals s'utilitza un filtre espacial. El filtre espacial redueix el nombre de canals de manera que els senyals resultants siguin fàcils de classificar. Els Common Spatial Patterns (CSP) són un dels filtres espacials més utilitzats en la construcció de BCI per dues classes ja que maximitza la variància d'una classe mentre la minimitza per a l'altra classe. Els filtres CSP permeten representar als diferents canals per veure les activacions de diverses regions del cervell.

## EXTRACCIÓ DE CARACTERÍSTIQUES

Aquesta etapa busca crear una representació significativa del senyal on es pugui augmentar el rendiment de la fase de classificació.

Característiques extretes:

- **Densitat espectral de potència.**
- **Coeficients Autoregressius.**

Aquesta etapa busca crear una representació significativa del senyal on es pugui augmentar el rendiment de la fase de classificació mitjançant l'extracció de diverses característiques del senyal.

La Densitat espectral de potència es calcula mitjançant la transformada de Fourier dels senyals de domini del temps en un domini de freqüència mitjançant mètodes no paramètrics. Un d'aquests mètodes es coneix com el mètode de Welch. Per a cada canal es calcula la potència de banda del senyal transformat de Fourier.

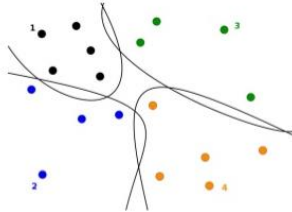
El mètode Autoregressiu (AR) modela el senyal en un moment donat com a una suma ponderada de senyals en un temps anterior i amb alguns sorolls.



# CLASSIFICACIÓ

Per poder realitzar la classificació del senyal s'han utilitzat els següents mètodes de classificació:

- LDA
- SVM



## **SVM** (màquines de suport vectorial)

Donat un conjunt de mostres d'entrenament es poden etiquetar les classes i entrenar una SVM per a construir un model que predigui la classe d'una nova mostra. Intuïtivament, una SVM és un model que representa els punts de mostra en l'espai, separant les classes a 4 espais el més amplis possibles mitjançant hiperplans de separació. Quan les noves mostres es posin en correspondència amb el model en qüestió, en funció dels espais als que pertanyi, poden ser classificades a una o altra classe.

**L'Anàlisi Discriminant Lineal o Linear Discriminant Analysis (LDA)** és un mètode de classificació supervisat de variables qualitatives en el que dos o més grups són coneguts a priori i les noves observacions es classifiquen en un d'ells en funció de les seves característiques. Segons el teorema de Bayes, LDA estima la probabilitat de que una observació, donat un determinat valor dels predictors, pertanyi a cada una de les classes de la variable qualitativa. Finalment s'assigna l'observació a la classe  $k$  per a la que la probabilitat predita és més alta.

## CONCLUSIONS

Els senyals EEG disposen d'un nivell d'interferències molt elevat, degut al procés de captació del senyal i a la senyal en si. A més, cada persona emet en un rang que pot ser diferent, per tant, el classificador ha de ser massa focalitzat a la persona en concret. Això dificulta l'automatisme.

Com a treball futur es podrien aplicar millores al sistema actual per tal de millorar els resultats incloent un preprocessat i una extracció de característiques més ampli.

S'ha pogut verificar que els senyals EEG són difícils de classificar, degut a la gran quantitat d'interferències que poden ocórrer durant la gravació dels senyals i que s'ha de realitzar una classificació molt focalitzada amb l'usuari en concret. El fet d'utilitzar paràmetres d'altres usuaris no es de molta utilitat, s'ha de basar l'anàlisi en el propi senyal. Això dificulta encara més el processat i la classificació.

En futures versions es podria realitzar un preprocessat més exhaustiu. Incloent la millora del senyal d'entrada aplicant una reducció d'artefactes EOG. Per altra banda, per una millor classificació també es podria realitzar una extracció de característiques més extensa, incloent així alguna característica temporal que no s'ha inclòs en l'anàlisi d'aquest treball. A més es podrien afegir més característiques espacials. D'aquesta manera el senyal quedarà més caracteritzat i es podrà classificar millor. Es per aquest motiu que el processat en freqüència i el filtratge adaptatiu funcionen millorant el senyal.