

# **Projektplanering - "Mobile EEG"**

John Croft & Christoffer Olsson

## **Bakgrund**

Idén för detta projekt kom från Sakib Sisteck, forskningsingenjör på *Chalmers Institut för Data- & Informationsteknik* (D&IT). Projektet har sina grunder i sjukvården, biofysik, datateknik och elektroteknik och baseras på den befintliga diagnostiska tekniken *elektroencefalografi* (EEG).

EEG används för att detektera och mäta jonströmmar i hjärnans nervceller, särskilt sk. *neurala oscillationer*, genom att fästa spänningskänsliga elektroder vid skalpen, vanligtvis med en ledande gel eller någon slags huvudbonad som fysiskt håller dem på plats. Nuförtiden används EEG för att, ofta i samband med andra metoder, diagnostisera och karakterisera olika mentala störningar såsom hjärninflammation, koma och framförallt epilepsi. Andra diagnostiska metoder som MRI och CT är i många avseenden överlägsna men är begränsade rent praktiskt av tyngden och storleken på utrustningen, och kan oftast bara utföras vid en fast installation. Eftersom EEG inte nödvändigtvis drabbas av detta problem finns det potential att skapa en mobil implementation.

## **Syfte**

Ett mobilt EEG skulle teoretiskt kunna utföras i andra omständigheter och på andra platser än på ett sjukhus, vilket eventuellt kan öppna upp utforskad rådata för framtida forskning inom biofysik och andra relevanta fält. Förhoppningsvis så kommer mobiliteten även medföra en minskning i den tid som det tar att applicera elektroderna på en patient.

## **Mål**

Projektets mål är konstruktionen av ett batteridrivet, inbyggt system för mätning av elektrisk aktivitet (en växelspanning) i flera delar av hjärnan samt ögonens motoriska neuroner (för att detektera ögonrörelser). Systemet skall även samla in digital data från en huvudmonterad kamera och mikrofon; kameran används för att positionera huvudet men också, i samband med mikrofonen, för att spela in extern stimuli som kan ge en respons i hjärnan.

För att bevara relationen mellan stimuli med hjärnaktivitet så skall all data från alla anslutna enheter samlas in samtidigt och tidsstämplas. Den infångade datan skall sedan kunna visas/spelas upp med ett GUI på ett externt datorsystem via trådlös teknik.

## **Avgränsningar**

Den infångade vågformsdatan från hjärnan kommer inte att tolkas av deltagarna, då en medicinsk utbildning samt speciell träning krävs.

Brushantering och eventuell filtrering av vågformsdata är inte strikt inom ramarna för projektet men kan möjligtvis inkluderas om det visar sig vara befogat.

## Metod

Den i sig biologiska naturen av problemet som detta projekt kommer att försöka föra på tal, kommer att kräva en viss kompetens inom biofysik, speciellt den neurala aktiviteten och de diverse biologiska processer/konditioner som ger upphov till och påverkar dem. En relativt omfattande förståelse av dagens EEG teknologier kan också komma att krävas, och för detta ändamål har ett studiebesök hos Sahlgrenskas avdelning för Klinisk Neurofysiologi arrangerats.

Den mobila EEG enheten kommer främst att bestå av diverse sensorer, integrerade kretsar, samt en central kontrollenhet. Den precisa placeringen av elektroderna kommer att kräva en flexibel struktur av ramen som kan placeras på en individs huvud. Detta kommer till större delen att designas i 3D CAD mjukvara, och tillverkas med hjälp av en 3D-printer.

På grund av den mobila aspekten av enheten och den mängd rådata som sensorerna kommer att inta, så kommer den centrala kontrollenheten behöva vara lagom kraftfull, samt relativt effektiv och lättviktig. En relativt stor lagringsminne och viss trådlös teknik kommer också att behövas. En Raspberry Pi enkortsdator förväntas att uppfylla de tidigare nämnda kriterierna. Eftersom Raspberry Pi datorn kör en fullfjädrat linux distribution kan programmeringsspråket väljas fritt och efter behov.

Eftersom kontrollenheten har ett rent digitalt gränssnitt så måste hjärnans analoga signaler läsas in via ett subsystem, nämligen en ADC (analog-to-digital converter). Detta kan implementeras på många olika sätt beroende på vilka egenskaper man vill optimera för, som t.ex. hastighet, spänningsomfång eller brusförminskning. Flera olika implementationer kommer att prövas och evalueras innan den slutgiltiga designen. Den lösningen som väljs skall kunna skalas för att omfatta fler (eller färre) parallella mätningar eller "kanaler", och därför så kommer ADC:n att designas för att använda en standard kommunikationsprotokoll som t.ex. SPI (Serial Peripheral Interface) eller I2C (Inter- Integrated Circuit).

Två typer av elektroder kommer att användas: den konventionella varianten som klistras på huden med en ledande gel och en variant som fysiskt hålls på plats och som har en spetsig yta för att få bra elektrisk kontakt utan att använda gel. För att bestämma vilka elektroder som är anslutna till vilka kanaler i ADC:n skall de få varsin unik adress. Den referenspunkt som ADC:n använder skall också gå att ställas in; antingen skall den vara differential och mäta skillnaden mellan två elektroder, eller referential och mäta skillnaden mellan en elektrod och en annan förbestämd punkt.

All den tidigare nämnda elektroniken kommer att kräva mobil strömmatning och noggrann spänningsreglering men också viss spänningsomvandling. Som strömkälla för hela systemet kommer ett Li-ion 5V batteri att användas. För att ADC:n ska fungera korrekt kommer det också

att behövas en negativ spänning. Detta kan åstadkommas genom användningen av en sk. *charge pump* krets för att invertera spänningen. Den negativa spänningen samt eventuellt andra omvandlade spänningar regleras sedan med LDO (*Low Dropout*) linjära spänningsreglerande kretsar. Den här typen av krets inför mindre brus än switchade motsvarigheter.

Projektets mjukvara kan delas upp i databas, signalhantering, problemet med datasynkronisering samt GUI. Utförda EEG ska gå att spara och kolla på vid ett senare tillfälle och därmed kommer en form av databas att implementeras. Databasen kommer både att finnas lokalt på ett Micro SD-kort, samt uppladdat på en webserver på internet. Signalhanterings processering kommer att avlastas med hjälp av Mathematica, medans programmeringen för systemet kommer att spara och synkronisera den resulterande datan. Ett GUI kommer att användas för att visa hjärnaktivitet; implementationen beror främst på kontrollenhetens begränsningar och kan troligtvis komma att involvera trådlös teknologi (som Bluetooth eller WiFi), så att vågformer och annan data kan visas på en extern display.

På grund av den strategi som vi valt, så kommer arbetet att fördelas enligt projektmedlemmars respektive studieområden. John kommer att fokusera främst på hårdvaran, därmed elektronikens analoga och digitala komponenter, medans Christoffer hanterar mjukvaran, så som databasen och GUI, dock så förväntas en viss överlappning att förekomma vid instanser där ingen av projektets medlemmar är mer kvalificerade i, som CAD design.

## **Tidplan**

Projekttiden har disponerats med hjälp av ett *Gantt-schema*, som visar grova uppskattningar på när olika uppgifter skall börja och hur länge de ska ta, samt vilka uppgifter som kan göras parallellt (ifall de inte direkt följer av varandra eller om varsin person jobbar på en separat del).

| MÅNAD                                         | Feb         |             |             |              | Mar           |               |               |               | Apr            |              |              |              | Maj                   |              |              |              | Jun         |             |    |
|-----------------------------------------------|-------------|-------------|-------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|--------------|--------------|--------------|-----------------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|----|
| VECKA (på året)                               | 6           | 7           | 8           | 9            | 10            | 11            | 12            | 13            | 14             | 15           | 16           | 17           | 18                    | 19           | 20           | 21           | 22          | 23          | 24 |
| Moment                                        |             |             |             |              |               | Tentamen LP3  |               |               | Omtentamen LP2 |              |              |              |                       |              |              |              |             |             |    |
| Planering                                     | Planering   | Planering   | Planering   | Planering    |               |               |               |               |                |              |              |              | Besök Sahlgrenska 1/5 |              |              |              |             |             |    |
| Instudering                                   | Instudering | Instudering | Instudering | Instudering  | Instudering   |               |               |               |                |              |              |              |                       |              |              |              |             |             |    |
| System [1]                                    |             |             |             |              |               |               | System        | System        |                | System       | System       | System       | System                | System       | System       |              |             |             |    |
| Databas                                       |             |             |             | Databas      | Databas       |               | Databas       | Databas       |                | Databas      | Databas      | Databas      |                       |              |              |              |             |             |    |
| GUI & Trådlös Överföring                      |             |             |             |              |               |               |               | GUI           |                | GUI          | GUI          | GUI          | GUI                   | GUI          | GUI          | GUI          |             |             |    |
| CAD [2]                                       |             |             |             |              |               |               |               |               |                | CAD          | CAD          | CAD          | CAD                   | CAD          | CAD          | CAD          |             |             |    |
| Inläsning från kamera & mikrofon [3]          |             |             |             | A/V läsning  | A/V läsning   | A/V läsning   |               |               |                |              |              |              |                       |              |              |              |             |             |    |
| Val & Inköp av komponenter [4]                |             |             |             | Val & Inköp  |               |               |               |               |                |              |              |              |                       |              |              |              |             |             |    |
| Prototyp av Samplings subsystem [5]           |             |             |             | Sampling     | Sampling      | Sampling      | Sampling      |               |                |              |              |              |                       |              |              |              |             |             |    |
| Test & Verifiering av Samplings subsystem [6] |             |             |             |              | T&V Sampling  | T&V Sampling  | T&V Sampling  | T&V Sampling  |                |              |              |              |                       |              |              |              |             |             |    |
| Spänningsreglering och Dimensionering [7]     |             |             |             |              | Spänningsreg. | Spänningsreg. | Spänningsreg. | Spänningsreg. |                |              |              |              |                       |              |              |              |             |             |    |
| Test & Verifiering                            |             |             |             |              |               |               |               |               |                |              |              |              |                       |              |              |              |             |             |    |
| Verifiering (Mjukvara)                        |             |             |             |              |               |               |               |               |                | Verifiering  | Verifiering  | Verifiering  | Verifiering           | Verifiering  | Verifiering  | Verifiering  |             |             |    |
| Veckorapportering                             |             |             |             | Veckorapport | Veckorapport  | Veckorapport  | Veckorapport  | Veckorapport  | Veckorapport   | Veckorapport | Veckorapport | Veckorapport | Veckorapport          | Veckorapport | Veckorapport | Veckorapport |             |             |    |
| Rapportskrivning                              |             |             |             |              |               |               |               |               |                | Rapport      | Rapport      | Rapport      | Rapport               | Rapport      | Rapport      | Rapport      | Rapport     | Rapport     |    |
| Slutredovisning                               |             |             |             |              |               |               |               |               |                |              |              |              |                       |              |              | Redovisning  | Redovisning | Redovisning |    |