

DOI: doi.org/10.21009/0305020307

PENGEMBANGAN ALAT BANTU PEMODELAN TERAPI LENGAN PASCA STROKE DENGAN MEMANFAATKAN SINYAL *ELECTROENCEPHALOGRAPHY* (EEG) MENGGUNAKAN EMOTIV

Ester Fatmawati^{1,*}, Prawito², Sastra Kusuma Wijaya³

¹Departemen Fisika, FMIPA, Universitas Indonesia,
Kampus UI Depok 16424

^{*}Email: ester4ma@gmail.com

Abstrak

Telah dilakukan perancangan pemodelan terapi lengan pasca stroke dengan memanfaatkan perintah sinyal otak yang dihasilkan oleh Elektroensefalografi (EEG). Sinyal EEG memberikan banyak informasi, salah satunya adalah informasi motorik. Bentuk sinyal yang unik ini menggambarkan perintah motorik otak saat anggota tubuh bergerak. Pada kondisi lumpuh sekalipun, informasi motorik pada sinyal EEG akan tetap ditemukan ketika seseorang berusaha menggerakkan anggota tubuhnya. Konsep dasar dari penelitian ini adalah akuisisi sinyal EEG menggunakan Emotiv EPOC+, proses sinyal dan kontrol menggunakan perangkat NImyRIO yang didalamnya sudah terintegrasi FPGA serta alat mekanik berupa servomotor penggerak alat terapi. Hasil perekaman pada elektroda F3 Emotiv EPOC+ menunjukkan bahwa ada perbedaan amplitudo sinyal EEG di frekuensi 22 Hz saat lengan kanan dan lengan kiri berusaha digerakkan. Perbedaan ciri amplitudo sinyal EEG ini dijadikan dasar informasi untuk pengontrol gerak servomotor. Amplitudo sinyal yang berupa tegangan listrik dikonversi menjadi lebar pulsa untuk mengatur sudut putar alat terapi lengan.

Kata-kata kunci: *Elektroensefalografi, Emotiv EPOC+, NImyRIO dan Frekuensi*

Abstract

Design modeling has been done post-stroke therapy arm by utilizing command brain signals generated by Electroencephalography (EEG). EEG signals provides a lot of information, one of which is motor information. Every body moving describe the unique form of brain signals. In conditions paralysis, motor information on the EEG signals will still be found when someone tries to move his limbs. The basic concepts of this study are the EEG signal acquisition using the Emotiv EPOC +, controlling signal using a device in which NImyRIO and servo motor driving a therapeutic tool. The result of the recording electrode (F3) of Emotiv EPOC shows that differences in the amplitude of the EEG signal in the frequency of 22 Hz when the right arms and left arms trying to move. Differences characteristic EEG signal are used for the motion controller information servomotor. The amplitude of the signal is electric voltage. It is converted into a pulse width to adjust the angle of swivel arm therapeutic tool.

Keywords: *Electroencephalography, Emotiv EPOC+, NImyRIO and Frequency*

1. Pendahuluan

Dewasa ini, *Brain Computer Interface* (BCI) menjadi salah satu teknologi antarmuka (*interface*) yang menjadi sorotan para ilmuwan untuk dikembangkan. Konsep dasar dari BCI terdiri dari 5 step yaitu akuisisi sinyal, penguatan sinyal, *feature extraction*, klasifikasi sinyal dan *interface* kontrol. Banyak bidang telah memanfaatkan teknologi ini antara lain neuroscience, diagnosis klinis, rehabilitasi, *enginnering*, komputer sains dll. Salah satu bidang BCI yang memanfaatkan sensor berupa

elektroda untuk memantau aktivitas sinyal otak adalah *Electroencephalogram* (EEG).

Sinyal EEG memberikan banyak informasi, salah satunya adalah informasi motorik. Ketika seseorang menggerakkan salah satu bagian tubuhnya maka akan timbul sinyal EEG yang unik. Bentuk sinyal yang unik ini menggambarkan perintah motorik otak saat anggota tubuh tersebut bergerak. Pada kondisi lumpuh sekalipun, informasi motorik pada sinyal EEG akan tetap ditemukan ketika seseorang berusaha menggerakkan anggota tubuhnya[1]. Sinyal EEG tersebut dapat digunakan sebagai perintah motorik untuk terapi bagian tubuh yang lumpuh.

Sinyal EEG bagian motorik pada BCI telah diterapkan dalam teknologi alat rehabilitasi stroke bagian tangan yang berupa *Functional Electrical Stimulation* (FES)[2]. Dari hasil penelitian yang ada, FES mampu dikendalikan dengan “*thought*” atau pikiran untuk merangsang tangan pada penderita *Tetraplegia*. Pemanfaatan FES dengan pikiran memanfaatkan informasi motorik yang terdapat pada sinyal EEG. Hanya saja, dalam penelitian tersebut *motor imagery* yang digunakan berupa *foot movement’s imagery* sehingga terdapat ketidaksesuaian antara merangsang tangan dengan membayangkan menggerakkan kaki.

Pemanfaatan sinyal EEG juga diterapkan dalam penelitian BCI untuk pemulihan fungsi tangan pasca stroke bagian ipsilateral tubuh[3]. Dalam penelitian ini sinyal EEG bagian motorik tangan digunakan untuk menggerakkan *Orthosis. Mechanical Orthosis* didesain hanya untuk menggerakkan jari-jari tangan yang lumpuh. Bagian lengan tangan tidak termasuk dalam penelitian tersebut.

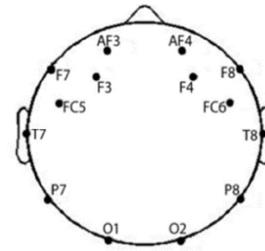
Penelitian akan meneliti tentang informasi motorik pada sinyal EEG ketika menggerakkan lengan tangan bagian kanan dan kiri. Perekaman sinyal EEG dilakukan dengan menggunakan perangkat Emotiv EPOC+. Informasi tersebut kemudian dianalisis agar dapat dijadikan sebagai perintah melalui proses digital di mikrokontroler. Dengan mendapatkan perintah tersebut, proses pengontrolan alat mekanik dengan desain yang lebih sederhana dapat dilakukan melalui komunikasi digital. Selain itu, proses komunikasi tersebut dapat dijadikan sebagai sarana latihan bagi pasien pasca stroke untuk terus mengaktifkan fungsi motorik lengannya.

2. Metode Penelitian

Dalam penelitian ini digunakan beberapa alat yang berupa hardware maupun software. Hardware yang digunakan antara lain : Alat perekam sinyal EEG yaitu Emotiv™ EPOC+, NI myRIO sebagai pengontrol sinyal, Motor Servo yang digunakan sebagai actuator alat mekanik. Untuk mendukung kinerja NI myRIO dalam mengontrol sinyal diperlukan software yang sudah terintegrasi dengan myRIO yaitu LabVIEW

2.1 Akuisisi Sinyal

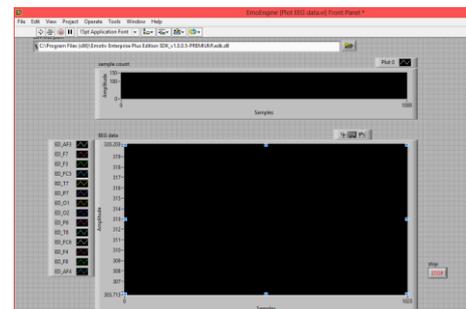
Sinyal EEG diambil dari permukaan kepala seseorang dengan menggunakan elektroda yang dipasangkan di kepala seseorang. Pemasangan elektroda secara *Invasive* sehingga tidak mengganggu fungsi normal otak karena hanya merekam aktivitas otak. Elektroda yang digunakan sejumlah 14 dengan sistem pemasangan standar 10-20. Adapun elektroda yang digunakan adalah AF3, F7, F3, FC5, T7, P7, O1, O2, P8, T8, FC6, F4, F8, and AF4 serta menggunakan 2 elektroda sebagai referensi.



Gambar 1. Posisi Elektroda Emotiv yang di pasang di kulit kepala.

2.2 Penggunaan Software LABVIEW

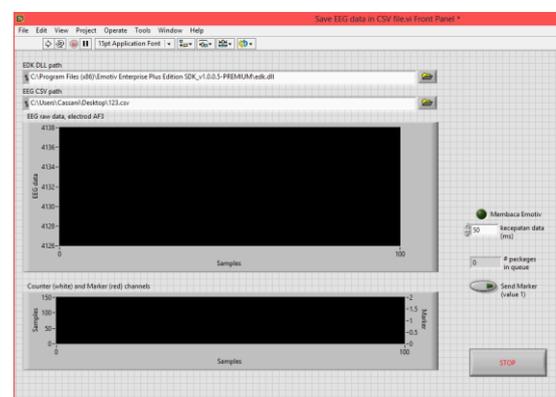
Software yang digunakan adalah LABVIEW. Dalam perancangan kali ini software digunakan untuk membaca sinyal EEG dari Emotiv™ EPOC+.



Gambar 1 Tampilan Front Panel untuk menampilkan sinyal EEG yang terekam oleh EMOTIV™ EPOC secara realtime

Hal hal yang perlu diperhatikan saat menggunakan Emotiv adalah

- Pastikan baterai headset dalam keadaan tidak kosong.
- Pastikan elektroda tetap basah dengan gel atau cairan lensa untuk menjaga konduktivitas elektroda dengan kulit kepala.
- Untuk menghasilkan sinyal yang baik maka pastikan elektroda channel dan elektroda referensi memiliki kontak yang baik dengan kulit kepala.



Gambar 2 Tampilan Front Panel untuk merekam Sinyal EEG dalam bentuk .csv

2.3 Penggunaan Hardware

Dalam penelitian ini perangkat keras yang digunakan adalah Emotiv™ EPOC+ dan NI myRIO berbasis FPGA Xilinx.



Gambar 3. Perancangan Sistem Hardware

Variabel dalam penelitian ini adalah sinyal EEG yang dihasilkan oleh elektroda Emotiv EPOC+ pada bagian motorik. Sinyal otak saat menggerakkan lengan dengan kondisi diam memiliki perbedaan frekuensi di otak bagian motoriknya. Pola yang dihasilkan dari perekaman aktivitas listrik otak bagian motorik secara real time khususnya elektroda bagian F3 dianalisa. Aktivitas yang diteliti dikhususkan pada aktivitas otak saat memerintahkan lengan tangan bergerak baik itu lengan kanan maupun kiri baik saat menggerakkan tangan ataupun memikirkan menggerakkan tangan. Setelah itu hasil pemrosesan sinyal dikontrol oleh NI myRIO dengan kit tambahannya adalah motor adapter yang selanjutnya akan menghasilkan output berupa pulsa untuk menggerakkan aktuator (motor servo) yang di pasang di alat terapi lengan. Lebar pulsa perlu diatur untuk menentukan besar sudut gerak putaran lengan.

Table 1 Spesifikasi NI myRIO

Processor FPGA	Xilinx Z-7010
Kecepatan processor	667 MHz core 2
Memori DDR3	512 MB, 16 bit
Wireless	Ada, standar IEEE 802.11 b.g.n
Frekuensi dan lebar channel	2,4 GHz dan 20 MHz
Analog Output	Ada
Digital I/O	Ada
Accelerometer	Ada, axis 3
Power Output	+5 V power output Tegangan output 4.75 V to 5.25 V +3.3 V power output Tegangan output 3.0 V to 3.6 V
Komunikasi	USB, Wireless
Lampu LED	4 buah

2.4 Perancangan Sistem Aktuator

Dalam penelitian kali ini servo yang digunakan adalah tipe HS 645MG Ultra Torque. Spesifikasi dari motor servo ini adalah :

- Mempunyai panjang 40.4 mm, lebar 19.6 mm, tinggi 37.6 mm dan dapat digunakan untuk perencanaan berbagai model.
- Bola sekrup dapat digunakan untuk output, operasi ketika servo terbebani sangat lembut, getaran dan keretakan telah dicegah dengan berbagai perbaikan.
- Mampu mengangkat beban dengan besar beban torka sebesar 7-9 kg.
- Kecepatan putarnya 0.24 – 0.26 detik per 60 derajat dan bekerja pada tegangan 4.8-6 Volt
- Gear terbuat dari metal sehingga fisiknya cukup kuat.
- Lebar pulsa antara 900-2100 μ s

Fungsi servo tetap mengikuti standar spesifikasi yang sudah ada, karena dalam penelitian ini hanya akan digunakan lebar pulsa sebesar 180°. Motor bekerja dengan sistem *closed loop*. Dengan sistem *close loop* putaran motor yang dihasilkan dapat diketahui dan dikembalikan lagi ke kontroler sehingga putarannya dapat dikendalikan kekuatan dan kecepatannya. Sedangkan sudut dari sumbu motor servo diatur berdasarkan lebar pulsa yang dikirim melalui kaki sinyal dari kabel motor yang dihubungkan pada output NI myRIO yang sudah dibuat logika on-offnya berdasarkan sinyal ciri saat tangan kanan maupun tangan kiri digerakkan.

Untuk melakukan pengujian motor servo ini, dilakukan dengan cara membuat program perintah di myRIO dalam hal ini software yang digunakan adalah LABVIEW. Program tersebut adalah program untuk mengaktifkan motor servo. Seperti diketahui bahwa motor servo diaktifkan dengan memberikan sinyal PWM (*Pulse Width Modulation*) dengan lebar pulsa tertentu. Sinyal inilah yang akan memberitahukan motor servo harus berputar CW (Clock Wise = searah jarum jam) atau CCW (Counter Clock Wise = berlawanan arah jarum jam). Putaran motor servo mempunyai 2 arah, yaitu searah dengan jarum jam dan berlawanan arah dengan jarum jam. Arah putaran motor servo ditentukan dengan cara uji coba-coba (*trial and error*) dari beberapa nilai pulsa keluaran.

Lebar pulsa disesuaikan dengan tegangan maksimum dan minimum yang dihasilkan saat lengan digerakkan. Tegangan dari sinyal EEG di F3 khususnya di frekuensi 10-12 Hz dikonversi menjadi lebar pulsa yang digunakan sebagai perintah untuk menggerakkan motor servo.

3. Hasil dan Pembahasan

Sinyal EEG yang dihasilkan dari elektroda EMOTIV yang dipasangkan di kulit kepala telah berhasil terekam secara realtime di software LABVIEW. Sinyal EEG juga sudah dapat disimpan datanya dalam bentuk .csv sehingga lebih mudah untuk mengolah sinyalnya. Pengolahan sinyal

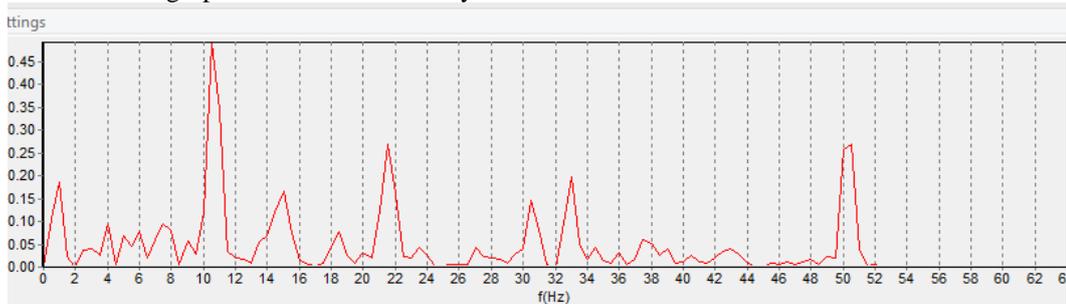
dikhususkan pada pembacaan sinyal EEG di elektroda F3 untuk melihat ciri apakah ada perbedaan antara sinyal saat lengan tangan digerakkan baik saat benar-benar bergerak ataupun saat memikirkannya.

Pemilihan elektroda F3 sebagai konsentrasi utama penelitian didasarkan pada literature penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya bahwa ada perubahan amplitude saat lengan kiri dalam kondisi diam dan bergerak.

Hasil yang didapat dari penelitian tersebut, peneliti lakukan ulang apakah benar bahwa sinyal

yang dihasilkan di elektroda F3 memiliki ciri yang stabil ketika lengan tangan digerakkan. Dan hasil yang didapat menunjukkan bahwa sinyal EEG di elektroda F3 khususnya di frekuensi antara 10-12 Hz akan mengalami perubahan amplitude saat kondisi

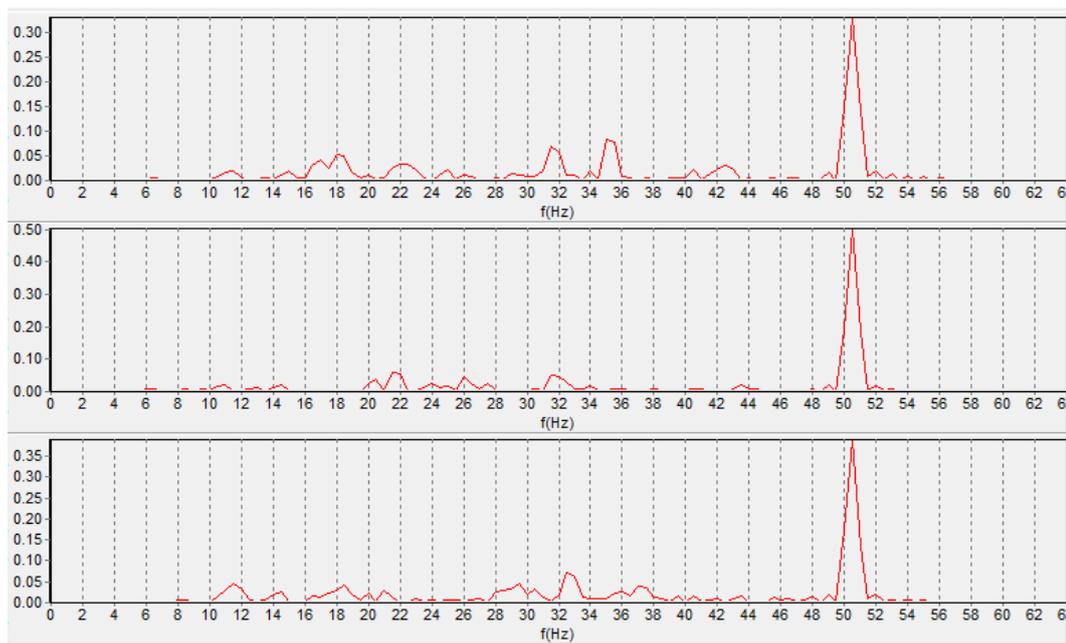
lengan kanan, lengan kiri, dan kondisi lengan diam dan perubahan amplitudonya stabil, artinya saat lengan kanan di gerakkan akan menunjukkan ketinggian amplitude yang hamper stabil.



Gambar 42. Frekuensi yang dominan saat lengan dalam kondisi diam.

Berdasarkan gambar 4, saat lengan tangan dalam posisi diam terlihat bahwa pada frekuensi 10-12 Hz

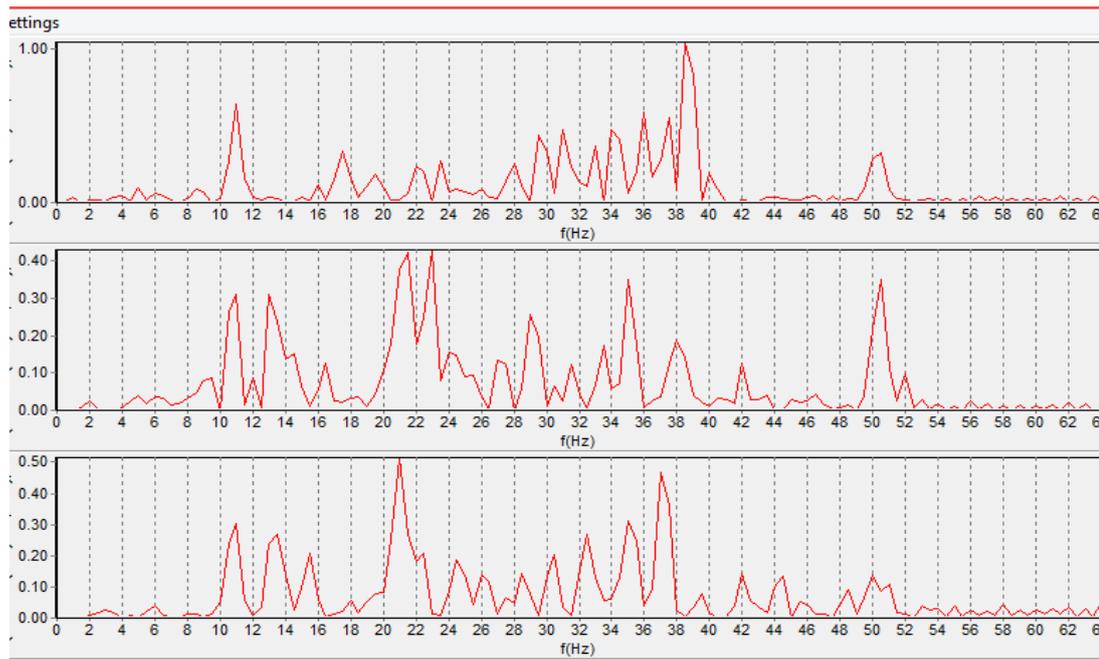
amplitude (tegangan) yang dihasilkan sekitar 0,5 mV.



Gambar 5. Frekuensi yang dominan saat memikirkan lengan kiri digerakkan. Data 3 kali percobaan dengan perlakuan yang sama

Berdasarkan gambar 5, saat memikirkan lengan tangan kiri digerakkan terlihat bahwa pada frekuensi 10-12 Hz amplitude (tegangan) yang dihasilkan sangat kecil sekitar 0,05 mV. Data di atas adalah data dengan 3 kali percobaan dengan perlakuan yang sama. Amplitudo sinyal EEG di frekuensi 10-12 Hz sangat kecil sehingga menjadi kendala dalam

pembacaan sinyal di NImyRIO. Oleh sebab itu penulis melakukan penguatan sinyal . Analisa penguatan sinyal sampai sekarang masih dalam tahap penelitian.



Gambar 6. Frekuensi yang dominan saat memikirkan lengan kanan digerakkan. Data 3 kali percobaan dengan perlakuan yang sama

Berdasarkan gambar 6, saat memikirkan lengan kiri digerakkan terlihat bahwa pada frekuensi 10-12 Hz amplitude (tegangan) yang dihasilkan mendekati 0,3 mV. Lebih rendah dibandingkan dengan saat lengan dalam kondisi diam. Hal ini sesuai dengan literatur bahwa pada frekuensi 10-12 Hz amplitudonya akan mengalami perubahan saat lengan dalam berbagai keadaan dan ketinggian amplitudonya akan stabil sesuai keadaannya masing-masing, dengan kata lain setiap gerakan memiliki ciri amplitude sendiri-sendiri.

4. Simpulan

Berdasarkan penelitian sementara yang telah penulis lakukan didapatkan bahwa setiap gerakan lengan memiliki ciri amplitudo sendiri-sendiri. Ketika lengan dalam kondisi diam, pada frekuensi 10-12 Hz didapati bahwa amplitudonya lebih tinggi dibandingkan dengan saat memikirkan lengan kanan dan lengan kiri digerakkan. Besar amplitudonya sekitar 0.5 mV. Saat memikirkan lengan kiri digerakkan, terlihat bahwa frekuensi di 10-12 Hz memiliki amplitudo paling kecil dibandingkan dengan perlakuan lengan diam atau memikirkan lengan kanan digerakkan. Besar amplitudonya sekitar 0.05 mV. Saat memikirkan lengan kanan digerakkan, terlihat bahwa frekuensi di 10-12 Hz memiliki amplitudo sekitar 0.3 mV. Dengan 3 kali perlakuan yang sama didapatkan bahwa tentang amplitude yang ditunjukkan cukup mendekati stabil.

Ucapan Terimakasih

Terimakasih saya ucapkan kepada Dr. Sastra Kusuma Wijaya dan Dr. Prawito selaku pembimbing penelitian yang saya lakukan ini.

Daftar Acuan

- 1) Lotze, M. and U. Halsband, *Motor imagery*. Journal of Physiology-paris, 2006. **99**(4): p. 386-395.
- 2) Pfurtscheller, G., et al., *'Thought'-control of functional electrical stimulation to restore hand grasp in a patient with tetraplegia*. Neuroscience letters, 2003. **351**(1): p. 33-36.
- 3) Fok, S., et al. *An EEG-based brain computer interface for rehabilitation and restoration of hand control following stroke using ipsilateral cortical physiology*. in *Engineering in Medicine and Biology Society, EMBC, 2011 Annual International Conference of the IEEE*. 2011. IEEE.
- 4) Vidal, J.J., *Real-time detection of brain events in EEG*. Proceedings of the IEEE, 1977. **65**(5): p. 633-641.
- 5) Daly, J.J. and J.R. Wolpaw, *Brain-computer interfaces in neurological rehabilitation*. The Lancet Neurology, 2008. **7**(11): p. 1032-1043.
- 6) Smith, R.C., *Electroencephalograph based brain computer interfaces*. 2004, Citeseer.
- 7) Jordan, K.G., *Emergency EEG and continuous EEG monitoring in acute ischemic stroke*.

- Journal of Clinical Neurophysiology, 2004.
21(5): p. 341-352.
- 8) Raza, A., *SSVEP based EEG Interface for Google Street View Navigation*. 2012.
 - 9) Nicolas-Alonso, L.F. and J. Gomez-Gil, *Brain computer interfaces, a review*. Sensors, 2012.
12(2): p. 1211-1279.