

## SSVEP demo

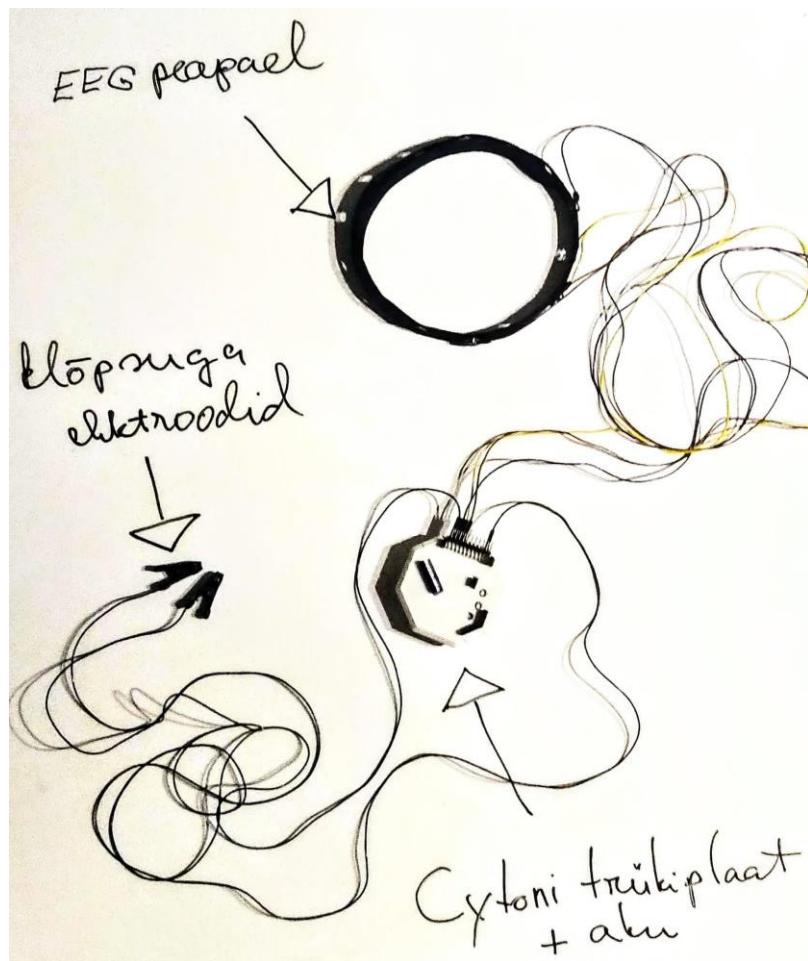
(ainult 60 Hz monitoriga Windowsi või Linuxi arvutitel)

NB! Kuna demos kasutatakse vilkumisi, siis ei sobi see epilepsia või fotosensitiivse migreeni diagnoosiga katseisikute testimiseks, sest vilkumised võivad potentsiaalselt esile kutsuda migreeni või epilepsia hoo (sama kehtib ka teiste vilkumisi kasutatavate katsete ja demode kohta).

*OpenVibe ja OpenBCI ei saa korraga OpenBCI seadmega ühendatud olla. Pane [OpenBCI\\_GUI](#) [OpenVibe](#) iga tegutsemiseks kinni.*

Selle näite jooksumiseks läheb tarvis:

- OpenVibe'i tarkvara (versioon 2.2.0)
- Cytoni trükiplaati ja akut (aku on juba trükiplaadi külge ühendatud)
- Cytoni donglit
- Kõrva külge kinnitatavaid musti klõpsuga elektroode
- OpenBCI kolme elektroodiga peapaela
- Desinfitseerivaid vahendeid kõrvaelektroodide aluse naha puhastamiseks



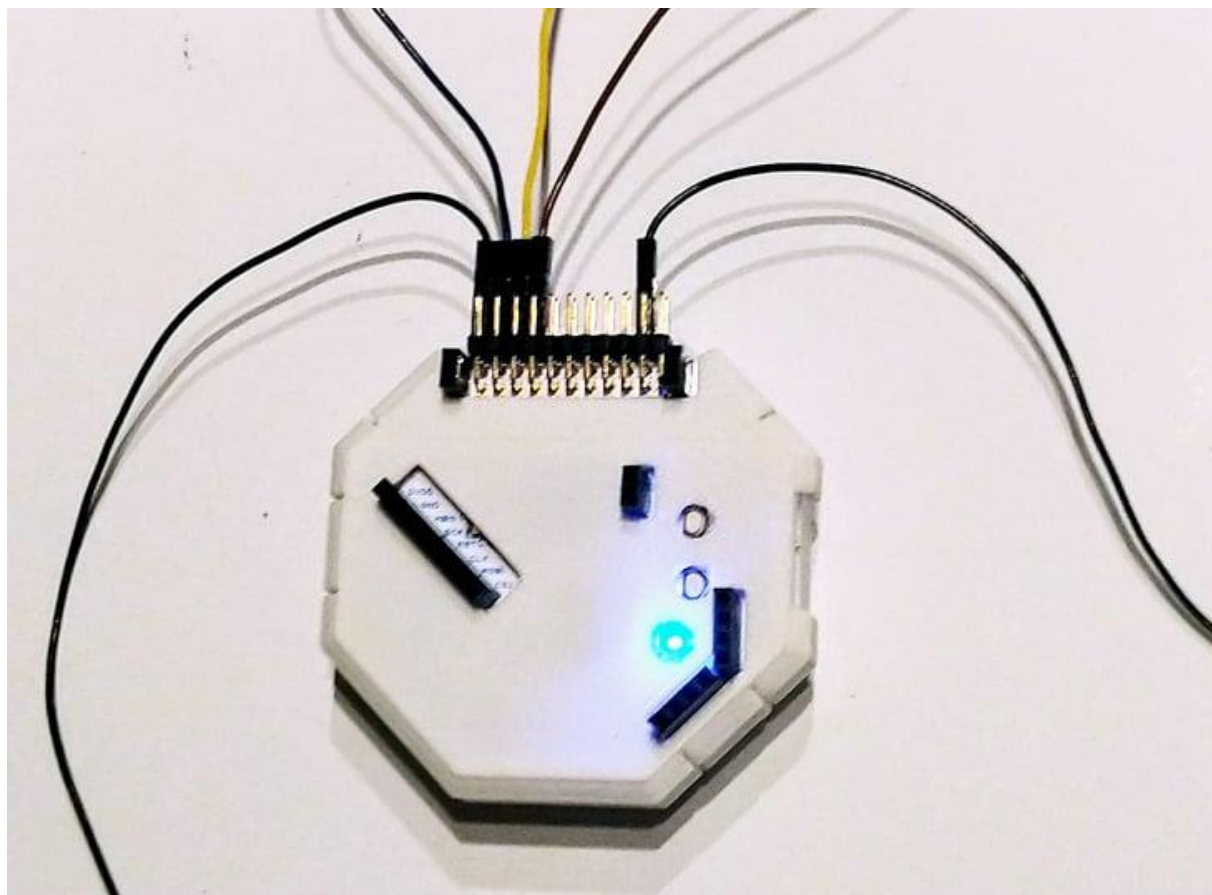
Kui oled OpenVibe'i arvutisse laadinud ja vajalikud seadistused teinud (vt **OpenVibe'i keskkonna seadistamine**) ning veendunud, et ühendus OpenVibe'iga on saavutatud, siis lisa

OpenBCI seadmele elektroodid. **Elektroodide paigaldamise ajaks lülita seade välja** (nihuta trükiplaadi küljel olev lüliti keskmisesse asendisse).

Samu mõõtmisi oleks võimalik teha ka muude OpenBCI mõõteseadmega ühilduvate elektroodidega (nt kullatud otsaga elektroodid, mida kasutasime neljandas praktikumis), kuid selles praktikumis kasutame OpenBCI peapaela. Praktikumis kasutatavale peapaelale on juba kinnitatud kolm elektroodi, kuid kui tahaksid neid lisada või kasutada mõnd teist paigutust, siis juhised nende paigaldamiseks leida OpenBCI kodulehelt<sup>1</sup>.

### Elektroodide ühendamine

Aseta Cytoni trükiplaat pealmine osa ülespoole lauale (st nii, et ümbrisest väljaulatuvad osad jäävad peale). Trükilauale on kaks rivi nõelu. Selles praktikumis **kasutame alumist nõelterivi** ehk neid nõelu, mis jäävad laua poole (vt alumine joonis). Ühenda **üks must klõpsuga elektrood alumise nõelterivi esimesse asendisse (SRB) ja teine eelviimasesse asendisse (BIAS)**. Seejärel ühenda peapaela küljes olevad elektroodid järjestikku kõige vasakpoolsema musta elektroodi kõrvale (N1P, N2P, N3P).



Seejärel **puhasta kõrvalest desinfitseeriva lapiga**. Lase kõrvalestadel kuivada ja **aseta pea ümber peapael**. Aseta peapael selliselt, et keskmine elektrood jääks umbes sellele kohale, kus

---

<sup>1</sup> <https://docs.openbci.com/docs/04AddOns/01-Headwear/HeadBand>

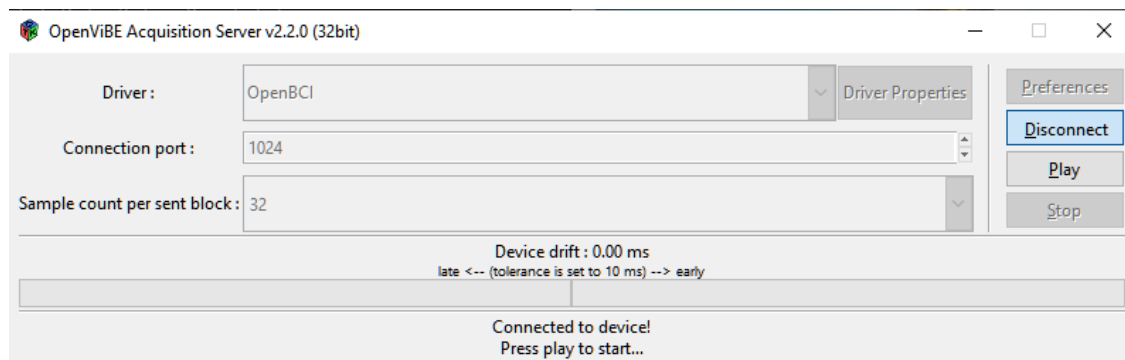
10-20 asetuse järgi paikneb elektrood Pz. Kui teostad mõõtmisi kellelgi teisel, siis mõõda vahemaa *inion* (kuklas olev väike muhk) ja *nasion* (silmade vahel nina juurel olev lohk) vahel ja arvuta sellest 10%. Aseta keskmine elektrood *inion*ist kolmekümne protsendi kaugusele. Seejärel **paiguta mustad elektroodid kõrvalestadele** selliselt, et elektroodi juhe jääks keha poole ja **lülita seade sisse**.



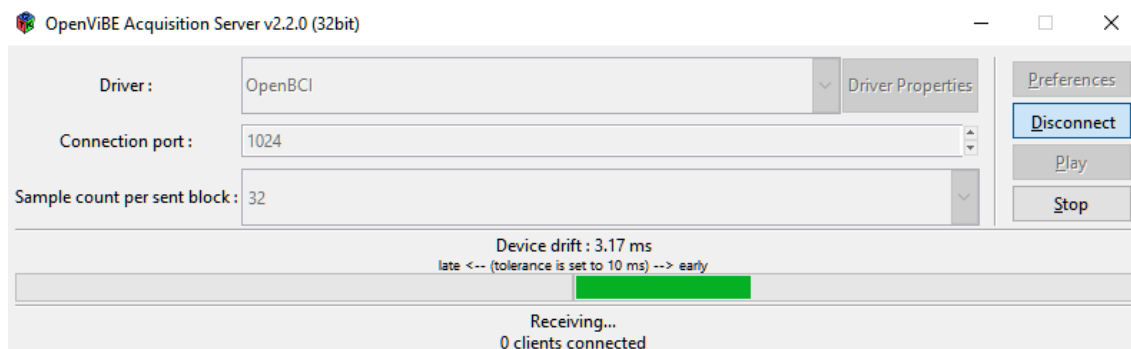
**Pikemate juuste korral** võib sellest piirkonnast mõõtes olla abi sellest, kui **juuksed pealaele krunni** panna, mis võimaldab elektrodidega paremini kontakti saada. Lisaks hõlbustab see ka elektrodide eemaldamist, sest takjariba kipub pikematesse juustesse kinni jääma.

**Käivita OpenVibe'i server** (*openvibe-acquisition-server*) ja **graafiline liides** (*openvibe-designer*), mille vaikimisi asukoht on OpenVibe'i kaustas (Program files > openvibe-2.2.0).

**Veendu, et serveri seaded oleksid korrektsed** (sh USB pordi aadress, mida tuleb iga uue seadme korral uuendada, vajadusel vt ka OpenVibe'i seadistamise juhendit). Kui server on seadistatud, siis vajuta *Connect* serveri ja OpenBCI seadme vahel ühenduse loomiseks.

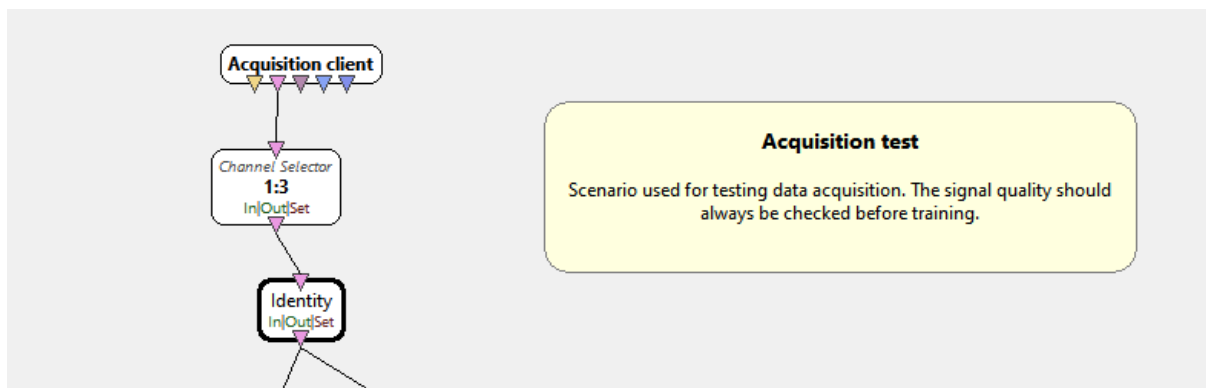


Andmete OpenVibe'i lugemiseks tuleks veel vajutada ka *Play*.



Kui sul mõõtevahendit käepärast ei ole, siis võid draiveriks valida *Generic Oscillator*'i, mis genereerib simuleeritud andmed, millega signaali inspekteerimist ja treeningrutiini käivitamist katsetada.

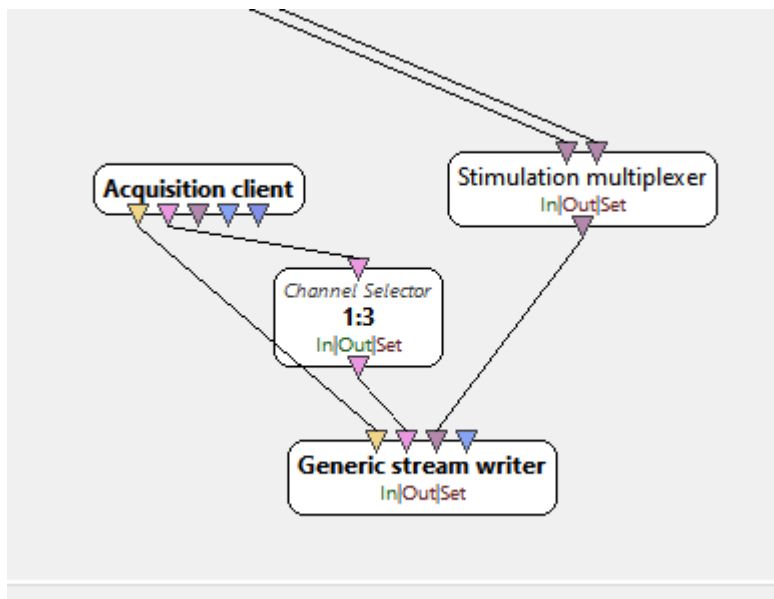
Kui kõik õnnestus ja seade ühendus, siis käivita signaali inspekteerimise fail OpenVibe'i graafilises liideses (**ssvep-bci-0-acquisition-test**). Vaikimisi näitab ta kõiki kanaleid, milleks on 8 EEG kanalit ja viimased kolm kanalit vastavad Cytoni puhul aktseleomeetri ehk kiirendusanduri x, y ja z telgedele. Kui tahame, et programm näitaks meile ainult esimest kolme kanalit, siis võiksime lisada *Acquisition client*'i ja *Identity* vahele *Channel Selector*'i, mille leiad parempoolsest menüüst (vt *Signal processing* > *Basic* > *Channel selector*). Lohista *Channel Selector* sobivale kohale ja ühenda.



Topeltklõps *Channel Selector*'il avab menüü, mille esimeseks valikuks ongi analite loend. Kui soovime esimest N kanalit, siis kirjutame *Channel List* järele 1:N.

The screenshot shows the 'Configure 1:3 settings' dialog box. It has a title bar with a close button (X). The main area contains three input fields: 'Channel List' with the value '1:3', 'Action' with a dropdown menu set to 'Select', and 'Channel Matching Method' with a dropdown menu set to 'Smart'. Below these fields is a section titled 'Override settings with configuration file' which includes a '+' icon and a text label. At the bottom, there are six buttons: 'Load...' (with a folder icon), 'Save...' (with a floppy disk icon), 'Default' (with a factory icon), 'Revert', 'Apply', and 'Cancel'.

Katseta, kas põhilisemad artefaktid on signaalist väljaloetavad (nt silmapilgutused ja hammaste kokkusurumisest tingitud lihasaktiivsus). Kuna mõõdame kuklapiirkonnast, siis võid proovida ka, **kas alfaained on signaalist väljaloetavad**. Vajadusel kohenda elektroode, et elektrodid peanahaga kontakti saaksid. Kui oled signaaliga rahule jäänud, siis käivita järgmine fail: **ssvep-bci-1-ssvep-configuration**. Selles rutiinis on salvestatud eksperimendi põhisätted (sh klassifikaatorite sagedused, kasutatavate ajaakende kestused jms), mida hetkel muuta ei tule. Seejärel ava fail **ssvep-bci-2-training-acquisition**. Enne faili käivitamist lülita analoogselt esimesena muudetud signaali inspekteerimise failiga (**ssvep-bci-0-acquisition-test**) *Acquisition client*'i ja *Generic stream writer*'i vahele kanalite selekteerimise komponent (*Channel Selector*).



Selle rutiini eesmärk on salvestada näidisandmed, millel hiljem kasutatavat ruumilist maski (*Common Spatial Pattern filter*) ja klassifikaatorit (*classifier*) treenida. *SSVEP Training Controller* seadetes saab muuta, mitu korda ja mis järjekorras treeningseeriaid esitatakse. Vaikeväärtused sobivad hästi, kuid soovi korral saad treeningseeriade arvu suurendada või vähendada. Selleks muuda *Goal sequence* järel olevat loetelu, kus 0 vastab vilkumise puudumisele ja 1-3 demos esitatavatele vilkumissagedustele.

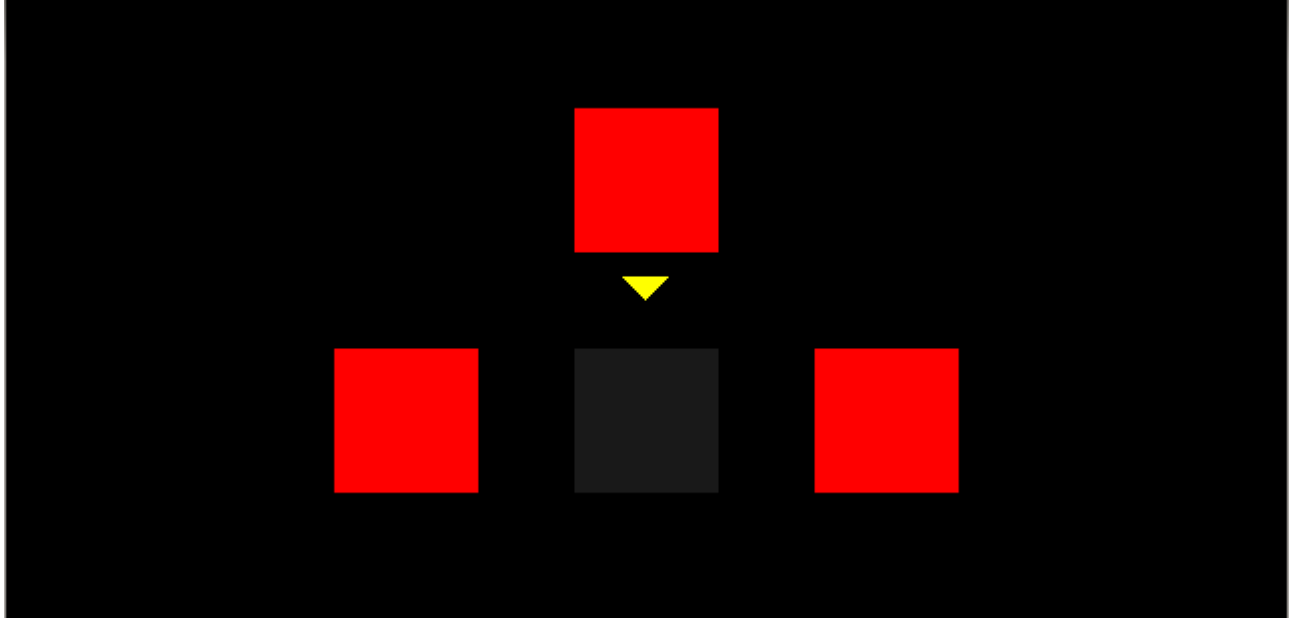
**Configure SSVEP Training Controller settings**
✕

Lua Script	<input type="text" value="Player_ScenarioDirectory}/scripts/training-acquisition-controller.lua"/>	
Goal sequence	<input type="text" value="0 2 3 1 2 1 0 3 1 2 3 0 2 0 3 1 0 3 1 2 3 0 1 2 1 3 2 0 3 2 0 1"/>	
Stimulation duration	<input type="text" value="7"/>	
Break duration	<input type="text" value="4"/>	
Flickering delay	<input type="text" value="1.000000"/>	
Training Target Size	<input type="text" value="0.3;0.3"/>	
Training Targets' Positions	<input type="text" value="(0.0;0.0);(0.0;0.5);(-0.5;0.0);(0.5;0.0)"/>	

**Override settings with configuration file**

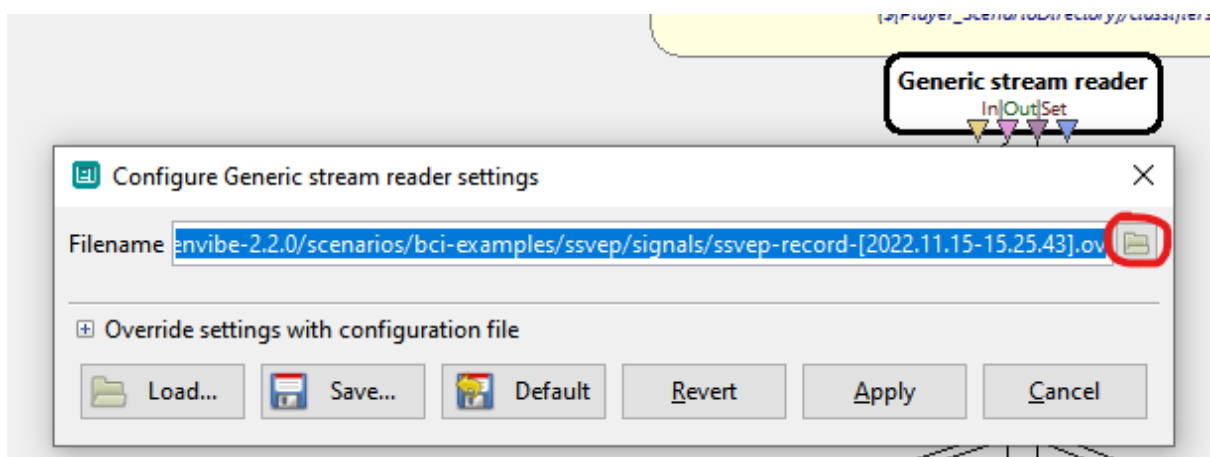
Load...
 Save...
 Default
 Revert
 Apply
 Cancel

Rutiini käivitamisel võib OpenVibe küsida õigusi üle võrgu suhtlemiseks. Sellisel juhul tuleks pärast õiguste andmist ilmselt fail uuesti käivitada.<sup>2</sup> Katseisik peaks järgemööda vaatama kollase noolega tähistatud kastikesi (nt keskmist kastikest alumisel joonisel).



Järgmisena ava fail **ssvep-bci-3-CSP-training**. Selle rutiini eesmärgiks on luua igale sagedusele vastav ruumiline mask, mis annab igale kanalile kaalu vastavalt sellele, kui hästi selles kanalis vastava sagedusega signaali näha on. Enne rutiini käivitamist tuleks **Generic stream reader**'isse lugeda eelmises rutiinis salvestatud fail, mille leiab ssvep demo alt signaalide kaustast (nt **C:\Users\Kasutaja\AppData\Roaming\openvibe-2.2.0\scenarios\bci-example\ssvep\signal**; pane tähele, et tegemist ei ole programmide kaustas paiknevate failidega!).

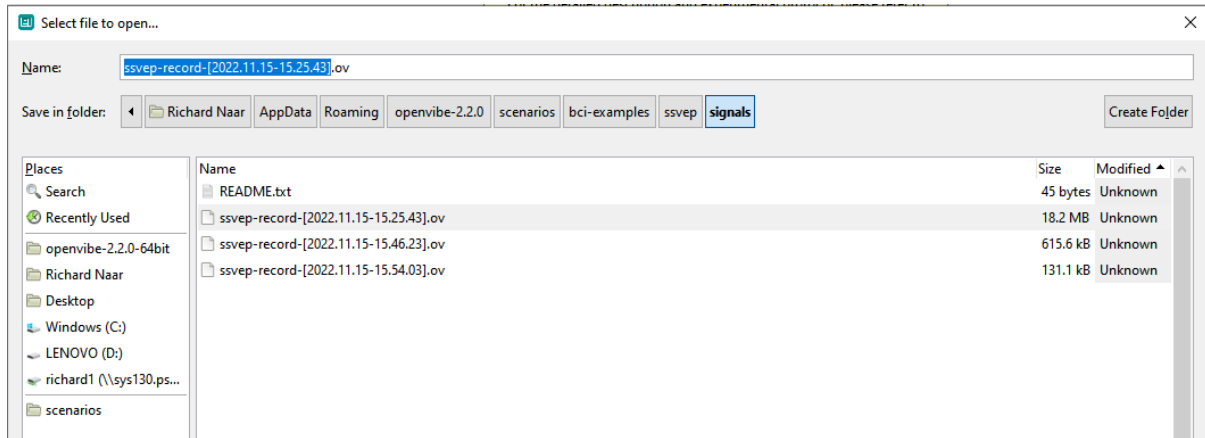
Kui teed topeltklõpsu Generic stream reader'il, siis peaks avanema umbes selline pilt:



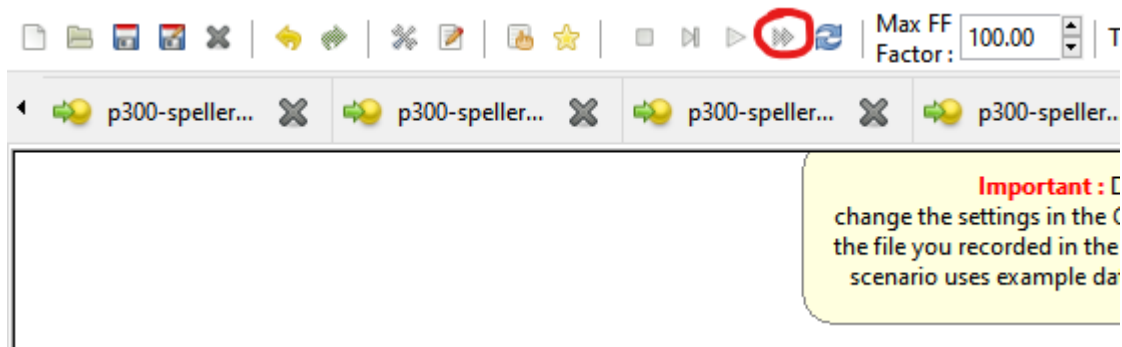
Kausta ikoonile vajutamise järgselt peaks avanema umbes selline vaade:

<sup>2</sup> Esimesel korral võib ta tahta ka OGRE graafika mootori. Valikust sobib hästi esimene valik ehk Direct3D9.

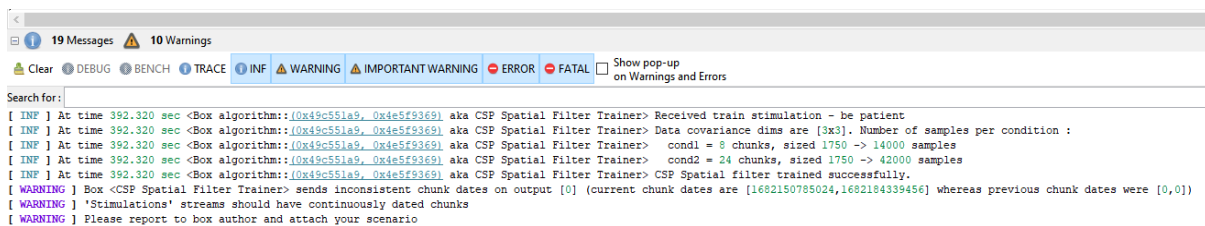




Kui oleme treeningfaili ära valinud, siis võime faili käivitada. Rutiini kiiremaks jooksutamiseks vajuta käivitamisnupu (*play*) kõrval olevat *fast-forward* nuppu.



Pärast rutiini jooksutamist prinditakse välja infot ja hoiatusi. Kui punast veateadet ei tulnud, siis ruumilise maski arvutamine õnnestus.



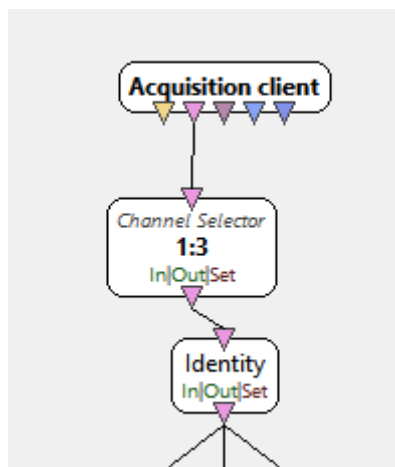
Järgmisena käivitame klassifikaatori treenimiseks mõeldud faili: **ssvep-bci-4-classifier-training**. Analoogete eelmise rutiiniga tuleks siingi lugeda sisse samad treeningandmed, mis eelmise rutiini puhul (ikka **Generic stream reader**'i komponendi kaudu). Taaskord võib rutiini kiiremaks jooksutamiseks vajutada käivitamisikooni kõrval olevat *fast-forward* nuppu. Selle rutiini lõpus saame infot klassifikaatori edukuse kohta.

```

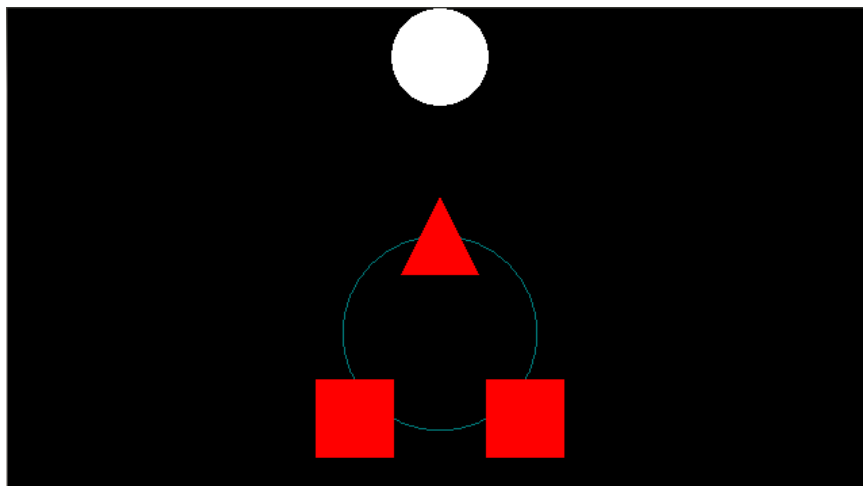
70 Messages 1 Warning
Clear DEBUG BENCH TRACE INF WARNING IMPORTANT WARNING ERROR FATAL Show pop-up on Warnings and Errors
Search for:
[ INF ] At time 392.320 sec <Box algorithm::(0x3a97f4c0, 0x507b1729) aka Classifier trainer> For information, we have 528 feature vector(s) for input 1
[ INF ] At time 392.320 sec <Box algorithm::(0x3a97f4c0, 0x507b1729) aka Classifier trainer> For information, we have 1584 feature vector(s) for input 2
[ INF ] At time 392.320 sec <Box algorithm::(0x3a97f4c0, 0x507b1729) aka Classifier trainer> k-fold test could take quite a long time, be patient
[ INF ] At time 392.320 sec <Box algorithm::(0x3a97f4c0, 0x507b1729) aka Classifier trainer> Finished with partition 1 / 10 (performance : 84.3602%)
[ INF ] At time 392.320 sec <Box algorithm::(0x3a97f4c0, 0x507b1729) aka Classifier trainer> Finished with partition 2 / 10 (performance : 100%)
[ INF ] At time 392.320 sec <Box algorithm::(0x3a97f4c0, 0x507b1729) aka Classifier trainer> Finished with partition 3 / 10 (performance : 90.0474%)
[ INF ] At time 392.320 sec <Box algorithm::(0x3a97f4c0, 0x507b1729) aka Classifier trainer> Finished with partition 4 / 10 (performance : 63.981%)
[ INF ] At time 392.320 sec <Box algorithm::(0x3a97f4c0, 0x507b1729) aka Classifier trainer> Finished with partition 5 / 10 (performance : 73.5849%)
[ INF ] At time 392.320 sec <Box algorithm::(0x3a97f4c0, 0x507b1729) aka Classifier trainer> Finished with partition 6 / 10 (performance : 82.9384%)
[ INF ] At time 392.320 sec <Box algorithm::(0x3a97f4c0, 0x507b1729) aka Classifier trainer> Finished with partition 7 / 10 (performance : 78.673%)
[ INF ] At time 392.320 sec <Box algorithm::(0x3a97f4c0, 0x507b1729) aka Classifier trainer> Finished with partition 8 / 10 (performance : 83.8863%)
[ INF ] At time 392.320 sec <Box algorithm::(0x3a97f4c0, 0x507b1729) aka Classifier trainer> Finished with partition 9 / 10 (performance : 86.7299%)
[ INF ] At time 392.320 sec <Box algorithm::(0x3a97f4c0, 0x507b1729) aka Classifier trainer> Finished with partition 10 / 10 (performance : 100%)
[ INF ] At time 392.320 sec <Box algorithm::(0x3a97f4c0, 0x507b1729) aka Classifier trainer> Cross-validation test accuracy is 84.4201% (sigma = 10.4553%)

```

Nüüd saamegi asuda tegeliku demo juurde. Selleks avame faili **ssvep-bci-5-online-test-shooter** ja lisame siingi *Acquisition client*'i ja *Identity*'i vahele kanalite selekteerimise komponendi.



Seejärel saame rutiini käivitada. Mängu eesmärgiks on erinevate vilkuvate kujundite peale vaatamisega laeva liigutamine (ruudud) ja valgete pallide tulistamine (kolmnurk).





## Lisamaterjalid

Hea sissejuhatuse vilkumispotentsiaalide (SSVEP) loogikasse annab Professor Steven Hillyardi (California Ülikool San Diegos) [loeng kognitiivse neuroteaduse suvekoolis](#)

[SSVEP demo üldine kirjeldus](#) OpenVibe'i kodulehel.

\*\*\*

[Apiporn Simapornchai](#) samateemalisi blogipostitusi:

[\*Starting from ZERO on Brain-Computer Interface \(BCI\) — Openvibe & OpenBCI: A guideline to the first step of working on Brain-Computer Interface\*](#)

[\*Starting from ZERO on Brain-Computer Interface \(BCI\) — Openvibe & OpenBCI XDawn: A guideline to the first step of working on Brain-Computer Interface\*](#)

\*\*\*

Põgusa sissejuhatuse kasutatud masinõppe algoritmi annab [Joshua Starmeri](#) lühivideo: [StatQuest: Linear Discriminant Analysis \(LDA\) clearly explained](#)

Põhjalikuma selgituse leiad [selle](#) sissejuhatava statistikaõpiku neljandast peatükist:

James, G., Witten, D., Hastie, T., & Tibshirani, R. (2013). *An introduction to statistical learning* (Vol. 112, p. 18). New York: springer.