

Recenzia študentskej ročníkovej práce

Autor: Natálie Pánková, Gymnázium, Praha 7, Nad Štolou 1

Názov: Hrajeme rastlinám na nervy/ Zmeny elektrické aktivity rastlín v průběhu haptické stimulace a mechanického poškození

Rok: 2015, 2016

Vskutku oceňujem do akej vzrušujúcej a dobrodružnej témy sa autorka so svojim tímom pustila. Ide o interdisciplinárnu oblasť s vysokými nárokmi na zvládnutie technickej stránky merania, analýzy signálov a ich interpretácie. Vzhľadom na to, o akú náročnú tému ide, sa autorka do problematiky obdivuhodne ponorila, obzvlášť so zreteľom, že sa jedná o stredoškolský projekt nižšieho ročníka. Z vlastnej skúsenosti vysoko hodnotím zanievanie pre výskum nových, neznámych či anomálnych javov.

Keby rastliny dokázali takto reagovať a komunikovať, a bolo by to tak pomerne jednoducho dokázateľné, ako to, že oficiálna veda takéto niečo ešte nepotvrdila? Bol by to vskutku ohromný objav... Niekedy nie je ľahké byť vo vede realistou a pritom veriť v nové obzory, no tieto otázky by si každý poctivý výskumník mal klásť.

Používanie pojmov kľudový a akčný potenciál sa mi zdá pri rastlinách značne problematické. Jeden z kľúčových aspektov merania je otázka, kde bola zapojená zemiaca elektróda. Z obr. 10 sa zdá, že na nevodivom kvetináči resp. miske? Tieto aspekty zapojenia experimentu sú dôležité a mali by byť podrobnejšie opísané v texte. Navrhujem porovnať doterajšie výsledky s novými, ktoré by sa získali s rôznou polohou zemniacej elektródy. Navrhujem otestovať takú polohu zemniacej elektródy, pri ktorej je elektróda vodivo spojená s ostatnými elektródami. Teda nie na kvetináči resp. miske kvetináča, ale vo vlhkej zemi pri koreňoch rastliny (Obr. 7a) alebo na kmeni resp. liste rastliny na dostatočne vzdialenom mieste od bipolárnych elektród. Skúste potom porovnať výsledky a porovnanie mi prosím pošlite. Aké sú frekvencie vo waveletových grafoch? – Navrhujem doplniť označenie osi y. Spomína sa rozsah 0-1500 resp. 5 – 500 Hz, môže ísť o logaritmickú škálu. Nevedno, či frekvencia stúpa smerom nahor...

Označenie osí chýba aj pre os x [s], pre os y v škálograme v princípe môže zostať len hodnota škály, avšak pre orientáciu a interpretáciu by som doporučil pridať miesto škály frekvencie. Na niektorých grafoch sa pozorované zmeny udiali v nízkych frekvenciách (škála 16-18), čo môže súvisieť s ofsetom signálu, ktorý „má právo“ „plávať“, a okolo škály 3-4, čo by som si tipol, že by mohlo byť pásmo brumu (50 Hz) a jeho vyšších harmonických (100, 150 Hz). Preto by bolo dobré tieto frekvencie špecifikovať.

Graf 1: Malo by ísť o kľudový potenciál (v texte je akčný). Avšak ako vieme, či nejde iba o šum a artefakty?

Zistiť sa to dá napr. tak, že sa realizujú experimenty s fantómom. Ide o akúsi náhradu meraného objektu s niektorými podobnými vlastnosťami. Ak by sa preukázalo, že na fantóme sú signály o nejaké zložky ochudobnené, tak by mohlo v princípe ísť o reakciu živej rastliny. Ako fantóm by mohla poslúžiť napr. mokrá handra nasiaknutá slanou vodou, mŕtve/odseknuté časti rastlín, rezané kvety, koreňová zelenina s vňaťou.

Graf 2: Išlo o pasívny ľudský dotyk po dobu 10 minút? Dôležitý je moment zmeny – kedy kontakt začal, či sa vtedy priložila ruka ku rastline. Nebolo to okolo bodu 0 sekúnd? Ak by

dole na y-ovej osi boli frekvencie blízke nule, tak by mohlo dôjsť ku zmene offsetu, no bol by to len artefakt.

V čom je vlastne graf 2 iný od grafu 1? Majú farebné škály rovnaký rozsah? Je správne tvrdenie „maximální hodnoty jsou u grafu 2 výrazně vyšší“? Ako by porovnanie vyzeralo pri rovnakom rozsahu?

Pred časom sme sami realizovali krátke testy s haptickým kontaktom rastlín s využitím EEG merača. Najprv sa zdalo, že rastlina naozaj reagovala na kontakt, pričom meranie bolo realizované na vzdialených listoch iného konári (cca 2 m). Reakcia sa javila ako krátky vzruch, pozorovaný len v surovom signáli, no určite by bol viditeľný aj vo waveletovskom škálograme. Potom sme však prišli na to, že pokiaľ sa haptický kontakt zrealizoval bez približovania ruky, t.j. naša ruka bola pripravená pri resp. na liste a len sme rastlinu „poštípali“, reakciu sme už nezaznamenali. Interpretovať sa to dá nasledovne. Merania biopotenciálov sú tak citlivé, že tieto potenciály sa dajú veľmi jednoducho ovplyvniť dokonca aj bezkontaktné priblížením rôznych vodivých predmetov (napr. ruky). Vznikajú tam rôzne tzv. kapacitné parazitné väzby, ktorých najmä prudká zmena dokáže merané signály rozhodiť. V situáciach, kedy je zemiaca elektróda vodivo zle spojená s bipolárnymi elektródami je šanca zachytiť artefakty z okolia ešte výrazne väčšia.

Graf 3: Chýba mi vyznačenie intervalov zodpovedajúcich zvukovému podnetu a mechanickému poškodeniu. Dominantné frekvencie 5-10 Hz sa myslia tie spodné červené pruhy? Alebo ide o chybu: myslí sa škála 5 a 10? Akým frekvenciám zodpovedá?

Graf 4 a 5: Dominantné sú vysoké (?) frekvencie na škále 3 (nie 3 Hz)?

Graf 6: Možno tvrdiť, že periodický vzruch každých cca 30 s poukazuje na špecifický efekt haptického kontaktu? Nevyskytol sa podobný prejav už aj na grafe 4? Mohlo by ísť o artefakt počítania waveletov z okien rôznej šírky pre rôznu frekvenciu waveletu.

Graf 8: Kedy v grafe došlo ku poškodeniu rastliny. O aké poškodenie išlo?

Grafy 10-13: Čo znamená „Bez pohybových a zvukových artefaktov“? Ide o stimuly, ktoré kazili signál v škálogramoch? Poznáte vplyv mobilov na reproduktory? (Ak nie, skuste si to) Skôr ako telefón zazvoní, počuť interferenciu. Na rastline sa to mohlo prejaviť tiež, ovšem nie vďaka jej inteligencii resp. jej pokročilej nervovej sústave...

Graf 15 a 16 poukazuje na veľkú variabilitu signálu pri zdanlivo stálych podmienkach. Ide naozaj o 3 a 17 Hz?

Graf 17 a 18: Interpretácia nameraných dát je problematická. Čo keď ide len o artefakt?

Str. 26: Miesto mV ide zrejme o μ V.

Celkovo, problém je chýbajúca reprodukovateľnosť a s tým súvisiaca nestabilita meraných signálov. Konkrétne, napr. na vyššie spomínaných škálach (3-4, 16-18). V klidu graf 4: Na oboch škálach sa signál dokáže drasticky meniť, čo znamená, že počas ďalších sledovaných podmienok akékoľvek zmeny v týchto dvoch frekvenčných oblastiach nemôžeme automaticky pripisovať želaným efektom reakcie rastlín.

Chýba bohatšie analytické zhodnotenie výsledkov. Ktoré frekvenčné pásma sa menili a ako. Boli zachytené zmeny reprodukovateľné? Alebo sa pri opakovaných meraniach menili?

V predčasných emotívnych záveroch by som odporúčal väčšiu opatrnosť.

Technické aspekty merania by sa dali konzultovať s výskumníkmi z ČVUT, napr.:

<http://ajatubar.feld.cvut.cz/bisig/> alebo <http://bio.felk.cvut.cz/biocmsms/index.php?page=eeg-signal-processing>

Vedel by som Vám zapožičať jednu kľúčovú knihu na túto tému, ktorá je zhodou okolností v tomto období zapožičaná kolegovi v Prahe:

<http://www.amazon.com/Primary-Perception-Biocommunication-Plants-Living/dp/0966435435>

Dlho som aj ja osobne týmto veciam dosť veril. Preto by som Vám rád poradil, že informácie z tejto a podobných oblastí je potrebné brať s veľkou rezervou, dokým sa naozaj nepotvrdia opakovaným a kvalitným experimentom, ktorý musí prejsť prísnu kontrolou. Skúste si hodiť do googlu napr. „cleve backster plant“ a pozorne si pozrite aj kritické ohlasy.

Na záver by som Vás chcel povzbudiť ku pokračovaniu v objavovaní tajov nášho živého sveta.

S pozdravom,

Michal Teplan
Ústav Merania SAV, Bratislava

Druhé kolo recenzie po upgradovaní práce

(Študentka nedokázala spolu so svojim tímom - lekár, fyziológ z FTVŠ – odtiaľ mala zapožičaný elektromyografický prístroj - adekvátne zareagovať a vylepšiť kritické chyby)

Stále sa nespomína umiestnenie zemiacej elektródy. Ak zostalo zvonka na suchej miske, **nie je žiaľ možné hovoriť o nameraných signáloch z rastliny...**

V grafoch osi y asi nie sú v Hz ale škála je v logaritme z frekvencie v Hz, kde celý spracovávaný rozsah 5 – 500 Hz je rozdelený do cca 20 úrovní škály na logaritmickú stupnicu. Sú to len domienky, no mohlo by to byť napr. tak, že pre 10 úrovní škál máme škálu 0 zodpovednú za frekvenciu 512, škálu 1,2,...9 za frekvencie 256,128,64,32,16,8,4,2 a 1 Hz. To je spolu 10 škál. Dalo by sa to asi natiahnuť na 20 škál. 50 Hz by tak vychádzalo medzi škálou 3-4, čo úplne sedí s Vašimi nameranými silnými čiarami, ktoré by potom **netvorili zaujímavú odpoveď rastliny, ale by boli len artefakty 50 Hz šumu z okolia...**

Oveľa ľahšie a intuitívnejšie by vyzerali grafy s osou y priamo v Hz. Na to sa používa zobrazenie tzv. spektrogram. No to by ste museli namerané dáta nejako vyexportovať z Vášho softvéru a potom napr. v Matlabe vytvoriť ten spektrogram, čo by mohlo byť dosť náročné, ale v budúcnosti priechodné. Motivačne môžete pozrieť cez google images “spectrogram”, alebo na wikipedii.