

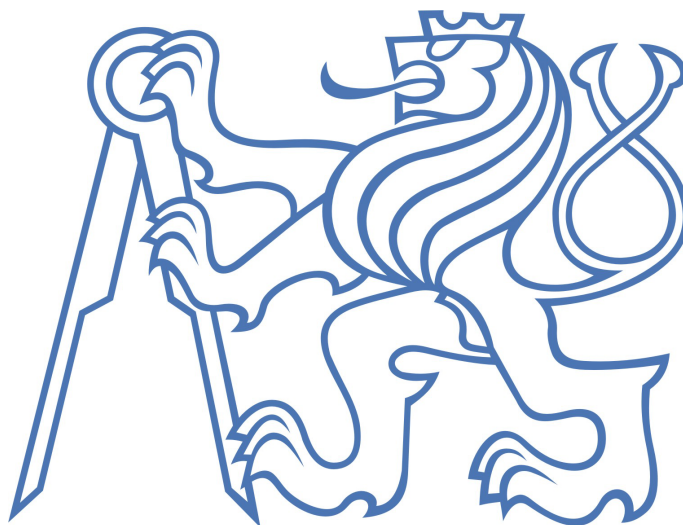


EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



Polysomnografický záznam

Jan Štrobl, Marek Piorecký



1 Úvod

Polysomnografický záznam je záznam více biologických signálů naráz, který se hojně využívá například ve spánkových laboratořích. V tomto cvičení se studenti seznámí s problematikou nahrávání a zpracování polysomnografického záznamu. Dále si studenti nahrají vlastní polysomnografický záznam a načtou si polysomnografický záznam ve formátu, v kterém se běžně nahrává v klinické praxi. Cvičení je zaměřené na pochopení základní struktury uložení biologických data schopnosti získávat informaci z hlavičky signálu. Studenti budou v rámci cvičení využívat programovací jazyk python.

2 Pozadí problému

Každý záznam biologického signálu má vytvořenou vlastní hlavičku, která je specifická pro konkrétního výrobce nahrávacího zařízení, na kterém byl signál získán i pro konkrétní typ biologického signálu. Základní principy práce s hlavičkou jsou nicméně stejné. Mezi záznamy, kde je správné načtení hlavičky velmi důležité patří polysomnografický záznam, ten se totiž skládá z více biologických signálů nahrávaných naráz.

2.1 Polysomnografický záznam

Při zkoumání spánku a sledování spánkových poruch nestačí dodat expertovi pouze informaci získanou z nahrávání jednoho biologického signálu. Spánkový laborant či lékař naopak zkoumají spánek ze záznamu, které dává komplexní informaci o činnosti několika tělesných funkcí naráz. Takto vzniklý komplexní záznam se nazývá polysomnogram (PSG).

Polysomnografie slouží k analýze spánku. Nejčastěji se spánek monitoruje ve spánkových laboratořích, kde se nahrává spánek měřeného subjektu ve speciální místnosti. Místnost je upravena, aby zde bylo co nejméně rušivých elementů bránících v kvalitním spánku, zároveň by měla být místnost dostatečně pohodlná a je speciálně upravena pro snadné nahrávání polysomnografického záznamu (příklad místnosti naleznete na obrázku 2.1 ¹).

Polysomnografický záznam se tradičně skládá ze záznamu neurální aktivity - elektroencefalogramu (EEG), oční aktivity - elektrookulogramu (EOG), aktivity kosterních svalů - elektromyogramu (EMG), srdeční aktivity - elektrokardiogramu (EKG), záznamu dýchacího úsilí pacienta a pulzní oxymetrie. EEG je hlavní složkou polysomnografického záznamu a slouží k identifikaci spánkových fází (REM, nonREM 1, nonREM 2 a nonREM 3), které jsou spojené s aktivitou konkrétních EEG pásem. Obecně s hlubším spánkem převažují EEG rytmy s pomalejší frekvencí. EEG zároveň slouží k identifikaci řady spánkových patologií (například parasomnie). EOG slouží jako pomocný nástroj, pomocí

¹Národní ústav duševních zdraví, 2020, <https://www.nudz.cz/vyzkumne-programy/vp5-spankova-medicina-a-chronobiologie/fotogalerie>



Figure 1: Příklad pokoje spánkové laboratoře z Národního ústavu duševního zdraví.

kterého lze snadněji identifikovat například REM fázi spánku, která je charakteristická rychlými očními pohyby. EKG také napomáhá skórování spánku, kdy přechodem do spánkové fáze dochází ke zpomalení srdeční frekvence. EMG elektrody se připojují na bradu popřípadě na končetiny a napomáhají mimo jiné k identifikaci probouzení měřeného subjektu. Záznam dýchacího úsilí a pulzní oxymetrie napomáhá především k identifikaci spánkové apnoe. Pokud se pacient během měření nahrává na video hovoříme o takzvaném video-EEG polysomnografii. Ta může pomoci k identifikaci parasomnie a probouzení pacientů.

Typický polysomnografický záznam se skládá z minimálně 12 kanálů, většinou je však k dispozici kanálů více. EEG záznam využívá běžně 6 až 9 elektrod, není však výjimkou (hlavně u výzkumných měření) použití EEG čepice s 19 kanály v zapojení 10-20. Pro EKG záznam se běžně používá pouze 2 až 3 elektrod, neboť cílem polysomnografie není přímo zkoumání srdečních patologií. Obrázek typického zapojení pacienta při polysomnografickém nahrávání lze vidět na obrázku 2.1 ².

2.2 Struktura biologických záznamů

Strukturu biologického záznamu lze rozdělit na dvě základní části a to takzvanou hlavičku a vlastní naměřená data. Hlavička záznamu je podstatná pro schopnost reprodukovat a případně zobrazit naměřená data. Hlavička v sobě nese informaci o nastavení měřicího zařízení i způsobu ukládání dat typickém

²Antonino Crivello et al., The Meaning of Sleep Quality: a Survey of Available Technologies, IEEE Acces, 2019, DOI: 10.1109/ACCESS.2019.2953835

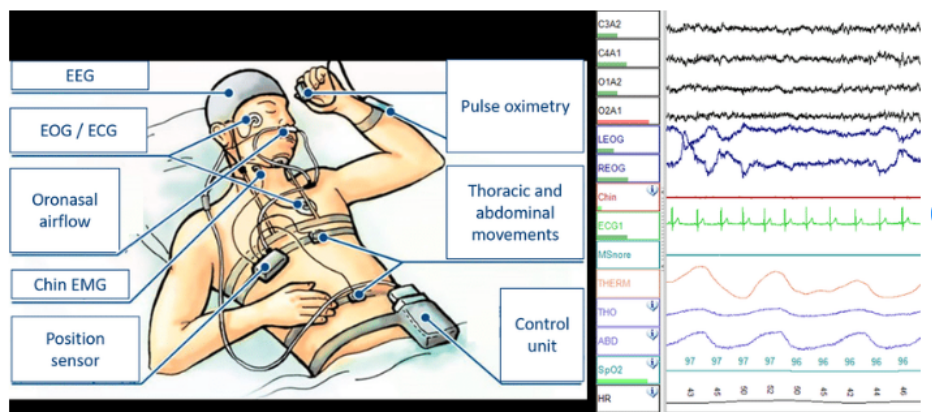


Figure 2: Ukázka typických signálů snímaných v rámci polysomnografického záznamu, včetně typického umístění senzorů (vlevo) a ukázky výsledného polysomnografického záznamu (vpravo).

informace	počet bitů od začátku	počet bitů informace
verze formátu dat	1	8
identifikace pacienta	9	80
identifikace nahrávání	89	80
datum začátku nahrávání	169	8
čas začátku nahrávání	177	8

Table 1: Příklad informací ze začátku hlavičky formátu .edf včetně počtu bitů, v kterých je daná informace kódována a pozice (počtu bitů) dané informace od začátku hlavičky.

pro daný měřicí systém. Bez informací z hlavičky jsou samotná data pouze soubor nerozluštitelných číslic.

Mezi hlavní informace z hlavičky patří například vzorkovací frekvence nastavená pro nahrávání dat, informace o kvantizaci hodnot, počet snímaných kanálů či informace o pacientovi atd. Nahrávací systém od jednotlivých výrobců se liší a bez znalosti hlavičky není možné zobrazit zaznamenaný biologický signál. Při načítání hlavičky je potřeba vědět kolik bitů zabírá daná informace a jaká je pozice počátečního bitu od začátku. Příklad části hlavičky dat uložených ve formátu .edf (European Data Format) je v tabulce 1³. Formát .edf využívá ukádání informace v ASCII kódu a je hojně využívá pro ukládání EEG záznamů.

³European Data Format, <https://www.edfplus.info/specs/index.html>

3 Zadání cvičení

Během cvičení postupujte dle následujícího zadání a svoje kroky konzultujte s vyučujícím.

3.1 Nahrávání PSG

Připravte si pracovní plochu pro následné nahrávání PSG.

3.1.1 Zapojení nahrávacího systému

Vezměte jednotlivé modalitty, z kterých se bude skládat výsledný polysomnogram. Je potřeba jednotlivé modalitty systému správně připojit na měřený subjekt. Při připojování dbejte pokynů vyučujícího a nezapínejte žádný systém bez výslovného souhlasu vyučujícího!

Základem PSG je EEG signál. Při zapojení EEG čepice je potřeba dosáhnout dobré vodivosti elektrod, jinak je EEG záznam výrazně zarušen artefakty. Zkontrolujte, zda je vodivost jednotlivých elektrod v pořádku. Důležitým prvkem při nahrávání polysomnogramu je synchronizace jednotlivých modalit, je totiž nezbytné mít informaci z jednotlivých modalit spolu propojenou s přesností v rámci milisekund. Samotná synchronizace je tedy stěžejním bodem nahrávání PSG a konvenčně používané přístroje ji provádí automaticky uvnitř nahrávacího systému.

3.1.2 Nahrávání PSG

Po schválení vyučujícím začněte nahrávat PSG. Nahrávání bude probíhat u subjektu v bdělém stavu a to z časových důvodů (měření bude probíhat během dne a nejsou časové možnosti čekat, než se měřený subjekt dostane do první spánkové fáze). Během nahrávání sledujte PSG záznam a změny na záznamu, které nastanou při následujících specifických činnostech měřeného subjektu

- ležení v klidu s otevřenýma očima
- ležení v klidu se zavřenýma očima
- pohyb nohou subjektu
- rychlý pohyb očí (subjekt má zavřená víčka)
- změny rytmu dýchání subjektu
- naměřte subjekt v klidu před a po fyzické zátěži

Určete jakou fázi spánku simuluje konkrétní měření. Odpovídají naměřené signály očekávaným průběhům? Podle čeho tak soudíte?

Identifikujte artefakty vyskytující se během nahrávání. V jakých modalitách se jednotlivé artefakty vyskytují? Proč zrovna v těchto modalitách? Dá se daným artefaktům nějak předcházet, popřípadě jak?

3.2 Načtení PSG záznamu

V této části cvičení dostanou studenti nahraný PSG záznam v praxi používaném formátu a informace o vzhledu hlavičky záznamu. Úkolem studentů bude nahrát tento záznam a zobrazit ho. studenti budou přitom pracovat v programovacím jazyce python.

3.2.1 Identifikace informací z hlavičky PSG záznamu

Z dodaného PSG záznamu identifikujte následující údaje:

- datum a čas začátku nahrávání
- počet kanálů záznamu
- identifikace jednotlivých biologických signálů nahraných v konkrétních kanálech
- vzorkovací frekvence u jednotlivých kanálů
- identifikace pozice začátku každého kanálu
- informace o převodu bitových informací záznamu

Podle získaných informací v předem připraveném kódu načtete jednotlivé kanály polysomnogramu. Kód bude v programovacím jazyce python.

3.2.2 Zobrazení PSG

Na základě předchozí práce a dodaného kódu zobrazte načtené kanály polysomnogramu. Kód bude v programovacím jazyce python. Prohlédněte si zobrazený PSG záznam pokuste se podle získaných informací identifikovat základní spánková stádia.

Clinical Atlas of Polysomnography
By Ravi Gupta, S. R. Pandi-Perumal, Ahmed S. BaHammam
First Published 2018
eBook Published 23 May 2018
Pub. Location New York
Imprint Apple Academic Press
DOI <https://doi.org/10.1201/b22464>
Pages 546