

Herní výkon a únava: Souběžný záznam herních a fyziologických dat v reálném čase

Filip Kyslík^{*1,2}, Oto Janoušek³, David Lacko², Benjamin V. Verner⁴, Martin Ondrůj¹, and Petr Květon¹

¹The Department of Psychology at the Faculty of Arts, Masaryk University, Czechia, *filip.kyslik@pm.me

²Interdisciplinary Research Team on Internet and Society, Masaryk University, Czechia

³Department of Biomedical Engineering at the Faculty of Electrical Engineering and Communication, Brno University of Technology, Czechia

⁴Department of Theoretical Computer Science and Mathematical Logic at Faculty of Mathematics and Physics at Charles University, Czechia

Abstrakt

Hraní digitálních her je rozšířeným fenoménem, avšak intenzivní mapování dlouhých herních sezení a jejich dopadů na kognitivní funkce hráčů je v odborné literatuře stále spíše okrajové. Výzkumy dále hry často kategorizují podle žánrů nebo obecných charakteristik, přestože se dnešní tituly liší v širokém spektru herních mechanik. V tomto příspěvku představujeme technické řešení pro souběžný a časově synchronní záznam objektivních herních dat z celosvětově oblíbené hry Dota 2, doplněný o fyziologická data hráče (HR, HRV, EEG) a další kanály. Díky kombinaci těchto zdrojů s klasickými psychologickými metodami lze získat inovativní vhled do dynamiky pozornosti a únavy hráčů komplexních digitálních her. Toto řešení může najít uplatnění nejen ve výzkumu kognitivní zátěže a adaptace během herních výkonů, ale i v oblasti e-sportu, kde může pomoci optimalizovat tréninkové strategie a předcházet únavě hráčů. Zároveň může být relevantní pro širší oblast kognitivní psychologie, například při studiu udržení pozornosti a kognitivních strategií v dynamických a vysoce náročných úlohách.

1 Teoretické zakotvení

Současný stav poznání na poli psychologických dopadů hraní digitálních her je v několika zásadních oblastech stále nedostatečný (Ballou, 2023) a jako příčiny tohoto problému identifikuje ve svém manifestu Ballou několik oblastí. Jednou z nich je určité omezení běžně užívaných výzkumných metod. Značná část studií se opírá o často retrospektivní, subjektivní výpovědi hráčů. Je však empiricky prokázáno, že subjektivní odhady herního chování se od objektivních herních dat liší (Johannes a spol., 2021). Právě často využívané subjektivní hodnocení herního zážitku je do značné míry omezené, protože hráči zpravidla nedokáží zcela reflektovat plnou komplexitu a drobné nuance jednotlivých herních momentů (Ballou, 2023), ačkoliv i tyto drobné nuance herního prožitku spoluutvářejí. Řešením může být

mj. právě objektivní sledování herních dat, počínaje souhrnnými herními statistikami až po nejjemnější zaznamenávání aktuálního herního stavu pro vybraný časový bod.

Hraní digitálních her může pro hráče představovat značnou kognitivní výzvu. Během hraní jedinci narazí na spoustu situací, ve kterých musí volit mezi několika rozdílnými možnostmi nebo akcemi; kupříkladu musí přerušit stávající způsob vykonávání činnosti a rychle implementovat a upravit strategii (Palaus a spol., 2017). V minulosti se největší míra náročnosti her připisovala akčnímu žánru her, právě dělení her dle žánrů se však v současné literatuře začíná diskutovat jako překonané (Clarke a spol., 2017; Turunen a spol., 2020; Windleharth a spol., 2016; Zadtootaghaj a spol., 2018), je tudíž zapotřebí hledat cesty, jak lépe chápat a měřit samotnou oblast hraní.

Z tohoto důvodu se tak pozornost začíná obracet na zkoumání konkrétních herních mechanik (Dobrowolski a spol., 2015, 2021), protože řada jednotlivých videoherních titulů obsahuje rovnou kombinaci několika různých videoherních žánrů (Ben-Sadoun a Alvarez, 2023; Clarke a spol., 2017; Elson a spol., 2015; Turunen a spol., 2020; Windleharth a spol., 2016; Zadtootaghaj a spol., 2018). Právě zaměření na konkrétní formy interakce hráče s danou hrou se ukazuje jako preciznější náhrada za koncept herních žánrů (Smerdov a spol., 2023, 2020b,a; Dobrowolski a spol., 2021; Johannes a spol., 2021; Zadtootaghaj a spol., 2018) a má bezesporu vyšší potenciální vypovídající hodnotu i pro oblast zkoumání interakce mezi hrami a kognitivními schopnostmi a únavou. V rámci tohoto příspěvku představujeme technické řešení, které umožňuje synchronní a souběžný záznam psychologických, fyziologických a konečně právě objektivních, herních dat z celosvětově populární videohry Dota 2. Toto řešení je implementováno pomocí Python skriptů a využívá ekosystém Lab Streaming Layer (LSL) (a přidružených projektů) pro zajištění přesné časové synchronicity kanálů a jejich následný záznam. Celkovou aparaturu plánujeme využít pro budoucí výzkum málo prozkoumané oblasti dopadů

dlouhého a intenzivního hraní komplexních digitálních her na pozornost a únavu hráčů.

2 Metoda

V souladu s argumenty vyzývajícími k lepšímu měření samotného hraní (Ballou, 2023) představuje potenciální kombinaci několika dílčích nástrojů, jejichž současné využití má potenciál přinést nový vhled do oblasti herní psychofyzologie.

2.1 Propojení streamů skrze LSL

Pro záznam a časovou synchronicitu všech datových streamů používáme Lab Streaming Layer (LSL)¹. Jedná se o softwarový rámec pro přesně synchronizovaný sběr multimodálních dat v reálném čase. Umožňuje propojit různá zařízení (např. EEG, PPG, akcelerometry, vlastní skripty) v rámci jedné experimentální sítě prostřednictvím běžné počítačové infrastruktury. Zároveň, řada existujících softwarů užívaných pro záznam fyziologických dat má LSL již implementovaný, což značně přispívá k celkové, vzájemné kompatibilitě. Každý datový vzorek je opatřen časovou značkou a synchronizace probíhá pomocí algoritmu inspirovaného NTP, což umožňuje dosažení milisekundové přesnosti mezi zařízeními i počítači.

LSL je multiplatformní (Windows, Linux, macOS, Android, iOS), podporuje více jazyků (např. Python, C++, MATLAB) a nevyžaduje složitou konfiguraci. Kromě přenosu dat v reálném čase umožňuje jejich záznam do univerzálního formátu XDF, který uchovává datové proudy, metadata i informace o časové synchronizaci pro pozdější analýzu.

Díky těmto vlastnostem se LSL stal standardem v oblasti neurověd, psychologie a behaviorálních věd, kde je přesná časová návaznost mezi signály klíčová (Kothe a spol., 2024). Schéma celkové akvizice, streamování a záznamu dat je vizualizováno na Obrázku 2.

2.2 Objektivní data z Dota 2

Pro záznam objektivních, herních dat využíváme Dota2GSI². GSI umožňuje získávat v reálném čase informace o aktuálním stavu hry prostřednictvím HTTP POST požadavků, které Dota 2 odesílá na specifikovanou adresu a port.

V kontextu sběru dat z Dota 2 nám Dota2GSI umožňuje získávat detailní informace o průběhu hry, stavu hráčů, statistikách a dalších klíčových událostech v reálném čase. Propojení Dota2GSI s celkovým designem našeho systému umožňuje centralizovaný sběr

herních dat, spolu s dalšími kanály, jakými jsou například fyziologická nebo psychologická data hráčů.

2.3 Ostatní zaznamenávané kanály

Kromě herních dat plánujeme sbírat i další fyziologicko-psychologické proměnné, celý seznam je vypsaný v Tabulce 1. Pro snazší práci administrátora studie a z důvodu předcházení možným lidským chybám při administraci složitějších výzkumných designů (například opakované měření vybraných metod v určitém, neměnném pořadí) byla vytvořena speciální GUI aplikace. V této se scénář celé studie uživatelsky přívětivě nadefinuje dopředu a administrátor pak jen postupně přepíná mezi jednotlivými měřicími bloky. Aplikace umožňuje navolit, které dostupné kanály zaznamenávat, v jakém pořadí administrovat konkrétní úlohy a toto nastavení lze ukládat (a opětovně načítat) pomocí šablon. Aplikace zároveň umožňuje k záznamu přímo vepisovat i poznámky z průběhu měření (například o nastalých komplikacích) a ovládá jak spouštění, tak i nahrávání a ukládání celého záznamu. Zároveň průběžně značkuje celý postup měřením pro snazší analýzu dat a jednotlivé bloky tak již není zapotřebí dodatečně anotovat (viz barevné dělení na Obrázku 3).

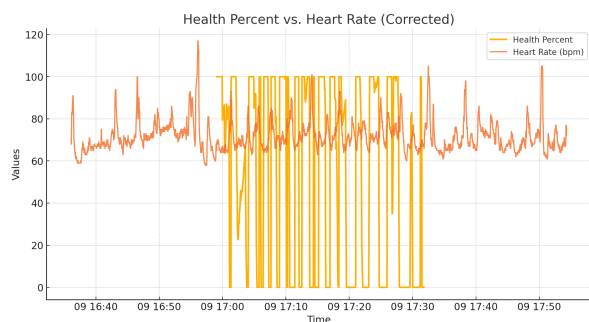
Data	Snímovací frekvence	Popis
EEG (Muse S)	256 Hz	Záznam ze 4 suchých elektrod, TP9, AF7, AF8, TP10
PPG (Muse S)	64 Hz	Fotopletysmografie – měření průtoku krve na čele
Accelerometer (Muse S)	52 Hz	Pohyb hlavy – zrychlení ve 3 osách
Gyroscope (Muse S)	52 Hz	Rotace hlavy – gyroskopická data ve 3 osách
Telemetry (Muse S)	10 Hz	Stav zařízení (např. baterie, kvalita připojení)
HR (Polar H10)	1 Hz	Srdeční tep
R-R intervals (Polar H10)	1000 Hz	Intervaly mezi jednotlivými stahy srdce (v ms)
Accelerometr (Polar H10)	200 Hz	Pohyb těla – zrychlení ve 3 osách
Attention tasks	Při události	Pozornostní úlohy Attention Squared sestávající z Stroop, Simon a Flanker testu (Burgoyne a spol., 2023)
Oddball task	Při události	Značkování administrace podnětu, jeho trvání a jeho podoby
Questionnaires	Při události	Zaznamenávání odpovědí z dotazníků
Relaxation (start/end)	Při události	Časové značky začátku a konce relaxační fáze
Keyboard activity	Při události	Stisky kláves a jejich časové značky
Mouse activity	Při události	Pohyby myši a kliknutí
Dota 2 game state integration	10 Hz	Herní události a stavy ze hry Dota 2
Experiment state	Při události	Značky stavu experimentu (start, stop, pauzy, aktuální blok)

Tab. 1: Seznam všech zaznamenávaných proměnných.

Právě propojení herních dat s objektivními fyziolo-

¹<https://labstreaminglayer.readthedocs.io/index.html>

²<https://github.com/antonpup/Dota2GSI>



Obr. 1: Srdeční činnost hráče (oranžově) v kombinaci se stavem životů jeho videoherní postavy (žlutě). Hodnoty 0 u Health percent značí, že hráč byl v daný moment mrtvý.

logickými daty (například stav životů hrdiny, za kterého hráč hraje, s jeho aktuálním srdečním tepem - vizualizováno na Obrázku 1) otevírá možnost pro inovativní zkoumání konkrétních herních prvků a kladení atraktivních výzkumných otázek.

3 Shrnutí

Výše představený přístup má své potenciální využití hned v několika oblastech. V první řadě umožňuje sbírat objektivní videoherní data, a to na nejjemnější možné úrovni. Hraní tak tedy již není pouhou černou skříňkou, ale umožňuje naprosto precizně sledovat, co konkrétně se v jaký moment ve videohře odehrává a v jakých kombinacích se dané prvky vyskytují. Omezením takového sběru dat je pak pochopitelně určitá míra technické složitosti, která se ze zprovozněním celé aparatury pojí. Alternativní využití leží v oblasti snížení náročnosti a množství sbíraných dat/kanálů (např. zařazení pouze sledování srdeční činnosti - nasazení hrudního pásu není příliš složité) a celkové uživatelské zjednodušení celého systému do té míry, že sběr dat budou schopni provádět samotní hráči ve svém, domácím prostředí - a to bez složitého zaškolení. Takovéto ekologicky validní záznamy hraní s objektivními daty mohou přinést nový vhled do zkoumání intenzivního hraní digitálních her a jeho dopadů na hráče. Data tohoto typu mohou být následně využita v rámci strojového učení například pro predikci únavy a tyto systémy pak mohou sloužit například k doporučení zařazení krátkého odpočinku za účelem udržet vrchol svého kognitivního výkonu po delší časový úsek a předcházet tak propadu ve výkonnosti. V neposlední řadě pak lze celou aparaturu využít i pro jiné oblasti, než je videoherní výzkum - souběžnými fyziologickými záznamy lze doplnit například tradiční, psychologické testování.

Poděkování

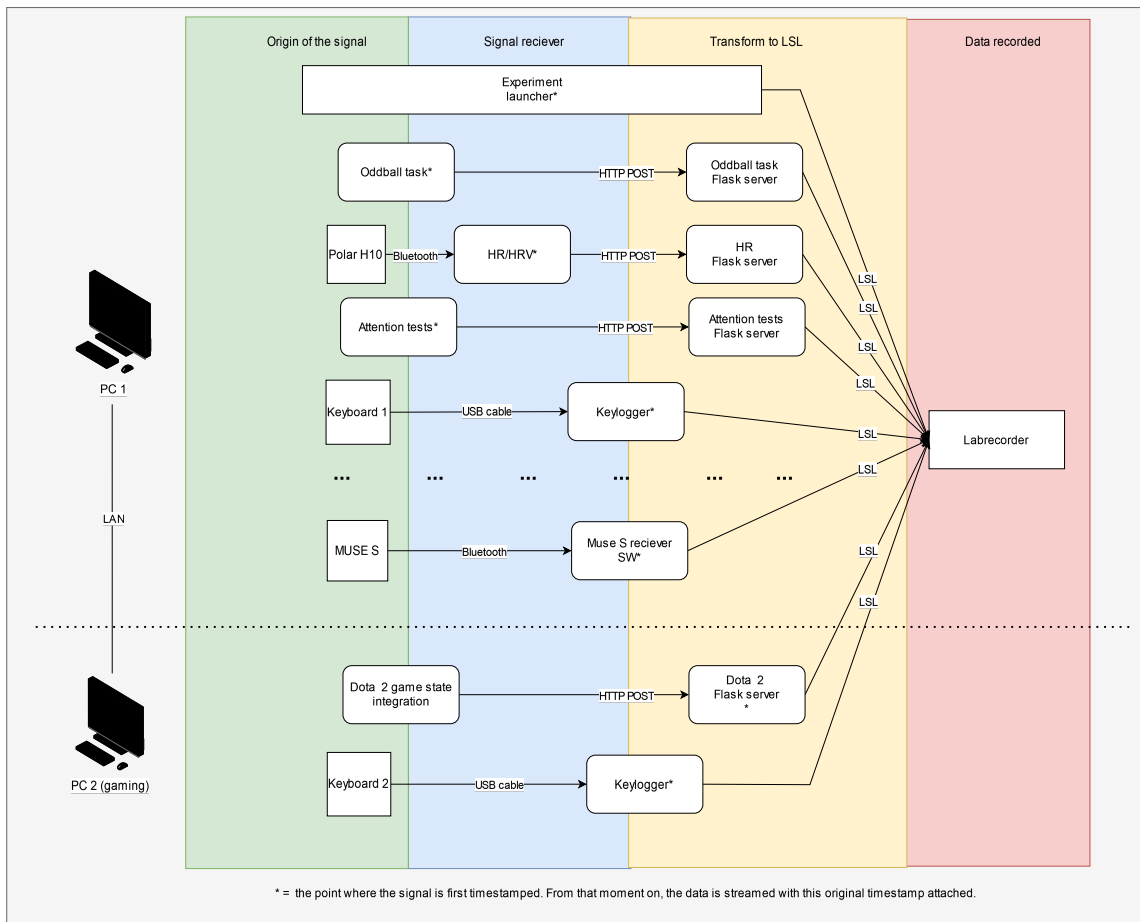
Tento příspěvek vznikl za podpory projektu *Faktory úspěšného psychologického a sociálního fungování člověka v měnícím se světě*, MUNI/A/1673/2024.

Literatura

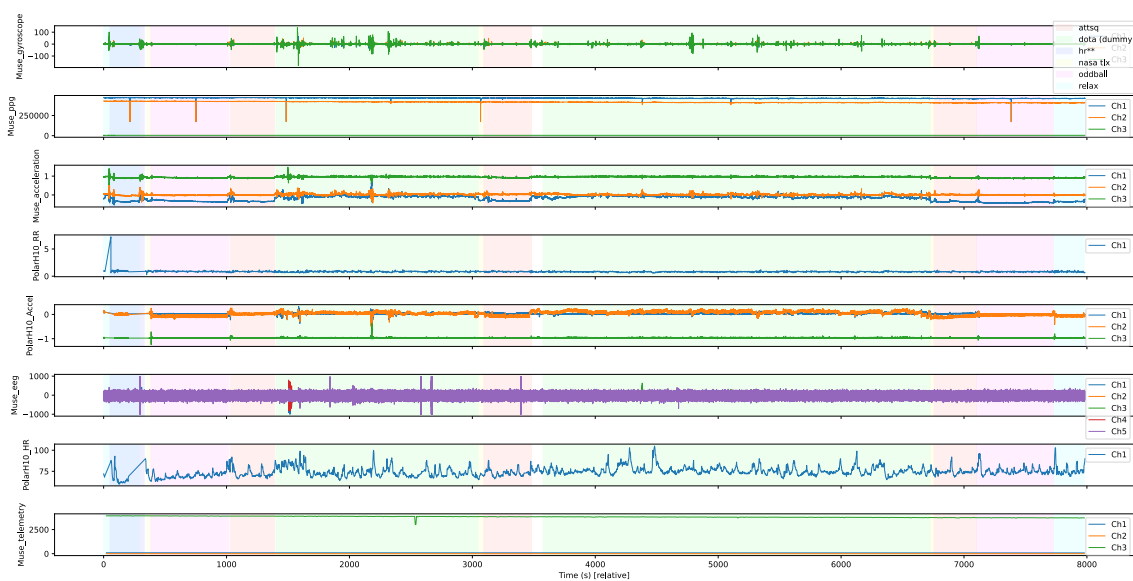
- Ballou, N. (2023). A manifesto for more productive psychological games research. *ACM Games: Research and Practice*, 1(1):1–26.
- Ben-Sadoun, G. a Alvarez, J. (2023). Gameplay bricks model, a theoretical framework to match game mechanics and cognitive functions. *Games and Culture*, 18(1):79–101.
- Burgoyne, A. P., Tsukahara, J. S., Mashburn, C. A., Pak, R. a Engle, R. W. (2023). Nature and measurement of attention control. *Journal of Experimental Psychology: General*, 152(8):2369–2402.
- Clarke, R. I., Lee, J. H. a Clark, N. (2017). Why video game genres fail. *Games and Culture*, 12(5):445–465.
- Dobrowolski, P., Hanusz, K., Sobczyk, B., Skorko, M. a Wiatrow, A. (2015). Cognitive enhancement in video game players: The role of video game genre. *Computers in Human Behavior*, 44:59–63.
- Dobrowolski, P., Skorko, M., Myśliwiec, M., Kowalczyk-Grębska, N., Michalak, J. a Brzezicka, A. (2021). Perceptual, attentional, and executive functioning after real-time strategy video game training: Efficacy and relation to in-game behavior. *Journal of Cognitive Enhancement*, 5(4):397–410.
- Elson, M., Breuer, J., Looy, J. V., Kneer, J. a Quandt, T. (2015). Comparing apples and oranges? evidence for pace of action as a confound in research on digital games and aggression. *Psychology of Popular Media Culture*, 4(2):112–125.
- Hornik, K., Stinchcombe, M. a White, H. (1989). Multilayer feedforward networks are universal approximators. *Neural Networks*, 2(5):359–366.
- Johannes, N., Vuorre, M. a Przybylski, A. K. (2021). Video game play is positively correlated with well-being. *Royal Society Open Science*, 8(2):202049.
- Kothe, C., Shirazi, S. Y., Stenner, T., Medine, D., Boulay, C., Grivich, M. I., Mullen, T., Delorme, A. a Makeig, S. (2024). The lab streaming layer for synchronized multimodal recording. *bioRxiv*, str. 2024.02.13.580071.
- Palau, M., Marron, E. M., Viejo-Sobera, R. a Redolar-Ripoll, D. (2017). Neural basis of video gaming: A systematic review. *Frontiers in Human Neuroscience*, 11:248.

- Russell, S. a Norvig, P. (2003). *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. Prentice-Hall, 2. vyd.
- Smerdov, A., Somov, A., Burnaev, E. a Stepanov, A. (2023). AI-enabled prediction of video game player performance using the data from heterogeneous sensors. *Multimedia Tools and Applications*, 82(7):11021–11046.
- Smerdov, A., Somov, A., Burnaev, E., Zhou, B. a Lukowicz, P. (2020a). Detecting video game player burnout with the use of sensor data and machine learning. *arXiv*.
- Smerdov, A., Zhou, B., Lukowicz, P. a Somov, A. (2020b). Collection and validation of psychophysiological data from professional and amateur players: a multimodal eSports dataset. *arXiv*.
- Turunen, M., Li, X. a Zhang, B. (2020). A preliminary network analysis on steam game tags. *Proceedings of the 23rd International Conference on Academic Mindtrek*, str. 65–73.
- Windleharth, T. W., Jett, J., Schmalz, M. a Lee, J. H. (2016). Full steam ahead: A conceptual analysis of user-supplied tags on steam. *Cataloging & Classification Quarterly*, 54(7):418–441.
- Zadtootaghaj, S., Schmidt, S., Barman, N., Möller, S. a Martini, M. G. (2018). A classification of video games based on game characteristics linked to video coding complexity. *2018 16th Annual Workshop on Network and Systems Support for Games (NetGames)*, 00:1–6.

Příloha:



Obr. 2: Celkové schéma aparatury.



Obr. 3: Vizualizace cca 2 hodiny trvajícího záznamu vybraných kanálů. Barevně jsou odlišeny jednotlivé části záznamu.