

Imerzivní virtuální realita jako nástroj pro simulaci evakuačního chování

Čeněk Šašík, Zdeněk Stachoň, Alžběta Šašíková, Kateřina Johecová

Katedra informačních studií a knihovnictví,
Geografický ústav

Katedra informačních studií a knihovnictví
Katedra informačních studií a knihovnictví a Psychologický ústav
Masarykova univerzita

cenek.sasinka@mail.muni.cz, stachon@mail.muni.cz, asasinkova@mail.muni.cz, katerina.johecova@mail.muni.cz

Abstrakt

Virtuální realita, a zvláště ta plně imerzivní představuje silný nástroj pro realizaci simulací, které by v reálném světě byly jen těžko proveditelné. Jednou z oblastí užití jsou simulace orientace a navigace v prostředí, například v kontextu únikového chování z budov při krizových situacích. Než lze ale výsledky takových simulací skutečně použít pro praxi je třeba odpovědět na otázku? V jak velké míře jsou simulace ve virtuální realitě spolehlivé a věrné skutečnosti a v jaké míře a v jakých parametrech se svého předobrazu z reálného světa liší. Cílem příspěvku je přiblížit postupy, které byly použity pro empirické srovnání chování lidí v reálné budově a při simulaci v jeho digitálním dvojčeti. Při dodržení definovaných standardů dosažení zjištění mohou vést k optimismu, nicméně zároveň poukazují na aspekty, kterým je třeba věnovat další pozornost.

1 Potenciál virtuální reality pro simulace

Virtuální realita jako médium nabízí příležitost převést část aktivit z reálného světa, především těch nebezpečných, nákladných, či obtížně uskutečnitelných, do světa umělého. Existují tak různé letecké simulátory, simulátory pozemních dopravních prostředků, probíhá nácvik prezentačních dovedností či komunikace příslušníků PČR při řešení závažných situací (Moravčík, 2021). Zásadní otázkou ale je, v jaké míře je chování a prožívání osob ve virtuálním světě shodné s tím reálným, a v jak velké míře je tedy možné z chování ve VR odvozovat na chování v reálném světě. V jak velké míře dochází rovněž k přenesení zkušenosti.

2 Výzkum v oblasti evakuace z budov

Jednou z oblastí, ve které má virtuální realita skutečně významný přínos, je simulace evakuačního chování z budov či větších komplexů, jako jsou např. nádraží, letiště či stadiony. Důvodů je několik. I pokud stavba již v dané době skutečně existuje, jsou simulace za

běžného provozu velice komplikované a mnohdy nákladné. Dalším důvodem, proč využívat pro simulace virtuální realitu je především možnost, že lze testovat evakuační chování v budovách, které jsou teprve ve fázi návrhu. U budov navrhovaných v současnost je běžnou součástí dokumentace v podobě digitálního modelu (BIM - Building Information Modeling), který lze po úpravách využít pro implementaci do platformy umožňující simulace (Kvarda, 2021). V případě, že je model dostupný, lze ho testovat a případně upravovat před vlastní realizací. V rámci aplikovaného výzkumného projektu “Kognitivní psychologie a prostorová syntaxe ve virtuálním prostředí pro agentní modely - TL02000103” bylo hlavním cílem ověřit, v jaké míře odpovídá chování jedinců při evakuaci ve virtuální realitě jejich chování v reálné budově. Aby bylo možné tuto otázku zodpovědět, bylo nejdříve nutné navrhnout samotné řešení simulací ve virtuální realitě. Byl tak navržen optimalizovaný postup, který umožnil využít BIM a na základě definovaných kroků vytvořit 3D model (digitální dvojče), které bylo následně využito při simulaci v herním enginu Unity. Druhým nutným krokem byl tedy vývoj aplikace v Unity, která umožňovala realizovat nejen simulovanou evakuaci při adekvátní interakci jedince s objekty budovy, ale zároveň umožňovala trekovat jeho akce, pohyb a dokonce oční pohyby (Ugwitz et al., 2022). Výstupem první fáze tak je metodika a aplikace, která umožňuje vytvářet digitální dvojčata budov a realizovat evakuaci. Díky dalším knihovnám a možnostem Unity lze řešení doplnit např. i autonomní agentní modely (viz Jualiani et al., 2018). Neméně důležitým výstupem je návrh metod a analýzy chování jedinců při evakuaci ve VR a jeho srovnání s daty z reálného průchodu reálnou budovou. Toto řešení navrhly společně Geografický ústav a Katedra informačních věd a knihovnictví na MU. Výsledky srovnání prokázaly, že v mnoha zásadních parametrech (např. vzdálenost první registrace navigačního značení) bylo chování srovnatelné (Stachoň et al., preprint 2022). Přes náročné řešení nebylo možné reflektovat všechny parametry, resp. operovat s jejich úrovní.

Hardware

2.1 Hardware a software

Pro výzkum v reálném prostředí byly použity ET brýle 2 od SMI (frekvence snímání 60 Hz, rozlišení 960 x 720p, 30 FPS). Pohyb participantů byl nahráván na přenosnou kameru Forever SC-210 Plus action cam (1920 x 1080p, 30FPS). Pro pohyb ve virtuálním prostředí byl použit headset HTC VIVE Pro Eye (1440 x 1600, 90 Hz, integrovaný ET snímá data ve frekvenci 120 Hz) a pro pohyb byl využit Lighthouse Position Tracking system (gen 2), který je v headsetu již zabudovaný (Stachoň et al., 2022).

Původní model budovy byl převeden do Unity pomocí Revit 2020 a Tridify cloud service. Pořipostupné optimalizaci byly doplněny další menší objekty vytvořené v Blenderu 2.80. Jako podpora eye-trackeru byl využit Vive SRanipal SDK 1.3, pro logování interakcí uživatelů s prostředím byl použit Toggle Toolkit (Ugwitz et al., 2021).

Pro analýzu dat z reálného prostředí byl použit program BeGaze od SMI (Stachoň et al., 2022).

2.2 Výsledky studie

Výsledky analýzy eye-trackingových dat ukázaly, že z hlediska pozornosti na objekty není v prostředích rozdíl. Pravděpodobnost, že se člověk zaměří na určitou kategorii (evakuační značení, informační cedule, nábytek, okna) je přibližně stejná, bez statisticky významných rozdílů. I vzdálenost, ze které se na daný objekt poprvé člověk podívá je srovnatelná až na okna, které upoutaly pozornost osob ve VR dříve o 1.6 metru, což je statisticky významné (Stachoň et al., 2022).

Z analýzy trasy pohybu vyplývá, že překryv trajektorie pohybu napříč celou trasou je 70 %. Osoby v reálném prostředí ale měly tendence držet se blízko zábradlí (oproti VR, kde se lidé drželi uprostřed schodiště) a obcházet sloupy ve větší vzdálenosti oproti VE (Stachoň et al., 2022).

3 Limity studie a další možnosti vývoje

I přesto, že se jedná o jedinečný výzkum, je stále ještě mnoho aspektů na které je třeba se zaměřit. Ať už kvůli hlubšímu porozumění kognitivních procesů během evakuace, tak kvůli vytvoření širší oblasti využití těchto prostředí.

3.1 Single vs. multiplayer

V reálném světě se jen málokdy evakuují jedinci samostatně. Jako další možný krok je tedy výzkum skupinového chování. Skupinová dynamika v reálném prostředí se zdá být přirozeně selektivní (např. Fu, Cao, Song a Fang, 2019), ale je třeba ověřit, zda virtuální prostředí nemá vliv na tvorbu sociálních struktur.

3.2 Více individuální odlišnosti

Na evakuační strategii v reálném prostředí má vliv více faktorů například pohlaví (Lin et al., 2012) či věk (Yamamoto et al., 2019), vliv mají i zkušenost (Hemmer et al., 2015) nebo kognitivní styl (Bocchi et al., 2019). Je možné, že některé z těchto faktorů bude ovlivňovat evakuaci ve virtuálním prostředí jinak než v tom reálném.

3.3 Více zapojit stress

Rozhodování, které je nedílnou součástí reálné evakuace, je ovlivněno stresem (Lerner, Li, Valdesolo, & Kassam, 2015). Částečně to šlo pozorovat i v tomto výzkumu, i když stres navozován nebyl. Někteří participanté však byli i tak velmi vystresovaní a chovali se jinak oproti zbytku. V navazujících studiích lze navozovat stres (například nezvyklým alarmem nebo prezentací s nenadálým podnětem) a sledovat rozdíly v stresové reakce v závislosti na prostředí a následný vliv stresu na evakuační strategie.

3.4 Více změn prostředí a typů scénářů

Prostředí je možné modifikovat - například přidáním kouře nebo ohně pro autentičnost. Virtuální budovy jsou také ideální pro nenákladné zkoušení různých prototypů nového orientačního značení. Podle potřeb jednotlivých výzkumů je možné měnit i scénáře - použít participanty, kteří budovu již znají (narozdíl od participantů v aktuálním výzkumu) nebo změnit jejich cíl, aby došlo ke komplexnější orientaci - například hledat konkrétní místo oproti jakémukoliv východu.

3.5 Otázka limitů způsobů lokomoce

Existuje několik způsobů ovládní pohybu po virtuálním prostředí (Boletsis & Chasanidou, 2022). Pro každý scénář se však hodí pouze některá. Je potřeba brát v potaz blízkost k reálnému pohybu, vyvolávání nevolnosti (*motion sickness*) nebo rychlost přenosu do prostředí. Jako nejpřirozenější náhrada pohybu by v našem typu experimentu byl mnohoseměrný pohyblivý pás. Ten je však zbytečně nákladný a jak bylo potvrzeno v tomto i v předchozích výzkumech, pro takový typ experimentu není nezbytný.

4 Oblasti využití

Jelikož byla ověřena ekvivalence vizuálního zpracování prostoru, lze vytvořené prostředí používat v rámci nácviků situací, které jsou na 100% podobnosti prostředí závislé. Protože se může jednat o nebezpečné situace (např. nácvik evakuačních postupů v komplexních budovách, vojenské výcviky) bylo nejprve potřeba ověřit ekvivalenci, aby nácviky byly efektivní. Pokud je prostředí jako intervenující

proměnná vyřazeno, lze virtuální realitu využívat k velmi detailnímu výzkumu kognice.

Poděkování

Tento výzkum vznikl za podpory Technologické agentury České republiky, grantové číslo TL02000103 (Kognitivní psychologie a prostorová syntaxe ve virtuálním prostředí pro agentní modely).

Literatura

- Bocchi, A., Palmiero, M., Nori, R. et al. (2019). Does spatial cognitive style affect how navigational strategy is planned?. *Exp Brain Res*, 237, 2523–2533.
- Boletsis, C., & Chasanidou, D. (2022). A Typology of Virtual Reality Locomotion Techniques. *Multimodal Technol. Interact.*, 6, 72.
- Fu, L., Cao, S., Song, W., & Fang, J. (2019). The influence of emergency signage on building evacuation behavior: An experimental study. *Fire and Materials*, 43(1), 22-33.
- Hemmer, I., Hemmer, M., Neidhardt, E., Obermaier, G., Uphues, R., & Wrenger, K. (2015) The influence of children's prior knowledge and previous experience on their spatial orientation skills in an urban environment, *Education 3-13*, 43:2, 184-196
- Juliani, A., Berges, V. P., Teng, E., Cohen, A., Harper, J., Elion, C., ... & Lange, D. (2018). Unity: A general platform for intelligent agents. arXiv preprint arXiv:1809.02627.
- Kvarda, O. (2021). Usability of building information modeling (BIM) for generating virtual geographic environments (VGEs). In International Cartographic Conference, Florence. doi:10.5194/ica-abs-3-168-2021.
- Lerner, J., Li, V., Valdesolo, P., & Kassam, K. (2015). Emotion and Decision Making. *Annual Review of Psychology*, 66, 799-823.
- Lin, C., Huang, T. Y., Lin, W. J., Chang, S. J., Lin, Y. H., Ko, W. I. et.al (2012). Gender differences in wayfinding in virtual environments with global or local landmarks. *Journal of Environmental Psychology*, 32, 89-96.
- Moravčík, O. (2021). Virtuální realita ve výcviku policistů. PČR: <https://www.policie.cz/clanek/virtualni-realita-ve-vy-cviku-policistu.aspx>
- Stachoň, Johecová, Kvarda, Snopková, Ugwitz, Šašínková, Ježek, Kubíček, Juřík, Švedová, Šašínká. The Possibilities of Using Virtual Environments in Research on Wayfinding, 13 September 2022, PREPRINT (Version 1) available at Research Square.
- Ugwitz, P., Šašínková, A., Šašínká, Č., Stachoň, Z., & Juřík, V. (2021). Toggle toolkit: A tool for conducting experiments in Unity virtual environments. *Behavior Research Methods*.
- Yamamoto, N., Fox, M., Boys, E., & Ord, J. (2019). Effects of orientation change during environmental learning on age-related difference in spatial memory. *Behav. Brain Res.*, 365, 125–132.
- Ugwitz, P., Kvarda, O., Juříková, Z., Šašínká, Č., & Tamm, S. (2022). Eye-Tracking in Interactive Virtual Environments: Implementation and Evaluation. *Applied Sciences*, 12(3), 1027.