

# Elektrookulografie



## Článek byl označen za rozpracovaný,

od jeho poslední editace však již uplynulo více než 30 dní

Chcete-li jej upravit, pokuste se nejprve vyhledat autora v historii (<https://www.wikiskripta.eu/index.php?title=Elektrookulografie&action=history>) a kontaktovat jej. Podívejte se také do .

Pokud vše nasvědčuje tomu, že původní autor nebude v editacích v nejbližší době pokračovat, odstraňte šablonu {{Pracuje se}} a stránku .

Stránka byla naposledy aktualizována ve středu 5. prosince 2018 v 19:59.

Elektrookulografie (angl. Eye-tracking) je metoda sledování pohybů oka a směru pohledu při pozorování určitého objektu. U člověka je možné ji využít k diagnostice některých onemocnění očí i odhalování psychických poruch<sup>[1]</sup>, metodu lze použít experimentálně obecně i u jiných obratlovců.<sup>[2]</sup> Metody eye-trackingu mohou být využity také jako rozhraní pro komunikaci člověka s počítačem (brain-computer interface, BCI) v rehabilitačním inženýrství (např. u quadriplegiků)<sup>[3]</sup>, ale rovněž může najít uplatnění i v moderních počítačových hrách.<sup>[4]</sup> Měříme i čas, po který je daný objekt pozorován. Přístroj, který snímá pozici a pohyb očí se nazývá eye-tracker<sup>[5]</sup>. Eye-tracker zaznamenává bod, na který se aktuálně upíná zrak, v rámci oční sakády,<sup>[6]</sup> registruje pohyby očí vůči okolí a je obvykle založen na metodě detekce středu zornice a odrazu světla od rohovky (pupil center corneareflectiontechnique – PCCR).<sup>[7]</sup>

## Mechanické metody

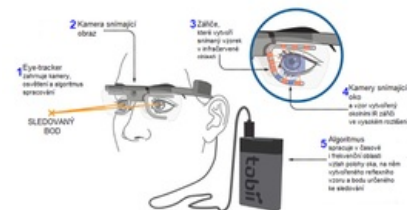
Využívaly se v samotných začátcích, jednalo se obvykle o mechanické spojení oka a záznamového zařízení. Spočívaly v napojení neprůhledných destiček ve formě kontaktní čočky s průřezem pro zorníčku pomocí lanka na jehlu pro záznam, popř. v připevnění zrcátka na čočku a odrazení paprsku na fotosenzitivní vrstvu.<sup>[8]</sup>

## Elektrostatické metody - elektrookulografie (EOG)

Při změně polohy oka nastávají napěťové změny – změny elektrického potenciálu, které jsou vyvolané rotací oka, jelikož oko se chová jako elektrický dipól se záporným pólem na sítnici a kladným pólem na rohovce. Tento potenciál lze snímat neinvazivními EOG elektrodami. V průběhu vyšetření sleduje vyšetřovaný fixační značky vlevo a vpravo, které jsou umístěné po stranách Ganzfeldovy polokoule.<sup>[9]</sup> Napěťový rozsah EOG je cca 10  $\mu$ V-3,5 mV a frekvenční rozsah je v intervalu 0-100 Hz.<sup>[10]</sup> Metody využívající optické sledování oka - Videookulografie Při této metodě jsou využívány videozáznamy oka pro určování jeho pohybu. Metody jsou závislé na kvalitě snímání a zpracování signálu.<sup>[11]</sup> Patří sem již výše zmíněná metoda detekce středu zornice a odrazu světla od rohovky, při které se využívá nasvícování oka infračerveným světlem. Infračervené světlo je namířeno na střed očí – zornici – čímž způsobuje viditelné odrazy v rohovce.<sup>[12]</sup> Tyto odrazy jsou zaznamenávány infračervenou kamerou. Záznam odrazů od mnoha odrazových ploch tvořících jednotlivé části oka tvoří pak tzv. Purkyňovy obrazy.<sup>[13]</sup> Obrazy mohou být pro každé oko odlišné. Výsledkem sběru dat je zobrazení pomocí tzv. Heat Maps.<sup>[14]</sup>

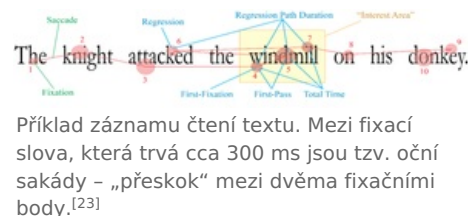
## Využití Eye-tracking v praxi

Eye-tracking, EOG i videookulografie, mají potenciál využití nejen v medicíně, ale i v mnoha oblastech běžného života. Naše oči neustále sledují svět okolo nás a vyhodnocují ho a na základě vizuálního podnětu jednáme, provádíme úkony, rozhodujeme se. Každý den řídíme auto, čteme, používáme počítačové programy, mobilní aplikace, hrajeme hry, díváme se na filmy, vybíráme si a kupujeme produkty. Ve všech těchto oblastech nalézá eye-tracking své uplatnění. Pomocí EOG lze provádět výzkum a diagnostikovat například schizofrenii<sup>[16]</sup> nebo posttraumatickou stresovou poruchu.<sup>[17]</sup> Dalším medicínským využitím je diagnostika poruch vestibulárního systému, které souvisejí s udržováním rovnováhy, takové poruchy se projevují např. závratí nebo nevolností.<sup>[18]</sup> Pochopitelně je možné vyšetření okulomotorického systému.<sup>[19]</sup> Významnou výhodou EOG oproti jiným metodám sledování očních pohybů je možnost sledování očních pohybů za různých světelných podmínek nebo při zavřených očích – právě toho se hojně využívá při vyšetření spánku ve spánkových laboratořích. Součástí spánkové studie (většinou v kombinaci s EEG) je informace o pohybech očí během spánku<sup>[20]</sup> – např. dle rychlého pohybu očí je pojmenována REM fáze spánku (REM=rapid eyemovement).<sup>[20]</sup> Sledování pohybu očí lze také využít jako doplněk při výzkumu sociálních interakcí.<sup>[21]</sup> Nelze ani opominout, že stále probíhají studie zabývající se tím, jak samotný pohyb očí funguje, jaké jsou druhy pohybu očí a jak se stáří, únava, celkový zdravotní stav nebo samotné metody měření projevují právě v očních pohybech – nahodilých, během spánku, při reakcích včetně udržování rovnováhy nebo při čtení.<sup>[22]</sup>



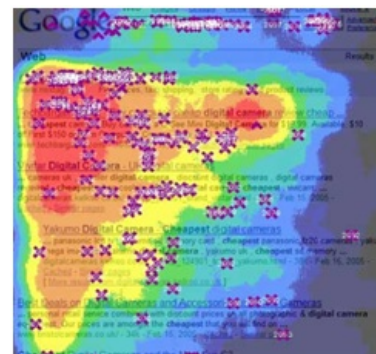
Schematické znázornění videookulografie<sup>[15]</sup>

Eye-tracking se rovněž uplatní při studiích zabývajících se mechanismem vizuálního hledání nebo sledování jednoho či více podnětů. Dále pak při zkoumání čtení textu, při čtení hudebních not nebo při tzv. rychločtení. Využívá se i při zkoumání dyslexie.<sup>[24]</sup> Existují výzkumy, které se zabývají kapacitou pracovní paměti mozku pro vizuální stimuly, řešením vizuálně založených problémů, zpracováváním vizuálních informací mozkem, strategie učení mozku. Zkoumány jsou dopady kognitivních procesů na pohyb očí, obzvláště rozhodování.<sup>[25]</sup> Sledování pohybu očí doplněné o další informace (např. pohyb víček) má své využití při zkoumání ztráty pozornosti a nebezpečí usnutí při řízení, jehož snahou je předcházet dopravním nehodám. V marketingových studiích je opět sledování pohybu očí využito při návrhu produktu nebo jeho obalu, snadno rozpoznatelného loga, anebo reklamy, jež musí být srozumitelná. Z podobných důvodů používají eye-tracking vývojáři počítačových programů, uživatelských rozhraní, aplikací, videoher, webových stránek apod.<sup>[26]</sup>

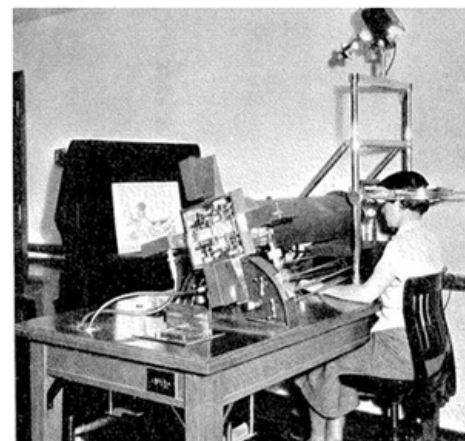


## Eye-tracking - historie

Již před 2000 lety se stal zrak předmětem zkoumání. První záznamy máme od Aristotela, který se zabýval především binokulárním viděním. Asi 400 let po Aristotelovi provedl Klaudios Ptolemaios první pokusy, kde zkoumal například rozsah pohybů oka. Jako první poznamenal, že oči vůči sobě mohou měnit směr horizontálně, ale ne vertikálně. Leonardo da Vinci se také věnoval binokulárnímu vidění. Na základě anatomického pozorování zdůvodnil společný pohyb očí zkřížením zrakových nervů. V osmnáctém století uskutečnil W.C. Wells výzkum, který vysvětloval zkreslené vidění během a po rotaci celého těla. Pomocí sledování očí po rotaci zjistil, že se nadále pohybují i po zastavení těla. Poukázal na tzv. optokinetický nystagmus (kmitavý pohyb očních bulbů) a také na jeho zmírnění zaměřením na jeden bod.<sup>[28]</sup> První pozorování založené vyloženě na sledování očních pohybů proběhly koncem devatenáctého století. V roce 1879 Louis Emile Javal zjistil, že během čtení se oko nepohybuje kontinuálně, ale v jednom bodě udělá pauzu a pak se přesune do dalšího bodu.<sup>[29]</sup> V roce 1908 pak Edmund Huey vytvořil první zařízení, které dokázalo sledovat oční pohyby během čtení.<sup>[30]</sup> Jeho zařízení bylo založeno na mechanické metodě. První záznam vytvořil v roce 1937 psycholog Guy Thomas Buswell. Použil světelné paprsky, které se odrážely od čtenářova oka a ty zachytil na film. Při tom zjistil, že je rozdíl, jestli čte člověk potichu nebo nahlas. Během dvacátého století probíhaly další výzkumy, především ve spojitosti s psychikou. Od sedmdesátých let se staly metody sledování méně invazivní a přesnější. Další velký posun přišel s vývojem počítačových technologií.<sup>[31]</sup>



1. FEJTOVÁ, Marcela; FABIÁN, Vratislav; DOBIÁŠ, Martin. Sledování očních pohybů pro diagnostiku dyslexie. INSPO 2011-Internet a informační systémy pro osoby se specifickými potřebami, 2011, 10-12.
2. Animals in theNews - TheAtlantic. [online]. Dostupné z: <https://www.theatlantic.com/photo/2012/12/animals-in-the-news/100430/#img26>
3. Howeyetrackingworks - TobiiDynavox. Power to beYou - TobiiDynavox [online]. Copyright © Copyright 2018 TobiiDynavox [cit. 04.12.2018]. Dostupné z: <https://www.tobiidynavox.com/about/about-us/how-eye-tracking-works/>
4. JOHANSEN, Sune Alstrup; NØRGAARD, Mie; SOERENSEN, Janus Rau. Caneyetrackingboostusabilityevaluationofcomputergames?. In: Conference on HumanFactors in Computing Systems, CHI 2008. 2008.
5. FARNSWORD, Bryn. WhatisEyeTracking and HowDoesitWork?.IMOTIONS [online]. Boston, 26.1.2018 [cit. 2018-11-28]. Dostupné z: <https://imotions.com/blog/eye-tracking-work/>
6. POPELKA, Stanislav; BRYCHTOVÁ, Alžběta; VOŽENÍLEK, Vít. Eye-tracking a jeho využití při hodnocení map. Geografický časopis, 2012, 64.1: 71-87.
7. CHO, Dong-Chan, et al. Long rangeeyegazetrackingsystemfor a largescreen. IEEE Transactions on Consumer Electronics, 2012, 58.4.
8. Základní úvod do EyeTrackingu. Výzkumná laboratoř Eye-trackingu Ostravské univerzity [online]. Ostrava, 2014 [cit. 2018-11-28]. Dostupné z: <http://vlet.osu.cz/e-tracking.htm>
9. Fyziologie oka a vidění. 2., dopl. a přeprac. vyd. Praha: Grada, 2014, s. 67. ISBN 978-80-247-3992-2.
10. Hozman J.: a kol.: Praktika z biomedicínské a klinické techniky. Skripta FBI ČVUT Praha 2008
11. BASTL, Petr. Určení směru pohledu [online]. Brno, 2011 [cit. 2018-11-28]. Dostupné z: <https://core.ac.uk/download/pdf/30298017.pdf>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně.
12. FARNSWORD, Bryn. WhatisEyeTracking and HowDoesitWork?.IMOTIONS [online]. Boston. 26.1.2018 [cit. 2018-11-



Aparatura (r.1937) k zachycení očních pohybů na fotografický film<sup>[32]</sup>

- 28]. Dostupné z: <https://imotions.com/blog/eye-tracking-work/>
13. BASTL, Petr. Určení směru pohledu [online]. Brno, 2011 [cit. 2018-11-28]. Dostupné z: <https://core.ac.uk/download/pdf/30298017.pdf>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně.
14. HOLMQVIST, Kenneth, et al. Eyetracking: A comprehensive guide to methods and measures. OUP Oxford, 2011.
15. Eyetracking technology for research - Tobii Pro [online]. Copyright © [cit. 04.12.2018].
16. HOLZMAN, Philip S., et al. Eye-tracking dysfunctions in schizophrenic patients and their relatives. Archives of general psychiatry, 1974, 31.2: 143-151.
17. FELMINGHAM, Kim L., et al. Eyetracking and physiological reactivity to threatening stimuli in posttraumatic stress disorder. Journal of anxiety disorders, 2011, 25.5: 668-673.
18. BENITEZY, Jaime T. Eye-tracking and optokinetic tests: Diagnostic significance in peripheral and central vestibular disorders. The Laryngoscope, 1970, 80.6: 834-848.
19. GREEN, C. R., et al. Oculomotor control in children with fetal alcohol spectrum disorders assessed using a mobile eye-tracking laboratory. European Journal of Neuroscience, 2009, 29.6: 1302-1309.
20. HOLMQVIST, Kenneth, et al. Eyetracking: A comprehensive guide to methods and measures. OUP Oxford, 2011.
21. WU, David W.-L., et al. Why we should not forget about the Non-social World: Subjective Preferences, Exploratory Eye-movements, and Individual Differences. In: 35th Annual Meeting of the Cognitive Science Society. Berlin, Germany: Cognitive Science Society, 2013. S. 3801-3806.
22. LANTHIER, S. N. Measuring the separate effects of practice and fatigue on eye movements during visual search. In: Proceedings of the 25th Annual Meeting of the Cognitive Science Society. Berlin, Germany: Cognitive Science Society, 2013.
23. tam blaxter [online]. Copyright © [cit. 05.12.2018].
24. FEJTOVÁ, Marcela; FABIÁN, Václav; DOBIÁŠ, Martin. Sledování očních pohybů pro diagnostiku dyslexie. INSPO 2011-Internet a informační systémy pro osoby se specifickými potřebami, 2011, 10-12.
25. TRAXLER, Matthew J.; MORRIS, Robin K.; SEELY, Rachel E. Processing subject and object relative clauses: Evidence from eye movements. Journal of Memory and Language, 2002, 47.1: 69-90.
26. WIPFLI, Rolf. Eyetracking and its application in educational multimedia. 2007.
27. Gollumelite mythe ou réalité ? - Zandit.fr nouveau-né de la gollumelite , un conflit d'une double personnalité sur un chemin déjà amorcé
28. Pioneers of eye movement research. National Center for Biotechnology Information [online]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3563053/>
29. BASTL, Petr. Určení směru pohledu [online]. Brno, 2011 [cit. 2018-11-28]. Dostupné z: <https://core.ac.uk/download/pdf/30298017.pdf>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně.
30. EyeTrackingThroughHistory • EyeSeeResearch. EyeSeeResearch • The next step in eyetracking technology [online]. Copyright © EyeSeeResearch 2014 [cit. 04.12.2018]. Dostupné z: <http://eyesee-research.com/blog/eye-tracking-history/>
31. EyeTrackingThroughHistory • EyeSeeResearch. EyeSeeResearch • The next step in eyetracking technology [online]. Copyright © EyeSeeResearch 2014 [cit. 04.12.2018]. Dostupné z: <http://eyesee-research.com/blog/eye-tracking-history/>
32. EyeSeeResearch • The next step in eyetracking technology [online]. Copyright © P [cit. 05.12.2018].