

### OPTIMALIZACE VÝUKY FYZIKY PROSTŘEDNICTVÍM SLEDOVÁNÍ OČNÍHO POHYBU STUDENTŮ

Lukáš PAWERA, Vít MUSIL

#### Abstrakt

Eyetracking je nová technologie, která umožňuje sledovat oční pohyb jedince při pozorování určitého textu nebo obrazu. V didaktice fyziky lze tuto technologii použít pro zlepšení výuky a porozumění studentů. Sledování očního pohybu může poskytnout učitelům cenné informace o tom, jaké části prezentovaného materiálu studenti nejvíce pozorují a kde se soustředí jejich pozornost. Tato informace umožňuje učitelům optimalizovat svou výuku a prezentovat informace tak, aby byly co nejefektivněji zpracovávány studenty.

#### OPTIMIZING THE TEACHING OF PHYSICS THROUGH STUDENT EYE MOVEMENT MONITORING

#### Abstract

Eye-tracking is a new technology that makes it possible to track the eye movement of an individual while observing certain text or image. In physics teaching, this technology can be used to improve teaching and student understanding. Eye movement tracking can provide teachers with valuable information about what parts of the presented material students are looking at the most and where their attention is focused. This information allows teachers to optimize their teaching and present information in a way that is most efficiently processed by students.

#### Úvod

Výukové materiály nebo didaktické testy lze dnes již běžně získat v elektronické podobě. Dá se předpokládat, že množství elektronických studijních materiálů převažuje nad klasickou tištěnou formou. Takový výukový materiál může mít výhody v jednoduché možnosti editace, interaktivitě a tvorbě přímo na míru vyhovující jak žákům, tak učitelům. Nicméně tato činnost vyžaduje jisté zásady, dovednosti a zkušenosti, které student učitelství, nebo začínající učitel ještě nemá.

Kritérií, jak je daný učební materiál kvalitní, může být několik. Například se hodnotí autorskoprávní požadavky – je užitečné, když žáci, učitelé a další vzdělavatelé mohou tato díla sami upravovat, vylepšovat, využívat ve výuce a následně šířit. Další mohou být technické požadavky, požadavky na odbornou správnost, pedagogiku a didaktiku, požadavky zajišťující obsahovou kvalitu a zpracování podporující využitelnost pro učení a vzdělávání. [1]

Kvalitu však nejlépe ověří přímé nasazení do výuky. Nicméně by bylo vhodné se blíže podívat na to, jak samotní žáci nebo studenti s takovým studijním materiálem pracují.

Dominantním smyslem, kterým vnímáme, je zrak, je to asi 80 % všech informací, které musí zpracovat náš mozek díky očím. Při tomto procesu se naše oči zaměřují na

určité objekty, a během toho konají jisté pohyby, které mohou být jak vědomé, tak pohyby, které nelze ovládat vůlí.

### 1. Oční pohyby

Oční pohyby lze rozdělit do čtyř kategorií:

- **Sakády** – rychlé verzí pohyby obou očí, jejich účelem je zobrazit předmět zájmu co nejrychleji na střed sítnice, lze provést vědomě
- **Sledovací pohyby** – pomalé, verzí pohyby obou očí, jejich cílem je, aby pohybující se objekty byly na sítnici zobrazeny ostře. Nelze je kontrolovat vůlí.
- **Vergenční pohyby** (akomodace, fúze) – zajišťují, že se objekty v různé vzdálenosti zobrazí na korespondující místa sítnic obou očí
- **Reflexní pohyby** – optokinetický nystagmus (rytmický konjugovaný kmitavý pohyb), vestibulookulární reflex [2]

### 2. Okulografie

Metoda sledování pohybů oka a směru pohledu při pozorování určitého objektu se nazývá okulografie. Metody můžeme dělit podle principu sledování, a to na mechanickou, elektrostatickou, magnetickou a optickou. Nejčastěji se používají optické metody, které jsou neinvazivní a nevyžadují žádnou dodatečnou instalaci detektorů přímo na oční orgán. Při této metodě se využívá odrazu od optického rozhraní oka, a to rohovky a čočky, kdy vznikají čtyři Purkyňovy obrazy. K určení polohy oka se pak využívají polohy Purkyňových obrazů vzhledem k zornici. Poloha obrazů je závislá na poloze světla vzhledem k oku, proto se používá jako zdroj světla infračervené záření, které by mělo spolu s detektorem (kamerou) mít neměnnou polohu vzhledem k oku.

Při vyhodnocování výsledků z profesionálních eyetrackerů se sleduje mnoho parametrů. Jsou to: statické nebo dynamické oblasti zájmu (AOI), celková doba fixace na vybranou oblast, doba fixace na každou oblast, čas strávený na první fixaci, čas strávený od začátku stimulu do prvního příchodu fixace, součet revidovaných dob fixací v rámci AOI, podíl času fixovaného na AOI ve srovnání s celkovým trváním fixace nebo celkovou dobou trvání celého úkolu, suma času sakád v rámci AOI, podíl času fixovaného na AOI ve srovnání s celkovým trváním fixace nebo celkovou dobou plnění celého úkolu, čas strávený prvním vstupem AOI až do opuštění, součet času stráveného znovu navštívením AOI, rozmístění fixací, sled alokací fixací na AOI, vzdálenost mezi dvěma po sobě jdoucími fixacemi, vzor fixačních sekvencí, celkový počet fixací počítaných v rámci AOI nebo úlohy, průměrný počet fixací na každý AOI, součet revidovaného počtu fixací v rámci AOI, poměr počtu fixací v rámci AOI ve srovnání s celkovým počtem fixací, celkový počet sakád počítaných v rámci AOI, počet opakovaných fixačních cyklů mezi AOI, celkový čas strávený fixacemi. [3]

Pro jednoduchou analýzu učebního textu však není potřeba znát všechny tyto parametry, které jsou základem důkladné odborné pedagogicko-psychologické analýzy s nutností používat profesionální eyetrackery přímo k tomu určené. V dnešní době jsou k dostání jednodušší zařízení, která umožňují sledovat oční pohyb na obrazovce monitoru. Pro první kontakt a základní seznámení s problematikou se dají bez obtíží využít. Při dodržení jistých zásad lze z těchto zařízení získat užitečná data pro analýzu učebního textu, rozlišení a identifikaci strategií při řešení fyzikálních úloh, analýzu práce s textem a obrazem.

### 3. Tobii Eye Tracker 5

Konkrétním případem může být zařízení Tobii Eye Tracker 5. Cena tohoto zařízení je přibližně 280 eur, cena špičkových profesionální zařízení, které umožňují studium např. i mikrosakád, může dosahovat až 10 000 eur. Tobii Eye Tracker 5 se umísťuje na spodní hranu monitoru a po kalibraci na konkrétního uživatele umí znázorňovat lokaci na obrazovce, kde je zaměřen aktuální pohled. Primární určení tohoto zařízení je k ovládání aplikací a simulátorů (her) prostřednictvím očí, nebo k vytváření videoobsahu se současným znázorněním aktuálního pohledu uživatele na konkrétní místo na obrazovce. Toto zařízení může být využito i pro didaktické účely, např. při sledování řešení fyzikálních úloh. Počítače vybavené eyetrackery a grafickým tabletem mohou sloužit jako jednoduchý a efektivní nástroj. Taková sestava nabízí mnoho možností, jak se dá využít.

### 4. Příklady využití jednoduchého eyetrackeru

- a) Sledování pohledu při řešení úloh umožňuje určit, kam se studenti dívají při řešení fyzikálních úloh. Tím lze získat důležité informace o procesu myšlení a strategiích, které studenti používají. Tímto způsobem lze identifikovat možné problémy s porozuměním nebo chybami při řešení úloh a přizpůsobit výuku tak, aby lépe odpovídala potřebám studentů.
- b) Zpětná vazba na studentovo chování při řešení úloh. Sledování pohledu může poskytnout okamžitou zpětnou vazbu studentům ohledně jejich chování při řešení fyzikálních úloh. Například pokud se studenti příliš dlouho zaměřují na nesprávnou část úlohy, může učitel intervenovat a upozornit je na chybu nebo jim poskytnout další vysvětlení. Tímto způsobem lze efektivněji podporovat proces řešení úloh.
- c) Sledování pohledu může poskytnout cenné informace o tom, jak se studenti zaměřují na různé části úlohy, jak se přesouvá jejich pozornost mezi různými prvky a jak se soustředí na klíčové informace. Tyto poznatky mohou být použity pro lepší porozumění procesům myšlení a rozvoj efektivnějších výukových strategií.
- d) Vylepšení interaktivních výukových materiálů, možná integrace do interaktivních výukových materiálů například v prostředí virtuální reality.
- e) Diagnostika a hodnocení. Sledování pohledu může pomoci diagnostikovat specifické obtíže studentů při řešení fyzikálních úloh. Analyzováním dat o pohybu očí lze identifikovat oblasti, ve kterých studenti nejčastěji činí chyby nebo se zaměřují na nesprávné informace. Toto poznání může být využito pro personalizované hodnocení a zpětnou vazbu, která je zaměřena na specifické potřeby jednotlivých studentů.
- f) Návrh efektivních výukových materiálů. Sledování pohledu může poskytnout učitelům cenné informace o tom, které části fyzikálních úloh jsou pro studenty nejzajímavější, nebo na které části úloh se zaměřují nejvíce. Tyto poznatky mohou být využity při návrhu výukových materiálů tak, aby byly lépe přizpůsobeny preferencím a potřebám studentů.
- g) Výzkum porozumění fyzikálním konceptům. Sledování pohledu může poskytnout informace o tom, jak studenti vnímají a porozumějí fyzikálním konceptům. Například lze sledovat, na které části úloh se studenti soustředí nebo jaké jsou jejich reakce na určité koncepty. Tím lze lépe porozumět mentálním modelům studentů a identifikovat oblasti, které vyžadují další výklad nebo zdůraznění.

- h) Studium očních pohybů expertů. Sledování očních pohybů může být také použito pro studium strategií a chování expertů při řešení fyzikálních úloh. Tím lze získat vhled do efektivních řešitelských strategií a přístupů, které mohou být sdíleny s ostatními studenty a pomoci jim vylepšit své vlastní dovednosti.

### Závěr

Používání digitálních učebních materiálů přináší spoustu nových možností. Pro stávající generaci je navíc tato forma více přirozená. Využití eyetrackerů při řešení fyzikálních úloh otevírá nové možnosti v oblasti vzdělávání a výzkumu. Tato technologie umožňuje sledování pohybu očí studentů a poskytuje cenné informace o jejich zaměření, strategiích a procesech myšlení. Tímto způsobem lze získat hlubší porozumění kognitivním procesům, které se odehrávají při řešení fyzikálních úloh. Sledování pohledu pomocí eyetrackerů poskytuje učitelům unikátní nástroj pro diagnostiku, hodnocení a personalizaci výuky.

Nicméně, při využívání eyetrackerů je důležité brát v úvahu omezení technologie a zohledňovat individuální rozdíly mezi studenty. Navíc je nutné brát v úvahu metodiku zpracování a vyhodnocování výsledků. Další otázkou je ochrana dat a zajištění soukromí studentů.

### Literatura

1. Kritéria kvality digitálních vzdělávacích zdrojů podpořených z veřejných rozpočtů [online]. [cit. 2023-05-31]. Dostupné z: [clanky.rvp.cz/clanek/c/Z/21071/kriteriia-kvality-digitalnich-vzdelavacich-zdroju-podporenych-z-verejnych-rozpocetu.html](http://clanky.rvp.cz/clanek/c/Z/21071/kriteriia-kvality-digitalnich-vzdelavacich-zdroju-podporenych-z-verejnych-rozpocetu.html)
2. NOVÁKOVÁ, Z. Supranukleární okoohybné poruchy. [online]. 2016 [cit. 2023-05-31]. Fyziologický ústav LF MU. Dostupné z: [is.muni.cz/el/1411/podzim2015/BTNO0311p/um/Supranuklearni\\_poruchy\\_motility.pdf](http://is.muni.cz/el/1411/podzim2015/BTNO0311p/um/Supranuklearni_poruchy_motility.pdf)
3. LAI, M.–L., TSAI, M.–J., YANG, F.–Y., HSU, C.–Y. a LIU, T.–C.. A review of using eye-tracking technology in exploring learning from 2000 to 2012. Educational Research Review. 2013, roč. 10, s. 90–115. ISSN 1747-938X.
4. ROSIEK, R. Psychophysiological Methods In Research on Didactics of Physics. Krakow, 2015. Pedagogical University of Cracow.
5. Tobii [online]. [cit. 2023-05-31]. Dostupné z: [www.tobii.com](http://www.tobii.com)

### Kontaktní adresa

Mgr. Lukáš Pawera  
Katedra fyziky, chemie a odborného vzdělávání  
Pedagogická fakulta  
Masarykova univerzita  
Poříčí 623/7, 603 00 Brno  
Telefon: +420 549 49 6630  
E-mail: pawera@ped.muni.cz