

Dřepování na plošném siloměru a čtení zaznamenaného grafu žáky sledované oční kamerou

MARTINA KEKULE

Matematicko-fyzikální fakulta Univerzity Karlovy, Praha

Abstrakt

Cílem příspěvku je prezentace řešení úlohy s grafem zaznamenané pomocí oční kamery, pomocí níž jsme mohli sledovat, na co žáci při prohlížení grafu směřují pozornost. Konkrétně se jednalo o graf závislosti působící síly na čase zaznamenávající dřepování na tzv. plošném siloměru. Žáci střední školy ho nejprve volně prohlíželi, a poté řešili zadané úkoly týkající se prezentovaného grafu. Výstupy ukazují rozdílné přístupy žáků, jak během volného prohlížení, a tím zřejmě i jejich odlišné představy o grafech, tak i v jejich správnosti řešení zadaných úkolů a tedy i v jejich fyzikálním porozumění prezentovanému grafu.

Úvod

Jedním z možných způsobů experimentování ve výuce je využití elektronických senzorů ke sběru dat a následné vyhodnocení a interpretace těchto dat. Pro žáky je tedy důležité umět nejen navrhnout a sestavit experiment, ale také umět pracovat s daty případně už danými grafickými výstupy dat. V tomto případě software k senzorům velmi často nabízí kromě tabulky hodnot i data zobrazená přímo do grafu. Jak žáci postupují při interpretaci získaných grafů? S jakými problémy se mohou při interpretaci potkat? Informace poskytující hlubší vhled do tohoto tématu pak mohou učitelům posloužit jako odrazový můstek pro zefektivnění vlastní výuky, pokud pracují s žáky a výstupy ze zmíněných experimentů.

Co a jak jsme zkoumali aneb Jak se dělá myšlení?

Žákům jsme promítli na obrazovku počítače graf – výstup měření. Cílem interpretace grafu může být pouze jeho volné prohlížení a zjišťování charakteru zobrazených dat. Nebo můžeme daný graf prohlížet s cílem vyřešit zadaný úkol. I řešení zadaného úkolu bude v sobě zahrnovat první část, tj. volné prohlížení grafu. Pro jasné odlišení žákovských strategií při volném prohlížení a řešení úloh, žáci zadaný graf nejprve volně prohlíželi během 7 s a poté následně

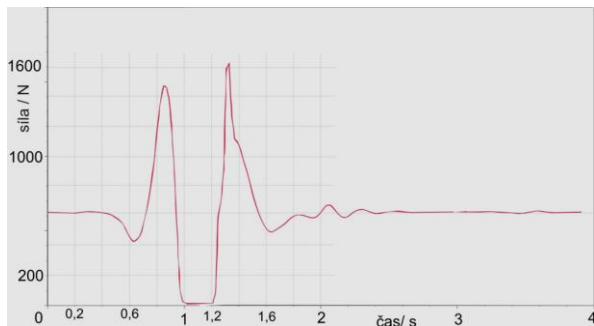
dovaly 4 otázky vztahující se k danému grafu s tím, že si po otázce opět mohli zobrazit daný graf.

Běžně v reálném světě můžeme sledovat činnost s materiálními objekty, ať už například ve škole žáci sledují činnost učitele a mohou ji pak napodobovat nebo naopak, učitelé sledují činnost žáků a mohou z ní získávat zpětnou vazbu, inspiraci pro další práci apod. Můžeme však sledovat přemýšlení učitele, žáků, dalších expertů v oboru? Jednou z možností, která toto umožňuje je tzv. oční kamera (eye-tracker), která zaznamenává pohyb očí žáků, a na základě tzv. eye-mind předpokladu [1] tak můžeme sledovat zaměření jejich pozornosti při řešení daných úkolů, tj. strategii při prohlížení grafu. O využití oční kamery k hlubšímu pochopení žakovských strategií při řešení fyzikálních problémů viz např. [4] a [5].

Pozorované osoby a použitá technologie

Celkem jsme získali validní data od 22 žáků ze středních škol; z toho 3 žáků z matematického gymnázia z Moravskoslezského kraje, 10 žáků z kraje Praha, a jednoho vyučujícího. Data byla získána pomocí oční kamery TX300 od firmy Tobii snímající pozici očí s frekvencí 300 Hz. Pro určení fixací a sakkád byl použit vestavený IVT filtr a prezentované výstupy byly vytvořeny v softwaru TobiiPro3.2. Žáci byli z důvodu dalšího experimentu rozděleni do dvou skupin, a proto, kde to software neumožňuje, jsou uvedeny výsledky pro dvě skupiny žáků s počty 13 žáků a 9 žáků.

Zadaný graf a průběh experimentu



Obr. 1 Promítaný graf. Zobrazuje závislost síly osoby působící na siloměrnou plošinu v průběhu provedení dřepu, výskoku a následného dopadu zpět na plošinu.

Žákům byl zadán graf na obr. 1. Jedná se o autentický záznam provedeného dřepu a následného výskoku na tzv. siloměrné plošině od firmy Vernier. Provedení experimentu a možné výstupy pohybu na této plošině jsou například popsány v [2], s podobnou úlohou se můžeme setkat i v [3].

Žáci si nejprve daný graf po dobu 7 s volně prohlíželi s tím, že budou následovat otázky a daný graf si budou moci opět zobrazit. Následující otázky se týkaly interpretace dat v grafu, konkrétně jsme se ptali na: váhu osoby na plošině, po popisu provedeného pohybu na plošině nás dále zajímalo: kdy byla osoba ve výskoku, kdy byla v podřepu před výskokem nejnižší a jakou silou působila na váhu při odrazu.

Výsledky z hlediska porozumění fyzikálnímu problému

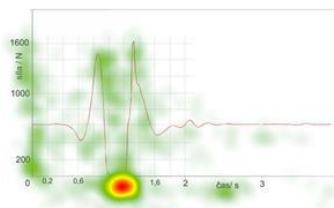
Všechny úlohy správně nevyřešil ani jeden z testovaných žáků. Největší potíže žákům činila úloha, kdy měli identifikovat, kdy byla Lída před výskokem v podřepu nejnižší. Tab. 2 uvádí souhrnné tzv. mapy pozornosti.

Tab. 2 Souhrnné mapy pozornosti prohlížení grafu při řešení zadaných otázek. Červená místa značí největší zaměření pozornosti na tuto oblast.

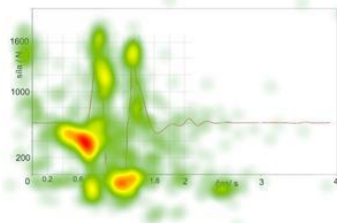
Kolik Lída váží?



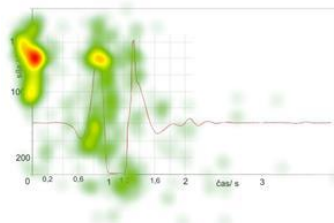
Kdy byla ve výskoku?



Kdy byla před výskokem v podřepu nejnižší?



Jakou silou působila na váhu při odrazu?



Výstupy v první řadě Tab. 2 jasně ukazují zaměření pozornosti žáků na odečtení hodnot pro správné zodpovězení úkolu. Naopak v případě úlohy v Tab. 2 vlevo dole zaměření pozornosti žáků na první a druhé minimum grafu svědčí o jejich typické miskoncepci při interpretaci grafu, kdy žáci abstraktní reprezentaci grafu zaměňují za zobrazení reality/obrázku.

Výsledky z hlediska interpretace grafů

Volné prohlížení grafu v sobě zahrnuje zjištění a interpretaci dvou základních informací: závislost jakých veličin je zobrazena a dále interpretaci křivky grafu. Během volného prohlížení grafu nás tedy v první řadě zajímalo, zda se žáci podívají na popis veličin, které jsou vyneseny na jednotlivých osách. Ignorance popisů os daného grafu, je jednou z častých typických chyb, kterých se žáci při interpretaci a tvorbě grafu dopouštějí. Jak tedy naši žáci zaměřovali pozornost na popis daných os? Dva žáci se v daném časovém limitu na popis os nepodívali a další dva si pouze přečetli, že se jedná o závislost síly (celkem 20 % žáků). Většina žáků však i v tom krátkém čase 7 s zjistila, o závislost jakých veličin se jedná. Většina žáků se nejprve podívala na popis svislé osy (13), 5 žáků naopak.

Podíváme-li se na tzv. gaze ploty, tedy diagramy, které zobrazují fixace (kolečka) a sakkády (čáry) jednotlivých žáků při prohlédnutí grafu, je zřejmé, že všichni žáci věnovali víceméně celé křivce grafu několik fixací a tedy zaznamenali tvar křivky grafu. Jak však tuto křivku interpretovali? Jednou z možností by bylo se žáků po tomto volném prohlédnutí grafu zeptat. Druhou možností, kterou jsme realizovali my, bylo žákům zadat interpretační úkoly k danému grafu a sledovat, jak se dívají na graf poté.

Volné prohlížení grafu bylo časově omezeno na 7 s, což u žáků odpovídalo průměrné celkové době fixací pro dvě skupiny žáků 5,5 s a 4,8 s. Zbývající doba připadá na sakkády (tj. přesuny mezi fixacemi) nebo pohled mimo obrazovku. Průměrná doba fixací pro první úlohu byla 24,14 s a 41,38 s, tj. 5-8krát delší. V Tab. 2 jsou uvedené mapy pozornosti pro volné prohlížení grafu, prohlížení grafu při řešení prvního úkolu (tj. kolik Lída váží). Velkou výhodou metody oční kamery je, že nám umožňuje sledovat proces řešení a tedy se můžeme podívat na mapu pozornosti při řešení první úlohy během prvních 7 s (Tab. 3 vpravo).

Tab. 3 Mapy pozornosti žáků prohlížejících si graf nejprve volně, poté řešící úlohu po celou dobu a během prvních 7s

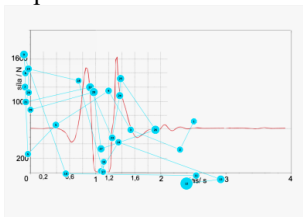


Během volného prohlížení zaměřili žáci svoji pozornost nejvíce na globální minimum grafu, které můžeme považovat za velmi percepčně atraktivní oblast a tedy není překvapivé, že během prvních několika sekund bude přitahovat pozornost nejvíce. Dále se žáci zaměřili na popis os, zejména popis vodorovné osy. V případě řešení první úlohy se zcela jasně ukazuje největší zaměření pozornosti na vodorovnou osu a zejména odečítání požadované hodnoty. Pokud se podíváme na první sekundy řešení této úlohy, je zřejmé, že se žáci opět zaměřili na popisy os a velmi výraznou pozornost věnovali globálnímu maximum grafu, což může naznačovat první automatickou představu, že toto maximum zobrazuje požadovanou hodnotu.

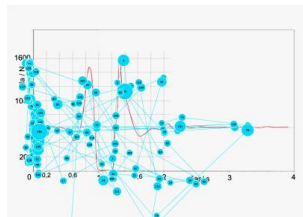
V Tab. 4 jsou uvedené fixace na graf během prohlížení žákem po jednotlivých úkolech. Množství fixací ukazuje typický případ, kdy žáci při volném prohlížení věnují křivce grafu letmý pohled a až teprve při zadání úkolu, tj. kolik Lída vážila, začínají věnovat podrobnější pozornost křivce grafu. Méně typicky se u některých žáků toto zacílení pozornosti objevilo až v případě otázky ohledně doby nejnižšího podřepu před výskokem. Zřejmě už během volného prohlížení byli schopni pro sebe interpretovat, kde jsou v grafu zobrazeny informace o váze a výskoku pokusné osoby. U jedné žákyně jsme žádné detailní zkoumání křivky grafu nezaznamenali vůbec. Vždy se zaměřila na konkrétní vyřešení úkolu. Například při obtížné úloze o podřepu postupovala tak, že se podívala na čas začátku výskoku, poté na maximální hodnotu síly těsně předtím a odečetla požadovanou odpověď.

Tab. 4 Gaze-ploty žáka pro 4 úlohy uvedené v Tab. 2 a volné prohlížení grafu

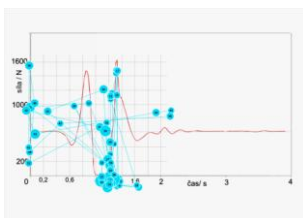
Volné prohlížení



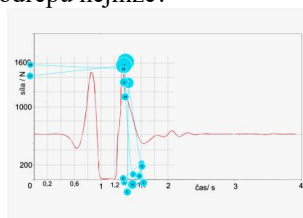
Kolik Lída váží?



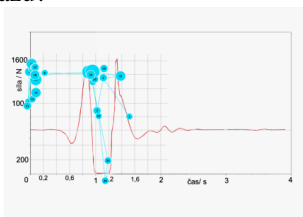
Kdy byla ve výskoku?



Kdy byla před výskokem
v podřepu nejnižší?



Jakou silou působila na váhu při
odrazu?



Závěr

Prezentované výstupy ukazují strategie žáků při řešení jednoduchých úloh zaměřených na interpretaci grafu zaznamenávajícího časový průběh síly osoby, která z podřepu provedla výskok na siloměrné plošině. Pro žáky bylo nejvíce obtížné interpretovat moment odrazu výskoku. Při volném prohlížení grafu 80 % žáků věnovalo pozornost popisům os, i když někdy až po zběžném prohlídnutí křivky grafu. Rozdíly v alokaci celkové pozornosti a během prvních sekund prohlížení grafu při řešení úloh ukazují na některé tendence interpretovat graf chybně. Interpretace křivky grafu je pro většinu žáků podmíněna až

zadáním úkolu, nicméně někteří žáci už i během volného prohlížení grafu vyčetli a získali základní informace o zobrazených datech.

Literatura

- [1] Just, M. A., & Carpenter, P. A. A theory of reading: From eye fixations to comprehension. *Psychological Review*, 87, 1980, 329–354.
- [2] <http://www.vernier.cz/video/silomerna-plosina>
- [3] Hecht E.: *Physics: Calculus*. Brooks/Cole Pacific Grove, 1998.
- [4] Kekule, M. (2014) Výzkum pomocí oční kamery ve fyzikálním vzdělávání *Scientia in educatione* 5(2), 2014, ISSN 1804-7106. 58–73
- [5] Kekule, M. (2015) Metoda oční kamery (eye-trackeru) při výzkumu řešení úloh z fyziky žáky SŠ a VŠ. *Matematika-fyzika-informatika* 24(2).