

Videoanalýza v době chytrých telefonů

Petr Kácovský

Katedra didaktiky fyziky MFF UK

Abstrakt

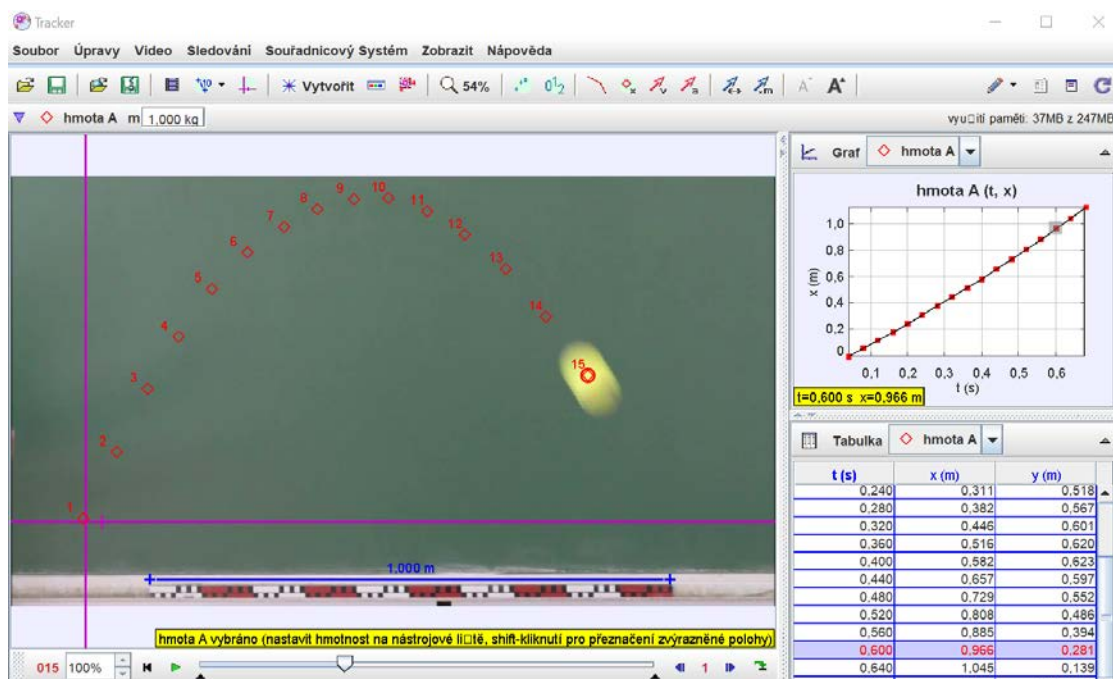
Příspěvek představuje využití videoanalýzy ve středoškolské fyzice, a to včetně tipů, které usnadňují začlenění této techniky do výuky.

Videoanalýza a její místo ve fyzikálním vzdělávání

Principem videoanalýzy je záznam určitého děje v podobě krátké videosekvence, která je pak softwarově krokovaná po jednotlivých snímcích. Na každém snímku je možné vyznačit polohu (a tím získat souřadnice) objektu, jehož pohyb chceme popsat – dostáváme tak možnost najít závislosti souřadnic, resp. rychlosti a zrychlení na čase.

Technika videoanalýzy se přímo nabízí v případě jednoduchých kinematických situací, které se odehrávají na úsečce či v rovině – jmenujme různé druhy vrhů (ilustrace viz obr. 1), pohyb kyvadla nebo kmitání tělesa na pružině. Nejde o nic převratného či nového, podobné výukové náměty založené na analýze krátkých videosekvencí byly publikovány před více než 20 lety [1], pouze jejich technická realizace se díky expanzi chytrých zařízení v posledních několika letech výrazně zjednodušila.

Z hlediska motivačního dává videoanalýza studentům prostor, aby do výuky zapojili svá vlastní chytrá zařízení (BYOD = *bring your own device*) a budovali tak svoji digitální gramotnost. Zároveň ale napomáhá také snahám fyzikářů rozvíjet porozumění kinematickým (i jiným) grafům.



Obr. 1. Ukázka videoanalýzy šikmého vrhu v SW Tracker. Vpravo nahoře získaný graf závislosti x -ové souřadnice na čase.

Zpracování dat v programu Tracker

Pravděpodobně nejrozšířenějším softwarem využívaným v české komunitě fyzikářů pro analýzu videa je freeware Tracker [2]. Program je možné volně stáhnout a při instalaci přepnout do české mutace, ačkoliv překlad je místy kostrbatý.

Ovládání softwaru je v porovnání s placenými programy, které videoanalýzu podporují (např. Logger Pro od Vernieru či Capstone od PASCO), méně intuitivní, a hodí se tedy návod popisující základní analýzu videa – takový je dostupný na webu [3]. Pro pokročilejší uživatele je Tracker vybaven užitečnou funkcí *autotracker* – uživatel zadá, jaký objekt má být na videu sledován, a software provede záznam jeho polohy automaticky, aniž by musel uživatel provést označení objektu na každém snímku; zejména v případě delších videí je proto *autotracker* užitečným nástrojem. Návod na videoanalýzu s použitím *autotrackeru* nabízí video [4].

Volitelnou součástí instalace Trackeru je možnost stažení předtočených fyzikálních situací, které mohou být videoanalýze podrobeny. To sice může přinášet časovou úsporu při provádění videoanalýzy, ale pro studenty bývá přínosné i samotné pořízení vhodného videa (už kvůli zapojení jejich vlastních zařízení), proto doporučuji pracovat přímo s autentickými záznamy studentů.

Doporučení pro pořizování a zpracování videa

Pro úspěšné provedení videoanalýzy je zcela zásadní, aby byla analyzovaná situace vhodně zachycena. Vlastnosti pořízeného videa rozhodují o tom, zda bude výsledkem analýzy názorná výuková pomůcka, nebo interpretačně náročná změť dat, která studentům pochopení jenom zkomplikuje. Proto níže uvádím několik základních doporučení, která je vhodné brát při pořizování videa v potaz:

- S výjimkou velmi rychlých (maximálně sekundových) dějů není vhodné natáčet video „z ruky“, je vhodné využít stativ, případně kameru/tablet/telefon vhodně opřít a zafixovat.
- Objekt, jehož pohyb má být sledován, musí být kontrastní vůči pozadí snímku, aby byl dobře rozpoznatelný.
- Aby mohl vyhodnocující software přiřadit natočené situaci reálné délkové rozměry, je nutné dostat do záběru předmět o známé délce (bývá označován jako tzv. kalibrační tyč). Velmi dobře poslouží třeba metrové dřevěné pravítko, svinovací metr apod.
- Kamera (telefonu, tabletu...) by měla mířit kolmo na rovinu pohybu, aby nedocházelo k velkému zkreslení vzdáleností.
- Ještě před natočením videa si rozmyslete, jak budete chtít při analýze orientovat souřadné osy a kam umístíte jejich počátek. (Například u šikmého vrhu Vaše rozhodnutí ovlivní, zda budete házet míček zprava doleva či zleva doprava.)
- Většina typicky snímaných fyzikálních situací trvá řádově několik sekund. Pořizované video by se mělo omezovat pouze na tuto dobu, každé nadbytečné sekundy zvyšují následnou výpočetní náročnost jeho zpracování.
- Pro většinu situací není až tak zásadní kvalita záznamu, proto není důvod pořizovat jej v plném rozlišení (zejména pokud musí být video delší).

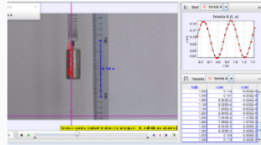
Také se nabízejí některé postřehy, které se týkají zpracování dat:

- Je normální, že pohybující se objekt je rozmazaný, často je při trackování nutné domýšlet jeho střed. Toto je přirozená nepřesnost metody, o které lze se studenty diskutovat (jak je významná pro zpracování dat, v které části pohybu se nejvíce projevuje apod.).
- Grafy rychlosti a zejména zrychlení jsou zatíženy kumulativní chybou, která vzniká, když při jejich výpočtu software numericky derivuje časový průběh souřadnic. Spolehejte tedy zejména na časové průběhy souřadnic.

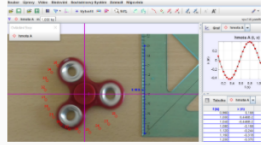
Jak začít s videoanalýzou ve výuce aneb Vzorové experimenty

Pokud uvažujete o zapojení videoanalýzy do Vaší výuky, ale máte z něj trochu obavy, zvolte na úvod kompromis: Všichni studenti zpracují totéž video, které jim připravíte a nasdílíte – jinými slovy, které dobře znáte a víte, k jakým výsledkům a závislostem by měli studenti dojít. Seznam takových videí nabízím ke stažení na webové stránce [3], a to včetně vzorových souborů z Trackeru a včetně doporučení, která usnadňují analýzu záznamů (ilustrováno na obr. 2). Na této webové stránce se během podzimu 2020 objeví také návrhy metodických listů k jednotlivým vzorovým videím.

5. Kmitání tělesa na pružině
Délka videa: 3 sekundy
Způsob udání měřítka: dřevěné pravítko
Doporučení, kam vložit počátek souřadnic: rovnoběžně s osou pružiny
Doporučení, kam orientovat kladný směr osy x: svisle vzhůru nebo svisle dolů
Doporučení, který bod sledovat: spoj těla závaží a háčku



6. Otáčení spinneru
Délka videa: 4 sekundy
Způsob udání měřítka: plastové pravítko
Doporučení, kam vložit počátek souřadnic: do středu spinneru (tj. středu otáčení)
Doporučení, kam orientovat kladný směr osy x: kamkoliv
Doporučení, který bod sledovat: okraj jednoho z ramen spinneru



Obr. 2. Ukázka vzorových videí na webu [3]

Rozhodně ale doporučuji si troufnout i na plnohodnotnou videoanalýzu, tj. tu, při které každá skupina studentů pracuje se svým vlastním, jedinečným videem. To, co si při samotném provádění experimentu a natáčení videa musí studenti rozmyslet a uvědomit, je minimálně stejně cennou zkušeností jako zbylá, „fyzikálnější“ část aktivity, tj. vyhodnocení a interpretace dat.

Literatura

- [1] Laws P., Pfister, H.: *Using digital video analysis in introductory mechanics projects*. The Physics Teacher 36 No 5 (1998), p. 282-287.
- [2] Tracker. [cit. 6. 9. 2020]. Dostupné online: <https://physlets.org/tracker/>
- [3] *Materiály pro učitele – VIDEOANALÝZA*. [cit. 6. 9. 2020]. Dostupné online: <http://kdf.mff.cuni.cz/~kacovsky/videoanalyza.php>
- [4] *Jak na Tracker* (YouTube). [cit. 6. 9. 2020]. Dostupné online: https://www.youtube.com/watch?v=_xax61uJCao