Použití kamery mobilních telefonů a tabletů

Radim Kusák

MFF UK

Abstrakt

V rámci příspěvku se blíže podíváme na možnosti kamery na mobilních telefonech a tabletech. Ukážeme si např. jak nahrávat experimenty, videozpětnou vazbu, nebo rychloběžná a časosběrná videa.

Náměty na použití kamery

Na první pohled by se zdálo, že kamera mobilních telefonů a tabletů je pouze na focení selfie a nahrávání zábavných videí. Opak je ale pravdou. Je celá řada zajímavých námětů, kde kamera mobilního telefonu může být nejen pro fyziku zajímavým přínosem. Níže je možné se podívat na některé z námětů, na které se v příspěvku blíže podíváme.



Obr. 1: Myšlenková mapa využití kamery mobilního telefonu

Focení fotek

První velkou kapitolou v použití kamery mobilního telefonu je focení fotek. Stejně jako u focení fotek digitálními fotoaparáty je potřeba si hlídat základní pravidla pro fotografování – např. nefotit proti světlu, hlídat si nejen focený objekt ale i okolí atd.

V samotné fyzice se dá najít hned několik použití fotografie (viz. Obr. 2). Nejjednodušší je použití při focení fyzikálních zajímavostí, např. při návštěvě science centra, nebo fotografie zajímavých zařízení např. při exkurzi nebo výletu.

Žáci ale i sami přijdou na zajímavé použití a to při focení zápisů z tabule, případně poznámek od kamarádů v sešitě. Na jednu stranu to může u některých žáků vést k následné lenosti psát si vlastní poznámky, na druhou stranu je možné si takto sdílet materiály v rámci třídy.



Obr. 2: Náměty použití fotografií ve fyzice

Určování rozměrů z fotografie

Samostatnou poznámku si také zaslouží určování rozměrů objektů z pořízené fotografie. Důležité je, aby na fotografii bylo měřítko (např. fotografie předmětu společně s pravítkem), nebo rozměr, který známe popřípadě jej dokážeme zpětně určit (např. výška žáka na fotografii). Problémů s určováním rozměrů na fotografii je celá řada, je možné se na tuto problematiku blíže podívat v článku [1].

Nejjednodušším způsobem (a taky nejvtipnějším) je zvětšit si vyfocenou fotografii v mobilním telefonu, přiložit k němu pravítko a určit délku v cm u rozměru na fotografii, který známe, a následně délku hledaného rozměru. Následně jednoduchou trojčlenkou určíme velikost hledaného rozměru. Na tento způsob přišli mí bývalí studenti Dvořákova gymnázia a SOŠE v Kralupech nad Vltavou. Přestože tento způsob vypadá značně "nevědecký" a "nepraktický" vede k rychlým a relativně přesným výsledkům.

Druhým způsobem je určení velikosti rozměrů na fotografii pomocí rozměrů fotografie v pixelech (pax). Každá fotografie, a obecně rastrový obrázek, udává svou velikost v pixelech. Tato vlastnost se dá zobrazit u každého obrázku v jeho vlastnostech. Jsou i programy a aplikace, které umožňují dělat výřezy rastrových obrázků a při tom uvádět o jak velký výřez v pixelech se jedná. Takovým programem pro Windows je například InfranView, který je volně ke stažení na [2]. Pro MacOS je možné využít nativní aplikaci Preview.

Postup: Nejprve si fotografii (např. nitě) zvětšíme a následně klikneme do fotografie myší a označíme zvolenou oblast ve které se nachází rozměr, který známe – na obr. 3 je to šířka 1 mm. V dolní části zvolené oblasti se zobrazí její rozměry v pixelech ve tvaru šířka x výška. To samé uděláme pro nit. V tomto případě nás zajímá pouze šířka rámečků – 1 mm odpovídá 54 px a hledaná tloušťka nitě 28 px. Poté již jednoduchou trojčlenkou určíme tloušťku nitě.



Obr. 3: Určení tloušťky nitě z fotografie v programu Preview (MacOS)

Tuto metodu nejde jednoduše použít v aplikacích mobilních zařízení, jelikož aplikace se obvykle zaměřují na ořez obrázků "na efekt" a nezobrazují rozměry v pixelech. Je ale možné stáhnout např. aplikaci Proto & Picture Resizer (Android), která to umožňuje.

Posledním způsobem je koupení aplikace, která rovnou umožnuje měření rozměrů. Takovou aplikací je např. ImageMeter Pro (Android), která umí i korigovat perspektivu (obr. 4 vlevo). Tato aplikace využívá víceméně postupu popsaného výše. Dalším způsobem měření, ale již velkých objektů – jako jsou domy, nebo rozměry v místnosti, využívá aplikace EasyMeasure (iOS). Tato aplikace určuje rozměry ze zadané výšky, ve které se nachází mobilní telefon, a úhlu pod kterým vidím patu předmětu, jehož rozměr chci určit (obr. 4 vpravo).





Fotografie s dlouhou expozicí

Chceme-li si v mobilním telefonu hrát na profesionální fotografy, je potřeba si k tomu koupit placené aplikace jako je ProCam (iOS) nebo Camera FV-5 (Android). Díky tomu je možné měnit běžně nedostupné paramenty fotoaparátu jako je ukládání do RAW formátu, manuální ostření, nastavení ISO, nebo nastavení doby expozice. U takového nastavení již člověk musí vědět co dělá; na druhou stranu je možné při správném nastavení pořídit velmi zajímavé fotografie.

Dlouhou expozici u fotografií je možné ve fyzice využít např. na zobrazení trajektorie pohybujících se aut, nebo hvězd.

Fotodokumentace experimentu

Samotný blok si zaslouží i fotodokumentace experimentu. Už se pomalu blíží doba, když žáci raději, než aby si kreslili nákresy pokusů, si jej raději vyfotí. Pokud si píší rovnou poznámky do tabletu, tak je to pro ně mnohem jednodušší, jelikož mají ucelené poznámky, které můžou i následně sdílet. Ale stále valná většina žáků používá sešity.

Dá se ale obdobný postup využít u pokusů žáků, které sami předvádějí v hodině. Žáci nejprve pokus doma nafotí (tím si ho i vyzkoušejí) a následně dají získanou fotografii do krátké prezentace, která obsahuje pomůcky, postup, samotný experiment, správné vysvětlení pokusu a zdroje.

Záznam videa v mobilním zařízení

Široké použití má taktéž i použití videa v mobilních zařízeních (viz. obr. 5). Zde už začne hrát velkou roli nejen rozlišení – obvykle již většina zařízení nahrává ve FullHD, novější i ve 4K, ale i kvalita samotného záznamu. Při stejném rozlišení se totiž kvalita záznamu značně liší z důvodu použití CCD čipu v mobilních zařízeních a také následnou kompresí videa. Je také důležité myslet na velikost úložiště zařízení, jelikož videa ve velkém rozlišení zabírají značné místo (přibližně - 1 MB na 1 s záznamu).



Obr. 5: Myšlenková mapa využití záznamu videa v mobilních zařízeních

Záznam videa

Asi nejjednodušším použitím videa pro učitele je ve fyzice záznam vyučovací hodiny. Zařízení se dá jednoduše dát na stativ a je možné nahrát celou hodinu. Náročnější je to se zvukovou stopou, ale je možné dát učiteli druhé mobilní zařízení a k němu připojit mikrofon, nebo použít jednoduše mikrofon handsfree.

Pokud by si žáci chtěli sami pořizovat záznam hodiny, je slušností a mnohdy i díky školnímu řádu povinností, se zeptat daného vyučujícího o souhlas s natáčením.

Je také dobré být opatrný na některé žáky, kteří natáčejí videa z hodiny potají a následně je sdílejí na internetu. Může se tak stát, že mohou nevhodným videem poškodit jméno učitele.

Videozpětná vazba

Modernějším použitím videa je videozpětná vazba – tu jde použít jak na vyučovací hodinu, tak na laboratorní práce. Je určena hlavně učiteli daného předmětu, ale může ji využít i vedení, popřípadě je možné i videozpětnou vazbu sestříhat od více žáků a použít jako součást propagačního videa školy. Po technické je důležité mít souhlas s žáků s jejich natáčením a použitím videí pro školu a její propagaci (žáci, popř. jejich zákonní zástupci, obvykle souhlasy podepisují na začátku každého školního roku).

U videozpětné vazby stačí aby byla krátká (cca 30 s až 1 min). Obvykle je rozumné se ptát na konkrétní věci, které jsou žáci schopni sami pojmenovat. Struktura otázek jednoduché videozpětné vazby:

- Jak celkově hodnotíte vyučovací hodinu?
- 3 konkrétní věci, které si odnášíte z dnešní hodiny.
- Co se vám dařilo?
- Co se vám nedařilo?
- Jak hodnotíte své zapojení v hodině?

Zajímavé na videozpětné vazbě je fakt, že kromě zvukové stopy má učitel k dispozici i video, na kterém lze většinou snadno poznat, jestli si žák vymýšlí na základě neverbální komunikace.

Dvě ukázky videozpětných vazeb žáků v rámci projektu eVIK, lze nalézt v [3].

Videoexperimenty

Dalším velkým blokem v použití kamery mobilních zařízení jsou videoexperimenty a videonávody. Je dnes totiž mnohem jednodušší natočit krátké názorné video než fotit řadu fotek a psát k nim dlouhé popisy aktivit. Taktéž i kvalita videa značně vzrostla – některé zařízení již natáčejí v tzv. 4K (3840 px × 2160 px), což při pořízení screenshotu z videa dostaneme 8MPx fotografii.

I když žáci mnohdy znají řadu zajímavých videí experimentů, sami je obvykle nejsou schopni natočit a je třeba jim pomoct.

Pro dobrý videopokus je dobré se držet základních zásad:

Je důležité si ujasnit, co má na videu "mluvit" – v každém videu je něco, co na nás zapůsobí – ať už je to modelka na módní přehlídce nebo výbuchy v akčním filmu. Pro videopokus je tím, co mluví, zkoumaný jev, nebo výsledek, který máme pozorovat. Proto tato věc musí být dobře vidět (viz obr. 6).



Obr. 6: Znovuzapalování svíčky – na snímcích z videa mluví ruka, sirka, kouř a svíčka

"Mluví" nejen to co chceme ukázat, ale i pozadí (viz obr. 7) – je důležité dát pozor na to, co se nachází v záběru – je důležité aby v pozadí nebyl schovávající se spolužák nebo nepořádek na stole (pokud to není našim cílem). Je rozumné použít jako pozadí tmavou tabuli, nebo deku, obecně by pak pozadí mělo být takové, aby vynikl samotný experiment. Pokud je ve škole k dispozici tzn. Greenscreen (zelené pozadí) případně Bluescreen (modré pozadí), případně deka v odpovídající barvě, je možné při následném střihu videa, toto pozadí odebrat a dát za něj něco jiného – třeba logo školy.



Obr. 7: Krystaly mořské soli a modré skalice. Kromě krystalů mluví i pravítko a odlesk na skle. Pravítkem můžeme určit k velikosti krystalů z fotografie popsané v postupu výše. Vpravo detail odlesku na skle.

Střih samotného videa je možné udělat přímo v mobilních zařízeních – pro iOS je možné využít např. aplikaci iMovie.

Důležitým faktorem videopokusů je nejen jejich natočení, správné vysvětlení atd., ale také to, jak se s nimi pracuje v hodinách fyziky. Zajímavým námětem je dát tyto pokusy jako jeden z bodů písemky za dané období, s tím, že na ně můžou žáci doma podívat a v případě nejasností se zeptat autorů experimentů.

Další možností je pracovat s experimenty jako Derek Muller v youtube kanálu Veritasium [4]. V první části videa ukáže fyzikální problém a zeptá se na výsledek – např. jak bude padat volně puštěný a roztočený míč, nebo jestli spadne rychleji závaží zavěšené na konci prohnutého řetězu, nebo samotné závaží. Následně nechá lidi psát do komentářů k videu "správné odpovědi" a za týden zveřejní video na kterém vše ukáže a vysvětlí. Důležitou částí při těchto experimentech je právě onen týden, kdy je možnost nad problémem debatovat. Tyto problémy totiž vyžadují určitý "fyzikální nadhled" a přestože si pokusy sami vyzkoušíme a známe výsledek, je ještě dlouhá cesta k samotnému vysvětlení pokusu.

Závěrem. I když vypadají videopokusy na první pohled složitě, je možné je připravit ve spolupráci s IT, kde je i práce s videem součástí RVP (pro základní i střední školy). Pro školu je to i zajímavá příležitost se pochlubit tím, co žáci ve škole dělají.

Videoanalýza

Na samostatnou kapitolu vydá taktéž i videoanalýza. U zařízení s iOS – s iPady a iPhony je možné ji dělat přímo v zařízeních v aplikaci Video Physics (placená, viz obr. 8). U zařízení s OS Android zatím tato možnost není, ale je možné videa přenést do počítače a následně udělat videoanalýzu ve volně dostupném programu Tracker, popřípadě v placených programech Logger Pro (Vernier), Capstone (Pasco), nebo Coach (CMA).



Obr. 8: Analýza trajektorie pohybu v aplikaci Video Physics. Pro měření rychlosti a polohy je potřeba mít na videu škálu, případně určit na videu rozměr libovolného předmětu – např. tabule, houby nebo kachličky. Taktéž je potřeba zavést soustavu souřadnic.

Jednoduše je videoanalýza na zařízení iPad popsaná na stránkách vernier.cz [5]. Detailněji se lze dozvědět k videoanalýze v příspěvku z dílen Heuréky [1].

Slow motion

Velké popularitě se dnes těší zpomalená videa, jen jsou v anglicky mluvících zemích známá pod názvem slow motion. Tyto videa se oproti klasickým videům liší větším počtem snímků za sekundu – obvykle označovaným fps (anglická zkratka za frame for second). Profesionální kamery mají až 300 000 fps, běžně dostupná zařízení (viz níže) mají 120 fps nebo 240 fps. Pro srovnání běžné video má obvykle 24 fps (popř. 25 až 30 fps).

Velkými propagátory zpomalených videí, hlavně pak na youtube.com jsou např. Slowmo gyus [6]. Na slow motion videa je možné koupit profesionální kamery, ale obvykle se pohybují v řádů statisíců nebo i miliónu korun. Pro potřeby demonstrace jednoduchých experimentů je ale možné využít např. kamery GoPro nebo koupit fotoaparáty jako Casio Exilim, které stojí jen pár tisíc korun.

Taktéž lze ale i využít dražší, případně technicky pokročilé telefony a tablety, u kterých je tato funkce přímo součástí možností fotoaparátu.

Jedná se např. o tato zařízení:

- iPhone 5S a vyšší
- iPad Air

- iPad Pro
- LG Nexus 5X
- HTC Nexus 6
- Samsung S6
- Samsung S7

Zajímavých experimentů, které se nám ve slow motion jeví úplně jinak, je celá řada. Pokud jen chceme daný jev rychle ukázat žákům, stačí jen vzít mobilní telefon a nahrát jej.

Město blikající

Ať chceme nebo ne, řada věcí kolem nás bliká – přestože si myslíme, že ne. Může za to střídavý proud, který většinu osvětlení napájí, má harmonický průběh a (u nás) frekvenci 50 Hz. Osvětlení pak obvykle bliká s dvojnásobnou frekvencí – je to hezký námět na diskuzi s žáky proč tomu tak je.

Blikají např. pouliční lampy, nebo zastávky tramvají, popřípadě svítící cedule obchodů. Stačí jen vzít mobilní telefon a nahrát věci kolem sebe.

Třída blikající

Zářivky – ve školní třídě je taktéž celá řada věcí které blikají. Klasickou ukázkou jsou staré zářivky, které "blikají" s frekvencí 100 Hz. Novější zářivky už ale "neblikají". Blikání zářivek je možné jednoduše měřit pomocí luxmetru (viz obr. 9), případně pomocí fotodiody a notebooku a programu audacity.



Obr. 9: Záznam světelné intenzity zářivky v Sparkvue zaznamenaného pomocí Light sensoru. Důležité je při měření nastavit vysokou vzorkovací frekvenci – v našem případě bylo nastaveno 1000 Hz.

Staré monitory – v celé řade škol lze také ještě najít CRT monitory, které také blikají.

Projektor – poslední věcí, které je možné si všimnout je projektor. Jednoduše je stačí jen rychle zahýbat prsty před projektorem a můžeme vidět, jak se na prstech "mění barvy". V mobilním telefonu nevidíme samotné barvy, ale můžeme vidět intenzivní blikání.

Hrátky s ohněm

Zapálení sirky

Jednoduchý experiment, který působí velmi efektně je zapálení sirky. Není k němu ani potřeba moc pomůcek – stačí jen zápalky a kontrastní pozadí (viz obr. 10). Je ale důležité si mobilní telefon předem zaostřit na zápalky a nedávat je příliš blízko, aby něco neodprsklo na kameru a nezničilo ji.

Obr. 10: Sekvence snímků zapalování sirky, svíčka by správně na obrázku být neměla, ale navazuje na experiment níže.

Znovuzapalování svíčky

Velmi názorným experimentem ve slow motion je znovuzapalování svíčky. Jedná se o klasický pokus, při němž se ukazuje, že "nehoří" knot, ale primárně páry vosku. Díky slow motion videu je krásně vidět, jak plamen přeskočí přes páry vosku zpět na knot (viz obr. 11).

Obr. 11: Snímky ze slow motion videa znovuzapalování svíčky. Samotné video je mnohem názornější a je součástí příloh do sborníku.

Zážeh lihové rakety

Efektním pokusem je taktéž zážeh lihové rakety (viz obr. 12). V našem případě jsme lihovou raketu přilepili lepící páskou k podlaze, ale je taktéž možné nahrát i klasický odpal rakety. Raketu je vhodné odpalovat na kachličkové podlaze kvůli bezpečnosti.

Obr. 12: Sekvence snímků odpal lihové rakety. Po postupném prohoření raketa udělá ještě "druhý zážeh" (názorněji je vidět na videu v přílohách sborníku).

Odkapávající kapka vody

Velmi jednoduchým experimentem s mobilním telefonem je určení povrchového napětí z fotografie odkapávající kapky. S postupem přišel Mirek Jílek, který jej popsal v článku [7], kdy použil digitální fotoaparát, jelikož ještě nebyly v té době tak kvalitní mobilní telefony. Obdobný postup lze ale dnes provést i s mobilním telefonem, případně ho i posunout o kousek dále, jak je popsané v článku [8].

Jan Koupil zkoumal následně odkapávání fotoaparátem s rychloběžným režimem, a hezky na videu [9] ukázal, že kapka při pádu má kulový a ne "kapkovitý" tvar. I tento jev lze dnes hezky ukázat na slow motion videích přímo v mobilním telefonu (viz obr. 13).

Obr. 13: Vybrané snímky z videa odkapávající kapky. Vpravo detail.

Spojíme-li tyto dva jevy dohromady, můžeme s žáky nejen udělat laboratorní práci zaměřenou na studium a měření povrchového napětí, ale rovnou i ukázat padající kapku vody.

Kapka dopadající do vody

Budeme-li používat námět na určení povrchového napětí popsaný výše, máme padající kapku. Některé žáky při laboratorní práci překvapí, že přestože nahrávají padající kapku, kapka musí také někam dopadnout. Je dobré dát při laboratorní práci pozor, ať si žáci dají na lavici misku (s obarvenou vodou), do které může kapka odkapávat.

Při dopadu kapky do vody je vidět, že "nějaká voda po dopadu vyskočí zpět". Budeme-li chtít tento jev zkoumat, je rozumné, že kapku obarvíme potravinářským barvivem a necháme ji dopadat do dost široké nádobky s vodou (kterou je také možné obarvit, viz obr. 14).

Obr. 14: Vybrané snímky "odražené" kapky od vodní hladiny. Spodní snímky detail.

Překvapivě, kapka, která do vody dopadla, z části "vyskočí" zpět nad hladinu. Často se žákům říká, že "vodní hladina se chová jako pružná blána" a zde to názorně můžeme vidět v praxi. Důležité je, že tato "blána" není ideální a závisí na množství vody, rozměrech nádoby a výšce, ze které byla kapka vypuštěna.

Daň za zpomalené video

Za slow motion videa se při nahrávání platí nemalá daň na rozlišení videa. Budeme-li nahrávat klasické video, je možné ho nahrát v daném rozlišení (např. 4K), s daným počtem snímků za sekundu (obvykle 24 fps) a dané kvalitě (bitrate, např. 5000 kbps) a hlavně při daném datovém toku, které zařízení zvládne zpracovávat. Budeme-li zvyšovat počet snímků za sekundu, což slow motion videa dělají, musí při konstantním datovém toku logicky klesnou nějaký z jiných parametrů – a tímto parametrem je právě rozlišení videa. Proto např. u iPhone SE je možné nahrávat slow motion videa v režimu 1080p při 120 fps, nebo 720p při 240 fps.

Timelapse

Oproti slow motion, které je dostupné jen pro vybraná zařízení, je možné dělat časosběrná videa (anglicky timelapse) téměř s každým zařízením. Buďto je opět přímo součástí nastavení kamery mobilních zařízení, nebo je možné stáhnout aplikaci, která umožňuje tato videa nahrávat – např. Lapse It (OS Android).

Timelapse jsou videa, které ukazují dlouhé časové intervaly – hodiny, dny, případně i roky během několika sekund popřípadě minut. Populární je např. sledovat jak se postupně budují stavby, rostou děti, nebo se jen mění okolí kolem nás.

V rámci výuky je možné využít časosběrná videa na experimenty, které by v hodině trvaly příliš dlouho. Takových příkladů si níže ukážeme hned několik.

Krystalizace

Velmi hezkým a názorným použití časosběrných videí je záznam krystalizace. Některé krystalizace probíhají velmi rychle (např. krystalizace palmového vosku), ale krystalizace, které se pro názornost běžně dělají s žáky, trvají docela dlouho – např. krystalizace soli případně modré skalice. Ty mohou trvat několik dní (viz obr. 15). Zajímavé na časovém sledování krystalizace je možnost vidět, jak krystaly rostou. Překvapivě se na počátku "téměř nic neděje", protože se odpařuje voda a zvyšuje se koncentrace roztoku. Až když je koncentrace dostatečná, načínají se tvořit první krystaly.

Obr. 15: Krystalizace mořské soli – snímky z časosběru trvajícího 2 dny.

Regelace ledu

Další názornou ukázkou je regelace ledu (viz obr. 16). Tento experiment se obvykle ukazuje během hodiny v rámci změn skupenství. Důležité je u tohoto pokusu dát pozor na jeho správné vysvětlení – rozmrzání vody pod provázkem, popř. drátem není způsobeno hlavně tlakem, ale tepelnou vodivostí materiálu a faktem, že na povrchu ledu se nachází malá vodní vrstvička, do které se provázek, popř. drát postupně "zabořuje".

Obr. 16: Regelace ledu. Snímky z časosběru trvajícího 5,5 h. Led je rozumné zajistit dřívky, aby neopustil záběr. Jako zátěž je možné použít PET-lahve s vodou. V tomto experimentu se vyskládala řada beden IKEA a led se umístil mezi ně. Celou tuto soustavu je rozumné dát do velké IKEA bedny, aby odkapávající voda nepadala na podlahu.

Přelévání pomocí kapilárních jevů

Praktickým experimentem je taktéž i přelévání kapaliny za pomoci kapilárních jevů (viz obr. 17 a 18). Tento jev se nám může výrazně zapsat do paměti, pokud doma budeme vytírat podlahu a následně necháme hadr přehozený v kyblíku s vodou.

Obr. 17: Přelévání pomocí kapilárních jevů – ponoříme-li papírovou kuchyňskou utěrku do sklenice s vodou obarvenou potravinářským barvivem, voda začne vzlínat. Snímky byly pořízeny během první hodiny "přelévaní.

Obr. 18: Přelévání pomocí kapilárních jevů – snímky z časosběru trvajícího 3 dny.

Demonstrace vzlínání vody ve stromu

Na obdobném principu, jako je uvedeno výše, funguje i vzlínání vody v rostlinách. Opět si můžeme demonstraci tohoto jevu udělat jednoduše pomocí potravinářského barviva a papírové kuchyňské utěrky (viz obr. 19).

Obr. 19: Obarvená voda se vzlínáním dostává "od kořenů" do "koruny stromu". Čím je voda výše, tím více se barvivo začíná "opožďovat" vůči vodě.

Kamera fotoaparátu jako lupa

Obr 20: Myšlenková mapa použití kamery mobilního telefonu jako zvětšovacího zařízení.

Pořízení fotografie a následné zvětšení

Asi každý z uživatelů mobilních zařízení, který již umí pořídit fotografii, zjistil, že je také možné vyfocenou fotografii v zařízení jednoduše zvětšit pomocí jednoduchého gesta. Tento postup se dá jednoduše použít pro přečtení textu napsaného malým písmem (například dodatky smluv). To, co jsme tímto postupem vyrobili, je svým způsobem (digitální) lupa – je možné u ní možné např. definovat příčné zvětšení.

Obr. 21: Fotografie bankovky a její následné zvětšení. Z důvodu komprese obrázků je orlice rozmazaná.

Zoom fotoaparátu a následná fotografie

I když je postup značně podobný postupu výše, výsledné fotografie se mohou značně lišit. Hlavní důvody jsou dva. Prvním důvodem je, že při pořízení fotografie zaostří mobilní telefon na vybranou oblast fotografie a zbytek se sice zdá ostrý, ale při přiblížení vidíme, že je obraz rozostřený. Druhým důvodem je komprese fotografií při ukládání do zařízení. Obvykle se používá formát .jpg, který je ztrátový. To znamená, že fotografie neobsahuje přesné barevné údaje z fotografie, ale systém fotografii "rozmázne" aby vypadala "hladce". Nevýhodou postupu, kdy nejprve přiblížíme obraz a poté uděláme fotografii, je ztráta rozlišení fotografie. Jedná se totiž o digitální zoom, který jen přibližuje zvolenou oblast. Na druhou stranu je možné v této oblasti lépe zaostřit (viz obr. 21 a obr. 22).

Obr. 22: Fotografie pořízená při digitálním zvětšení. Obraz orlice je ostřejší, než kdybychom fotografii vyfotili a následně zvětšili.

Spojka na kameře mobilního telefonu

Jednoduchým způsobem, jak je možné také zvětšit objekty pro kameru mobilního telefonu, je přidání spojky přímo na ni (viz obr. 23). Takou spojku je možné získat z různých levných příručních LED svítidel (optická mohutnost je cca 30 D). Jednodušší varianta pro lidi z projektu Heuréka je oslovit přímo Irenu Dvořákovou. Díky zájmu firmy MEOPTA je totiž možnost získat pro učitele vyřazené čočky, které se na tyto experimenty hodí.

Obr. 23: Čočku nejprve dáme do rámečku a následně jej lepící pásku přilepíme k mobilnímu telefonu nebo tabletu.

Čočku by bylo možné přilepit přímo na kameru mobilního telefonu, je ale lepší si na ni udělat držáček např. vytisknout na 3D tiskárně, nebo jen vyříznout z plastové bedny

a následně celou sestavu nalepit lepící páskou na mobil (viz obr. 23). Na fotografie vyfocené pomocí této soustavy se můžete podívat níže (viz obr. 24).

Obr. 24: Fotografie vyfocené za pomocí malé spojky. U obrazu se projevují optické vady spojky, na druhou stranu je možné přiblížit blíže ke zkoumanému objektu a tím vyfotit detaily – např. mikrosítotisk na obrázku vpravo.

Mikroskop připojený na kameru mobilního telefonu

Detailnější fotografie z mikrosvěta nabízí samozřejmě mikroskop. A tak se ihned nabízí připojit takový mikroskop přímo na kameru fotoaparátu (viz obr. 25).

Obr. 25: Fotografie mikroskopu, který možné přímo pomocí kolíčku připnout na kameru mobilního zařízení. Na displeji můžeme opět vidět mikrosítotisk.

Jak je vidět na fotografiích níže, mikroskop z části zakryje zorné pole kamery fotoaparátu mobilního zařízení, na druhou stranu je ale možné vidět mnohem detailnější fotografie, které jsou vyfoceny v plném rozlišení kamery mobilního telefonu.

Obr. 26: Ukázka fotografií z mikroskopu přidělaného přímo na kameru mobilního telefonu. Zleva – mikrosítotisk na 100 Kč bankovce, semínka máku, chia semínka

Připojujeme externí kamery

USB mikroskop

Ty, kteří již znají USB mikroskop z předchozích dílen Heuréky (viz např. [10]), možná překvapí, že lze tento mikroskop taktéž připojit i k tabletu s OS Android (viz obr. 27). Pro připojení USB mikroskopu je potřeba si koupit redukci na mikroUSB (stojí do 100 Kč) popř. USB C (stojí do 300 Kč) a stáhnout si aplikaci CameraFi.

Důležité je ale vědět, že mikroskop nefunguje se všemi zařízeními. Nutnou podmínkou je podpora OTG (lze najít ve specifikaci zařízení), ale nejlepší způsobem je přeci jen připojit mikroskop přes USB redukci k danému tabletu, nebo mobilnímu telefonu a vyzkoušet, jestli aplikace CameraFi bude s daným zařízením fungovat.

Obr. 27: Připojení USB mikroskopu k tabletu Samsung Galaxy Note 2014

Námětů na pozorování je celá řada, doporučuji se případně podívat na příspěvek z dílen Heuréky [10]. Tento mikroskop je možné i půjčit v rámci regionálních center Nadace Depositum Bonum [11].

Termokamera

Zlatým hřebem je připojení termokamery. Nejedná se samozřejmě o profesionální termokameru, ale o jednoduchou termokameru Flir ONE (bližší informace a specifikace - viz [12]), která se prodává jak pro zařízení Android tak iOS. Prodává se ve dvou provedeních – s mikroUSB pro zařízení s OS Android, nebo s Lightning konektorem pro zařízení s iOS. Vyjde na cca 10 000 Kč, což může být pro školu dostupné v rámci grantů. Kamera nemá tak vysoké rozlišení ani rozsah, ale je jí možné použít na celou řadu jednoduchých experimentů z termiky, případně biologie – např. studený nos a teplé tváře, nebo postupné ohřívání materiálů z různou tepelnou vodivostí.

Pár zajímavostí na závěr

Tablet jako vizualizér

Jednoduchým použitím tabletu a také i mobilního telefonu je použití tohoto zařízení jako vizualizéru. Stačí si k tomu jen pořídit vhodný držák na tablet, popř. telefon – takový, který nezakrývá zadní kameru tabletu (viz obr. 28). Tím ihned profitujeme z možnosti kamery – tudíž můžeme pořizovat fotografie a videa. Obraz z tabletu můžeme také přenést pomocí kabelu nebo bezdrátovým přenosem do projektoru nebo televize.

U přenosu pomocí kabelu je nutné koupit potřebné redukce – obvykle z mikroUSB na HDMI u tabletů s OS Android, případně Lightning na HDMI u novějších zařízení s iOS. Je ale potřeba myslet na to, že z důvodu kabelu nám klesne mobilita zařízení na minimum.

Obr. 28: Tablet jako vizualizér. Pomocí stativu lze z tabletu nebo mobilního telefonu udělat vizualizér.

Měření tepu

Měření tepu pomocí mobilního telefonu je možné, pokud mobilní telefon obsahuje diodu k přisvícení/blesk. Stačí jen stáhnout správnou aplikaci – např. Cardiograph nebo Instant Heart Rate a po spuštění jen následovat instrukce v aplikaci. Ty neobsahují nic jiného, než že stačí přiložit prst na kameru a následně je díky průsvitu prstu určen tep (viz obr. 29).

Obr. 29: Měření tepu pomocí mobilního telefonu. Je potřeba, aby mobilní telefon měl blízko kamery LED-diodu, kterou je možné prst prosvítit. V aplikaci se pak zobrazí naměřený tep. Graf pod hodnotou tepu v tomto případě odpovídá změně intenzity světla při průsvitu, nikoli průběhu srdečního tepu.

Překvapivě na stejném principu měří i většina chytrých hodinek, přičemž využívají na průsvit zelené led diody (viz obr. 30). Proč právě zelené diody? Modré diody potřebují větší výkon a také mají větší absorpci, červené diody zase nejsou vhodné z důvodu barvy – máme přeci jen červenou krev.

Obr. 30: Měření tepu pomocí chytrých hodinek Apple Watch. Zelené diody prosvítí pod kůži a následnou změnou jasu při proudění krve v cévách určí tep.

Vidění v blízkém infračerveném spektru

Jak už jsme viděli, mobilní zařízení nás učí dívat se zase o kousek dál. Není se proto čemu divit, že vlastně i "vidí" víc než my – a to do blízkého IR záření. Důvodem je CCD čip kamery, který tuto vlastnost má. U běžných fotografií se obvykle tato vlastnost potlačuje jak hardwarově – IR filtrem, tak softwarově speciálními algoritmy. Na druhou stranu vidění v IR pomáhá mobilnímu telefonu dělat lepší noční fotografie.

Z pohledu fyziky je možné se díky tomu podívat na svítící IR LED diodu dálkového ovladače (obr. 31 vlevo), případně pro zájemce je možné se dívat pouze v blízkém infračerveném spektru (obr. 31 vpravo), díky postupu Zdeňka Poláka popsaném v [13].

Obr. 31: Vlevo – fotografie svítící IR diody ovladače (běžným okem neviditelná), vpravo fotografie svíčky přes IR filtr ze sklíčka začerněného náplní z permanentního černého fixu.

Pro šťoury: Jednoduchým experimentem s blízkým IR zářením je jeho filtrování. Dáme-li před kameru mobilního telefonu začerněné sklíčko, jehož postup je popsán v [13], a následně se podíváme na plamen svíčky, uvidíme plamen jako na obr. 31. Pokud mezi svíčku a kameru mobilního telefonu dáme plastový obal od papírových kapesníků z obr. 32 vlevo, uvidíme téměř stejný obraz jako před vložením. Na druhou stranu dáme-li mezi svíčku a kameru roztok modré skalice, obraz svíčky úplně zmizí.

Obr. 32: Vlevo – pomůcky na experimenty s IR zářením, vpravo – neprůhlednost sklíčka ve viditelném spektru.

Spojujeme předchozí nápady dohromady – náměty na žákovské projekty

Výše byla uvedena celá řada nápadů, jak je možné využít kameru mobilního telefonu. Od nápadů je ale někdy dlouhá cesta k jejich přidání do výuky. Takovým způsobem je použít mobilní telefony k laboratorním pracím, nebo žákovským projektům. Taktéž lze hezky využít tyto témata i jako průřezové téma např. na přírodovědném projektu.

Sirka

Níže jsou vybrané náměty k projektu "Sirka".

Mobilní telefon – USB mikroskop, fotografie pomocí čočky – hlavička sirky před a po zapálení

Mobilní telefon – USB mikroskop, fotografie pomocí čočky – škrtátko na zápalkách

Mobilní telefon – IR – velikost a tvar plamene při IR a normální fotografii

Chemie – chemické reakce během hoření

Chemie – výroba zápalky – jak se vyráběla a vyrábí

Mobilní telefon – slow motion – zapálení sirky ve slow motion

Dějepis – historie zápalek

Pro zajímavost – některé vypálené sirky jsou magnetická – je potřeba neodymový magnet a vyzkoušet různé značky výrobců sirek (viz obr. 33)

Obr. 33: Vlevo obal od zápalek, které jsou po vypálení magnetické, vpravo vypálená sirka držící na neodymovém magnetu.

Povrchové napětí

Níže jsou vybrané náměty k projektu "Povrchové napětí".

Mobilní telefon – fotografie/video – určení povrchového napětí z fotografie odkapávající kapky

Mobilní telefon – fotografie – kapilární elevace v kapátku

Mobilní telefon – slow motion – kulový tvar padající kapky, přesnější určení povrchového napětí

Mobilní telefon - slow motion - pružně se houpající odkapávající kapka

Mobilní telefon - slow motion - "odraz" dopadající kapky od vodní hladiny

Mobilní telefon - timelapse - vzlínání vody v ubrousku

Biologie – jak stromy dostávají vodu ke koruně stromů

Mobilní telefon – USB mikroskop, mikroskop na kameře – struktura ubrousku, simulujícího strom

Svět blikající

Níže jsou vybrané náměty k projektu "Svět blikající".

Mobilní telefon – slow motion – co všechno bliká ve městě – různé druhy lamp, nápisy, diodové pásky

Mobilní telefon - slow motion - blikání monitorů, projektorů a televizí

Mobilní telefon – normální video/slow motion – stroboskopické jevy očima, videem a slow motion

Fyzika - měření změn intenzity světla luxmetrem.

Biologie – Blikání a vyvolávání epileptických záchvatů

Poděkování

Tento článek vznikl ze zkušeností, které jsem načerpal v rámci projektu eVIM [14] a eVIK [15] na Dvořákově gymnázium a SOŠE, Kralupy nad Vltavou.

Zdrojem inspirace a námětů pro mě taky byly i Dílny Heuréky a soustředění na Malé Hraštici – hlavně pak poslední ročník s podtitulem "Časem i nečasem" [16].

Také bych rád poděkoval za možnost podílet se na projektu UK číslo 260329 s názvem "Studentský výzkum v oblasti didaktiky fyziky a matematického a počítačového modelování" v rámci něhož jsem hlouběji pronikl do problematiky timelapse videí.

Literatura

- [1] Kusák R.: *Videoanalýza*. In: Dílny Heuréky 2014. Sborník konferencí projektu Heuréka. Ed.: L. Dvořák. Matfyzpress, Praha 2015.
- [2] Stránky programu InfranView, dostupné online na <u>http://www.irfanview.com/</u> [cit. 2016-11-20]
- [3] Videozpětné vazby v rámci projektu eVIK, dostupné online na <u>http://goo.gl/vQS3Pf</u>
 [cit. 2016-11-21]
- [4] Veritasium, kanál youtube.com, dostupný online na <u>http://www.youtube.com/user/1veritasium</u> [cit. 2016-08-27]
- [5] Videoanalýza pohybu pomocí tabletu, dostupná online na <u>http://www.vernier.cz/video/videoanalyza-na-tabletu</u> [cit. 2016-11-25]

- [6] The Slow Mo Guys, kanál youtube.com, dostupný online https://www.youtube.com/user/theslowmoguys [cit. 2016-08-27]
- [7] Jílek M.: *Hrátky s digitálním fotoaparátem*, v Dílny Heuréky 2003-2004, Sborník konferencí projektu Heuréka, Ed. Dvořák L. Prometheus, Praha 2005 str. 91-94
- [8] Měření povrchového napětí vody pomocí kapky vody, dostupné online na <u>http://app.evim.cfme.net/default.aspx?id=675</u> [cit. 2016-11-29]
- [9] Drop forming at water faucet @ 1200 FPS, dostupné online na <u>https://www.youtube.com/watch?v=cJUnZAnSsIE</u> [cit. 2016-11-29]
- [10] Kusák R.: Jak se dívat do mikrosvěta, Dílny Heuréky 2012, Ed.: Koudelková V., Dvořák L., Nakladatelství P3K s. r. o., Praha 2012, s. 89-100
- [11] Stránky Regionálních center Nadace Depositum Bonum, dostupné online na <u>http://nadacedb.cz/elixir-do-skol/region-centra</u> [cit 2016-11-27]
- [12] Oficiální stránky FLIR ONE, dostupné online na <u>http://www.flir.com/flirone/ios-android/</u> [cit. 2016-11-25]
- [13] Polák Z.: Infračervené záření, Dílny Heuréky 2009-2010, Ed.: Dvořák L., Dvořáková I., Koudelková V, 2011
- [14] Stránky projektu eVIM, dostupné online na http://evim.cfme.net/ [cit. 2016-11-29]
- [15] Stránky projektu eVIK, dostupné online na <u>http://evik.dgkralupy.cz/portal/Default.aspx</u> [cit. 2016-11-29]
- [16] Stránky Jarního soustředění pro budoucí učitele fyziky a spřízněné duše, dostupné online <u>https://kdf.mff.cuni.cz/hrastice/pozvanka.php</u> [cit. 2016-11-27]