Razvijanje naravoslovnega razmišljanja ob preprostih poskusih z mobilnim telefonom

Priročnik za učitelja

Bor Gregorčič, Gorazd Planinšič
Fakulteta za matematiko in fiziko, Univerza v Ljubljani

Univerza *v Ljubljani*
Fakulteta za *matematiko in fiziko*

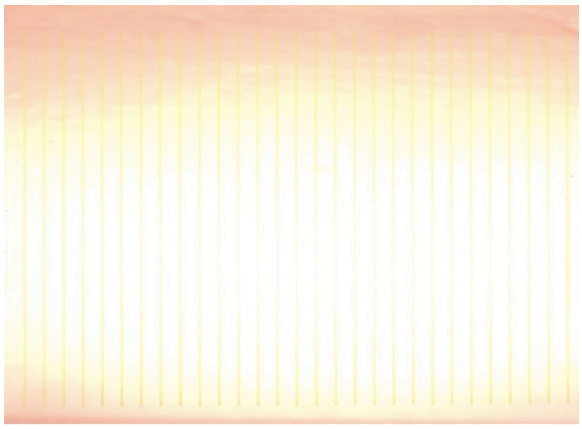
Uvod

Vključevanje vsakdanjih predmetov in visoke tehnologije v pouk fizike poveča interes učencev, jih motivira in osmisli šolske aktivnosti, saj jih približa njihovemu vsakdanjiku. Cilj delavnice *Razvijanje naravoslovnega razmišljanja ob preprostih poskusih z mobilnim telefonom* je uporabiti fotoaparat v mobilnem telefonu za aktivnost, ki spodbuja način razmišljanja, ki ga pri svojem delu uporabljajo znanstveniki.

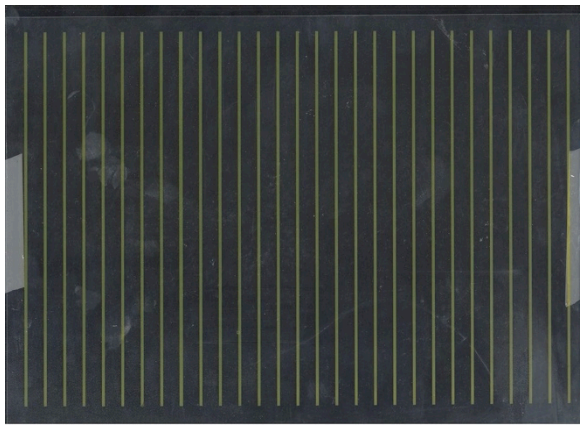
Skener

Fiziki se pogosto srečamo z novimi pojavi, ki so v nekaterih pogledih podobni že znanim pojavom. Pogosto lahko znanje, ki ga že imamo o znanih pojavih uporabimo za boljše razumevanje novih pojavov. V delavnici se najprej seznanimo z delovanjem računalniškega skenerja. Njegovo delovanje je pregledno, relativno počasno, opazujemo pa ga lahko kar s prostim očesom.
Način zajema slike pri skenerju nam bo služil kot model za razlago delovanja fotoaparata v mobilnem telefonu. Izkaže se, da je postopek zajema slike na svetlobnem senzorju v mobilnem telefonu v pravih okoliščinah zelo podoben nastanku slike pri skenerju. Da bi lahko model uporabili, se moramo najprej z njim seznaniti in preveriti, ali da pravilne napovedi. To storimo s pomočjo dveh nalog, ki se osredotočata na zajem slike pri računalniškem skenerju.

Skener zajema sliko po stolpcih. Ozek senzor se enakomerno premika vzdolž okna skenerja in pri tem zajema en piksel široke črtne fotografije. Na koncu skeniranja jih računalnik združi, tako, da jih naniza eno za drugo v končno sliko. Pri tem je za delavnico ključnega pomena, da so bili stolpci zajeti ob različnem času. Tisti na začetku okna so bili zajeti prej, kot tisti na koncu. Slika, ki nam jo da skener torej vsebuje tudi informacije o tem, kako se je slika spreminjala s časom. Običajno skeniramo dokumente ali slike, ki jih med skeniranjem ne premikamo, zato časovna komponenta slike ne pride do izraza. V delavnici pa skeniramo belo ozadje, ki mu med skeniranjem spreminjamo osvetlitev. Na stojalo približno pol metra nad okno skenerja smo postavili 1 cm debelo ploščo iz stiropora, ki smo jo s spodnje strani osvetlili z močno lučjo.
Najprej se seznanimo s skeniranim ozadjem, ko je osvetljeno ves čas skeniranja (slika 1), ter s skeniranim ozadjem, ko je zatemnjeno ves čas skeniranja (slika 2).

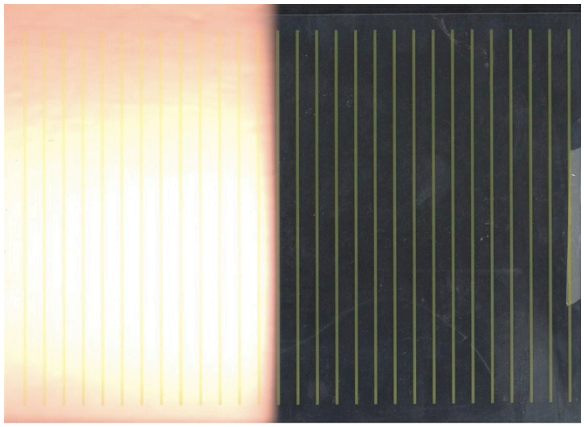


Slika 1: Sken osvetljenega ozadja



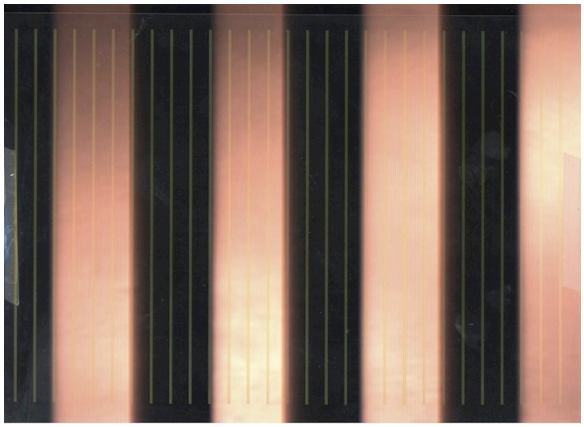
Slika 2: Sken temnega ozadja

Prva naloga je preprosta. Zahteva napoved končne skenirane slike, če luč, ki osvetljuje ozadje izklopimo na sredi skeniranja. Na ta način preverimo, ali dijaki pravilno upoštevajo dejstvo, da skener, celotne slike ne zajame v istem trenutku (slika 3).



Slika 3: Sken ozadja, če luč ugasnemo, ko je glava skenerja približno na polovici poti

Naslednja naloga zahteva napoved skenirane slike, če ozadje osvetljujemo periodično s frekvenco 1 Hz, kar pomeni 1 osvetlitev na sekundo. Osvetlitev traja enako časa kot zatemnitev, obe pa sta dolgi 0,5 s. Čas, ki ga skener potrebuje za zajem celotne slike je približno 4 sekunde. Hitrost glave je torej približno 7,5 cm/s. Iz slike 4 je razvidno, da so temni in svetli trakovi široki nekoliko manj kot 4 cm, kar ustreza poti, ki jo glava skenerja prepotuje v času 0,5 s.

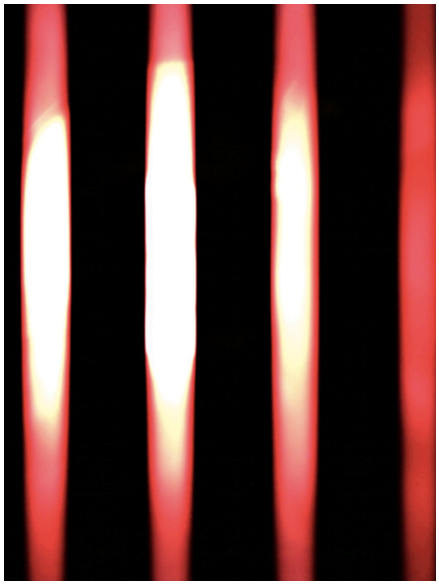


Slika 4: Sken ozadja, če luč utripa s frekvenco 1 Hz

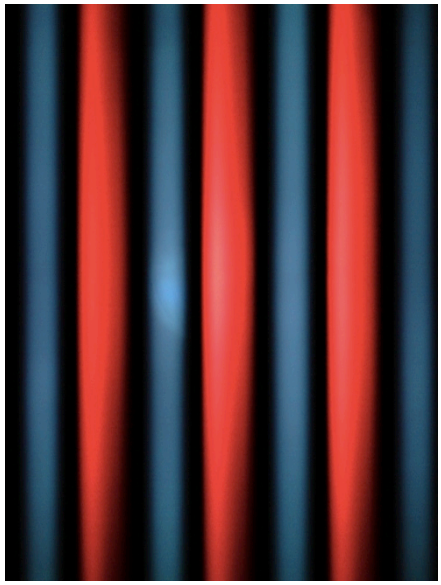
Na sliki (slika 4) so navpični trakovi, izmenično svetlo-temni, ki so posledica prižiganja in ugašanja luči, ki osvetljuje ozadje. Ta rezultat spet služi kot preverjanje sposobnosti uporabe modela pri dijakih, v nadaljevanju pa služi kot pomembna referenca za razumevanje novih pojavov pri fotografijah z mobilnim telefonom.

Mobilni telefon in sveteče diode

Naslednja naloga od dijakov zahteva, da predlagajo razlago za fotografijo sveteče diode (slika 5), ki smo jo fotografirali z mobilnim telefonom. Sveteča dioda je bila priklopljena na izmenično napetost s frekvenco 50 Hz. To pomeni, da je dioda utripala 50-krat na sekundo. Naloga zahteva, naj dijaki na podlagi znanja, ki ga že imajo predlagajo svojo hipotezo o delovanju fotoaparata v mobilnem telefonu.



Slika 5: Fotografija sveteče diode, ki utripa s frekvenco 50 Hz



Slika 6: Fotografija prekrižanih diod (bele in rdeče), ki izmenično utripata, vsaka s frekvenco 50 Hz

Posnetki so tako podobni skenirani sliki utripajoče luči, da ni težko sklepati, da fotoaparat deluje podobno kot skener.

V naslednji nalogi uporabimo drugačno svetilo. Novo svetilo je sestavljeno iz dveh prekrižanih svetečih diod, ene rdeče, druge pa bele barve. Rdeča prepušča tok v eni smeri, bela pa v nasprotni smeri. Naloga od dijakov zahteva napoved vzorca na fotografiji.
Tokrat se na fotografiji med rdečimi trakovi pojavijo še beli trakovi (slika 6), ki nastanejo zaradi utripanja bele diode, ki sveti ravno takrat, ko je rdeča dioda ugasnjena (ker diodi zasvetita šele pri določeni napetosti, je med obema pulzoma svetlobe še kratek čas, ko sta obe diodi ugasnjeni, a s tem pojavom se v tej aktivnosti ne ukvarjamo). Po tej aktivnosti je dobro nekoliko zbrati misli in ideje, ter podati enotno razlago delovanja fotoaparata v mobilnem telefonu.

Delovanje fotoaparata v mobilnem telefonu

Fotoaparat v mobilnem telefonu vsebuje CMOS svetlobni senzor. Ta je sestavljen iz mreže svetlobno občutljivih pik, ki na ukaz prično in prenehajo z zbiranjem svetlobe. Ukaz za začetek zbiranja se enakomerno pomika po vrsticah prek senzorja, tako da svetlobno občutljive pike v posamezni vrstici prično z zbiranjem naenkrat. Ukazu za začetek zbiranja sledi še ukaz za konec zbiranja svetlobe. Ta z enako hitrostjo, vendar z določenim časovnim zamikom (časom

izpostavitve) sledi ukazu za začetek zbiranja. Če je čas izpostavitve svetlobi majhen, si oba signala sledita z zelo majhnim časovnim zamikom. Ob istem času torej svetlobo zbira le ozek pas senzorja, ki se enakomerno premika preko njega. Slika se torej beleži po vrsticah, podobno kot pri skenerju.

Ker je postopek veliko hitrejši, kot pri skenerju, mora biti tudi utripanje veliko bolj pogosto, če želimo, da bi se na fotografiji videli podobni učinki, kot na skenirani sliki. Pri tem mora biti izpolnjen še en pogoj. Svetlobe mora biti dovolj, da se čas izpostavitve avtomatsko skrajša, ter da je aktivni pas senzorja res ozek – podoben glavi skenerja. Na zgornjih fotografijah je mogoče razbrati, da je čas „skeniranja“ za naš fotoaparat približno 0,07 s. To lahko storimo tako, da preštejemo število svetlih trakov na fotografiji prekrižanih diod. Vsak trak ustreza eni stotinki sekunde. Pomembno je tudi, da poznamo razliko in razločimo čas „skeniranja“ od časa izpostavitve. Čas skeniranja je čas, ki ga signala za začetek in konec zbiranja svetlobe potrebujeta da prečkata senzor. Čas izpostavitve pa je časovni zamik med njima.

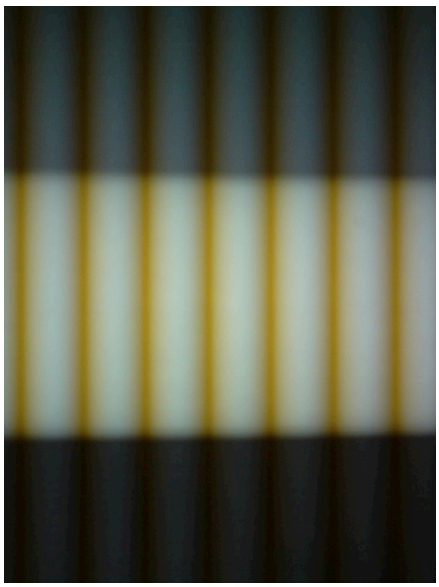
Mobilni telefon in fluorescentna sijalka

V nadaljevanju delavnice zgodbo obrnemo: zdaj vemo kako slika fotoaparat in to znanje uporabimo pri raziskovanju neznanega svetila.
Naslednja naloga zahteva od dijakov, da ocenijo, ali tudi fluorescentna sijalka utripa. Pokažemo jim fotografijo (slika 7) fluorescentne sijalke, priključene na izmenično napetost s frekvenco 50 Hz. Fotografija je bila posneta z istim mobilnim telefonom.

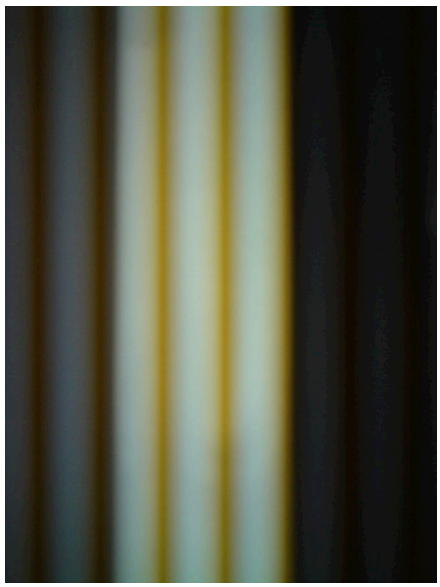
Slika 7: Fotografija fluorescentne sijalke, priključene na izmenično napetost s frekvenco 50 Hz

Fluorescentna sijalka prav tako spreminja svojo svetlost v času, vendar pa za razliko od sveteče diode prepušča tok v obeh smereh. Temni in svetli trakovi so na tej sliki gostejši – podobno kot na sliki prekrižanih diod. Prav tako sijalka v vmesnem času ne ugasne povsem, se zgolj zatemni.

Predzadnja naloga od dijakov spet zahteva napoved. Kako bo izgledala slika, če sijalko fotografiramo z manjše razdalje? Pri tem vprašanju dijaki pogosto napovejo, dabo na sliki manj črt. To je še ena priložnost, da utrdimo model in ponovimo, kako deluje fotoaparat v mobilnem telefonu. Število črt je določeno z načinom zajema in utripanjem svetila. Za število črt torej ni pomembno kako veliko je svetilo na fotografiji (slika 8). Pomembna je frekvenca utripanja in čas, ki ga fotoaparat porabi, da „poskenira“ celoten senzor.



Slika 8: Fotografija fluorescentne sijalke, fotografirane z manjše razdalje



Slika 9: Fotografija fluorescentne sijalke, zasukane za 90 stopinj

Zadnja naloga se loti še orientacije črt. Ta je odvisna od smeri, v kateri fotoaparat „skenira“ in ne od orientacije svetila. Naloga od dijakov zahteva napoved fotografije, če sijalko obrnemo za 90 stopinj. Črte ostanejo v isti smeri in se ne zasukajo skupaj s sijalko (slika 9).
Iz orientacije črt lahko določimo vzdolž katere smeri fotoaparat »skenira«, ne pa tudi na kateri strani prične s skeniranjem. S kakšnim eksperimentom bi lahko preverili, ali fotoaparat skenira od leve proti desni, ali od desne proti levi?

Zaključek

Iz fotografij, ki jih naredimo z mobilnim telefonom, lahko izvemo koliko časa, ter vzdolž katere smeri „skenira“ naš fotoaparat. To lahko storimo kadarkoli, če imamo le na voljo svetilo,ki utripa z znano frekvenco kot je npr. fluorescenčna sijalka.Podobno lahko naredimo tudi s povsem klasično žarnico, le dovolj blizu moramo priti s fotoaparatom na mobilnem telefonu. Mladi nosijo mobilne telefone večinoma ves čas s seboj. Delavnica se zaključi s povabilom dijakom, naj preizkusijo svoje mobilne telefone na svetilih, ki so bila predstavljena v delavnici. Tako se delavnica zaključi na zelo oseben način, dijaki preizkusijo svoje mobilne telefone in s seboj odnesejo fotografije, ki so jih naredili sami. Prav tako lahko med seboj primerjajo, koliko svetlih in temnih prog imajo na fotografijah in kateri fotoaparat „skenira“ najhitreje in kateri najpočasneje. S seboj pa odnesejo tudi zavedanje, da lahko, kjerkoli se ponudi priložnost, eksperimentirajo s fotoaparatom na mobilnem telefonu.