

Optická třídička semen

Bc. Tomáš Nedbálek, Ing. František Starý

ČVUT v Praze, Fakulta strojní, Ústav konstruování a částí strojů, Technická 4, 166 07 Praha 6, Česká republika

Abstrakt

Práce na téma optická třídička semen se zabývá vytvořením funkčního modelu průmyslových třídících optických strojů. Tento model byl sestaven s cílem co nejnižších pořizovacích nákladů. Třídění je zaměřeno na slunečnicová semena, která vystupují z loupacího stroje nedokonale oloupaná. Třídička má za úkol tato semena rozdělit na vyloupaná a nevylopaná. Vysokorychlostní kamery jsou zde nahrazeny webkamerami a řízení je pomocí mikrokontroleru Arduino MEGA2560. Vyhodnocení obrazu z webkamer a ovládání mikrokontroleru je programem LabVIEW.

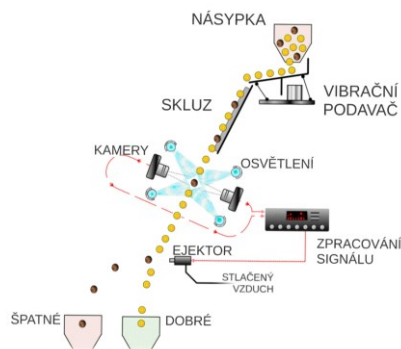
Klíčová slova: STČ; slunečnice, webkamera; LabVIEW; Arduino, optické třídění

1. Úvod

V tomto článku je popsán způsob třídění semínek v průmyslu. Na základě těchto zjištění byl vytvořen jednoduchý model, který má tento proces třídění simulovat. Hlavním požadavkem výběru hlavních částí byla cena, tzn., že místo řádkových kamer byly použity webkamery, které běžně slouží k video rozhovoru.

2. Třídění v průmyslu

Celý proces třídění lze vidět na Obr. 1. Cesta semínka začíná v násypce, do které je semínko přivedeno z loupáčky nedokonale oloupano. Po násypce pokračuje na vibrační podavač, kde jsou jednotlivá semínka oddělena od sebe, tudíž nedochází k překrývání přes sebe. Poté semínko přepadá do vrubu sjezdu (žlabu) zde dochází k uspořádání do řad, aby bylo po vyhodnocení jednou z trysek odděleno. Ze žlabu propadá semínko volným pádem mezi dvojicí řádkových kamer, dochází k vyhodnocení obrazu povrchu semínek a následně, pokud je semínko špatné, k odfouknutí stlačeným vzduchem jednou z trysek, která se nachází pod kamerami. Součástí kamer je také vhodné osvětlení, které se volí dle typu řádkové kamery.



Obr. 1 Princip třídění

Tímto způsobem lze třídít všechny známé druhy luštěnin, bavlnu, rajčata či brambory.

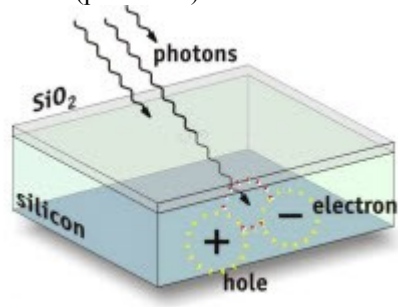
Pro zvýšení účinnosti optického třídění se, dle požadavků, řadí více optické třídičky za sebe. Tudíž jedna várka semínek může být tříděna několikrát.

2.1. Typy používaných kamer

Typy kamer můžeme rozdělit dle použitého čipu, tj. CCD nebo CMOS, vlnových délek a dle počtu vlnových délek.

2.1.1. Princip čipů CMOS a CCD

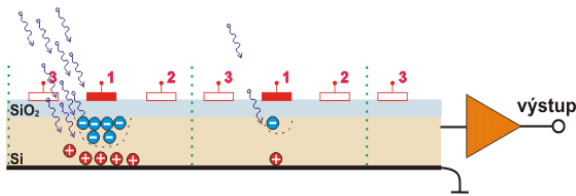
Princip obou čipů je stejný, oba využívají fotoelektrický jev, tzn. schopnost vytvořit elektrinu ze světla. Čip se skládá z elektrod, vrstvy oxidu křemičitého (SiO_2 , izolant) a křemíku (polovodič).



Obr. 2 Fotoelektrický jev [1]

Působením světla na snímač fotony dopadem na polovodič excitují a jsou přitahovány elektrodou. Vlivem dopadu fotonu vznikne v polovodiči díra, tzn. kladný náboj a ten je přitahován elektrodou na spodu čipu. U CCD čipu je záporný náboj přitahován elektrodou 1, viz Obr. 3, a kladný náboj je přitahován elektrodou na spodu čipu.

* Kontakt na autora: tomas.nedbalek@fs.cvut.cz

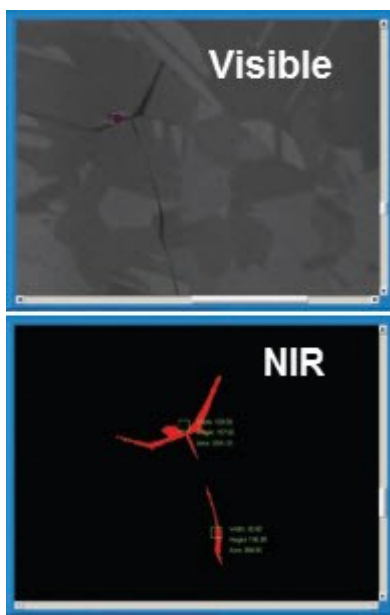


Obr. 3 CCD čip [2]

Pomocí trojfázového časového pulsu, se postupně mění napětí na elektrodách (1-2-3) a náboje jsou přemístěny až na kraj čipu, kde je náboj, převeden z náboje na napětí, zesílen a poslán digitálním signálem k vyhodnocení. Tečkovaná čára v Obr. 3 odděluje jednotlivé pixely.

CMOS čipy na rozdíl od CCD čipu, mají převodník (náboj-napětí), zesilovač a redukci šumu součástí každého pixelu. A poté jsou poslány digitálním signálem na zpracování.

V dnešní době se v průmyslu více používají CMOS čipy. Sice každý pixel zpracovávají zvlášť, což je pomalé, ale daný převodník signálu intenzity světla má malé rozlišení. Malé rozlišení převodníku dává výhodu nízkého šumu v obrazu při vysokém kontrastu.



Obr. 4 Zobrazení praskliny pomocí NIR kamery [1]

Ale jsou případy, ve kterých se používají CCD čipy stále. Jelikož jsou CMOS čipy vyráběny pro velkoobjemové aplikace, které pracují v námi viditelném pásmu. Zvětšením vrstvy v polovodiči u CCD kamer je možné dosáhnout širšího pásma viditelnosti, nejvíce pro použití v NIR pásmu, tzn. pásmo blízko infračervenému (Obr. 4).

2.1.2. Kamery dle vlnových délek

Bohužel ne vždy se hledaný problém dá vyhodnotit v námi viditelném pásmu, proto jsou čipy kamer přizpůsobeny pro schopnost vidět i v IR, UV či NIR vlnových délkách.

Ultrafialové záření (UltraViolet) se nachází v pásmu

vlnových délek od 400 do 1nm. UV záření, které v 99 % dopadá na zemský povrch se označuje UVA a je v mezích od 320 do 400 nm, jedná se o dlouhovlnné vlnění, také označováno jako černé světlo. Tento druh vlnění se používá pro detekci bakterií nebo dalších nežádoucích živočichů. Další druhy UV záření jsou UVB či UVC.

Infračervené záření (InfraRed) se nachází v rozmezí 760 nm až 1 mm. Infračervené záření se nejčastěji používá k měření záření tepla, resp. emise jednotlivých objektů. Tento způsob vidění se také používá k odstranění zbytků slupek, např. ořechů. Ve strojovém vidění se velice často používají kamery NIR.

2.1.3. Kamery dle počtu vlnových délek

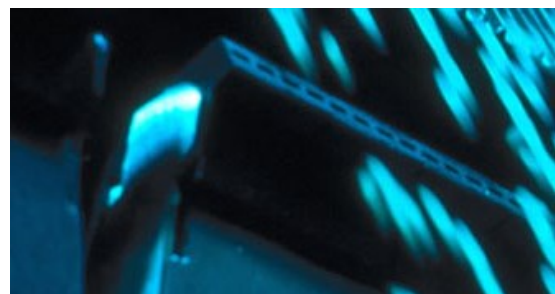
Monochromatické kamery, tzn. schopnost kamery vidět jen jednu vlnovou délku určitého záření. Tento způsob se používá při optickém třídění, kde např. rýže má černou skvrnu.

Bichromatické kamery jsou svou konstrukcí schopné pozorovat dvě vlnové délky. Tento způsob vidění se používá v případech, kdy monochromatické kamery nelze použít. Bichromatické vidění je náročnější na zpracování obrazu a také na doplňkové osvětlení.

Nejčastěji používanou kamerou je trichromatická a jak již z názvu vyplývá, tato kamera je schopna vidět ve třech různých vlnových délkách. Třetí filtr vlnové délky je schopen rozeznávat tvary objektu. Časté nastavení filtru v kameře je pro zelenou, červenou barvu a IR záření.

2.2. Odstraňování objektů

Nejefektivnějším způsobem, jakým lze nežádoucí semínka odstranit je vyfouknutí stlačeným vzduchem.



Obr. 5 Ejektor firmy Bühler [3]

Ejektor je umístěn ihned pod kamerami, které vyhodnocením obrazu rozhodnou, zda semínko vyhovuje či ne. Firma Bühler udává schopnost třídít od 500 kg až po 40 000 kg/hod.

3. Popis modelu optické třídičky

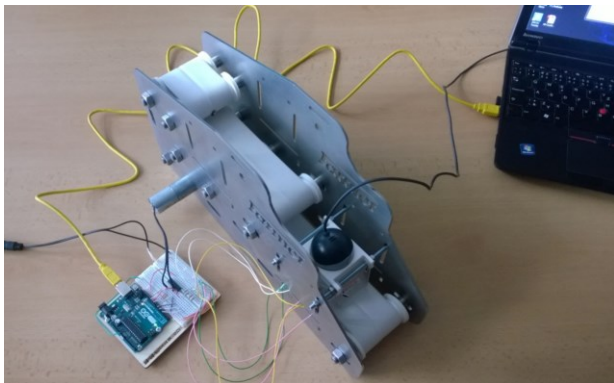
Na základě principu třídění v průmyslu byl sestaven model optické třídičky, která bude schopna třídit zejména slunečnicová semínka.

Mikrokontroler Arduino je s PC propojeno USB rozhraním. Součástí je nepájivé pole, na kterém je H-můstek sloužící k řízení otáček DC motůrku pro pás a šnek násypky. Dále je zde propojeno LED osvětlení kamer. Vše zmíněné je řízeno PWM (pulzně šířková modulace) výstupy z Arduino.

Na nepájivém poli je připraven tranzistor (MOSFET), který bude spínat vzduchový rozvaděč FESTO. Rozvaděč slouží jako jeden ze způsobů odstranění nežádoucích semínek z pásu. Druhým způsobem odstranění semínka bude jednoduchá klapka, která bude ovládána sepnutím cívky ze zvonku, vychýlením klapky dojde k přesměrování nevyhovující semínko mimo pás.

Vstup semínek je řešen 3D modelem násypky, ve kterém je uložen šnekový dopravník řízený již zmíněným DC motůrkem.

Na Obr. 6. je prvotní model třídičky, obsahující webkameru, Arduino (zde model Uno) a pásový dopravník.



Obr. 6 Prvotní model optické třídičky

4. Popis řízení modelu třídičky

Pro řízení celého modelu, od řízení DC motůrku až po vyhodnocení obrazu z kamery, byl použit program LabVIEW od National Instruments. Pro řízení Arduino v LabView slouží knihovna LINX a pro vyhodnocení obrazu slouží Vision Assistant (VA).

LINX slouží pro kontrolu mikrokontroleru Arduino (Uno, Mega2560, Nano, aj.) nebo také Raspberry PI.

Vision Assistant je možno použít k vyhodnocování tvarů, rozměrů, barev a mnoho dalšího.

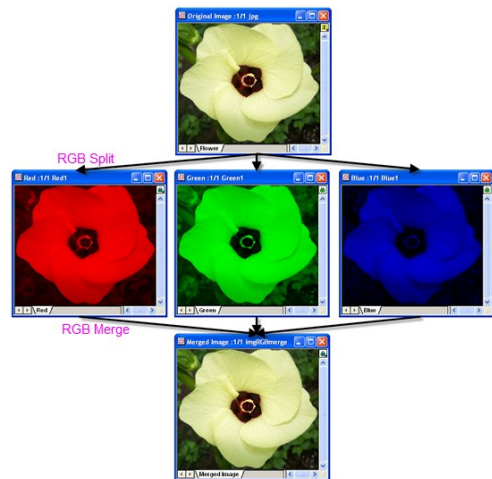
Výhodou LabVIEW je možnost propojení všech potřebných zařízení pro řízení a vyhodnocení.

5. Způsob vyhodnocení obrazu

Princip vyhodnocování obrazu byl založen na faktu, že slupka slunečnicového semínka je černá a semínko vždy bílé až nažloutlé.

5.1. Starý způsob třídění

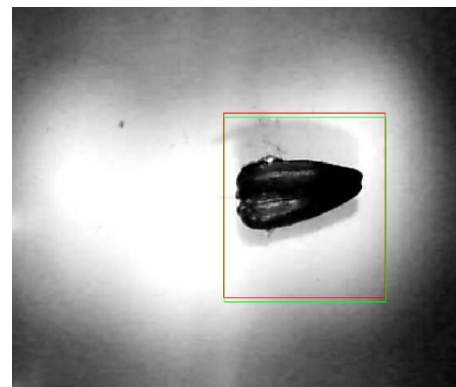
Tento způsob vyhodnocení byl řešen jedním cyklem while (dokud). V tomto cyklu bylo, jak vyhodnocení obrazu, tak ovládání Arduino. Vyhodnocení obrazu bylo na základě černé barvy v jedné vrstvě RGB. Ve VA byl barevný obraz rozdělen na jednotlivé vrstvy RGB, v jedné vrstvě (Obr. 8.) nabývá intenzita hodnot pixelu od 0 do 255 bitu. Když je hodnota pixelu nižší, než 75 jedná se s největší pravděpodobností o černou barvu.



Obr. 7 Rozklad barev na RGB [4]

Cyklus probíhal následovně, když se semínko objevilo v obraze, nejprve ho funkce Tracking ROI (sledování oblasti zájmu) našla v obraze (červený rámeček). Funkce Tracking ROI vyhledává v obraze podobnost s již nastavenou šablonou, v tomto případě to byla fotka nevykloupaného semínka. Poté došlo k překrytí Tracking ROI, výpočtovým ROI (zelený rámeček), který danou oblast zprůměroval, pokud byl průměr oblasti nižší než 75, jedná se o nežádoucí semínko.

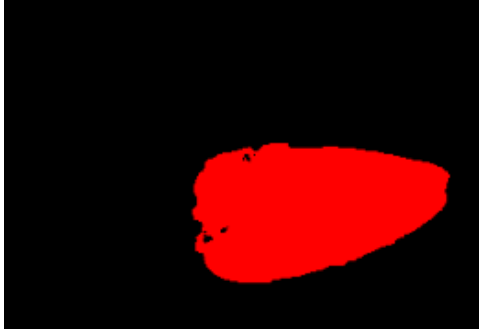
Tento způsob byl ovšem pomalý na detekci, velice často se stávalo, že semínko nebylo vůbec zachyceno, tudíž nemohlo být vyhodnoceno.



Obr. 8 Starý způsob detekce semínka

5.2. Nový způsob třídění

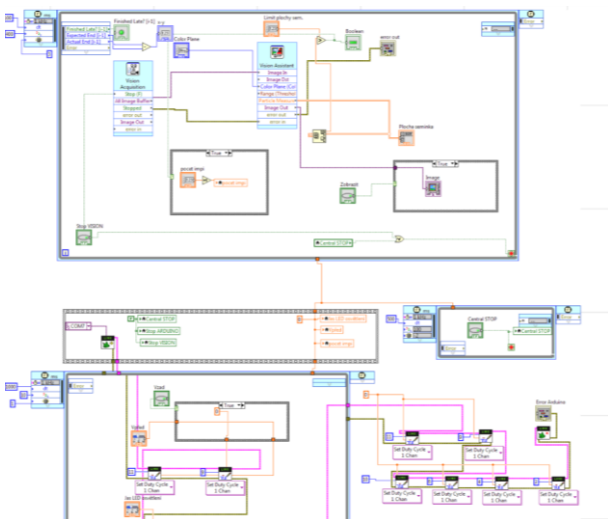
Z předešlého vyhodnocování vzešly nové podmínky pro detekci semínek. Urychlit proces vyhodnocení, tzn. zjednodušit výpočet plochy a schopnost vždy zachytit semínko pod kamerou.



Obr. 7 Semínko v binárním zobrazení

Na Obr. 9 je zobrazené semínko dle nového způsobu vyhodnocení. Proces spočívá v rozdělení dané vrstvy RGB na binární. Hranici pro toto zobrazení je opět hranice 75. Tudíž co je na Obr. 9 černé nesplňuje podmínku a červená plocha podmínku splňuje a jedná se tedy o nevyloupnuté semínko. Vyloupané semínko, které je bílé barvy vyhodnocení nezachytí a není tedy zatížen počítač na vyhodnocení.

Jelikož se na pásu mohou nacházet malé zbytky slupek, byl do vyhodnocení zahrnut filtr, který ignoruje plochy menší než 500 pixelů, což odpovídá ploše cca 1mm². Dále došlo k rozdělení jednotlivých řídicích cyklů s různou délkou smyčky. Na Obr. 10 jsou zobrazené jednotlivé smyčky. Nejprve dojde k vynulování všech řídicích prvků na 0, poté se spustí smyčka obrazu a jako poslední se spustí smyčka řízení Arduino.



Obr. 8 Ukázka programu v LabVIEW

5. Závěr

V tomto článku byl popsán způsob optického třídění, princip obrazových čipů a základní rozdělení kamer. Na tomto základě byl vyroben funkční model, který simuluje optické třídění. Největším problémem byla rychlost vyhodnocení, starý způsob byl zvolen jako špatný a byl nahrazen novějším, rychlejším a přesnějším vyhodnocením.

Literatura

- [1] CCD vs. CMOS. *Teledyne Dalsa* [online]. [cit. 2017-04-06]. Dostupné z: <http://www.teledynedalsa.com/imaging/knowledge-center/appnotes/ccd-vs-cmos/>
- [2] Charge-coupled device. *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-. Dostupné také z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Charge-coupled_device
- [3] *Ejector Bühler Optical Sorter* [online]. [cit. 2017-04-06]. Dostupné z: http://www.buhlergroup.com/static/europe/en/media/02-Process_Technologies/Banner_Process_opticalsorting_001.jpg
- [4] *RGB color split* [online]. [cit. 2017-04-06]. Dostupné z: http://www.originlab.com/www/products/images/ChannelSplit_Merge.png
- [5] KRESS-ROGERS, Erika. a Christopher J. B. BRIMELOW. *Preview - Instrumentation and sensors for the food industry* [online]. 2nd ed. Cambridge: Woodhead, 2001 [cit. 2017-04-06]. ISBN 978-185-5735-606. Dostupné z: <https://books.google.co.uk/books?id=cJRC8NHac5wC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>