

## Rozpoznávanie vzoru priemyselných obrazov s využitím optického korelátoru

Solus David · Informačné technológie

13.02.2017



Tento článok popisuje systém na rozpoznávanie vzoru priemyselných obrazov s využitím Cambridge optického korelátoru (CC, z angl. Cambridge Correlator). Daný navrhnutý systém sa sústreďuje na získanie informácií ohľadom správnosti vzoru priemyselných obrazov, v tomto prípade dlaždice. Cambridge optický korelátor sa v navrhnutom systéme používa ako komparátor a experimenty boli vykonané pomocou programu s názvom „Fourier Optics Experimenter“.

### Úvod

V modernej priemyselnej dobe je vysoká rýchlosť spracovania informácií samozrejmosťou. Aktuálnym trendom v tejto oblasti je vysokorýchlostné optické spracovanie informácií, čo vedie k používaniu rôznych moderných optických systémov, ako sú napríklad optické korelátory. Tieto zaručujú vysokú rýchlosť spracovania signálov aj v prípade spracovania veľkého objemu dát v krátkom časovom intervale. Zatiaľ čo v minulosti tieto systémy boli pre ľudí takmer nedostupné, dnes sú neoddeliteľnou súčasťou každého, kto myslí inovatívne.

V tomto článku sa sústredíme na nami navrhnutý systém na rozpoznávanie vzoru priemyselných obrazov. Cambridge optický korelátor porovnáva nasnímaný priemyselný obraz s obrazom uloženým v referenčnej databáze. Priemyselný obraz je nasnímaný pomocou kamery a ďalej predspracovaný pomocou softvéru „Fourier Optics Experimenter“.

### 1. Systém na rozpoznávanie vzoru priemyselných objektov

V súčasnej digitálnej dobe je v bežnom živote veľmi dôležité klásť dôraz na zjednodušovanie rôznych činností, resp. nájsť optimálne riešenia za minimálnu námahu. To isté platí aj v priemysle. Dnes sa kladie dôraz na vysokú rýchlosť spracovania dát, minimálne chyby počas procesu výroby a s tým spojené nízke náklady. Aby sa minimalizovali straty a maximalizovali výsledky je potrebná neustála inovácia, nové nápady, myšlienky a návrhy.

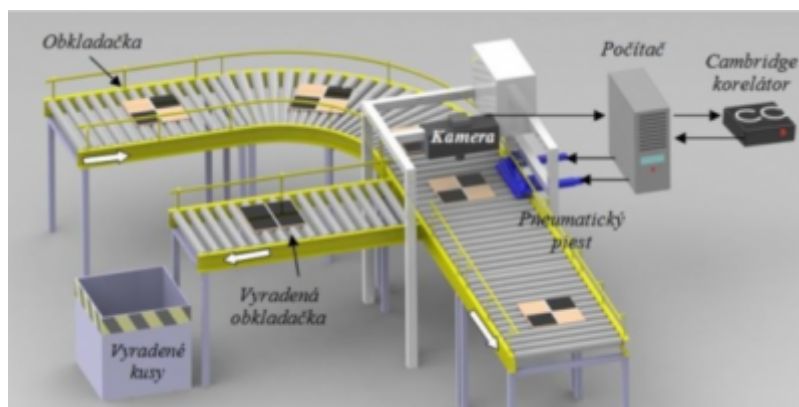
#### 1.1. Cambridge optický korelátor

Cambridge korelátor (CC) patrí medzi korelátory so spojenou transformáciou. Toto

zariadenie je spárované s programom nazývaným „Fourier Transform Experimenter“, ktorý umožňuje študentom a výskumníkom prakticky preskúmať rozsah tém založený na optickej Fourierovej transformácii. Optický systém Cambridge korelátora je založený na Fourier Transform Engine©. Je to kompaktný a zároveň veľmi výkonný procesorový systém, založený na princípoch difrakcie optickej Fourierovej transformácie. Jeho nový dizajn „W“ umožňuje elektro-optickým komponentom využiť ich plný potenciál. Jeho SLM je poháňaný z DVI portu počítača prostredníctvom vlastného pohonu dosky. Obrazy zobrazené na SLM sú osvetlené s ohraničeným nízko výkonovým laserovým lúčom, privedeným cez optické vlákno. Svetlo je tvorené zobrazenými obrazmi v SLM a následne na to sú premietané cez systém šošoviek [1][2][3].

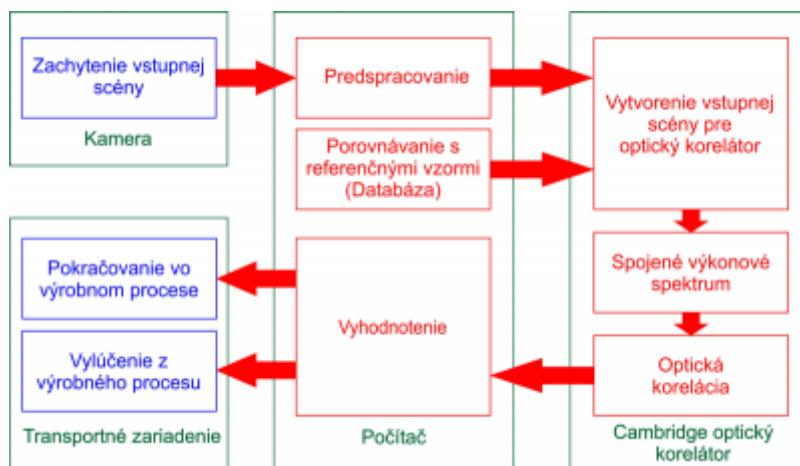
## 1.2. Bloková schéma navrhnutého systému

Prvým krokom a teda začiatok takto navrhnutého systému je snímanie priemyselného obrazu. Konkrétnym snímaným obrazom je dlaždica. Dlaždica je privedená pod kamerový systém pomocou transportného zariadenia. Toto zariadenie môže byť vyrobené z rôzneho materiálu a fungovať na rôznych princípoch (Obr. 1).



Obr. 1 Realizácia navrhnutého systému

V tomto prípade je zvolená valčeková trať, ktorá sa vo všeobecnosti používa na plynulú alebo prerušovanú dopravu kusových materiálov. Materiál je dopravovaný rotáciou valčeka. Kamerový systém nasníma obraz, ktorý je následne odoslaný do počítača na predspracovanie. Pod pojmom predspracovanie obrazu si v tomto prípade je možné predstaviť nasnímaný obraz upravený pomocou detekcie hrán - teda ich zvýraznením, aby bolo možné rozpoznať, či tvar alebo vzor danej dlaždice je vyhovujúci alebo nevyhovujúci podľa daných kritérií, napr. detekcia hrán je vykonávaná pomocou Robertsovho operátora. Takto predspracovaný obraz spolu s referenčným obrazom z databázy tvoria vstupný obraz v CC. Princíp činnosti systému na rozpoznávanie vzoru priemyselných obrazov je znázornený na Obr. 2.



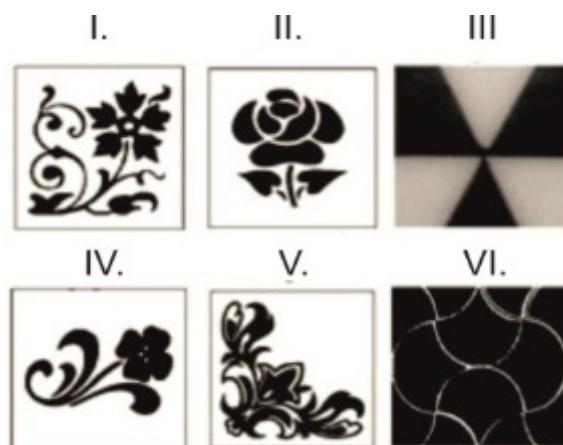
Obr. 2 Princíp činnosti systému na rozpoznávanie vzorov priemyselných obrazov

Tieto dva usporiadané obrazy na vstupnej rovine sú spolu transformované a ich Fourierova transformácia vytvára spojené výkonové spektrum. Dochádza ku krížovej korelácii a teda výstupom CC je optická korelácia, ktorá sa zobrazí na korelačnej rovine. Korelačná rovina obsahuje korelačné špičky, ktorých hodnota intenzity vyjadruje mieru zhodnosti. Hodnoty korelačných špičiek sú zaznamenávané v textovom súbore, ktorý je generovaný programom „Fourier Optics Experimenter“. Táto hodnota sa pohybuje od 0-255, pričom 0 je čierna farba a 255 je farba biela. Čím väčšia je intenzita korelačnej špičky, tým je to číslo väčšie a tým viac sú si referenčný a vstupný obraz podobnejšie. Výsledné hodnoty sú odoslané do počítača, ktorý následne rozhodne, či tieto korelačné špičky dosahujú určité percento, resp. hodnotu intenzity jasú v tolerančnom intervale alebo nie.

Nasleduje buď vyradenie snímaného priemyselného obrazu z výrobného procesu alebo naopak, počítač rozhodne o pokračovaní snímaného priemyselného obrazu vo výrobnom procese. Pri vyradení dlaždice zaznie zvukové znamenie o vyradení dlaždice pneumatickým piestom na vedľajší dopravný pás. Pokiaľ dlaždica spĺňa všetky kritériá potrebné pre pokračovanie vo výrobe, tak pokračuje vo výrobnom procese na dopravnom páse, ktorým bola privedená pod kamerový systém. Nastavenie tolerančného intervalu hodnôt korelačných špičiek, správne nastavenie kamery a konkrétne hodnoty pre detekciu hrán sú pre každý typ obkladačky individuálne.

## 2. Experimenty a výsledky

Každý deň si ľudia vyberajú rôzne veci s rôznymi požiadavkami. Každý produkt má pri svojej výrobe určité kritérium resp. štandard, ktorý musí spĺňať a pokiaľ ho nespĺňa, nie je možné ho dostať z výroby do obchodov. Na základe tohto predpokladu sa na experimentálne overovanie navrhnutého systému zvolilo kritérium, ktoré by mal daný produkt, v tomto prípade dlaždica, spĺňať a to je vzor. Na Obr. 3 je zobrazená škála vzorov dlaždíc aj s príslušným číselným označením, ktoré boli predmetom experimentálneho skúmania. Ich textúra je odlišná. Táto škála obsahuje dekoratívne dlaždice, u ktorých oblasť záujmu sa nachádza v strede dlaždice, po stranách alebo po ich celej ploche.



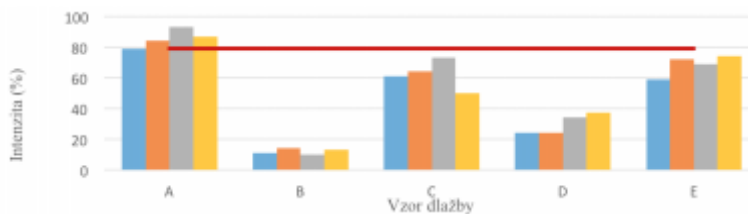
Obr. 3 Použité vzory.

Každá z týchto dlaždíc má 4 rôzne deformácie. Originálnemu vzoru a jeho deformáciám prislúchajú veľké písmená od A po E. Nasledujúca tabuľka obsahuje výsledky prvého experimentu, originálny a skreslené vzory, ich výsledné intenzity ( $I_1$  a  $I_2$ ), priemernú intenzitu a výslednú intenzitu (%).

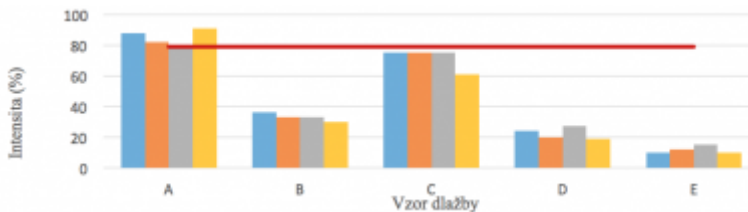
Tab.1 Výsledné hodnoty experimentu I.

Snímaná dlaždica	Poradové číslo	$I_1$	$I_2$	Priemerná intenzita	Intenzita (%)
	1.	175	226	200,5	79
	2.	190	238	214	84
	3.	238	238	238	93
	4.	208	238	223	87
	1.	17	18	27,5	11
	2.	25	47	36	14
	3.	15	38	26,5	10
	4.	23	45	34	13
	1.	113	195	154,5	61
	2.	141	184	162,5	64
	3.	165	205	185	73
	4.	108	147	127	50
	1.	123	175	149	58
	2.	145	201	173	68
	3.	162	217	189,5	74
	4.	158	208	183	72
	1.	125	174	149,5	59
	2.	158	210	184	72
	3.	150	203	176,5	69
	4.	161	215	188	74

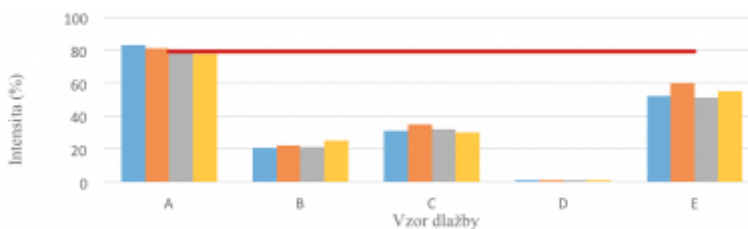
Nasledujúce grafy ukazujú výsledky jednotlivých experimentov. Červená čiara vyjadruje prahovú hodnotu intenzity. Ak percentuálna hodnota intenzity je nad prahovou hodnotou je možné povedať, že vzor dlaždice nie je poškodený, teda nebude vylúčená z výrobného procesu.



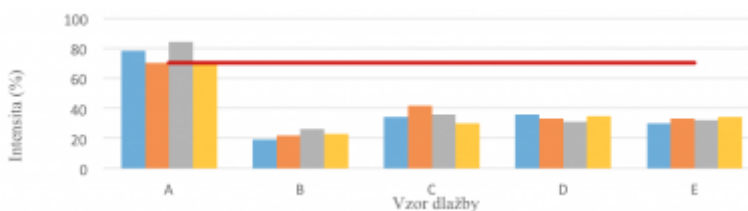
Obr. 4 Výsledné hodnoty experimentu I



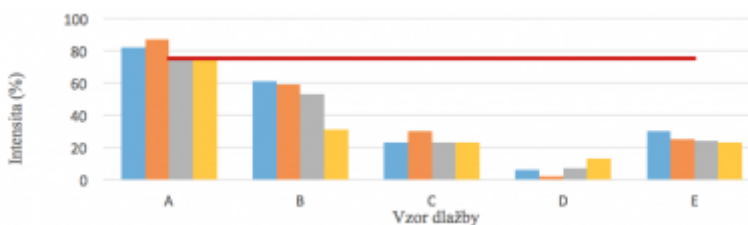
Obr. 5 Výsledné hodnoty experimentu II



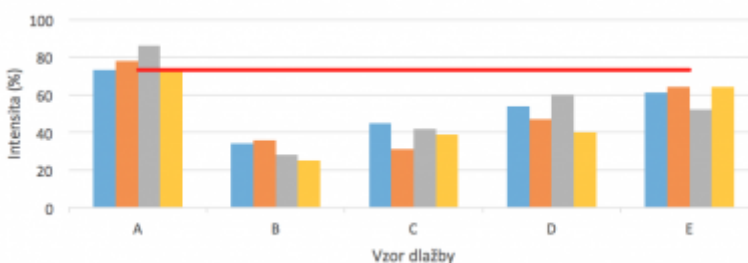
Obr. 6 Výsledné hodnoty experimentu III



Obr. 7 Výsledné hodnoty experimentu IV



Obr. 8 Výsledné hodnoty experimentu V



Obr. 9 Výsledné hodnoty experimentu VI

Na základe dosiahnutých výsledkov je možné vidieť, že dlaždica, na ktorých nebol vytlačený kompletný vzor, bola čiastočne poškodená, odlomená, či inak deformovaná mala nižšie percento intenzity a teda bolo možné ich odlíšiť od tých dlažieb, u ktorých tento vzor bol nepoškodený a teda spĺňal všetky požiadavky podľa vopred

preddefinovanej predlohy. U každej dlaždice bol percentuálny interval akceptovateľnosti individuálny. Pri vzore, ktorý bol len čiastočne poškodený sa percentuálna hodnota približovala k hraničnej hodnote akceptovateľnosti vzoru, pričom táto hodnota klesala v závislosti od rozsahu poškodenia.

## Záver

Systém pre rozpoznávanie priemyselných obrazov je komplexný systém pre riadenie kvality výrobného procesu - kvalita dlaždíc. Jednotlivé kroky potrebné pre riadené porovnávanie dlažby s referenčnou boli popísané vyššie. Experimentálne overenie navrhovaného systému sa skladalo z porovnaní šiestich typov dlažieb s rôznymi vzormi. Pre každý typ dlažby bolo vykonaných 200 meraní a celkový počet meraní bolo 1200. Prahové hodnoty pre jednotlivé vzory dlažieb boli stanovené na základe merania (minimálne percento intenzity). Z grafov je možné zistiť, ktorá dlaždica spĺňa požadovanú prahovú hodnotu intenzity. Experimentálne merania overili funkčnosť navrhnutého systému, teda dlaždica, ktorá nebola poškodená (dosiahnuté minimálne percento intenzity) pokračuje vo výrobnom procese a dlaždica, ktorá bola poškodená akýmkoľvek spôsobom (nedosahuje minimálne percento intenzity) bola vyradená z výrobného procesu.

## Zoznam literatúry

1. Cambridge correlator, September 2016  
<http://www.cambridgecorrelators.com/optical.html>
2. Cambridge Correlators, Fourier Optics Experimenter: User guide, version: 1.0.46. 3.10.2016.
3. T. Harasthy, L. Ovseník, J. Turán, "Current Summary of the Practical Using of Optical Correlators," Acta Electrotechnica et Informatica. 2012. Vol 12, NO 4 (2012), s. 30-38. - ISSN 1335-8243,  
<http://www.degruyter.com/view/j/aei.2012.12.issue-4/v10198-012-0042-2/v10198-012-0042-2.xml?format=INT>

---

Spoluautorom článku je doc. Ing. Ľuboš OVSEŇÍK, PhD., Katedra elektroniky a multimediálnych telekomunikácií, FEI TUKE, Slovenská republika

---