

podobné tým, s ktorými bolo vykonané tré-
novanie. Inou výhodou neurónovej siete je,
že je ju ľahké preniesť do iného riadiaceho
systému a ako univerzálny klasifikátor da-
ného problému použiť na ľubovoľnom inom
mieste. Výhodami použitia umelej neuróno-
vej siete je ľahká implementácia paralelizmu,
schopnosť učiť sa, robustnosť, zovšeobecňo-
vanie a nelineárnosť. Z týchto dôvodov bola
zvolená ako univerzálny klasifikátor pre prob-
lém detekcie skrutiek práve umelá neurónová
sieť. Treba však spomenúť aj nevýhody ako
neschopnosť stanoviť všeobecné pravidlá ana-
lyzovaného problému (t. j. vytvoriť matema-
tický model), časovo náročné učenie sa a šká-
lovanie neurónovej siete. Preto je takýto kla-
sifikátor vhodné použiť len v prípadoch, keď
je dostatok času na nastavenie jeho štruktúry
a jej následnú verifikáciu.

4. Experimenty

Výsledná aplikácia je implementova-
ná na počítači s procesorom Intel i5-3570
a s 8GB pamätí RAM. Na takomto počítači
trvá spracovanie obrazu z kamier a verifiká-
cia prítomnosti skrutky pomocou navrhnu-
tých postupov asi 4 s. Trénovanie neurónovej
siete na takomto výpočtovom výkone trvalo
niekoľko hodín pre svetlú časť a niekoľko dní
pre tmavú časť.

Na základe detegovaného čiarového kódu
sú z databázy vybrané polohy jednotlivých
skrutiek vzhľadom na rohy televízora – tzv.
geometria televízora. Operátor vo výrobe
môže z databázy nadefinovať ľubovoľné
množstvo televízorov, ich geometriu a odpo-
vedajúci čiarový kód. Následne sa detegujú
polohy rohov vo všetkých kamerách. Podľa
týchto polôh dochádza k transformácii súrad-
níc skrutiek z databázy vzhľadom na aktuál-
ne polohy rohov v jednotlivých snímkach.
V týchto súradniciach sú vyrezané výrezy
o rozmere 100 × 100 pixelov, ktoré vstupujú
do modulu analýzy. Modul analýzy pred-
spracuje výrezy podľa postupov opísaných
v kapitole 2. Tieto predspracované výrezy
potom vstupujú do modulu umelej neuróno-
vej siete (kapitola 3), ktorej výstupom je de-
finitívny verdikt, či skrutka je, alebo nie je
prítomná. Verdikt je určený na základe hod-

nôt dvoch výstupných neurónov. Bol zvolený
prah na úrovni 0,8 (odvodený od hodnôt pre
učenie spomenutých v kapitole 3), rozhodova-
vaciu logiku je možné vidieť v *tab. 1*.

Pre testovanie výstupu z neurónovej siete
bolo náhodne vybraných po desiatich svet-
lých vzoriek prítomnej a neprítomnej skrut-
ky a po štrnástich tmavých vzoriek prítom-
nej a neprítomnej skrutky. Tieto vzorky ne-
boli súčasťou tréningovej množiny dát. Ako
ukazujú výsledky, navrhnutý systém je spo-
hlavý. Na *obr. 12* je možné vidieť testova-
né výrezy. Odpovedajúce výstupy možno
vidieť v *tab. 2*. Z výsledkov je zrejmé, že
sieť, ktorá mala viac vzoriek na tréning, je
o niečo „presnejšia“. Avšak zo vzoriek
je zrejmé, že jednoznačné rozdiely medzi
vzorkami s prítomnou a vzorkami s neprí-
tomnou skrutkou sú v dobre osvetlených ob-
lastiach. Preto je potrebné pre takýto systém
zabezpečiť dostatočné osvetlenie a dostatoč-
né množstvo vzoriek na tréning (odhadom
niekoľko tisíc).

Finálna aplikácia (*obr. 13*) neudáva vý-
sledky v podobe čísiel. Pre operátora sa zo-
brazujú len aktuálne snímky z linky a farebne
odlišené stavy na jednotlivých polohách skru-
tiek. Červená znamená neprítomnosť skrutky,
zelená znamená prítomnosť skrutky, modrá
znamená neurčitost informácie o prítomnos-
ti skrutky a žltá znamená príliš malú veľkosť
výrezu (nevstupuje do modulu neurónovej
siete). Keďže obrázky z jednotlivých kamier
sa v rozsahu asi 100 pixelov prekrývajú, je
zaručené, že každá skrutka bude analyzova-
ná minimálne raz.

5. Záver

Z výstupov finálnej aplikácie je zrejmé,
že v súčasnej dobe sú už k dispozícii také al-
goritmy spracovania obrazu a systémy stro-
jového videnia, že je možné riešiť aj pomer-
ne náročné úlohy vizuálnej inšpekcie malých
objektov. Dôležitú úlohu však zohráva exis-
tencia štruktúrovaného prostredia, ktoré je ka-
merami snímané, a použitie pomerne silného
rovnomerného osvetlenia snímaných objek-
tov. Pri zaručení týchto podmienok je mož-
né spoľahlivo vykonávať automatizovanú in-
špekciu pomocou systémov strojového vide-

nia, ako napr. s použitím procedúr a postupov
navrhnutých v tomto článku.

Podakovanie

Článok vznikol vďaka podpore Samsung
Electronics Slovakia s. r. o.

Literatúra:

- [1] GROOVER, M. P.: *Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing*. 3rd ed. Vyd. Pearson Prentice Hall, New Jersey, 2008. ISBN 0-13-239321-2.
- [2] DRURY, C. G.: *Inspection Performance, Handbook of Industrial Engineering*. 2nd ed. Vyd. John Wiley&Sons, Inc., New York, 1992. S. 2282–2314.
- [3] PÁSZTÓ, P. – HUBINSKÝ, P.: *Application of a Visual System for Mobile Robot Navigation (OpenCV)*. AT&P Journal Plus, 2010, č. 1: Systémy automatického riadenia, s. 62–65.
- [4] KONIAR, D. – HARGAŠ, L. – ŠTOFAN, S.: *Segmentation of motion regions for biomechanical systems*. Procedia Engineering, 2012, Vol. 48: Modelling of mechanical and mechatronic systems, MMS, s. 304–311.
- [5] KONIAR, D. – HARGAŠ, L. – HRIANKA, M.: *Image processing and analysis: a practical approach – text book*. Žilina, University of Žilina, 2008. ISBN 978-80-8070-962-4.
- [6] KLÚČIK, M. – JURÍŠICA, L.: *Visual Systems and Line Detection*. Selected Topics in Modelling and Control, 2010, Vol. 6, s. 135–143. Bratislava, Slovak University of Technology in Bratislava. ISBN 978-80-227-3318-2.
- [7] ZAHORANSKÝ, R. a kol.: *Návrh metodiky a algoritmov pre digitálnu analýzu obrazu*. Acta Mechanica Slovaca, 2008, roč. 12, č. 2-A, s. 747–756.

doc. Ing. František Duchoň, PhD.,
Ing. Peter Pászto, PhD., Ing. Martin Dekan,
Ing. Michal Tölgyessy,
Ing. Martin Foltín, PhD.,
Ústav riadenia a priemyselnej informa-
tiky, Fakulta elektrotechniky a informatiky,
Slovenská technická univerzita v Bratislave
(frantisek.duchon@stuba.sk)

Lektoroval: Ing. Otto Havle, CSc., MBA,
FCC priemyslové systémy, s. r. o.

► B&R udržuje rúst obratu

Spoločnosť B&R pokračuje ve stabilním
rústu. Na veletrhu Hannover Messe její ge-
nerální ředitel Hans Wimmer předložil ko-
nečné výsledky za uplynulý rok. Celkový
obrat za rok 2013 dosáhl 475 milionů eur,
což představuje nárůst o téměř 11 % oproti
roku 2012. Společnost se také rozšířila o dvě
nové dceřiné společnosti a několik kancelá-
ří. Hans Wimmer zmínil, že důvodem trva-
lého úspěchu firmy jsou mimo jiné neustá-
le vysoká úroveň inovací a rozšíření oblastí

použití výrobků. „Naše portfolio dokona-
le splňuje požadavky továren budoucnosti,
které budou spoléhat na modulární propoje-
né stroje.“ Wimmer také poukázal na to, že
společnost B&R dosáhla výrazně vyššího
rústu, než je průměr ve všech zastoupených
průmyslových odvětvích. Většinu jejího ob-
ratu tvoří příjmy z prodeje řídicích systémů,
pohonů a průmyslových PC. Ke konci roku
2013 bylo nainstalováno již 1,5 milionu je-
řích řídicích systémů.

Společnost B&R loni také otevřela nové
dceřiné společnosti, v Turecku a na Tchaj-

-wanu. „Turecký trh významně roste a tech-
nická řešení jsou zde na vzestupu,“ řekl ob-
chodní ředitel Peter Gucher. Kromě toho
společnost rozšířila působení v USA ote-
vřením deseti nových poboček v posledních
dvou letech. Rozmach firmy nastal rovněž
v Indii, kde byla otevřena nová školicí stře-
diska ve všech místních kancelářích. V Pune
byl dokončen nový sklad o rozloze přesa-
hující 20 000 m². „Děláme vše pro to, aby-
chom byli blízko našim zákazníkům a moh-
li jim nabídnout své služby, jak nejrychleji
je to možné,“ řekl Gucher. (ed)