

AVT2000 – STROJ ZA KLASIFIKACIJO MARMORNATIH PLOŠČIC

Peter Peer

Laboratorij za računalniški vid
Fakulteta za računalništvo in informatiko, Univerza v Ljubljani
E-pošta: peter.peer@fri.uni-lj.si
URL: <http://www.fri.uni-lj.si/peter>

POVZETEK: *Prispevek opisuje osnovne lastnosti in delo pri razvoju stroja za klasifikacijo marmornatih ploščic ter iskanje napak na njih. Gre za povsem industrijski projekt in izdelek, ki je na trgu. Hkrati se dotakne nekaterih značilnosti »spin-off« podjetja, proizvajalca AVT2000.*

1. UVOD

AVT2000 je izdelek podjetja Asiris Vision Technologies SA [1], s katerim sem sodeloval med svojim bivanjem v Španiji. Podjetje je dejansko »spin-off« podjetje inštituta CEIT [2] iz San Sebastiana.

Motivacija za industrijski stroj za delo z marmornatimi ploščicami je dvoslojna. Žal še vedno velja, da v Sloveniji ni prave pripravljenosti industrije za vlaganje v industrijske projekte s področja visoke tehnologije, specifičnejše strojnega vida. Tako me je ponudba za delo na aplikativnem projektu odpeljala v Španijo. To je seveda prvi, osebni sloj motivacije, hkrati pa kritika Slovenske industrije. Drugi sloj naslavlja vprašanje, zakaj je sploh potreba po stroju? Ko enkrat začnemo razmišljati širše, torej izven okvira raziskav in razvoja, je takoj jasno, da mora podjetje ponujati izdelek, ki bo tržna niša.

Asiris je tako nastal iz raziskovalno-razvojnega projekta za zgolj klasifikacijo keramičnih ploščic ter ustreznega poslovnega načrta, katerega osnova je bila raziskava trga. Omeniti velja, da je tudi klasifikator keramičnih ploščic zaživel v realnem industrijskem okolju, vendar ni na trgu.

Španija je drugi največji proizvajalec marmorja na svetu, takoj za Kitajsko. Cene so zelo visoke, visoka pa je tudi garancija za kvaliteto, ki jo dajejo kupcu sami proizvajalci. Ilustrirajmo to na primeru: Prvi razred marmorja navadno iz Španije potuje v Savdsko Arabijo in njej bližnje države, kjer si šejki privoščijo ogromne marmornate palače. Garancija, ki jo proizvajalec daje kupcu zveni nekako takole: v primeru, da v celotnem prostoru vsaj ena ploščica izstopa, potem proizvajalec prevzame stroške za nove ploščice ter samo vgraditev, polaganje. To seveda pomeni, da imajo v svojem letnem proračunu proizvajalci kar veliko rezervo za takšne primere, saj vemo, da človek pri klasifikaciji pač ni nezmožljiv. Kot bomo videli v nadaljevanju pa je klasifikacija težka.

Nadalje je zagotovo zanimivo vedeti, kako klasifikacija poteka brez stroja, torej ročno. Na proizvodni liniji stojita dva delavca, prvi je odgovoren za klasifikacijo, drugi za iskanje robnih in površinskih napak na ploščicah. Delo načeloma poteka v treh smenah, z rotiranjem delavcev, od vsakega delavca pa delo očitno zahteva veliko stopnjo koncentracije.

Motivacija za stroj in podjetje je torej več kot očitna: zanesljivost stroja na dolgi rok je zagotovo večja, proizvajalec ploščic pa v stroju vidi tudi veliko večjo garancijo za svojo kvaliteto oziroma možnost krčenja fonda za primere napačne klasifikacije.

2. KAKO DO »SPIN-OFF« PODJETJA?

Odgovor na zgornje vprašanje zagotovo ni enostaven. Kljub temu bom zapisal nekaj lastnih spoznanj, ki bodo to problematiko vsaj delno osvetlili.

Začne se jasno z dobro idejo, tržno nišo, prepričanost v njo ter ogromno volje. Statistika nam pravi, da veliko takšnih visoko-tehnoloških podjetij propade, hkrati pa tudi, da tista, ki pa le uspejo, ustvarijo neverjetno dodano vrednost. Osnovna računica je načeloma enostavna: Kako velik je trg? Kako bo izboljššan proizvodni proces? Koliko bo zaradi nakupa kupec privarčeval? Z zavedanjem, da je kupec pripravljen plačati nekako 30% sicer porabljenega denarja na letni bazi, lahko postaviš neko realno ceno svojega izdelka. No, v primeru mormornatih ploščic je ta znesek ogromen, dodana vrednost prodaje enega stroja pa temu primerna.

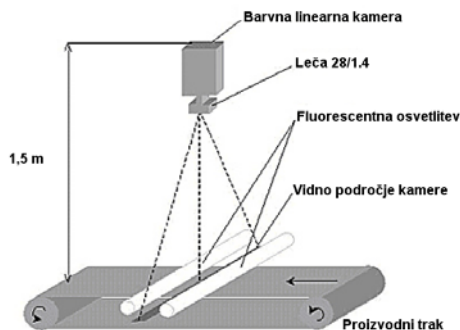
Asiris je aktiven sedaj že četrto leto, vzvode, ki so mu tudi zagotavljali delovanje pa lahko strnemo v naslednjih točkah:

- Pozitiven odnos, zaupanje.
- Zaposleni so solastniki z lastnim kapitalskim vložkom – dodatna motivacija za uspeh in garancija ostalim vlagateljem.
- »Outsourcing« inštituta, kjer so bile opravljene osnovne raziskave. Tudi inštitut je solastnik z lastnim kapitalskim vložkom.
- Z dobro razdelanim poslovnim načrtom velika podjetja, premožnejši posamezniki pristopijo kot solastniki s kapitalskim vložkom.
- Podan je časovni okvir za preboj na trg.
- Industrijska podjetja (potencialni kupci) so stimulirana s strani države: pri integraciji visoke tehnologije v obrate jim ta lahko krije do 50% vseh stroškov.

3. OSNOVNE LASTNOSTI STROJA

Za začetek naštejmo osnovne komponente stroja: dva računalnika s stalno komunikacijo, dve »hi-speed« kameri, led (prej fluorescentna) osvetlitev, nadzorovan prostor (temperatura, tujki, osvetlitev), modul za učenje, klasifikacija na osnovi barve,

geometrije in porazdelitve, iskanje napak na robovih in površini, hitrost: 5-25 m/min. Slika 1 prikazuje shemo prototipa, kjer se je gradilo sistem le za klasifikacijo. Druga kamera je bila nato dodana pod kotom za iskanje napak.



Slika 1: Shema prototipa sistema za klasifikacijo.

Slika 2 prikazuje dejanski stroj integriran v proizvodno linijo. Vidimo lahko, da je stroj ogromen, njegova dolžina je 1,44 m, širina 1,34 m, višina pa kar 2,1 m. Velikosti ploščic, ki jih lahko spustimo skozi stroj so od 15×30 cm do 65×65 cm. Nadalje slika prikazuje tudi nekaj primerov različnih marmornatih ploščic nekega proizvajalca. Če je osnovna klasifikacija med zgornjimi tremi primeri ploščic enostavna, to zagotovo ne moremo reči za klasifikacijo podano v spodnjem delu slike. Vidimo lahko, da imamo opraviti s tremi kakovostnimi skupinami: prvi razred, komercialni razred in drugi razred, te pa se nato še dalje delijo glede na ton.

Poznavalci marmorja znajo oceniti izvor kamna oziroma določiti proizvajalca. To seveda pomeni, da ima vsak proizvajalec specifičen proizvod, ki se ga ne da klasificirati z nekim generičnim klasifikatorjem. Tako sistem omogoča ustrezno prilagajanje specifikam določenega proizvajalca.



Slika 2: Stroj integriran v proizvodno linijo ter primer klasifikacije.

3.1 Klasifikacija

Osnovni atributi po katerih se naredi klasifikacija so:

- osnovna barva,
- prisotnost žil (barva, geometrija in porazdelitev),
- homogene enote, razmejene z žilami (barva, geometrija in porazdelitev).

V fazi učenja se priporoča učenje na vsaj 15 primerih ploščic za vsak razred.

Natančnost in zanesljivost klasifikacije se je v relnem okolju izkazala kot veliko boljša od človeške. Pravzaprav še več, proizvajalci so ugotovili, da lahko naredijo celo več klasifikacijskih razredov kot so jih bili vajeni.

Natančnost določanja velikosti ploščice je v rangi ± 1 mm, pravokotnosti pa v rangi $\pm 1^\circ$.

3.2 Iskanje napak

Modul za iskanje napak odkriva tipične napake, ki nastanejo po večini zaradi proizvodnega procesa:

- napake na robovih,
- napake v kotih,
- napake zaradi poliranja,
- površinske napake.

Natančnost modula je ± 2 mm² na robovih ter $\pm 1,5$ mm² na površini.

3.3 Detajli?

Ko enkrat govorimo o izdelku za trg, potem je jasno, da so detajli tista konkurenčna prednost podjetja, ki jih podjetje za lastno dobro ne razkrije. Figurativno rečeno je že navajanje enostavnih postopkov kot recimo Gausovega filtra postavljenega v pravilni kontekst rešitve, kršenje zaupnosti. Tako o detajlih žal ne smem spregovoriti, pokažem pa lahko na določene objave, ki razkrivajo vsaj del rešitve. Seveda so tudi ti deli objavljeni zgolj zaradi razloga, ker so v obstoječem stroju integrirane boljše rešitve.

Članek naslovljen z »Ocena spektralne porazdelitve fluorescentne luči za barvno sliko v sistemu strojnega vida« [3] razkrije tehniko kompenzacije spremembe v osvetlitvi skozi čas, s čimer seveda zagotavljamo neobčutljivost sistema na osvetlitvene pogoje.

Naslednji članek, naslovljen z »Meritev barv in razmerja zrn v polnih porcelanastih ploščicah s pomočjo procesiranja slik« [4], pa uporablja segmentacijske postopke z namenom določiti pravilno količino materiala potrebnega v procesu in za nadzor procesa nastajanja omenjenih ploščic. Material lahko spreminja svoje lastnosti zaradi različnih

razlogov, npr. temperaturne razlike med področji peči, načina hranjenja zrn, dozirnega in mešalnega procesa, cilj v proizvodnem procesu teh ploščic pa je čimvečja vizualna uniformnost.

4. ZAKLJUČEK

V prispevku sem na kratko predstavil lastno izkušnjo s »spin-off« podjetjem, ki je na trg poslalo stroj za klasifikacijo marmornatih ploščic. Rešitev temelji povsem na strojnem vidu in je zanimiva tudi kot celosten inženirski izdelek, torej z vidikov, s katerimi se kot raziskovalci normalno ne srečujemo.

Uspeh na trgu je seveda zgodba zase. Lahko imaš odlično rešitev, a se ne prodaja, ker ni pravega prepričanja med potencialnimi uporabniki, mogoče je rešitev predraga, mogoče šepaš v marketingu, komerciali, mogoče enostavno nimaš pravih vez?

Optimalno je, če imaš kupca že vnaprej znanega, saj tako najlažje prebiješ led, prideš na trg z referenco. V našem primeru ni bilo tako, bili so le interesenti. Postavitev prvega stroja v proizvodni proces je pokazala na kopico tehničnih in inženirskih problemov, od nihanja temperature v obratih, do pristotnosti mrčesa in specifike procesne linije, vendar so bili tudi ti problemi ustrezno rešeni. Testno okolje se je zamenjalo vsaj enkrat zaradi različnih pogledov razvijalcev in interesenta, potencialnega kupca. Vendar je po dobrem letu (v 2006) prišlo do odločilnega koraka, preboja na trg, prodaje prvega stroja.

Stroj v uporabi pa je dejansko najboljša referenca, saj uporabnik sam deluje v tvoje dobro. Tako so recimo kupci prvega stroja sodelovali z Japonci, katerim so dobavljali svoje izdelke, in ko so predstavniki Japoncev videli stroj integriran v proizvodni proces ter uvideli njegovo učinkovitost, so zahtevali integracijo strojev v proizvodne procese vseh svojih dobaviteljev...

LITERATURA

1. http://www.asiristech.com/index_i.html
Podjetje Asiris Vision Technologies SA.
2. <http://www.ceit.es/>
Inštitut CEIT.
3. L. G. Corzo, J. A. Penaranda, P. Peer (2005), Estimation of a fluorescent lamp spectral distribution for color image in machine vision, *Machine Vision and Applications*, 16(5), str. 306-311.
4. J. A. Penaranda, C. Flores, L. G. Corzo, I. Gutierrez (2006), Colour and proportion of grains measurement in through-body porcelain tiles by means of image processing, *Journal of the European Ceramic Society*, 26(15), str. 3373-3381.