

Vizuelno raspoznavanje uzoraka – – otklanjanje škarta iz proizvodnje

Jedan od velikih problema u savremenoj proizvodnji je proces kontrole kvaliteta i otklanjanja škarta. Ovaj posao je, uglavnom, posvećen čoveku što ne daje pouzdane ni ekonomski isplative rezultate. Glavni cilj ovog rada je da predloži jedno rešenje ovog problema, koje bi se moglo primeniti u praktičnoj proizvodnji. Kako je problem raspoznavanja uzoraka često rešavan neuronskim mrežama, što nije dalo sasvim zadovoljavajuće rezultate, u ovom radu se razmatra jednostavniji i pouzdaniji metod, preklapanje uzoraka.

Ključne reči: raspoznavanje, uzorak, odlučivanje, obrada slike

1. Uvod

Raspoznavanje uzoraka je veoma širok pojam, raspoznavanje zvuka, slika, scena, događaja... Ovaj rad se bavi samo jednim delom – raspoznavanjem slika i primenom u otklanjanju škarta iz proizvodnje. Kako je većina poznatih tehnika raspoznavanja primenljiva samo za konkretne uzorke, u ovom radu je razrađena tehnika za širi prostor raspoznavanja, metodom preklapanja. Osnovna ideja je da se na kritičnim mestima u procesu proizvodnje postave računari sa kamerama koji bi vršili nadzor i otklanjali proizvode ili njihove delove sa vidljivim greškama.

2. Pojam raspoznavanja

Čovek stiče iskustva sa okruženjem preko svojih čula (čulo vida, sluha, dodira...). Kod čoveka se na osnovu tih čula stvara slika sveta koji ga okružuje. Oblici i pojave se pamte i to se može nazvati učenjem. I kod računara je slično, s tim što oni nemaju čula, već na osnovu niza cifara dobijaju podatke o spoljnom svetu. I oni, da bi mogli da odluče kojoj grupi pripada snimljeni uzorak, moraju prvo da dobiju podatke o uzorcima i da ga na osnovu njih svrstaju u određenu grupu.

Igor Paunov, Fakultet organizacionih nauka

*e_mail:
lcube@fon.fon.bg.ac.yu*

Cilj raspoznavanja je odluka, te se deo postupka raspoznavanja može nazvati i donošenje odluke. Opšti sistem raspoznavanja uzoraka se sastoji od sledećih elemenata:

- **pretvarač**: vrši potrebna merenja. U slučaju raspoznavanja slika pretvaranje slike iz spoljnog sveta u niz cifara (npr. snimanje video kamerom i konverzija u digitalni signal).
- **predobrada**: ovaj blok može imati više funkcija. Kod raspoznavanja slika (image recognition) to će biti otklanjanje šumova, filtriranje, izoštravanje i slično.
- **klasifikator**: rezultat ovog bloka je klasifikacija uzoraka. U slučaju otklanjanja škarta iz proizvodnje to je donošenje da li je uzorak škart ili dobar proizvod.

3. Priprema uzoraka za analizu

U fizičkom svetu uzorak ima beskonačno mnogo karakteristika. Snimanjem i digitalizacijom broj karakteristika se smanjuje na konačan broj. I u tom digitalnom obliku ima suviše podataka koji nisu potrebni i da bi se proces analize ubrzao treba eliminisati sve nepotrebne podatke tj. broj karakteristika svesti na minimalan, ali dovoljan broj. Veliki broj nepotrebni karakteristika se gubi prilikom digitalizacije (npr. smanji se broj boja i rezolucija). Ostale nepotrebne karakteristike treba ukloniti primenom određenog algoritma nad slikom uzorka. Pre nego što sistem bude u stanju da odluči kojoj grupi (u ovom slučaju škart ili ne) pripada uzorak koji se analizira, mora prvo naučiti kako izgleda originalni uzorak. Najčešće korišćeni postupci učenja su:

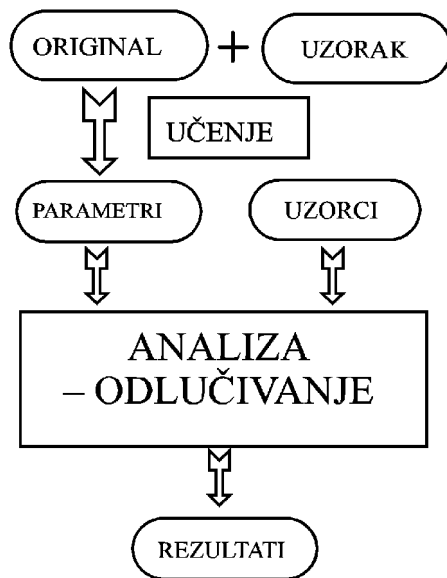
- 1) sistem sam određuje bitne karakteristike (automatsko) i
- 2) korisnik definiše bitne karakteristike.

Pošto se sistem jednom nauči, primenom algoritama za izbor značajnih karakteristika, u stanju je da primenom istih algoritama nad uzorcima zaključi da li je uzorak dobar uz određenu toleranciju. Postoji više kriterijuma pomoću kojih se može proglasiti da li uzorak pripada određenoj grupi. Neke od najčešćih metoda su:

- niz – svaki element mora biti sličan susednom. Koristi se kod praćenja snimka (scene),
- zvezda – svaki element mora biti sličan centralnom, Primenjuje se kod otklanjanja škarta,
- mreža – sličnost mora da postoji kod bilo koja dva uzorka...

4. Primer primene raspoznavanja u otklanjanju škarta iz proizvodnje

U ovom delu razmatra se otklanjanje škarta robe iz proizvodnje koja ima vidljive greške. Blok šema je prikazana na slici 1. Sistem ima dva osnovna dela: učenje i analizu (odlučivanje). Delu za učenje prosleđuje se slika originala i uzorka koji se malo razlikuje, ali ipak dovoljno da se može proglasiti škartom. Iz analize ovih slika program treba da generiše parametre koji se zajedno sa snimljenim uzorcima prosleđuju programu za analizu. Rezultat ove analize je svrstavanje uzorka u dobre proizvode ili škart.



Slika 1.
Blokšema

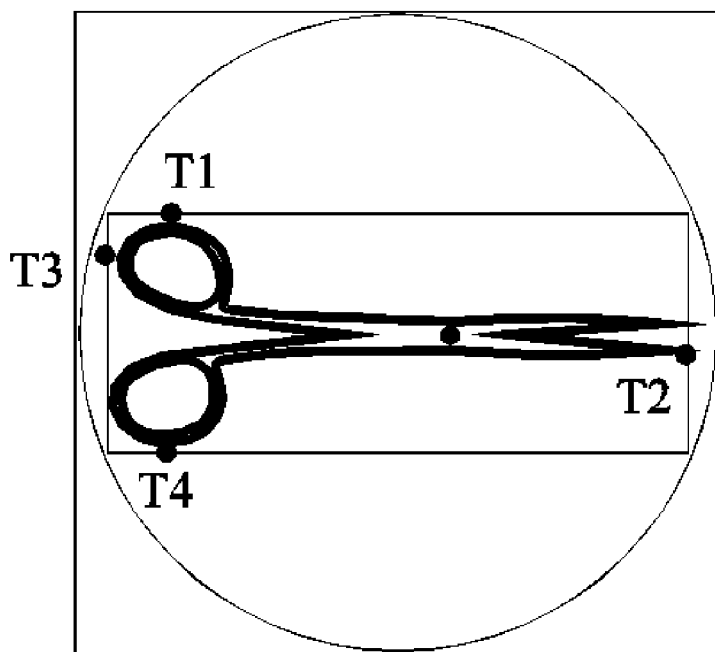
4.1 Obrada slike

Preko perifernog uređaja (kamera i kartica za konverziju signala) slika iz spoljnog sveta se digitalizuje i prenosi do računara. Da bi se izbegle nesaglasnosti u malim razlikama nijansi iste boje vrši se konverzija slike u manji broj boja. Program na osnovu parametara koje zadaje korisnik vrši konverziju. Nijanse od nule do prve vrednosti – jedna boja, ob prve do druge – druga boja... Tako se dobije slika u N boja. Broj boja zavisi od broja zadatih pragova. Korisnik treba tako da podesi te parametre da sa što manjim brojem pragova dobije na ekranu sliku sa svim bitnim karakteristikama. Sledeći korak koji je bitan (naročito ako na slici ima blagih prelaza oko ivica npr. senki) je filtriranje slike. Ispituje se vrednost piksela i njegovih susednih, ako su mu susedni u istoj boji a on se razlikuje i

njemu se dodeljuje vrednost susednih. Ovaj postupak se ne mora vršiti samo na nivou jednog piksela, moguće je to uraditi i nad manjim površinama (od po nekoliko piksela). Popunjavanjem ovih sitnih šupljina vrši se i izoštravanje slike.

U ovom radu ne vrši se nikakva vektorizacija, sa uzorkom se radi kao sa bit-mapom. Potrebno je da pozadina bude kontrastna u odnosu na uzorak (tamnije uzorke snimati na svetloj pozadini i suprotno). Kako se upoređivanje vrši piksel po piksel potrebno je uzorak postaviti na sredinu matrice. U ovom primeru to je urađeno na sledeći način:

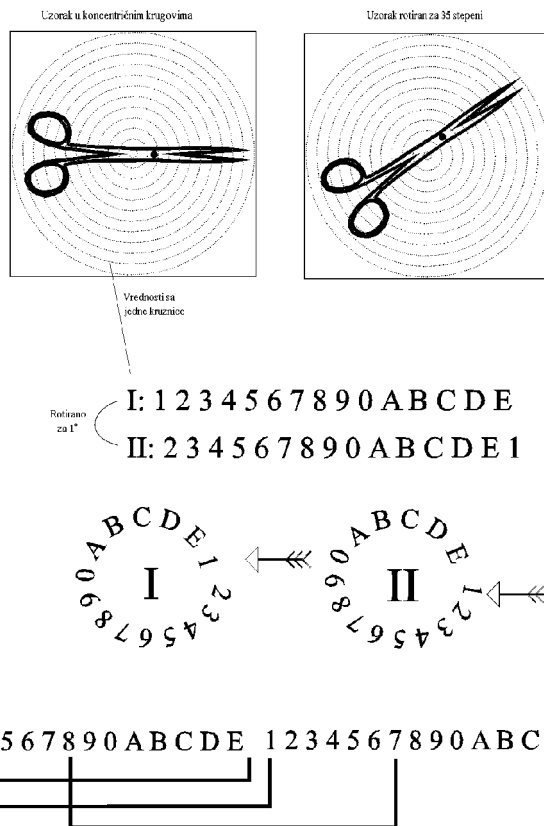
Pronađu se četiri tačke najbliže ivicama (uokviri se uzorak). Ostatak matrice (van uzorka) se eliminiše. Dobijena matrica je veličine pravougaonika opisanog oko uzorka. Ta veličina matrice ne zadovoljava potrebe jer se pri raspoznavanju vrši rotacija uzorka, pa se može desiti da delovi slike odu van matrice i ne analiziraju se. Moramo, znači, odrediti i veličinu matrice da bi uzorak mogao u njoj da se rotira. To radimo tako što oko pravougaonika u koji je upisan uzorak opišemo krug. Potrebno je još da taj krug sa uzorkom unutra smestimo u matricu $R \times R$ (slika 2).



Slika 2
Formiranje matrice
za sliku uzorka.

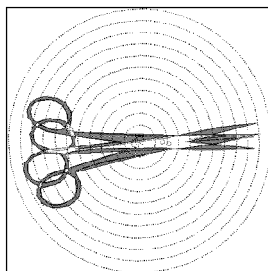
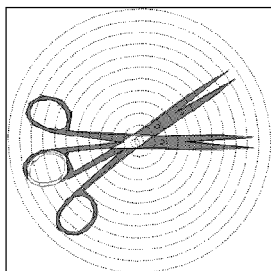
4.2. Analiza – klasifikacija uzoraka

Nakon završene obrade slike sledi proces analize originalnog uzorka i snimljenog proizvoda i odlučivanje jesu li isti. Da bi program uopšte mogao da odluči da li je uzorak dobar ili škart proizvod mora se prvo naučiti. To se radi uporednom analizom originala i uzorka. Pri učenju programu treba proslediti sliku originalnog proizvoda, znači dobrog, i sliku uzorka koji se malo razlikuje, ali ipak dovoljno da je škart proizvod. Rezultat učenja je konfiguracioni fajl koji koristi program za analizu. Operacije koje se vrše nad uzorcima prilikom učenja i prilikom analize su iste i biće opisane u nastavku teksta. Proces analize se odvija u nekoliko faza. Prvo se proverí veličina nove matrice, ako se veličine matrica razlikuju znači da je uzorak manji ili veći od originalnog proizvoda, prestaje se sa daljom analizom i uzorak se proglašava škartom (npr. metla bez drške). Ako se veličine matrica podudaraju, naravno uz zadatu toleranciju, nastavlja se sa daljom analizom. Kako bi se proces ubrzao ne vrši se analiza svih tačaka iz matrice. Izbor značajnih tačaka vrši se polu-automatski. Krene se od centra matrice ka ivici i pamte se tačke koje se nalaze na jednakom rastojanju od centra (znači kružno) za različite poluprečnike. Time se obrazuju koncentrični krugovi, i uzimaju se vrednosti tačaka sa kružnice. Za svaki krug dobije se jednak broj tačaka (maksimalno 360) koje se smeštaju u novu matricu. Broj tih tačaka određuje korisnik i time zadaje finoću analize. Upoređivanjem tih tačaka originala i uzorka zaključuje se da li je uzorak škart ili ne. Vrednosti koje se koriste za zaključivanje dobijene su kao rezultat programa za učenje. Izbor baš tih tačaka se ne vrši slučajno (tačke po kružicama) nego se biraju baš te tačke zbog olakšane rotacije uzorka. Obično upoređivanje ne bi dalo zadovoljavajuće rezultate jer je često normalno da sa proizvodne trake ne izlaze složeni proizvodi u istom položaju. Upoređivanje se mora vršiti uz rotaciju. U ovom radu nije primenjen klasičan način rotacije matrice i preračunavanje koordinata svake tačke jer bi to bilo neupotrebljivo sporo. Iskorišćen je jedan veoma zanimljiv i brz metod. Uzorak se rotira oko centra opisanog kruga, vrednosti po svim koncentričnim krugovima se rotiraju oko centra za isti broj stepeni. Jedan od načina za rotaciju je da se vrednosti po krugovima pomeraju u jednu stranu za nekoliko mesta. Od potrebnog broja stepeni zavisi i broj mesta. Da bi se i ovo, što je već zadovoljavajuće brzo, ubrzalo rezerviše se duplo veći memorijski prostor ($2 \cdot R \cdot 360 = 720 \cdot R$) i svaki krug se smešta dva puta za redom. Rotacija za 30 stepeni se izvodi tako što se uzimaju vrednosti od 30-ih do 390-ih elemenata (za sve krugove). Primenom ovog metoda se na račun memorije dobije na brzini. Ovaj metod prikazan je na slici 3. Praktično proces rotacije i ne oduzima vreme, rotacija se vrši samo prividno, sve se svodi samo na upoređivanje različitih blokova memorije.



Slika 3.
Rotiranje slike.

Analiza se odvija tako što se uporede matrice, uzorak se zatim rotira za n stepeni (prosledi se samo drugi blok memorije) pa se opet uporede, pa opet za n ... Ovaj postupak ilustrovan je na slici 4. Razlika između uzoraka je šrafirana. Vidi se da su na drugoj slici (kada je uzorak drugačije rotiran) te površine znatno manje. Za neki drugi položaj uzorka razlika će biti još manja. Potrebno je upamtiti za koliko se stepeni rotiranja uzorak najmanje razlikuje od originala. Ako se uzorak razlikuje više od vrednosti dobijene od programa za učenje prestaje se sa analizom i proglašava se škartom. Time je završen i drugi stepen analize. Ako je razlika manja nastavlja se analiza. Sada se traži najveća razlika po jednom krugu (uzorak je rotiran tako da se najmanje razlikuje), ako je ta razlika veća od dobijene od programa za učenje uzorak se razlikuje, znači škart; u protivnom je dobar proizvod. Time je analiza završena. Proces analize se, dakle, izvršava u tri faze: analiza veličine, ukupne razlike, i razlike po krugovima. Svaka od ovih analiza se može, podešavanjem u konfiguracionom fajlu, isključiti, čime se dobija na brzini, a gubi na tačnosti.



Slika 4.
Upoređivanje matrica.

4.3 Mane – nedostaci

Mana ovog postupka (a i drugih) je što se javlja problem kod raspoznavanja uzoraka sa pokretnim delovima (npr. makaze). Jedno od mogućih rešenja je da se svaki deo ponaosob (pre sklapanja proizvoda) analizira.

5. Zaključak

Iako jednostavan, ovaj metod se pokazao kao veoma efikasan i pouzdan. Program je napisan u programskom jeziku C, a testiran je na Linux operativnom sistemu. Rezultati su bili sasvim zadovoljavajući i što se tačnosti i što se brzine tiče. Sa malim dozvoljenim odstupanjem klasifikacija je bila 100% ispravna, povećanjem dozvoljenog odstupanja ispravnost polako opada što je u potpuno normalno. Ipak ne treba preterivati, sa dozvoljenim odstupanjem 0 ispravnim se proglašavaju samo oni uzorci koji su potpuno isti što je u praksi veoma redak, ako ne i nemoguć slučaj. Treba uzeti u obzir u šum koji nastaje snimanjem slike i njenom digitalizacijom.

