

1. Uvod

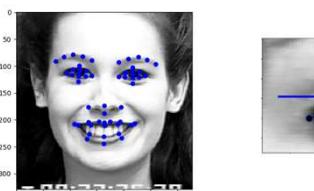
Algoritmi analize lica imaju moguće primjene u raznim industrijskim područjima, kao što su zabava, oglašavanje, robotika i automobiliška industrija. Očekuje se da će aplikacije osjetljive na korisničko raspoloženje promijeniti način na koji komuniciramo sa računalima no izgradnja takvih sustava je još uvijek veliki izazov prvenstveno zbog složene prirode problema u obliku velikih kulturnih i osobnih raznolikosti te raznolikosti u uvjetima snimanja (poza glave, osvjetljenje, prepreke vidljivosti itd.). Širenjem mobilnih i drugih energetsko učinkovitih "pametnih" uređaja u sklopu *Internet of Things* (IoT) okruženja, računalna efikasnost algoritama računalnog vida postaje sve važniji parametar uz uobičajene mjere točnosti. Dakle, potreban je visoko učinkoviti, ali precizan algoritam.

2. Opis problema

Algoritmi prepoznavanja izraza lica usredotočeni su na određivanje šest osnovnih izraza lica (ljutnja, gađenje, strah, sreća, tuga i čudenje) koji su neovisni o rasi i kulturi. Proces je podijeljen na uobičajene korake strojnog učenja: izvlačenje značajki i klasifikaciju.

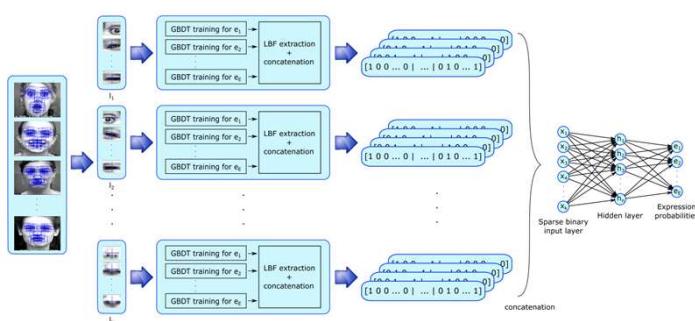
3. Metodologija

Predložena metoda koristi značajke temeljene na izgledu zbog veće robusnosti za različite oblike lica u usporedbi sa geometrijskim značajkama. Značajke izgleda izvlače se oko karakterističnih točaka lica (primjerice usta i oči). Ključna zamisao je proces izvlačenja značajki koji se **učenjem može prilagoditi problemu** te izlučiti visoko diskriminativne uzorke teksture za svaki izraz lica oko detektiranih karakterističnih točaka lica. Ansambl stabala odlučivanja korištenjem nježnog poticanja učeni su sa značajkama usporedbe intenziteta piksela za svaki izraz oko svake karakteristične točke.



Izvlačenje lokalnih binarnih značajki

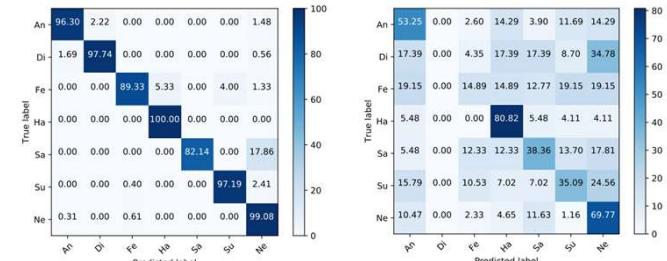
Nakon što se ansambl za svaki izraz i karakterističnu točku nauče, izvlače se lokalne binarne značajke. Vektori značajki za pojedine izraze spajaju se u jedan vektor značajki koji predstavlja izgled lica posebno prilagođen razlikovanju izraza lica na **potpuno automatski i nadgledani način**. Plitka neuronska mreža sa jednim skrivenim slojem koristi opisani sporadični binarni vektor značajki za učenje.



Grafički prikaz predloženog algoritma

4. Rezultati

Sustav je testiran na četiri najčešće upotrebljavane baze za raspoznavanje izraza lica: CK+, MMI, JAFFE i SFEW 2.0. Svi eksperimenti provedeni su korištenjem kros-validacije 10 puta zbog malog broja primjera u navedenim bazama. Nadalje, eksperimenti su strogo podijeljeni na scenarije ovisne o subjektima.



Konfuzijske matrice na CK+ (kontrolirani uvjeti) i SFEW 2.0 („in-the-wild“) bazi

Method	CPU	Feature extraction	Classification	Total
Happy and Routry [20]	Intel i5 3.2 GHz	?	?	295.5
Khan et al. [25]	?	10	?	?
Lee et al. [29]	Pentium 3.50 GHz	110	40	150
Lopes et al. [35]	?	–	–	10
Zhang et al. [59]	Intel i5 2.66 GHz	?	30	?
Zhang and Tjondronegoro [58]	Core Duo 1.66 GHz	?	?	125.8
Liu et al. [33]	6-core 2.4 GHz	?	?	210
Shan et al. [50]	?	30	?	?
Owusu et al. [41]	?	?	?	14.5
Levi et al. [30]	Amazon GPU g2.xlarge instance	?	?	500
Ding et al. [9]	Titan X GPU	?	?	3
Proposed LBF-NN	Intel i7-7500U 2.70 GHz	?	?	1

Usporedba brzine izvođenja algoritama u milisekundama

Method	Train	Test	Recognition rate (%)
Zhang et al. [59]	CK+	MMI	66.9
	MMI	CK+	61.2
Shan et al. [50]	CK	MMI	51.1
Lee et al. [29]	MMI	CK+	64.57
Proposed LBF-NN	CK+	MMI	62.74
	MMI	CK+	78.79

Usporedba generalizacije algoritama između baza

Predložena metoda postiže **state-of-the-art (SOTA)** rezultate na najrasprostranjenijoj bazi CK+. Iz priloženih tablica vidljivo je da metoda demonstrira izvrsnu sposobnost generalizacije između različitih baza te brzinu izvođenja za red veličine veću od dosadašnjih metoda koristeći jednu procesorsku jezgru.

5. Zaključak

Prezentirana je učinkovita metoda raspoznavanja izraza lica primjenom stabala odlučivanja i neuronskih mreža. Metoda postiže SOTA rezultate na CK+ bazi te odličnu robusnost na „divljoj“ bazi SFEW 2.0. Uz visoku preciznost, metoda je iznimno brza sa vremenom izvođenja od **1 ms** koristeći jednu procesorsku jezgru. Navedene karakteristike čine ovu metodu idealnom za platforme sa ograničenim računalnim sredstvima.

6. Zahvala projektu

Istraživanje je financirano iz istraživačkog projekta sa tvrtkom Visage Technologies AB.