

الله أكبر

دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

پایان نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

مهندسی برق - مخابرات

آشکارسازی چهره در تصاویر رنگی با استفاده از شبکه عصبی

استاد راهنما: دکتر قاسم میرجلیلی

استاد مشاور: دکتر سید محمد تقی المدرسی

پژوهش و نگارش: مجتبی نقدی نسب

۱۳۸۸/۹/۱۱

زمستان ۱۳۸۷

دفتر اطلاعات مرکز علمی ایزان
تهیه مدارک

۱۲۷۴۱۷

تقدیم به پدر و مادر عزیزم که در تمام مراحل زندگی
حامی و مشوق من بوده اند.

این پایان نامه با حمایت های مالی
مرکز تحقیقات مخابرات ایران
به انجام رسیده است.

تقدیر و تشکر

سپاس بی‌کران خدواندی را که لطف و رحمتش را هر لحظه در زندگی احساس کردم و بار دیگر توفیق عطا کرد تا گامی هرچند کوتاه در راه تحصیل علم بردارم. حاصل تمام تلاشها در طول انجام این پایان‌نامه ، مدیون جناب آقای دکتر قاسم میرجلیلی است که اگر راهنمایی‌ها و پی‌گیری‌های ایشان نبود، این کار به سرانجام نمی‌رسید. از رهنمودها و حمایت‌های دلسوزانه جناب آقای دکتر محمد تقی المدرسی که زحمت مشاوره بنده را متحمل شدند، کمال تشکر و قدردانی را دارم.

از جناب آقای دکتر محمد تقی صادقی که به عنوان متخصص و صاحب نظر گروه برق داوری این پایان‌نامه را برعهده گرفتند و همچنین از جناب آقای دکتر قاسم‌زاده که قبول زحمت نمودند و ارزیابی این پایان‌نامه را پذیرفتند، سپاسگزارم.

در پایان از مرکز تحقیقات مخابرات ایران که حمایت از این پروژه را بر عهده گرفتند کمال

تشکر را دارم.



مدیریت تحصیلات تکمیلی

صور تجلسه دفاعیه پایان نامه دانشجوی
دوره کارشناسی ارشد

شناسه: ب/ک/۳

جلسه دفاعیه پایان نامه تحصیلی آقای/ خانم: مجتبی نقدی نسب
رشته/گرایش: برق- مخابرات

تحت عنوان: آشکارسازی چهره در تصاویر رنگی با استفاده از شبکه عصبی
و تعداد واحد: ۶ در تاریخ ۱۳۸۷/۱۲/۱۲ با حضور اعضای هیأت داوران (به شرح ذیل) تشکیل گردید.
پس از ارزیابی توسط هیأت داوران، پایان نامه با نمره: به عدد ۱۸/۳ به حروف $18 \frac{3}{10}$ و درجه عالی
مورد تصویب قرار گرفت.

امضاء

نام و نام خانوادگی

عنوان

دکتر قاسم میرجلیلی

استاد/ استادان راهنما:

امضاء

دکتر سید محمد تقی المدرسی

استاد/ استادان مشاور:

دکتر محمد تقی صادقی

متخصص و صاحب نظر داخلی:

دکتر محمد قاسم زاده

متخصص و صاحب نظر خارجی:

محمد قاسم زاده

نماینده تحصیلات تکمیلی دانشگاه (ناظر)

نام و نام خانوادگی: دکتر اصغر دشتی

امضاء

اصغر دشتی

چکیده

آشکارسازی چهره یکی از مسائل چالش‌برانگیز در بینایی ماشین است. استفاده از شبکه عصبی به عنوان طبقه‌بندی‌کننده یکی از موفق‌ترین و متداول‌ترین راه‌حل‌های ارائه شده برای این مساله است. شبکه‌های عصبی با ساختارها و ویژگی‌های مورد استفاده گوناگون برای آشکارسازی چهره مورد استفاده قرار گرفته‌اند. از طرف دیگر گسترش تکنولوژی باعث افزایش استفاده از تصاویر رنگی در کاربردهای مختلف شده است. در این پژوهش به آشکارسازی چهره در تصاویر رنگی با استفاده از شبکه عصبی پرداخته شده است. ابتدا به چگونگی استفاده از ویژگی رنگ برای کاهش سطح جستجوی چهره در تصاویر پرداخته شده و نشان داده شده است که جداسازی پیکسلی نواحی پوست و غیر پوست نمی‌تواند از حد مشخصی که در این پژوهش با فرض دقیق بودن مدل رنگ پوست تهیه شده، ۸۹٪ تعیین شد، دقیق‌تر شود. در مورد اثرات استفاده از فضاهای رنگ و طبقه‌بندی‌کننده مختلف بر کیفیت جداسازی پیکسلی پوست، بیان می‌شود که برای فضاهای رنگی که رابطه نگاشت بین آنها یک به یک است، مساله اصلی طرح طبقه‌بندی‌کننده مناسب است. دو شبکه عصبی پرسپترون چندلایه با اندازه و با ویژگی‌های مورد استفاده متفاوت برای آشکارسازی چهره آموزش داده شدند. استفاده از حالات مختلف قانون آموزش پس‌انتشار خطا برای آموزش شبکه‌ها نشان داد که روشهای مبتنی بر گرادیان مزدوج عملکرد بهتری دارند. در آموزش شبکه‌ها از روش بوت-استرپینگ استفاده شده است. اشتراک بیشتر نمونه‌های مورد استفاده در تکرارهای متوالی می‌تواند مشکل همگرا نشدن برخی از حالات قانون آموزش پس‌انتشار خطا هنگام استفاده از روش بوت-استرپینگ را حل کند. دقت آزمایش بر روی پایگاه داده تصاویر رنگی UCD، در بهترین حالت ۸۶/۲٪ بود، که با روشهای متنوع دیگری که برای آشکارسازی چهره مورد استفاده قرار گرفته است، قابل مقایسه است.

فهرست مطالب

-
- ۱- پیش‌گفتار..... ۱
 - ۱-۱ مقدمه..... ۱
 - ۲-۱ تعریف مساله..... ۲
 - ۳-۱ روشهای ارائه شده برای آشکارسازی چهره..... ۳
 - ۴-۱ ساختار پایان‌نامه..... ۵
 - ۲- آشکارسازی چهره با استفاده از شبکه عصبی..... ۷
 - ۱-۲ شمای کلی یک سیستم آشکارسازی چهره با استفاده از شبکه عصبی..... ۸
 - ۲-۲ ساختارهای شبکه عصبی مورد استفاده در آشکارسازی چهره..... ۱۰
 - ۱-۲-۲ شبکه عصبی پرسپترون چند لایه (MLP)..... ۱۱
 - ۲-۲-۲ شبکه‌های عصبی چندجمله‌ای..... ۱۳
 - ۳-۲-۲ شبکه‌های عصبی پایه شعاعی (RBF)..... ۱۵
 - ۴-۲-۲ حافظه‌های خودانجمنی..... ۱۵
 - ۵-۲-۲ شبکه عصبی کانولوشنی..... ۱۷
 - ۶-۲-۲ شبکه‌های عصبی بازگشتی..... ۱۹
 - ۷-۲-۲ ترکیب شبکه‌های عصبی..... ۲۱
 - ۳-۲ آماده‌سازی داده‌ها و پیش‌پردازش..... ۲۲
 - ۱-۳-۲ برچسب‌گذاری اعضای مهم چهره و منطبق‌سازی چهره‌ها..... ۲۳
 - ۲-۳-۲ پیش‌پردازش برای رفع تفاوت‌های شدت نور و کنتراست تصویر..... ۲۴
 - ۴-۲ چگونگی برخورد با اندازه، جهت و زاویه متغیر چهره در تصاویر..... ۲۵
 - ۱-۴-۲ آشکارسازی چهره‌های دارای دوران در صفحه تصویر..... ۲۵
 - ۲-۴-۲ آشکارسازی چهره‌هایی که از نمای روبرو نیستند..... ۲۷

فهرست مطالب

۲۸.....	۵-۲ سرعت بخشیدن به عملکرد آشکارسازی چهره
۳۱.....	۶-۲ پیاده‌سازی عملی سیستم‌های آشکارسازی چهره
۳۱.....	۷-۲ ترکیب و ادغام نتایج
۳۴.....	۸-۲ آشکارسازی چهره با استفاده از اعضای چهره
۳۴.....	۹-۲ نتایج حاصل از بعضی روشهای آشکارسازی چهره با شبکه عصبی
۳۶.....	۳- مساله رنگ در آشکارسازی چهره
۳۶.....	۱-۳ مقدمه
۳۸.....	۲-۳ فضاهای رنگ
۳۸.....	۱-۲-۳ فضای رنگ RGB
۳۸.....	۲-۲-۳ فضای RGB نرمالیزه
۳۹.....	۳-۲-۳ فضاهای رنگ HIS, HSV, HSL
۳۹.....	۴-۲-۳ فضای رنگ TSL
۴۰.....	۵-۲-۳ فضای رنگ Y_C, C_b
۴۰.....	۶-۲-۳ سیستم‌های رنگی که از نظر ادراک انسان یکنواخت هستند
۴۱.....	۷-۲-۳ فضای رنگ YES
۴۱.....	۳-۳ مدل‌سازی و جداسازی رنگ پوست
۴۱.....	۱-۳-۳ تعیین قطعاتی از فضای رنگ به عنوان نواحی چهره
۴۲.....	۲-۳-۳ مدل‌سازی غیرپارامتری رنگ پوست
۴۲.....	۳-۳-۳ مدل‌سازی پارامتری رنگ پوست
۴۳.....	۴-۳ آموزش شبکه‌های عصبی با استفاده از الگوریتم پس‌انتشار خطا
۴۴.....	۱-۴-۳ قانون آموزش ویدرو- هاف

فهرست مطالب

-
- ۴۵..... ۲-۴-۳ الگوریتم کاهش گرادیان همراه با ممنوعیت
- ۴۶..... ۵-۳ روشهای سریع تر به کارگیری الگوریتم پس انتشار خطا
- ۴۷..... ۱-۵-۳ آموزش با نرخ یادگیری متغیر
- ۴۷..... ۲-۵-۳ الگوریتم پس انتشار خطای جهنده
- ۴۸..... ۳-۵-۳ روشهای گرادیان مزدوج
- ۵۰..... ۴-۵-۳ الگوریتم‌های شبه نیوتونی
- ۵۱..... ۵-۵-۳ روش لوببرگ-مارکوارت
- ۴ - شرح کارهای انجام شده و نتایج حاصل ۵۲
- ۱-۴ چگونگی استفاده از ویژگی رنگ در آشکارسازی چهره ۵۲
- ۲-۴ جداسازی پیکسل‌های پوست در تصاویر رنگی ۵۳
- ۳-۴ حد پایین خطا در طبقه‌بندی به دو دسته ۵۴
- ۴-۴ تاثیر فضای رنگ مورد استفاده بر کیفیت عملکرد جداکننده پوست ۵۶
- ۵-۴ آزمایش‌های انجام شده برای حد بالای تئوریک دقت طبقه‌بندی پیکسلی ۵۷
- ۱-۵-۴ فرابرازش و فروربرازش ۵۸
- ۶-۴ روش مورد استفاده برای جداسازی پوست ۵۹
- ۷-۴ ساختار شبکه‌های عصبی و ویژگی‌های مورد استفاده ۶۰
- ۱-۷-۴ تصاویر مورد استفاده در آموزش شبکه‌ها: ۶۱
- ۲-۷-۴ کارهای مشترک هر دو شبکه ۶۲
- ۸-۴ شبکه آموزش داده شده شماره ۱ ۶۲
- ۱-۸-۴ فرایند آموزش شبکه عصبی شماره ۱ ۶۳
- ۲-۸-۴ آموزش شبکه عصبی: ۶۴

فهرست مطالب

۶۵	۳-۸-۴ نتایج حاصل از فرایند آموزش شبکه اول:
۶۸	۹-۴ شبکه آموزش داده شده شماره ۲
۶۸	۱-۹-۴ فرایند آموزش شبکه عصبی شماره ۲
۷۰	۲-۹-۴ نتایج حاصل از فرایند آموزش شبکه دوم
۷۱	۱۰-۴ پایگاه داده تصاویر مورد استفاده و معیارهای آشکارسازی
۷۳	۱۱-۴ نتایج آشکارسازی چهره در پایگاه داده تصاویر UCD
۷۴	۱۲-۴ نتیجه‌گیری
۷۷	۵- نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادها
۷۷	۱-۵ نتیجه‌گیری
۷۹	۲-۵ پیشنهادها
۸۱	منابع و مآخذ

فهرست جداول

صفحه

عنوان

- جدول ۱-۲ نتایج به دست آمده در مرجع [۸] ۳۵
- جدول ۲-۲ مقایسه آشکارسازهای مختلف چهره به نقل از مرجع [۲۳] ۳۵
- جدول ۱-۴ نتایج مربوط به آشکارساز اول ۷۳
- جدول ۲-۴ نتایج مربوط به آشکارساز دوم ۷۳

فهرست تصاویر

صفحه	عنوان
۹	شکل ۱-۲ شمای کلی یک سیستم آشکارسازی چهره با شبکه عصبی.....
۵۹	شکل ۱-۴ بهترین دقت آشکارسازهای پوست به طور نظری.....
۶۰	شکل ۲-۴ مثال‌هایی از مراحل جداسازی پوست.....
۶۲	شکل ۳-۴ الف ساختار شبکه عصبی مورد استفاده اول.....
۶۳	شکل ۳-۴ ب مراحل آماده‌سازی یک نمونه سطح خاکستری برای شبکه عصبی اول.....
۶۵	شکل ۴-۴ الف میانگین خطا در ۱۰۰۰ تکرار الگوریتم آموزش برای روشهای ۱-۵.....
۶۶	شکل ۴-۴ ب میانگین خطا در ۱۰۰۰ تکرار الگوریتم آموزش برای روشهای ۶-۱۰.....
۶۶	شکل ۴-۵ الف حداکثر خطا در ۱۰۰۰ تکرار الگوریتم آموزش برای روشهای ۱-۵.....
۶۷	شکل ۴-۵ ب حداکثر خطا در ۱۰۰۰ تکرار الگوریتم آموزش برای روشهای ۶-۱۰.....
۷۰	شکل ۶-۴ ساختار شبکه عصبی مورد استفاده دوم.....
۷۰	شکل ۴-۷ الف خطا در ۱۰۰ تکرار الگوریتم آموزش برای روشهای ۱-۵.....
۷۱	شکل ۴-۷ ب خطا در ۱۰۰ تکرار الگوریتم آموزش برای روشهای ۶-۱۰.....
۷۲	شکل ۴-۸ نمونه‌هایی از پایگاه داده تصاویر تست.....
۷۴	شکل ۴-۹ نمونه‌هایی از نتایج آشکارسازی چهره در پایگاه داده تصاویر تست.....

فصل اول

پیشگفتار

۱-۱ مقدمه

پیشرفت روزافزون فن‌آوری به خصوص در حوزه رایانه و ارتباطات باعث تغییر الگوی برقراری ارتباط بین انسان و رایانه‌ها شده است. این پیشرفت‌ها به گونه‌ای است که بسیاری از کارهایی که زمانی به علت توانایی کم رایانه‌ها، خیلی سخت و پرهزینه بودند امروزه متداول و معمولی شده‌اند. دسته‌ای از ارتباطات امروزه انسان با رایانه‌ها، بر پایه مسائل مرتبط با پردازش چهره بنا شده است. منظور از یک مسئله پردازش چهره، مسئله‌ای است که در آن ورودی، یک و یا دنباله‌ای از تصاویر است و خروجی دسته‌ای از اطلاعات به دست آمده از آن تصویرهاست.

رایج‌ترین این مسائل عبارتند از موقعیت‌یابی چهره، آشکارسازی چهره، بازشناسی چهره، آشکارسازی اعضای صورت، تایید هویت، تعقیب چهره و تعیین حالت چهره.

۲-۱ تعریف مساله

منظور از آشکارسازی چهره این است که تعیین شود آیا در تصویر ورودی چهره و یا چهره‌هایی وجود دارند یا نه، و در صورت وجود موقعیت این چهره‌ها نیز تعیین شود. لازم به ذکر است که در مساله موقعیت یابی چهره فرض بر این است که در تصویر ورودی چهره‌ای وجود دارد و تنها باید موقعیت آن تعیین شود.

آشکارسازی چهره امروزه کاربرد گسترده‌ای در سیستم‌های امنیتی و فشرده‌سازی تصویر وابسته به محتوا و مانند آن دارد و نیز واضح است که آشکارسازی چهره می‌تواند گام اول و یا یک راهنما برای بعضی دیگر از مسائل مرتبط با پردازش چهره باشد. ضمن اینکه روش‌هایی که برای آشکارسازی چهره مورد استفاده قرار می‌گیرند می‌توانند به دسته گسترده‌تری از مسائل شناسایی الگوها تعمیم یابند.

شکل چهره انسان‌ها این قدر با یکدیگر متفاوت است که باعث تمایز انسان‌ها از یکدیگر می‌شود. همین واقعیت عمق پیچیدگی آشکارسازی چهره انسان برای کامپیوترها را نشان می‌دهد. علاوه بر تفاوت چهره انسان‌های متفاوت، چهره هر شخص نیز در تصاویر گوناگون می‌تواند از حیث اندازه، زاویه نسبت به دوربین و دوران در صفحه تصویر متفاوت باشد، ضمن اینکه همیشه تصویر مورد استفاده دارای کیفیت مناسب نیست، تصویربرداری از نظر شرایط نور و کیفیت تصویر متفاوت است و علاوه بر این ممکن است قسمتی از چهره به دلیل وجود شیء دیگر قابل مشاهده نباشد. فرض وجود هر یک از این مشکلات باعث می‌شود که صورت خاصی از مساله آشکارسازی چهره مطرح شود. به همین دلیل تحقیقات زیادی وجود دارد که هر یک مساله آشکارسازی چهره را در یکی از این حالات ممکن حل کرده‌اند.

۳-۱ روشهای ارائه شده برای آشکارسازی چهره

اهمیت مساله آشکارسازی چهره باعث توجه زیاد به آن و استفاده از روشهای گوناگون از جمله موضوع این پژوهش (شبکه های عصبی) با فرضیات و میزان کارایی متفاوت برای حل مساله شده است. بنا به دلایل زیر مقایسه کارایی روشها چندان آسان نیست:

(۱) در بیشتر مراجع معیار کارایی روش، نرخ آشکارسازی و تعداد آشکارسازی های غلط می باشد. حتی اگر چنین معیاری به عنوان یک معیار عام پذیرفته شود، آشکارسازی صحیح و غلط هم در مراجع مختلف به صورتهای گوناگون تعریف شده است.

(۲) حتی اگر یک معیار تعیین دقت عمومی هم وجود داشته باشد، باید بپذیریم که روشهای مختلف از حیث موضوعاتی مثل زمان مورد استفاده در مرحله آموزش، سرعت آشکارسازی و تعداد نمونه های مورد نیاز برای آموزش با یکدیگر متفاوت هستند.

(۳) یک پایگاه داده تصاویر استاندارد و مرجع که در همه مراجع دقت روشها در مورد آن سنجیده شود وجود ندارد.

روشهای گوناگونی را که تاکنون برای آشکارسازی چهره مطرح شده اند، می توان به چهار گروه عمده تقسیم کرد [۱].

(۱) روشهای مبتنی بر دانش^۱

(۲) روشهای مبتنی بر ویژگیهای تغییر ناپذیر^۲

(۳) روشهای مبتنی بر تطبیق مدل^۳

(۴) روشهای مبتنی بر ظاهر^۴

^۱ - Knowledge based methods

^۲ - Feature invariant approaches

^۳ - Template matching methods

^۴ - Appearance based methods

در روشهای دسته اول، از اطلاعات مربوط به اجزای تشکیل دهنده چهره استفاده می‌شود. این روشها برای موقعیت‌یابی چهره مناسب‌ترند. در روشهای دسته دوم ویژگی‌های ساختاری چهره که در همه حالات در تصاویر وجود دارند مورد استفاده قرار می‌گیرند. برای مثال ابتدا سعی می‌شود لبه‌ها در تصویر آشکارسازی شوند و سپس با استفاده از گروه‌بندی لبه‌ها موقعیت احتمالی چهره آشکار شود [۲] و یا اینکه در تصاویر رنگی یک مخلوط از توابع احتمال گوسی به عنوان تابع توزیع مقدار پیکسل‌ها به دست می‌آید و سپس با استفاده از آن چهره‌ها آشکارسازی می‌شوند [۳]. روشهای دسته دوم همانند روشهای دسته اول برای موقعیت‌یابی چهره مناسب‌تر هستند. در روشهای دسته سوم چندین الگو، به عنوان الگوهای استاندارد چهره ذخیره می‌شوند. میزان همبستگی بین تصویر ورودی و الگوهای ذخیره شده در نقاط مختلف تصویر اندازه‌گیری می‌شود تا چهره‌های احتمالی آشکار شوند [۴]. روشهای دسته چهارم با دسته سوم این تفاوت را دارند که در روشهای دسته سوم خود محققین الگوهایی را به عنوان الگوی چهره در نظر می‌گیرند، اما در روشهای دسته چهارم الگوها با استفاده از تصاویر آموزش به دست می‌آیند.

در واقع روشهای دسته چهارم بر پایه تحلیل‌های آماری و هوش محاسباتی بنا شده‌اند. این روشها در قیاس با روشهای سه دسته قبلی از عملکرد بهتری برخوردارند. مهم‌ترین روشهای دسته چهارم عبارتند از استفاده از تصاویر ویژه^۱ [۵]، استفاده از مدل‌های مخفی مارکوف^۲ [۶]، استفاده از ماشین بردار پشتیبان^۳ [۷] و استفاده از شبکه‌های عصبی.

شبکه‌های عصبی در بسیاری از مسائل مرتبط با بازشناسی الگوها با موفقیت مورد استفاده قرار گرفته‌اند. از آن جایی که آشکارسازی چهره را می‌توان یک مسئله بازشناسی دو کلاسه در نظر گرفت، می‌توان انتظار داشت که از شبکه‌های عصبی در آشکارسازی چهره هم استفاده شود. گستردگی مجموعه مسائل مرتبط با شبکه‌های عصبی باعث شده است که در تحقیقات فراوانی به

¹ -Eigenfaces

² - Hidden Markov Models

³ -Support Vector Machines

کار آشکارسازی تصویر با استفاده از شبکه های عصبی پرداخته شود. مهم ترین مسائل مربوط به شبکه های عصبی در کار آشکارسازی تصویر عبارتند از:

ساختار شبکه مورد استفاده، ویژگی های مورد استفاده در شبکه، پیش پردازش های مورد استفاده برای افزایش دقت شبکه عصبی و کاهش بعضی از تغییرات نامناسب در تصاویر، چگونگی برخورد با مسائلی مثل اندازه، جهت و زاویه متغیر چهره در تصاویر، چگونگی افزایش سرعت مراحل آموزش و تست سیستم، قابلیت به کارگیری روش در سیستم های عملی، مسائل مرتبط با تصاویر رنگی و چگونگی ادغام و ترکیب نتایج.

۴-۱ ساختار پایان نامه

این پایان نامه به صورت زیر مرتب شده است:

در فصل دوم به مسائل کلی آشکارسازی چهره با استفاده از شبکه عصبی که در بالا مورد اشاره قرار گرفت، پرداخته شده است.

فصل سوم بنا به نیاز به مقدمات نظری مرتبط با دو مساله اختصاص داده شده است. ابتدا به مفاهیم مرتبط با رنگ و کاربرد آن در آشکارسازی چهره توجه شده است. سپس حالت های گوناگون استفاده از الگوریتم پس انتشار خطا^۱ برای آموزش شبکه های عصبی شرح داده شده است.

در فصل چهارم به کارهای انجام شده در این پایان نامه پرداخته شده است و نتایج حاصله مورد بررسی قرار گرفته و توضیح داده شده است. ساختار این فصل از فصل سوم تاثیر پذیرفته است. ابتدا کارهایی که در مورد رنگ انجام شده است شرح داده شده اند و سپس به مسائل مرتبط با شبکه های عصبی آموزش داده شده، پرداخته شده است.

در ابتدای فصل به تاثیر انتخاب فضاهای رنگ گوناگون بر کیفیت جداسازی پیکسل های تصویر به دو دسته پوست و غیر پوست پرداخته شده است. محدودیت های جداسازی پیکسل ها بیان

^۱ -Error backpropagation algorithm

شده است، و بر پایه مدل تهیه شده برای رنگ پوست، آستانه‌ای که به شرط دقت مدل فوق، کارایی جداسازی پیکسلی پوست، از آن فراتر نمی‌رود، تعیین می‌شود.

در این پایان‌نامه برای آشکارسازی چهره، از ساختار شبکه عصبی پرسپترون چندلایه استفاده شده است. دو شبکه با اندازه‌های متفاوت برای آشکارسازی چهره آموزش داده شده‌اند. در یکی از شبکه‌ها بردار ویژگی ورودی به شبکه اطلاعات استخراج شده از تصویر رنگی و در دیگری اطلاعات استخراج شده از تصویر سطح خاکستری است. در هر دو حالت برای کاهش طول بردار اولیه ویژگی‌ها، از تحلیل مولفه‌های اصلی و از اطلاعات رنگ در تصویر اولیه برای کاهش فضای جستجو و افزایش سرعت آشکارسازی چهره استفاده شده است. برای کار با تصویر سطح خاکستری، اصلاح شدت روشنایی تصویر نیز انجام شده است. طبق تعریف پیشنهاد پایان‌نامه شبکه عصبی برای آشکارسازی چهره‌های تمام‌رخ و با راستای مناسب صورت آموزش داده شده است. برای آموزش شبکه‌ها از الگوریتم پس‌انتشار خطا استفاده شده است. حالت‌های گوناگون این الگوریتم برای آموزش شبکه‌ها مورد استفاده قرار گرفته است. برای آموزش شبکه‌ها از روش بوت-استریپینگ^۱ استفاده شده است و مشکل همگرا نشدن آموزش شبکه برای حالاتی از الگوریتم پس‌انتشار خطا با اصلاحاتی در روش بوت-استریپینگ حل شده است. در انتها نیز نتایج مورد بحث قرار گرفته است. در نهایت در فصل آخر نتایج پژوهش جمع بندی شده و پیشنهادهایی در خصوص ادامه کار ارائه می‌گردد.

۱. boot-strapping

فصل دوم

آشکارسازی چهره با استفاده از شبکه عصبی

همان طور که در فصل قبل گفته شد، در این فصل به مسائل مرتبط با آشکارسازی چهره در تصویر می پردازیم.

ابتدا شمای کلی یک سیستم آشکارسازی چهره بر پایه استفاده از شبکه عصبی توضیح داده می شود. در بخش بعد ساختارهایی از شبکه عصبی که معمولا در آشکارسازی چهره مورد استفاده قرار می گیرند به طور مختصر توضیح داده می شوند.

چگونگی آماده سازی داده ها برای آموزش شبکه و منابع مورد استفاده شرح داده می شود. سپس چگونگی برخورد با مشکلات مرتبط با اندازه، جهت و زاویه متغیر چهره در تصاویر بیان می شود. سپس به چگونگی سرعت بخشیدن به عملکرد سیستم می پردازیم. به طور مختصر امکان به کارگیری عملی یک سیستم آشکارسازی چهره بر پایه شبکه عصبی را شرح می دهیم. سپس به موارد مربوط به ادغام و ترکیب نتایج می پردازیم.

دسته ای از روشها که در آنها ابتدا قسمتی از چهره و سپس با استفاده از این اطلاعات خود چهره آشکار می شود معرفی می شوند و در انتها نیز به نمونه هایی از کارهای شاخص در زمینه آشکارسازی چهره با شبکه عصبی پرداخته می شود و نتایج آنها با یکدیگر مقایسه می شود.