	اظهار نامه دانشجو	شماره: تاریخ:

اینجانب **محمد حسن صفوی پور** دانشجوی کارشناسی ارشد رشته مهندسی برق گرایش الکترونیک دانشکده فنی مهندسی دانشگاه شاهد، گواهی می دهم که پایان نامه تدوین شده حاضر با عنوان؛

" شناسایی چهره با روش های مبتنی بر دید و طبقه بندهای شبکه عصبی و نزدیکترین فاصله"

به راهنمایی استاد محترم جناب آقای **دکتر محمد علی دوستاری** توسط شخص اینجانب انجام و صحت و اصالت مطالب تدوین شده در آن، مورد تأیید است و چنانچه هر زمان، دانشگاه کسب اطلاع کند که گزارش پایان نامه حاضر صحت و اصالت لازم را نداشته، دانشگاه حق دارد، مدرک تحصیلی اینجانب را مسترد و ابطال نماید همچنین اعلام می دارد در صورت بهره گیری از منابع مختلف شامل؛ گزارش های تحقیقاتی، رساله، پایان نامه، کتاب، مقالات تخصصی و غیره، به منبع مورد استفاده و پدید آورنده آن به طور دقیق ارجاع داده شده و نیز مطالب مندرج در پایان نامه حاضر تاکنون برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی توسط اینجانب و یا سایر افراد به هیچ کجا ارایه نشده است. در تدوین متن پایان نامه حاضر، چارچوب (فرمت) مصوب تدوین گزارش های پژوهشی تحصیلات تکمیلی دانشگاه شاهد به طور کامل مراعات شده و نهایتاً اینکه، کلیه حقوق مادی ناشی از گزارش پایان نامه حاضر، متعلق به دانشگاه شاهد می باشد.

نام و نام خانوادگی: .....

امضاء:

تاریخ:

و اکنون، بعد از پیمودن راههای فراوان که با حضور شیرین اساتید عزیزم و با نگاه چشمهای پر از شوق مادرم و زیبایی حضور همسرم در کنارم، خستگیهای راه به امید و روشنی تبدیل گردیده است،

با احترام فراوان به این همه تلاش این عزیزان برای موفقیت من .....

این پایان نامه را به اساتید ارجمندم، مادر فداکارم و همسر مهربانم تقدیم میکنم.

امیدوارم قادر به درک زیباییهای وجودشان باشم.

چکیده

شناسایی چهره انسان از دیرباز یکی از مسایل مهم شناسایی بوده است که محققان روش های مختلفی را برای آن بیان نموده اند. به طور کلی شناسایی چهره در سه مرحله ی پیدا کردن چهره در تصویر، استخراج بردارهای ویژگی چهره و طبقه بندی بردارهای ویژگی به دست آمده، صورت می پذیرد. در فاز استخراج بردارهای ویژگی، الگوهای منحصر به فرد موجود در هر تصویر به دست می‌آید که در این مرحله، روش های شناسایی چهره را به سه دسته ی روش های مبتنی بر دید(ظاهر)، مبتنی بر مدل و مبتنی بر قالب می توان تقسیم نمود که در این پژوهش انواع روشهای شناسایی چهره بر مبنای ظاهر با روش پیشنهادی شناسایی چهره با شبکه عصبی ویولت مقایسه می گردد.

در سالهای اخیر، ویولت ها به عنوان یک ابزار نیرومند و کارآمد در بسیاری از زمینه های پژوهشی بکار گرفته شده اند. با استفاده از ویولتها در شبکه عصبی، شبکه های عصبی ویولت پدید می آید که خواص مفید شبکه های عصبی را با خواص مکانیابی و استخراج شاخص ویولتها ترکیب می کند. در شبکه های عصبی ویولت به جای توابع سیگموید از ویولتها استفاده می شود که توانایی شبکه عصبی را در بسیاری از زمینه ها از جمله شناسایی چهره، تقویت می نماید. در روش پیشنهادی در این پژوهش جهت شناسایی چهره با شبکه عصبی ویولت، ابتدا با اعمال تبدیل ویولت دو بعدی بر روی تصاویر ورودی، ضرایب ویولت کلیه تصاویر دیتابیس را بدست آورده، چند مولفه بزرگ ویولتها را به عنوان ویژگی های اصلی هر تصویر به شبکه عصبی آموزش می دهیم. در شبکه عصبی استفاده شده نیز از ویولت ها به جای توابع سیگموید بهره می جوییم.

نتایج نشان می دهد که بهترین روش های شناسایی چهره بر مبنای ظاهر برای دیتابیس ORL روش غیر خطی KLDA و روش خطی FUZZY FLDA به ترتیب با درصد بازشناسی ۱۰۰٪ و ۹۵.۵٪ می باشد و برای دیتابیس FRAV نیز این دو روش با درصد بازشناسی ۹۸٪ و ۹۵.۶۲۵٪ بالاترین شناسایی را دارند. در روش پیشنهادی شناسایی چهره با شبکه عصبی ویولت، این روش دارای درصد بازشناسی ۹۲.۵٪ و ۹۷.۵٪ به ترتیب برای دیتابیس های ORL و FRAV2D می باشد.

کلید واژه- استخراج ویژگی، بازشناسایی چهره، استخراج چهره، روشهای خطی و غیرخطی مبتنی بر ظاهر، شبکه عصبی ویولت

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فهرست جدول‌ها ..... د
فهرست شکل‌ها ..... ه

فصل ۱- مقدمه ۱

فصل ۲- سیستم های شناسایی چهره ۶
۲-۱- مراحل شناسایی چهره ۶
۲-۱-۱- پیدا کردن چهره در تصویر ۶
۲-۱-۲- استخراج ویژگی ۷
۲-۱-۳- طبقه بندی ۷
۲-۱-۳-۱- روشهای مبتنی بر فاصله ۸
۲-۱-۳-۲- روش مبتنی بر شبکه های عصبیRBF ۹
۲-۲- انواع روشهای شناسایی چهره ۱۴
۲-۲-۱- روشهای شناسایی چهره بر مبنای مدل ۱۴
۲-۲-۱-۱- مدل مورفولوژی ۱۵
۲-۲-۱-۲- مدل مارکف مخفی ۱۶
۲-۲-۲- روشهای شناسایی چهره بر مبنای قالب ۱۸
۲-۲-۲-۱- روش همبستگی ۱۸
۲-۲-۲-۲- روش تحلیل ویژگی ۱۹
۲-۲-۳- روشهای شناسایی چهره بر مبنای ظاهر ۱۹
۲-۳- نتیجه گیری ۲۰

فصل ۳- پیدا کردن مکان چهره در تصویر ۲۱
۳-۱- منطق فازی ۲۲
۳-۱-۱- مدل فازی متغیرها ۲۳
۳-۱-۲- عملیات بر روی مجموعه های فازی ۲۵
۳-۱-۳- رابطه بین مجموعه های فازی ۲۷
۳-۱-۴- ترکیب روابط فازی ۲۷
۳-۱-۵- بیان منطق فازی ۲۸
۳-۱-۶- اتصال دهنده ها ۲۸
۳-۱-۷- رابط ایجاب (Implication) ۲۹
۳-۱-۸- استنتاج (Inference) ۳۰
۳-۲- مدل رنگ پوست (Skin Color) ۳۱
۳-۲-۱- مبانی نظری رنگ و فضای رنگ RGB ۳۱

۳-۲-۲- فضاهای رنگ مختلف ۳۳
۳-۲-۳- فضای رنگ YCbCr ۳۵
۳-۲-۴- مشخصات رنگ پوست انسان ۳۵
۳-۳- فیلتر گوسین ۳۶
۳-۴- روند محاسبه پارامتر کنترلیα ۳۶
۳-۵- شبکه عصبی ویولت ۳۹
۳-۶- نتیجه گیری ۴۱

فصل ۴- شناسایی چهره بر مبنای ظاهر ۴۲
۴-۱- روشهای خطی شناسایی چهره ۴۳
۴-۱-۱- چهره ویژه (PCA) ۴۳
۴-۱-۲- چهره فیشر(LCA) ۴۸
۴-۱-۳- تحلیل تفکیک کننده خطی بر اساس چندین نمونه ۵۰
۴-۱-۴- تحلیل تفکیک کننده خطی فازی ۵۱
۴-۱-۵- زیر فضای مشخصه چهره ۵۵
۴-۲- روش های غیر خطی ۵۶
۴-۲-۱- روش چهره ویژه کرنل ۵۹
۴-۲-۲- تفکیک کننده خطی فیشر کرنل ۶۱
۴-۳- نتیجه گیری ۶۳

فصل ۵- شناسایی چهره با استفاده از شبکه عصبی ویولت ۶۴
۵-۱- تئوری ویولت ۶۵
۵-۱-۱- مقدمه ۶۵
۵-۱-۲- تبدیل ویولت ۷۴
۵-۱-۳- تبدیل ویولت گسسته ۸۶
۵-۲- روش شناسایی چهره با استفاده شبکه عصبی ویولت ۹۳
۵-۲-۱- پیاده سازی شبکه های عصبی ۹۴
۵-۲-۱-۱- ایجاد و آموزش شبکه عصبی ۹۴
۵-۲-۲- تاریخچه شبکه های ویولت ۹۶
۵-۲-۳- شبکه عصبی ویولت و کاربردهای آن ۹۶
۵-۳- نتیجه گیری ۱۰۱

فصل ۶- نتایج بدست آمده از پیاده سازی الگوریتم ها ۱۰۲
۶-۱- معرفی دیتابیس های مورد استفاده ۱۰۲
۶-۱-۱- نتایج آشکارسازی چهره در تصویر ۱۰۵
۶-۱-۲- مقایسه روشهای خطی شناسایی چهره بر مبنای ظاهر ۱۰۶
۶-۱-۳- مقایسه روشهای غیر خطی شناسایی چهره بر مبنای ظاهر ۱۱۳
۶-۱-۴- پیاده سازی روش شناسایی چهره بر اساس شبکه عصبی ویولت ۱۱۷

فصل ۷- نتیجه گیری و پیشنهادات ۱۱۹
۷-۱- نتیجه گیری ۱۱۹
۷-۲- پیشنهادات ۱۲۱
فهرست مراجع ۱۲۲
واژه نامه فارسی به انگلیسی ۱۲۸

فهرست جدول‌ها

عنوان **صفحه**

جدول ۴-۱ : ماتریس فاصله بردارهای ویژگی ۵۲

جدول ۶-۱ : نتایج استفاده از روش PCA با طبقه بندهای نزدیکترین فاصله در دیتابیس ORL به ازای بردارهای ویژه مختلف ۱۰۸

جدول ۶-۲ : نتایج استفاده از روش PCAبا طبقه بند شبکه عصبی در دیتابیسORL ۱۰۸

جدول ۶-۳: نتایج استفاده از روش PCAبا طبقه بندهای نزدیکترین فاصله در دیتابیس FRAV به ازای بردارهای ویژه مختلف ۱۰۹

جدول ۶-۴: نتایج استفاده از روش PCAبا طبقه بند شبکه عصبی در دیتابیسFRAV ۱۰۹

جدول ۶-۵: نتایج استفاده از روش LDAبا طبقه بندهای شبکه عصبی و نزدیکترین فاصله اقلیدسی در دیتابیس ORL ۱۱۰

جدول ۶-۶: نتایج استفاده از روش LDAبا طبقه بندهای شبکه عصبی و نزدیکترین فاصله اقلیدسی در دیتابیسFRAV ۱۱۰

جدول ۶-۷ : نتایج استفاده از روش FUZZY LDAبا طبقه بندهای نزدیکترین فاصله در دیتابیس ORL به ازای بردارهای ویژه مختلف ۱۱۰

جدول ۶-۸: نتایج استفاده از روش FUZZY LDAبا طبقه بندهای شبکه عصبی در دیتابیس ORL به ازای بردارهای ویژه مختلف ۱۱۱

جدول ۶-۹: نتایج استفاده از روش FUZZY LDAبا طبقه بندهای نزدیکترین فاصله در دیتابیسFRAV به ازای بردارهای ویژه مختلف.... ۱۱۱

جدول ۶-۱۰ : نتایج استفاده از روش FUZZY LDAبا طبقه بند شبکه عصبی در دیتابیسFRAV به ازای بردارهای ویژه مختلف..... ۱۱۱

جدول ۶-۱۱: نتایج استفاده از روش FUZZY FLDAبا طبقه بندهای نزدیکترین فاصله در دیتابیس ORL به ازای بردارهای ویژه مختلف.. ۱۱۲

جدول ۶-۱۲: نتایج استفاده از روش FUZZY FLDAبا طبقه بند شبکه عصبی در دیتابیسORLبه ازای بردارهای ویژه مختلف ۱۱۲

جدول ۶-۱۳: نتایج استفاده از روش FUZZY FLDAبا طبقه بندهای نزدیکترین فاصله در دیتابیسFRAV به ازای بردارهای ویژه مختلف ۱۱۲

جدول ۶-۱۴: نتایج استفاده از روش FUZZY FLDAبا طبقه بندهای شبکه عصبی در دیتابیسFRAV به ازای بردارهای ویژه مختلف..... ۱۱۳

جدول ۶-۱۵ : نتایج استفاده از روشFSSبا طبقه بندهای نزدیکترین فاصله در دیتابیسهای FRAV و ORL ۱۱۳

جدول ۶-۱۶: نتایج استفاده از روش KPCAبا طبقه بندهای نزدیکترین فاصله در دیتابیسORL به ازای Kهای مختلف ۱۱۴

جدول ۶-۱۷: نتایج استفاده از روش KPCAبا طبقه بند شبکه عصبی در دیتابیسORL ۱۱۴

جدول ۶-۱۸: نتایج استفاده از روش KPCAبا طبقه بندهای نزدیکترین فاصله در دیتابیس FRAV به ازایKهای مختلف ۱۱۵

جدول ۶-۱۹: نتایج استفاده از روش KPCAبا طبقه بند شبکه عصبی در دیتابیسFRAV ۱۱۵

جدول ۶-۲۰: نتایج استفاده از روش KLDAبا طبقه بند شبکه عصبی در دیتابیسORL ۱۱۵

جدول ۶-۲۱: نتایج استفاده از روش KLDAبا طبقه بند شبکه عصبی در دیتابیسFRAV ۱۱۶

جدول ۶-۲۲: مقایسه درصد بازشناسی روشهای خطی و غیرخطی مبتنی بر ظاهر در دو دیتابیس ORL,FRAV ۱۱۶

جدول ۶-۲۳ : نتایج استفاده از شبکه عصبی ویولت به ازای تعداد ضریب ویولت مختلف در ورودی شبکه بعدی، بر روی دیتابیس ORL ۱۱۷

جدول ۶-۲۴ : نتایج استفاده از شبکه عصبی ویولت به ازای تعداد ضریب ویولت مختلف در ورودی شبکه بعدی، بر روی دیتابیس FRAV..... ۱۱۸

فهرست شکل‌ها

عنوان **صفحه**

شکل ۱-۱: دو بخش کلی یک سیستم شناسایی چهره ۴
شکل ۱-۲: سیستم آشکارساز چهره پیشنهادی ۵
شکل ۲-۱ : طبقه بندی بردارهای ویژگی [۳] ۸
شکل ۲-۲ : ساختار کلی شبکه عصبی RBF ۱۰
شکل ۲-۳ : ساختار لایه مرکزی شبکه عصبی RBF [۸] ۱۱
شکل ۲-۴ : $(\|x-c_i\|)^2$ با $c=[5,5]^T$ [۸] ۱۱
شکل ۲-۵ : $K_i diag[4,3], c=[5,5]$ با $\|x-c_i\|_k^2$ [۸] ۱۲
شکل ۲-۶ : یک مثال از مسئله طبقه بندی دو بعدی با استفاده از شبکه عصبی RBF [۸] ۱۳
شکل ۲-۷ : مدل مورفولوژی ۲ بعدی[۹] ۱۵
شکل ۲-۸ : مدل مورفولوژی ۳ بعدی[۱۱] ۱۶
شکل ۲-۹ : روش نمونه گیری تصویر برای مدل مارکف مخفی[۱۳] ۱۶
شکل ۲-۱۰ : روش تحلیل ویژگی[۱۵] ۱۹
شکل ۳-۱ : یک کنترل کننده دمای ساده ۲۲
شکل ۳-۲ : تابع مشخصه مجموعه غیرفازی A ۲۳
شکل ۳-۳ : مجموعه فازی اعداد نزدیک به صفر ۲۴
شکل ۳-۴ : نمونه ای از یک تابع تعلق مثلثی ۲۴
شکل ۳-۵ : فضای رنگ RGB ۳۳
شکل ۳-۶ : فضاهای رنگ، ویژگی ها و کاربردهای آنها ۳۴
شکل ۳-۷ : استخراج پارامترهای کنترل کننده ۳۶
شکل ۳-۸ : توابع عضویت ورودی ۳۷
شکل ۳-۹ : توابع عضویت خروجی ۳۷
شکل ۳-۱۰ : Deffuzification ۳۸
شکل ۳-۱۱ : خروجی آشکارساز رنگ پوست ۳۹
شکل ۳-۱۲ : ساختار طبقه بندکننده ۴۰
شکل ۳-۱۳ : نتیجه نهایی آشکارساز چهره ۴۱
شکل ۴-۱ : تحلیل مولفه های اصلی، دو بردار عمود بر هم باماکزیمم واریانس ۴۴
شکل ۴-۲ : میانگین تصاویر پایگاه دادهFERET [۳۱] ۴۴
شکل ۴-۳ : تعدادی از تصاویر یک پایگاه داده و چهره های ویژه با مقادیر ویژه بزرگتر[۳۲] ۴۶
شکل ۴-۴ : محاسبه چهره ویژه[۳۲] ۴۶
شکل ۴-۵ : بازسایی یک تصویر با استفاده از چهره های ویژه[۳۳] ۴۷
شکل ۴-۶ : چهره های فیشر با مقادیر ویژه بزرگتر[۳۶] ۴۹
شکل ۴-۷ : مراحل مختلف الگوریتم چهره فیشر فازی [۳۸] ۵۴

شکل ۴-۸ : شکل یک دیتابیس با L کلاس ۵۵
شکل ۴-۹: تغییر از فضای ورودی به فضای ویژگی با استفاده از تابع کرنل ۵۸
شکل ۴-۱۰ : مقایسه تحلیل مولفه های اصلی با تحلیل مولفه های اصلی کرنل ۶۰
شکل ۵-۱ : سیگنال ایستا با ۴ فرکانس مختلف ۶۷
شکل ۵-۲ : سیگنال غیر ایستای chrip ۶۷
شکل ۵-۳ : در نظر گرفتن پنجره های کوچک برای ایستا فرض کردن سیگنال در آن پنجره ۶۸
شکل ۵-۴ : سیگنال غیر ایستا ۷۲
شکل ۵-۵ : تبدیل ویولت پیوسته سیگنال ۵-۴ ..... ۷۳
شکل ۵-۶ : سیگنال کسینوسی به ازای مقادیر مختلف مقیاس ۷۵
شکل ۵-۷ : سیگنال و تابع ویولت با مقیاس های مختلف به ازای چهار مقدار مختلف τ ۷۷
شکل ۵-۸ : تبدیل ویولت پیوسته (CWT) ۷۸
شکل ۵-۹ : تفکیک پذیری زمان- فرکانس در تبدیل ویولت ۷۹
شکل ۵-۱۰ : شکل ویولت Morlet(سمت چپ) و Mexican Hat (سمت راست) ۸۲
شکل ۵-۱۱ : گسسته سازی s در یک مقیاس لگاریتمی ۸۴
شکل ۵-۱۲: عبور سیگنال از فیلترهای پایین گذر و بالا گذر[۶۲] ۸۸
شکل ۵-۱۳ : عبور از فیلتر پایین گذر و subsample با ضریب۲ [۶۲] ۸۸
شکل ۵-۱۴: تبدیل ویولت گسسته(DWT) [۶۲] ۸۹
شکل ۵-۱۵ : a)سیگنال غیر ایستا و b) ضرایبDWT آن ۹۰
شکل ۵-۱۶ : تجزیه سیگنالS در ۵ باندهای فرکانسی (level) مختلف با تبدیل ویولت ۹۱
شکل ۵-۱۷ : تبدیل ویولت دو بعدی (الف)بانک فیلتر تحلیل. (ب) تجزیه حاصل. (پ)بانک فیلتر ترکیبی..... ۹۳
شکل ۵-۱۸ : بلوک دیاگرام کلی شبکه عصبی ۹۴
شکل ۵-۱۹ : شبکه ویولت به عنوان زیر مجموعه ای از شبکه عصبی MLP [۵۰] ۹۹
شکل ۵-۲۰: شبکه ویولت که تبدیل ویولت را به عنوان پیش پردازش استفاده می کند.[۷۴] ۱۰۰
شکل ۶-۱: تصاویر دیتابیس ORL ۱۰۳
شکل ۶-۲ : ۱۰ تصویر از یک نفر در دیتابیس ORL ۱۰۳
شکل ۶-۳ : ۹۶ تصویر از ۶ نفر در دیتابیس FRAV ۱۰۴
شکل ۶-۴ : ۱۶ تصویر از ۱ نفر در دیتابیس FRAV ۱۰۵
شکل ۶-۵ : نتایج آلگوریتم آشکارسازی چهره در تصویر ۱۰۶
شکل ۷-۱ : تصاویر افرادی که شناسایی نشده اند ۱۲۰

فصل ۱ مقدمه

شناسایی چهره انسان جهت تشخیص هویت او، یکی از زیر شاخه های تکنولوژی بیومتریک[1] می باشد. تکنولوژی بیومتریک به معنای استفاده از خصوصیات فیزیولوژیکی و یا رفتاری انسان و تحلیل آن به منظور شناسایی انسان می باشد. در طول سالهای مختلف پژوهشگران همواره به دنبال روشهایی برای شناسایی هویت انسان بر اساس خصوصیات فیزیکی او مانند چهره، صدا، نحوه راه رفتن و غیره بوده و هستند. به طور مثال در روشهای اولیه در ادارات پلیس با اندازه گیری اعضای مختلف بدن مانند اندازه دور سر، بازو، پا و سایر موارد امر شناسایی انجام می پذیرفت. پس از پی بردن به منحصر به فرد بودن اثر انگشت، اولین بار در فرانسه سیستمی بنام سیستم برتیلون[2] ابداع شد که برای تعیین هویت از تحلیل اثر انگشت استفاده می‌کرد. با گذشت زمان، این شیوه به یکی از متداول ترین شیوه های شناسایی تبدیل شد. در دهه های اخیر و با پیدایش کامپیوترهایی با سرعت بالا، فرصت مناسبی برای محققین فراهم شده تا با کار بر روی شیوه های مختلف، روشهایی مطمئن جهت شناسایی هویت افراد بر اساس ویژگی های منحصر به فرد ابداع نمایند.

تکنولوژی های بیومتریک را می توان به ۲ دسته کلی تقسیم نمود که در هر گروه چند تکنولوژی جای می گیرد:

۱. تکنیک های بیومتریک فیزیکی همچون اثرانگشت، اسکن دست یا هندسه دست، اسکن عنبیه،اسکن شبکیه، اسکن صورت یا هندسه صورت و ...

۲. تکنیک های بیومتریک رفتاری همچون تحلیل گفتار، حرکات لب، امضای دستی، زدن کلید و ..

با توجه به این تکنیکها، مهمترین سیستمهای بیومتریک که در سالهای اخیر مورد استفاده قرار گرفته اند شامل شناسایی اثر انگشت، شناسایی بر اساس سیگنالهای صدا، شناسایی بر اساس عنبیه چشم، شناسایی بر اساس شبکیه چشم، شناسایی بر اساس الگوهای موجود در کف دست، شناسایی امضاء و شناسایی چهره، می باشند. که

[1]Biometric Technology
[2]Bertilon

هر یک از موارد ذکر شده دارای مزایا و معایبی بوده و با توجه به مکان و نوع استفاده، یکی از روشهای گفته شده به کار می‌رود.

برای مشخصه فیزیکی یا رفتاری بکار رفته در یک سیستم بیومتریک[1] سه خاصیت مهم باید لحاظ گرددتا بتوان از آن برای شناسایی یک فرد یا تعیین صحت هویت اعلام شده توسط فرد استفاده نمود[۱]:

۱- قابل اندازه گیری بودن: که به این معناست کهویژگی مورد نظر، به سادگی توسط حس گرها قابل دریافت و به شکل دیجیتال قابل تبدیل باشد.

۲- مقاوم بودن:که منظور از آن، تغییر نکردن ویژگی مورد نظر در طول زمان است. این تغییرات می تواند با افزایش سن، جراحات، مریضی ها و سایر موارد به وجود آید. یک سیستم بیومتریک مقاوم در طول زمان تغییرات زیادی ندارد. برای مثال عنبیه چشم در طول زمان تغییر زیادی نمی کند.

۳- متمایز بودن: که منظور از تمایز، میزان تغییرات یک الگوی بیومتریک در میان انسانها است. هر چه میزان تمایز بیشتر باشد عمل شناسایی نیز منحصر به فردتر می‌شود. تمایز پایین نشان دهنده این واقعیت است که الگوی بیومتریک مورد نظر، در بین افراد زیادی مشترک است.

همچنین برای سیستم های بیومتریک سه وظیفه عمده بر شرح زیر تعریف می شود:

۱. تصدیق اصالت[2]: آیا یک شخص همان فردی است که خود ادعا می کند. در بررسی صحت هویت، سیستم شناسایی نیاز به یک ورودی از کاربر دارد که می تواند کلمه عبور باشد. سیستم همچنین نیاز به نمونه بیومتریک از کاربر دارد. کلمه عبور و نمونه بیومتریک گرفته شده پردازش شده و صحت هویت فرد مورد بررسی قرار می گیرد. بررسی صحت هویت یک جستجوی یک به یک است به این معنی که نمونه بیومتریک گرفته شده صرفاً با نمونه های موجود از همان فرد مقایسه می‌شود.

۲. تشخیص هویت[3]: از وجود تصویر فردی در پایگاه داده مطمئن می‌باشیم و سعی در شناسایی او داریم. در این روش سعی می شود شبیه ترین فرد در پایگاه داده با فرد مورد نظر پیدا شود. این نوع مقایسه، یک به چند می باشد، به این معنی که نمونه بیومتریک گرفته شده با تمامی نمونه های موجود در پایگاه داده مقایسه می شود. با توجه به شیوه طراحی، سیستم می تواند بهترین تطبیق و یا چندین تطبیق

[1] Biometric
[2] Verification / authentication
[3] Identification / recognition

ممکن را با توجه به میزان شباهت رتبه بندی نماید. این روش هنگامی به کار می‌رود که هدف شناسایی مجرمین، افرادی که مرتکب اعمال ضد امنیتی می‌شوند یا سایر موارد باشد.

۳. لیست مشاهده[1]: آیا تصویر یک فرد در پایگاه داده موجود می باشد و اگر موجود می باشد چه کسی است؟ این نوع حالت کلی تری در مقایسه با حالت قبل می باشد.

برای سنجش کیفیت سیستم های بیومتریک، چهار پارامترِ عدم اذیت شدن اشخاص در هنگام گرفتن تصاویر مربوطه (مانند عکس برداری از شبکیه چشم)، هزینه، دقت و سادگی دریافت، در نظر گرفته می‌شود که بر اساس آنها، سیستم‌ها با یکدیگر مقایسه می‌شوند. در بین سیستم های بیومتریک، سیستم شناسایی چهره بدلیل رعایت این چهار پارامترِ سنجش در حد مطلوب، مبدل به یکی از زمینه های علمی فعال در سالهای اخیر شده است که زمینه های متفاوتی از علوم همچون پردازش تصویر، شناسایی الگو، شبکه های عصبی و بینایی ماشین را در بر می‌گیرد. محدوده بکارگیری شناسایی چهره از کاربردهای ایستا مانند به کارگیری آن در گذرنامه، گواهینامه رانندگی تا موارد بلادرنگ همچون تشخیص هویت جهت ورود افراد به مراکز امنیتی، گسترده می‌باشد[۲]. لیکن با همه این گستردگی، دو هدف اصلی در سیستم های شناسایی چهره دنبال می شود که عبارتند از:

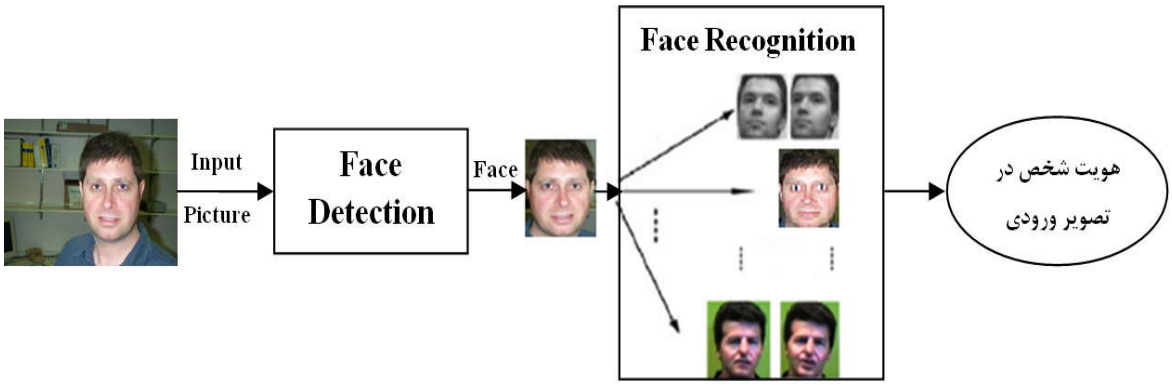
۱. پیدا کردن تصویر چهره یک نفر از میان تصاویر چهره مختلف که در یک پایگاه داده بزرگ می‌باشد. خروجی سیستم لیستی از شبیه ترین افراد موجود در پایگاه داده می‌باشد. از هر فرد تنها یک تصویر موجود است و نیازی به شناسایی بلادرنگ نمی‌باشد. از این گونه سیستم‌ها بیشتر در ادارات پلیس استفاده می‌شود.

۲. هدف دیگر این سیستم، شناسایی بلادرنگ چهره یک نفر می باشد. مانند سیستم‌های امنیتی و اجازه دسترسی. در این گونه سیستم ها از هر فرد چندین تصویر موجود است.

در این تحقیق هدف اول مورد نظر می باشد. به این معنا که ما قصد داریم تشخیص بدهیم که یک تصویر جدید ورودی، متعلق به کدام یک از اشخاصی است که تصویر او در دیتابیس وجود دارد. برای این منظور، چون در دیتابیس های موجود تنها تصویر چهره اشخاص وجود دارد، ابتدا تصویرِ چهره را از تصویر ورودی که توسط

[1]Watch list

دوربین ها دریافت شده است جدا می کنیم. به گونه ای که تصویر باقی مانده تنها شامل چهره باشد. سپس با توجه به آنکه اولا تعداد پیکسلها یا به عبارتی ابعاد تصویر چهره بسیار بزرگ بوده و انجام پردازش ها و محاسبات با این ابعاد بالا عملا وقت گیر و تا حدی غیر ممکن است و ثانیا اصلا نیازی به اطلاعات تمام پیکسل های تصویر چهره نیست، با اعمال الگوریتم های کاهش بعد یا ... ضمن استخراج ویژگی های مهم (بردارهای ویژگی) تصویر چهره، آن را کاهش بعد می دهیم. در مرحله سوم، بردارهای ویژگی را که به عنوان نماینده هر تصویر، نشان دهنده ی ویژگی های اصلی تصاویر می باشند با کمک طبقه بندهای نزدیکترین فاصله یا شبکه عصبی، با یکدیگر مقایسه می کنیم. بردار ویژگی تصویر ورودی به هر یک از بردارهای ویژگی تصاویر دیتابیس که نزدیکتر بود، متعلق به آن تصویر می باشد. در نتیجه یک سیستم شناسایی چهره از دو بخش کلی: استخراج صورت از تصویر (Face Detection) و بازشناسی چهره (Face Recognition) تشکیل شده است(شکل ۱-۱) که این دو بخش طی سه مرحله عمل شناسایی را انجام می دهد، مرحله اول شامل پیدا کردن مکان چهره در تصویر ورودی، مرحله دوم استخراج ویژگی های چهره و در مرحله سوم طبقه بندی بردارهای ویژگی صورت می پذیرد. بر اساس نحوه استخراج ویژگی، روش های شناسایی چهره به سه نوع مبتنی بر ظاهر، مبتنی بر مدل و مبتنی بر قالب تقسیم می گردد.

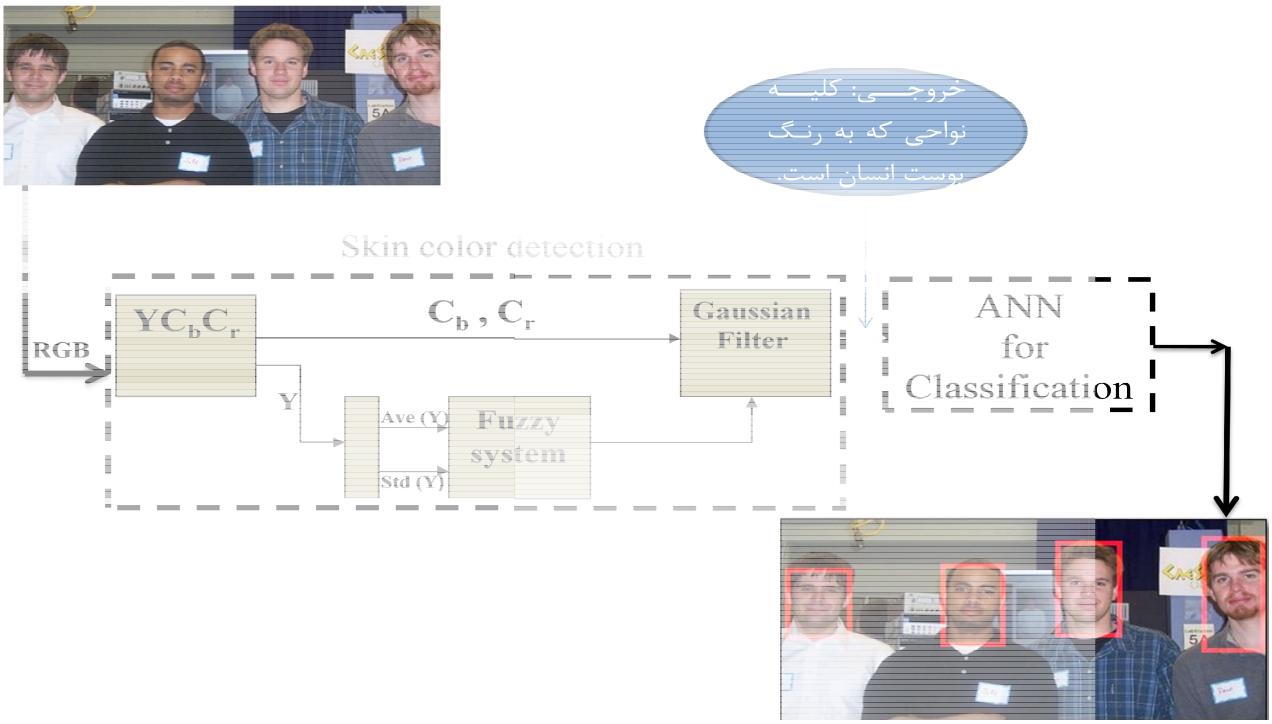


شکل ۱-۱: دو بخش کلی یک سیستم شناسایی چهره

در این پژوهش به تفصیل روشهای خطی و غیرخطی شناسایی چهره بر مبنای ظاهر توضیح داده شده است و با پیاده سازی الگوریتم های آن، مقایسه بین این روشها و روش پیشنهادی شبکه عصبی ویولت صورت پذیرفته است. نتایج نشان می دهد روش شناسایی چهره بر اساس شبکه عصبی ویولت از کارایی خوبی برخوردار است.

در فصل بعد، دو طبقه بند نزدیکترین فاصله و شبکه عصبی RBF معرفی شده اند. همچنین چند مثال از روش شناسایی مبتنی بر قالب و مدل جهت آشنایی با این روشها ارایه گردیده است. فصل سوم با معرفی مدل رنگ و

فیلتر گوسین، یکی از روشهای استخراج مکان چهره از تصویر را بیان نموده است که با ارایه پیشنهاد جدیـدی بـر اساس منطق فازی، کیفیت فیلتر گوسین را برای استخراج نواحی پوست افزایش داده ایم.



شکل -: سیستم آشکارساز چهره پیشنهادی

در فصل چهارم، انواع روشهای شناسایی چهره بر مبنای ظاهر که به دو دسته ی روشـهای خطـی همچـون چهـره ویژه، چهره فیشر، تفکیک کننده خطی فازی و زیر فضای مشخصه چهره و روشهای غیـر خطـی شـامل الگـوریتم های کرنل تقسیم می شود، توضیح داده می شود. در فصل پنجم بـر اسـاس تئـوری ویولـت، روش جدیـد شـبکه عصبی ویولت که مبتنی بر ظاهر می باشد، به تفصیل معرفی می گردد. نتایج بدست آمده از پیاده سازی الگـوریتم ها در فصل ششم آورده شده است. و نهایتا نتیجه گیری و ارایه پیشنهادات برای ادامه کار را در فصل هفـتم بیـان کرده ایم.

فصل ۲ سیستم های شناسایی چهره

در این فصل ضمن توضیح مراحل یک سیستم شناسایی، دو روش شناسایی چهره بر مبنای مدل و بر مبنای قالب را با بیان چند نمونه از الگوریتم های این روشها توضیح می دهیم.

۲.۱ مراحل شناسایی چهره

یک سیستم شناسایی چهره از سه بخش اساسی تشکیل می شود:

۱. پیدا کردن چهره در تصویر[۱]
۲. استخراج ویژگی[۲] از چهره به دست آمده در مرحله قبل
۳. طبقه بندی[۳] بردار ویژگی به دست آمده از مرحله قبل

۲.۱.۱ پیدا کردن چهره در تصویر

در مرحله پیدا کردن چهره در تصویر سعی می‌شود تا حد امکان از تأثیرات پس زمینه و سایر موارد، بر امر شناسایی جلوگیری شود. بدین منظور با روشهایی که یکی از آنها را در فصل بعدی مورد مطالعه قرار می دهیم، مکان چهره را در تصویر داده شده، یافته و مراحل بعدی را صرفاً بر روی این بخش از تصویر اعمال می‌کنند.

یکی از روشهای موجود برای پیدا کردن چهره در تصویر، در فصل بعدی پیشنهاد و به تفصیل توضیح داده می شود. در مرحله استخراج ویژگی، الگوهای منحصر به فرد موجود در هر تصویر به دست می‌آید و در مرحله طبقه بندی،هر الگو در کلاسی که مشخص کننده هویت یک شخص می‌باشد، قرار می‌گیرد. که در ادامه به توضیح مختصر این دو قسمت پرداخته می شود.

---

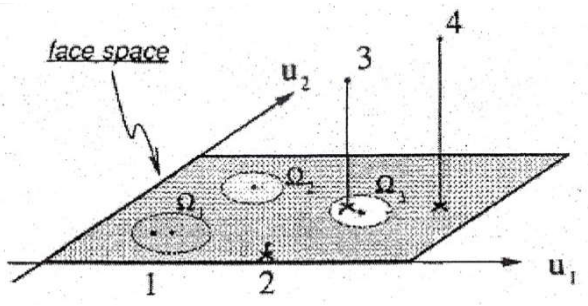
[1] Face detection
[2] Feature extraction
[3] Classification

۲-۱-۲-۲ استخراج ویژگی

یک تصویر دو بعدی اگر چه کیفیت کمی هم داشته باشد لیکن دارای حجم بالای از اطلاعات است. مثلا یک تصویردودویی ۸*۸ دارای ۶۴ پیکسل می باشد. در صورت بررسی پیکسل به پیکسلِ این تصویرِ کم کیفیت با تصاویر مشابه، باید ۶۴ پیکسل آن مقایسه گردد. تعداد نقاط تصویر و یا به عبارت دیگر کل تصاویری که در این فضا می توانند وجود داشته باشد از مرتبه $۲^{۶۴}$ می باشد. یک کامپیوتر با سرعت بسار بالا که قادر به ارزیابی یک میلیارد تصویر در ثانیه باشد حدود ۶۰۰ سال زمان نیاز دارد تا تمامی نقاط این فضا را مورد ارزیابی قرار دهد. این مثال به خوبی نشان می دهد که جهت بررسی یک تصویر، استفاده از تمام نقاطِ (پیکسلهای) تصویر عملا ممکن نیست و اصلا نیازی به این کار نمی باشد. در استخراج ویژگی، سعی می شود روش هایی برای شناخت و استخراج مهمترین اطلاعات موجود در تصویر مطرح گردد و برای محاسبات، تنها از این ویژگی ها بهره برده شود. لذا استخراج ویژگی یکی از مهمترین و اساسی ترین بخش یک سیستم شناسایی چهره به حساب می آید. در بخش استخراج ویژگی چهره، ما به دنبال الگوهای منحصر به فرد موجود در هر چهره می باشیم. که در این مرحله روش های شناسایی چهره را به ۳ دسته ی روش های مبتنی بر دید(ظاهر)، روش های مبتنی بر مدل، روش های مبتنی بر قالب می توان تقسیم نمود که در بخش۲-۲ توضیح داده خواهد شد.

۲-۱-۳-۲ طبقه بندی

روشهای مختلفی جهت طبقه بندی وجود دارد که در این بخش به طور دلخواه به دوطبقه بند رایج نزدیکترین فاصله و شبکه عصبی اشاره می گردد. شکل ۲-۱ فضای چهره را نشان می دهد. این شکل یک مثال ساده از عمل طبقه بندی را نشان می دهد و فضای ویژگی نیز دو بعدی در نظر گرفته شده است. با توجه به بردار ویژگی به دست آمده، می توان نشان داد که بردار مربوطه به چه کلاسی متعلق می باشد. در شکل ۲-۱ نقطه ۱ چهره و متعلق به کلاس $\Omega_۱$ می باشد. نقطه ۲ چهره ولی متعلق به هیچ کلاسی نمی باشد. نقاط ۳و۴ بردارهای ویژگی ای می باشند که متعلق به چهره نمی باشند. اگر چهره بودن را تست نکنیم، ۳ می تواند اشتباهاً عضو کلاس $\Omega_۳$ شود (یکی از روشهای تشخیص چهره از غیرچهره در فصل سوم بیان خواهد شد). u_1 و u_2 ابعاد فضای چهره می باشند[۳].



شکل -: طبقه بندی بردارهای ویژگی [۳]

۲-۱-۳-۱- روشهای مبتنی بر فاصله

پس از استخراج مهمترین ویژگیهای تصویر که در فصول بعدی به طور کامل در مورد آن بحث خواهد شد، در مرحله آخر باید بردارهای ویژگی به دست آمده را طبقه بندی نمود. یکی از پر کاربردترین روشهای طبقه بندی، روشهای مبتنی بر فاصله می باشد. این روشها از جمله روشهای یادگیری تنبل[1] می باشند. علت این نام گذاری این است که این روشها، عمل تصمیم گیری برای داده های آزمایشی را تا ورود داده جدید به تاخیر می اندازند[۴].

در مقابل یادگیری تنبل، یادگیری مشتاق[2] قرار دارد که در هنگام آموزش، عمل عمومی سازی را برای داده ورودی جدید نیز انجام می دهند. فرقِ دو روش یادگیری در زمان محاسبات می باشد. یادگیری تنبل به محاسبات کمتری در زمان آموزش نیاز دارد ولی زمان محاسباتی بیشتری را باید برای داده های آزمایش صرف کند.

روشهای مبتنی بر فاصله بسیار متنوعند که معروف ترین آنها که در شناسایی چهره به کار می روند به صورت زیر می باشد. فرض می شود که متغیرهای x ، y و z برادرهای k بعدی و x_i، y_i و z_iI امین مولفه بردارها باشند[۵].

فاصله بلوک شهری (L_1) :

$$d\langle x,y\rangle = |x-y| = \sum_{i=1}^{k} |xi-yi|) \qquad (۲-۱۲)$$

فاصله اقلیدسی (L_2) :

$$d\langle x,y\rangle = \|x-y\|^2 = \sum_{i=1}^{k} (xi-yi)^2 \qquad (۲-۱۳)$$

زاویه بین بردارهای ویژگی (که معیار اندازه گیری شباهت می باشد) :

[1] Lazy learning
[2] Eager learning

$$d\langle x, y\rangle = (x.y)/(\|x\|\|y\|) \quad (۱۴-۲)$$

فاصله ماهالا نوبیس :

$$d\langle x, y\rangle = (x-y)^T C^{-1}(x-y) \quad (۱۵-۲)$$

که C ماتریس کوواریانس می باشد.

۲-۱-۳-۲- روش مبتنی بر شبکه های عصبی RBF[1]

شبکه های عصبی چه در بعد آنالیز و توسعه ساختاری و چه در بعد پیاده سازی سخت افزاری، از نظر کمی، کیفی و توانایی در حال رشت و پیشرفت می باشند و تکنیک های مختلف محاسبات عصبی از لحاظ تعداد همچنان در حال افزایش است. روشهای مبتنی بر شبکه های عصبی یکی دیگر از روشهای طبقه بندی در شناسایی چهره می باشد. در سالهای گذشته شبکه های عصبی چند لایه در تلفیق با الگوریتم انتشار به عقب به طور گستردهای در شناسایی چهره مورد استفاده قرار گرفته است[۶]. این در حالی است که الگوریتم انتشار به عقب به دو دلیل: ۱- همگرایی و سرعت کند که باعث می شود زمان اجرای نسبتاً بالایی داشته باشد و ۲- اینکه هیچ تضمینی در رسیدن به مینیمم مطلق وجود ندارد، بسیار مورد انتقاد قرار می گیرد. از طرف دیگر اخیراً شبکه های عصبی RBF به دلیل اینکه این نوع شبکه ها تخمین گرهای عمومی مناسبی بوده و دارای سرعت یادگیری بالایی می باشند در محدودهای وسیعی از کاربردها به کار رفته و نتایج جالبی در برداشته است.عموماً شبکه های عصبی RBFبه طور گسترده ای در تخمین تابع و شناسایی الگو به کار می رود. اما هنگامی که شبکه های عصبی RBF برای شناسایی چهره پیاده سازی می شوند اگر بخواهیم تصویر را به طور مستقیم به شبکه بدهیم با موارد زیر مواجه می شویم:

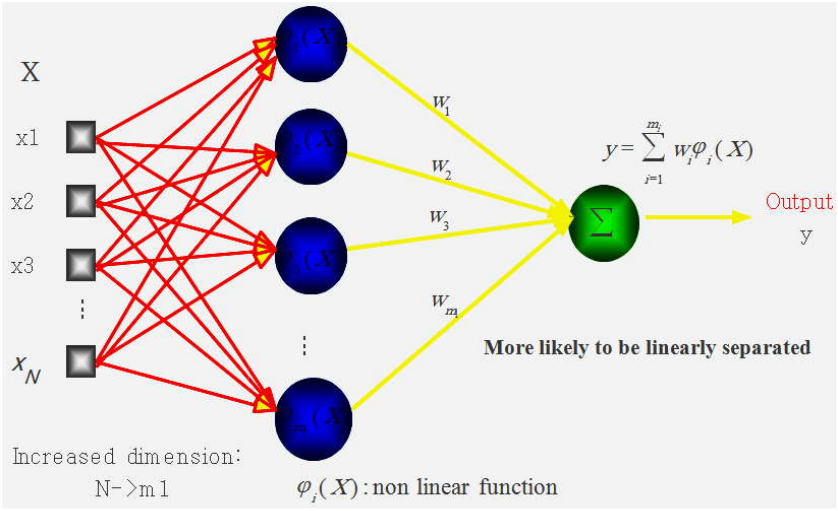
- ابعاد بالا ، به طور مثال یک تصویر ۱۲۸×۱۲۸ دارای ۱۶۳۸۴ ویژگی خواهد بود و به همین دلیل نمی توان تصویر را مستقیماً به شبکه عصبی منتقل نمود و باید مهمترین ویژگی ها را از تصویر استخراج کرده و آنها را به شبکه عصبی اعمال نماییم .
- تعداد نمونه های آزمایشی برای هر کلاس بسیار کم می باشد، حدود یک تا ده تصویر برای هر شخص. $n<<r$ (n تعدادالگوهای آموزشی و r تعداد ویژگی ها می باشد) بنابراین شناسایی چهره در مقایسه با سایر مسائل شناسایی الگو مانند شناسایی حروف متفاوت می باشد که در آن با تعداد محدودی کلاس با تعداد

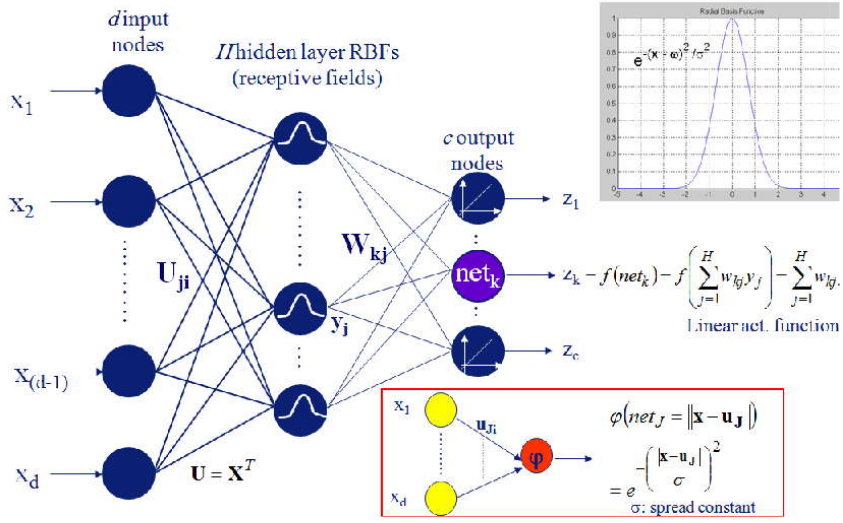
[1] Radial Basis Function(RBF)

زیادی از الگوهای آموزشی در هر کلاس مواجه ایم. این وضعیت، باعث دو مشکل بیش پوشش و تـاثیر نمونـه کم در شبکه می گردد. لذا روش های استخراج ویژگی به دلیل کاهش ابعاد ورودی شبکه تا حد زیادی مشکل بیش پوشش داده ها را حل می کنند ولی مشکل تعداد کم نمونه هـا بـا ترکیـب طبقـه کننـده هـا حـل مـی شود[۷].

شبکه عصبی RBF

ساختار کلی شبکه عصبی **RBF** در شکل۲=۲ نشان داده شده است.





شکل - : ساختار کلی شبکه عصبی RBF

این شبکه از سه لایه تشکیل شده است . لایه ورودی ، لایه مخفی که به آن واحد RBF نیز گفته می شود و لایه خروجی. جزئیات لایه میانی نیز در شکل ۲-۳ نشان داده شده است[۸].