به نام خدا

دانشگاه پیام نور

باز شناسی مقاوم چهره با استفاده از شبکه عصبی

پایان نامه ارائه شده به:

گروه علمی مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات

دانشکده مهندسی

دانشگاه پیام نور مرکز تهران

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

در رشته مهندسی کامپیوتر گرایش نرم افزار

استاد راهنما:

دکتر محمد فیروزمند

استاد مشاور

دکتر رضا عسگری مقدم

توسط :

مریم اسلامی فر

اسفند 1389

چکیده

ویژگی‌های استخراج شده از تصاویر چهره انسان، تحت تأثیر تنوعات مختلف نظیر تغییرات در نورپردازی، چرخش سر، داشتن حالت‌های احساسی و سایر موارد تغییر می‌کند. به دلیل تأثیر این تنوعات غیرخطی در الگوهای ورودی، کارایی سامانه‌های خودکار بازشناسی چهره در شرایط کنترل نشده به طور چشم‌گیری کاهش می‌یابد. برای افزایش کارایی سامانه‌های بازشناسی چهره نسبت به این تنوعات، باید ویژگی‌های مشابه برای تصاویر هر فرد استخراج نمود و همچنین تفاوت‌های میان ویژگی‌های افراد مختلف را برجسته نمود.

در این نوشتار از روش‌های PCA آماری و شبکه‌های عصبی برای کاهش بُعد دادگان ورودی و استخراج ویژگی‌ها از تصاویر چهره استفاده شده است. همچنین طبقه‌بندی کننده ویژگی‌ها هم یک شبکه عصبی در نظر گرفته شده است. نهایتاً با استفاده از خاصیت یادگیری در شبکه‌های عصبی انجمنی، بردار غیرخطی تنوعات از تصاویر چهره افراد مختلف پالایش (فیلتر) شده و سپس توسط شبکه عصبی دیگری عمل طبقه‌بندی می‌شود. نتایج به دست آمده از روش حذف تنوعات توسط شبکه عصبی هنجارساز بر روی دادگان تصاویر چهره ORL موفقیت این روش در افزایش کیفیت بازشناسی چهره را نشان می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: بازشناسی مقاوم چهره، تحلیل مؤلفه‌های اساسی، شبکه‌های عصبی، کاهش بُعد غیرخطی

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فصل اول- مقدمه و کلیات تحقیق	
1-1 مقدمه	4
1-2 تعریف قلمرو مسئله و سوال‌ها تحقیق	4
1-2-1 انواع مشخصه‌های زیست سنجی	5
1-2-2 انواع سامانه‌های زیست سنجی	6
1-2-3 کاربردهای سامانه‌های مبتنی بر زیست سنجی	10
1-3 پیشینه و سوابق کارهای انجام شده	10
1-3-1 تحقیقات روان‌شناسان و عصب شناسان	11
1-3-2 تحقیقات گروه مهندسی	15
1-3-3 سوابق کارهای انجام شده	20
1-4 فرضیه‌ها	20
1-4-1 مشکلات موجود در بازشناسی چهره	22
1-4-2 دادگان‌های تصاویر چهره	23
1-5- اهداف تحقیق	29
1-5-1 کاربردهای سامانه‌های بازشناسی چهره	30
1-5-2 زمینه‌های تحقیقاتی بازشناسی چهره	32
1-6 نوآوری‌های انجام شده در تحقیق	32
1-7 ساختار پایان نامه	32
فصل دوم- مراحل شناسایی چهره	
2-1 مقدمه	35
2-2 پردازش‌های اولیه	36
2-3 روش‌های استخراج ویژگی	37
2-3-1 تحلیل مؤلفه‌های اساسی (PCA)	38
2-3-1-1 PCA و چهره ویژه	40

2-3-1-2 نحوه محاسبه چهره ویژه 41
2-3-1-3 بیان چهره‌ها بر روی بردارهای بدست آمده 42
2-3-1-4 باز شناسی چهره با استفاده از چهره ویژه 42
2-3-2 تحلیل متمایزکننده خطی(LDA) 43
2-3-2-1 الگوریتم FLD 44
2-3-3 روش بیزین 46
2-3-4 تحلیل مؤلفه‌های مستقل (ICA) 48
2-3-5 گشتاورهای زرنیک 50
2-3-6 زیرفضاهای غیرخطی 50
2-3-6-1 PCA غیرخطی 51
2-3-6-1-1 مدل‌های NLPCA تبدیلی 52
2-3-6-1-2 مدل‌های NLPCA تکه‌ای خطی 53
2-3-6-1-3 مدل‌های NLPCA شبکه عصبی 54
2-4 روش‌های طبقه‌بندی کننده‌ها 54
2-4-1 مقیاس‌های اندازه گیری فاصله 54

فصل سوم- شبکه‌های عصبی در بازشناسی چهره

3-1 مقدمه 58
3-2 شبکه‌های عصبی مصنوعی (ANN) 59
3-2-1 عناصر پایه‌ای ANN 59
3-2-1-1 عناصر پردازشگر 60
3-2-1-2 اتصالات 61
3-2-1-3 محاسبه 61
3-2-1-4 تعلیم 63
3-2-2 معماری پرسپترون چند لایه 65
3-2-3 پس انتشار 66
3-2-4 الگوریتم یادگیری شبکه عصبی پرسپترون چند لایه 69

3-3 شبکه‌های عصبی برای استخراج ویژگی‌ها 72
3-3-1 شبکه‌های عصبی PCA خطی 73
3-3-1-1 مدل Oja 74
3-3-1-2 مدل *GHA* 74
3-3-1-3 مدل *APEX* 75
3-3-1-4 مدل *SAMH* 76
3-3-1-5 مدل *RLS – PCA* 76
3-3-1-6 مدل *CRLS* 77
3-3-2 شبکه‌های عصبی PCA غیرخطی 78
3-3-2-1 شبکه NLPCA با سه لایه پنهان 78
3-3-2-2 شبکه NLPCA سلسله مراتبی 81
3-3-2-2-1 تحلیل عملکرد شبکه سلسله مراتبی 83
3-4 شبکه‌های عصبی برای طبقه‌بندی الگوها 85

فصل چهارم – ارزیابی روش‌های بازشناسی چهره
4-1 مقدمه 88
4-2 دادگان چهره مورد استفاده 88
4-2-1 پیش پردازش بر روی دادگان چهره 89
4-3 نتایج روش‌های استخراج ویژگی 91
4-3-1 روش PCA آماری 91
4-3-2 روش PCA خطی با شبکه عصبی 93
4-3-3 PCA غیرخطی با شبکه عصبی 94
4-4 نتایج روش‌های طبقه‌بندی کننده ویژگی‌ها 97
4-4-1 فاصله اقلیدسی 97
4-4-2 طبقه‌بندی کننده شبکه عصبی 98
4-5 روش پیشنهادی 100
4-5-1 نتایج روش پیشنهادی 102

4-5-2 مقایسه بین روش‌های مختلف بازشناسی 103

فصل پنجم – جمع بندی و پیشنهادها

5-1 مقدمه 106

5-2 پیشنهادها 106

مراجع 108

واژه نامه فارسی به انگلیسی 111

واژه نامه انگلیسی به فارسی 114

فهرست شکل‌ها

عنوان	صفحه
شکل (1-1): مقایسه روش‌های رایج زیست سنجی	7
شکل (1-2): سامانه زیست سنجی در مرحله گردآوری	8
شکل (1-3): سامانه زیست سنجی در مرحله تصدیق	9
شکل (1-4): سامانه زیست سنجی در مرحله شناسایی	10
شکل (1-5): چند تصویر از دادگان چهره MIT/CMU برای تعیین محل چهره	18
شکل (1-6): چند تصویر از دادگان چهره JAFFE	19
شکل (1-7): یک سامانه خودکار بازشناسی چهره	24
شکل (1-8): نمونه‌ای از تصاویر چهره AR	25
شکل (1-9): نمونه‌ای از تصاویر دادگان چهره FERET	27
شکل (1-10): نمونه‌ای از تصاویر دادگان چهره ORL	28
شکل (2-1): بلوک دیاگرام یک سامانه بازشناسی چهره	36
شکل (2-2): نظریه PCA/KLT الف) خط پر: پایه‌های اولیه، خط چین: پایه‌های KLT ب)تصویر داده (بازسازی یک بعدی) با استفاده از اولین مولفه اساسی	39
شکل (2-3): چهره میانگین(سمت چپ) و هفت چهره ویژه بالا[19]	41
شکل (2-4): تفکیک کلاس‌ها LDA در مقایسه با PCA	44
شکل (2-5): مراحل لازم جهت محاسبه شباهت g بین دو تصویر. (الف)-چهره‌های ویژه اولیه(اصلی). (ب)-شباهت بیزین. تصویر تفاضل از طریق هر دو دسته (درون و برون) چهره‌های ویژه برای بدست آوردن دو شباهت، تصویر شده‌اند	47
شکل 2-6: (الف)-پایه‌های PCA (خطی، مرتب، متعامد). (ب)-پایه‌های ICA (خطی، نامرتب، غیرمتعامد). (ج)- منحنی اساسی(مانیفولد غیرخطی)	51
شکل (2-7): اجرای الگوریتم PCA تکه‌ای خطی روی یک دست نوشتار	53
شکل(3-1): یک شبکه پرسپترون چند لایه با یک لایه پنهان و یک لایه خروجی.	65
شکل (3-2): شبکه عصبی پرسپترون دو لایه پنهان	70
شکل (3-3): شبکه عصبی PCA خطی	73
شکل (3-4): الف- شبکه عصبی تک لایه جلو سو برای الگوریتم GHA ، ب- شبکه عصبی با	77

اتصالات جانبی برای الگوریتم APEX ، ج- شبکه خود رمزگذار برای الگـوریتم SAMH ، د- شبکه خود رمزگذار برای الگوریتم RLS-PCA
شکل (3-5): شبکه کاسکاد برای الگوریتم CRLS 78
شکل (3-6): ساختار شبکه دوسویه، فشرده‌سازی دادگـان در سـمت چـپ و بازسـازی دوبـاره دادگان در سمت راست 79
شکل (3-7): ساختار کلی شبکه گلوگاه سه لایه پنهان با تعداد معینی نورون در لایه پنهان 80
شکل (3-8): ساختار شبکه سلسله مراتبی استخراج مؤلفه‌های اساسی 82
شکل (3-9): شبکه عصبی طبقه‌بندی کننده 85
شکل (4-1): کل تصاویر چهره پایگاه داده ORL 89
شکل (4-2): نمونه‌ای از تصاویر دادگان چهره ORL برای فرد شماره 4. تصاویر تعلیمی(ردیـف بالا) و تصاویر ارزیابی (ردیف پایین) 90
شکل (4-3): ساختار کلی روش پیشنهادی در این پروژه 91
شکل (4-4): تصاویر بازسازی شده فـرد شـماره 4 بـه وسـیله k=20 (ردیـف بـالا) و k=100 (ردیف پایین) 92
شکل (4-5): تصاویر ارزیابی بازسازی شـده فـرد شـماره 4 بـه وسـیله k=20 (ردیـف بـالا) و k=100 (ردیف پایین) 92
شکل (4-6): ده تصویر ویژه از ماتریس تصاویر تعلیمی Z 93
شکل(4-7): شبکه عصبی PCA خطی با K نورون در لایه پنهان 94
شکل (4-8): شبکه NLPCA سه لایه پنهان با تعداد K نورون غیرخطی در لایـه گلوگـاه وN1 نورون غیرخطی در لایه دوم و چهارم 94
شکل (4-9): منحنی کـاهش خطـای یـادگیری شـبکه NLPCA بـرای کـل تصـاویر تعلیمـی و k=100 95
شکل (4-10): تصاویر بازسازی شده فرد شماره 4 به وسـیله شـبکه NLPCA و تعـداد k=20 (ردیف بالا) و k=100 (ردیف پایین) 96
شکل (4-11): تصاویر ارزیابی بازسازی شده فرد شماره 4 به وسیله شـبکه NLPCA و تعـداد k=20 (ردیف بالا) و k=100 (ردیف پایین) 96
شکل (4-12): نرخ بازشناسی درست تصاویر ارزیابی برای تعداد ویژگی‌های مختلف 97

شکل(4-13): ساختار شبکه عصبی طبقه‌بندی کننده 99
شکل (4-14): مقایسه طبقه‌بندی کننده‌های خطی و غیرخطی 99
شکل(4-15): نرخ بازشناسی درست تصاویر ارزیابی برای تعداد ویژگی‌های مختلف 100
شکل(4-16): ساختار شبکه عصبی هنجار ساز 101
شکل(4-17): تصویر هنجار برای بازشناسی چهره(سمت چپ)، ب- تنوعات در تصاویر چهره یک فرد 101
شکل (4-18): بلوک دیاگرام پیشنهادی برای سامانه بازشناسی چهره 102

فهرست جداول

عنوان	صفحه
جدول (1-1): بانک تصاویر برای بازشناسی چهره (به دلیل مشخص نبودن بعضی شرایط از علامت ++ استفاده شده است)	24
جدول (4-1): نتایج آزمایش عملی بر روی دادگان تصاویر ORL	103
جدول (4-2): مقایسه روش‌های بازشناسی چهره برای دادگان تصاویر **ORL**	104

فصل اول

مقدمه و کلیات تحقیق

1-1 مقدمه

بازشناسی چهره از روی تصاویر به عنوان یک زیر مجموعه از عنوان کلی بازشناسی اشیاء مطرح شده است[3]. در بسیاری از سامانه‌های بازشناسی و همچنین در مغز، به طور معمول با شرایط جدید و غیرمنتظره روبرو هستیم. بسیاری از تصاویری که ما می‌بینیم برای مغز تازگی دارد، زیرا ممکن است دارای بخش‌هایی باشد که ما تا آن زمان ندیده‌ایم و یا اینکه دیده‌ایم ولی شرایط دیداری نظیر شدت روشنایی، اندازه، جهت و زاویه دید تغییر کرده باشد. علیرغم این‌گونه تصاویر به ظاهر متفاوت، تصویر شیء مورد نظر حداقل در کلاسی از اشیاء شناخته شده نظیر خانه، اتومبیل، چهره انسان و سایر موارد قرار می‌گیرد.

با وجود به پیشرفت‌های اخیر، هنوز درباره آنچه که هنگام شناختن یک فرد آشنا در حال حرکت در یک خیابان شلوغ در مغز اتفاق می‌افتد، اطلاعات دقیقی در دسترس نیست. تحقیقات نشان داده است که پردازش در مسیر بینایی و در قشر مغز، از نوع پردازش‌های نورونی است. این پردازش‌ها شامل محاسبات جلوسو و هم دریافت فیدبک از لایه‌های بالاتر می‌باشد. استفاده از این نتایج و ارائه مدل‌های مبتنی بر سامانه بینایی انسان، به تحولاتی در معماری شبکه‌های عصبی مصنوعی شده و امید دست‌یابی به بازشناسی مقاوم چهره از طریق این رویکرد می‌رود.

روش‌های پیشنهاد شده در چند سال اخیر، نتایج خوبی را برای بازشناسی چهره در تصاویر ثابت و در محیط‌های کاملاً کنترل شده داشته است، در حالیکه در عمل بیشتر کاربردها هیچ‌گونه کنترلی روی شرایط محیطی نداریم[10]. تأثیر این عوامل مختلف که به آن‌ها تنوعات[1] الگوهای ورودی گفته می‌شود، باعث مشکل شدن بازشناسی چهره می‌شود.

هدف از این رساله ارائه روشی برای مقاوم سازی بازشناسی چهره می‌باشد، که در این میان شبکه‌های عصبی مصنوعی به علت الهام گرفتن از عملکرد مغز در پردازش و تحلیل غیرخطی سیگنال‌ها، می‌تواند ابزاری مناسب برای نائل شدن به این هدف باشد. استفاده از ساختارهای یک سویه

[1] Variability

شبکه‌های عصبی جلو سوی چند لایه، علیرغم داشتن قدرت نگاشت غیرخطی مناسب، کارآمد به نظر نمی‌رسد. این شبکه‌ها خصوصاً در شرایط وجود تنوعات در الگوهای ورودی کارآیی مطلوبی در بازشناسی این الگوها را از خود نشان نمی‌دهند. شواهد زیستی نشانگر اتصالات دوسویه در نواحی مختلف مغز می‌باشد. در نتیجه اضافه کردن اتصالات بازگشتی و نیز به کارگیری توام یک شبکه جلوسو همراه با شبکه معکوس آن هنگامی‌که در شبکه نور و نه ای غیرخطی داشته باشیم، قابلیت‌های پردازشی و بازشناسی شبکه را افزایش می‌دهد. پردازش دوسویه در شبکه‌های عصبی می‌تواند، زمینه استخراج مؤلفه‌های اساسی غیرخطی، حذف نویز در تصاویر و جداسازی مؤلفه‌های غیرخطی اطلاعات مربوط به افراد از اطلاعات حالت هر فرد را فراهم نماید که این شبکه‌ها می‌توانند به وسیله الگوریتم پس انتشار خطا و سایر روش‌ها تعلیم داده شوند.

در فصل 1 این گزارش، به کلیات تحقیق و تعریف مسئله بازشناسی چهره در انسان، مشکلات و موانع موجود در سامانه‌های خودکار بازشناسی چهره و کاربردهای این‌گونه سامانه‌ها به همراه تحقیقات انجام شده در زمینه بازشناسی چهره در انسان مرور می‌شود. نتایج تحقیقات گروههای پزشکی و مهندسی، دادگان تصاویر چهره مورد استفاده در زمینه بازشناسی چهره در این فصل بیان می‌شود. فصل 2 به پیشینه کار و روش‌های مختلف برای استخراج ویژگی‌ها در بازشناسی چهره نظیر زیرفضاهای خطی و غیرخطی اختصاص دارد. این زیرفضاها برای کاهش بعد دادگان تصاویر چهره استفاده می‌شوند. همچنین در فصل 3، علاوه بر توضیح مختصر راجع شبکه‌های عصبی مصنوعی روش‌های شبکه عصبی خطی و غیرخطی در زمینه استخراج ویژگی‌ها و طبقه‌بندی این ویژگی‌ها در مساله بازشناسی چهره ارائه می‌شود. در فصل 4 به پیاده‌سازی روش‌ها توسط نرم‌افزار مطلب و مقایسه نتایج به همراه اهداف پروژه، ایده‌ها و نوآوری‌های مطرح شده در رساله و دستاوردهای مورد انتظار اشاره می‌شود. فصل 5 به جمع بندی و ارائه پیشنهادها به همراه نتیجه‌گیری از رساله اختصاص دارد.

2-1 تعریف قلمرو مسئله و سوال‌ها تحقیق

هویت شناسی از جمله مباحث پراهمیتی است که امروزه جوامع با آن درگیر هستند. در هویت شناسی به تمامی افرادی که مجاز شناخته می‌شوند یک کلید و یا یک شناسه تعلق می‌گیرد. افرادی که دارای چنین کلیدی نباشند، اجازه ورود به آن محل و یا آن سامانه را ندارند. در این روش‌ها ممکن است شخص کلید را گم کند و یا آن را با دیگران به اشتراک گذارد و یا کلید به وسیله یک شخص غیرمجاز سرقت شود. رویکرد جدید برای حل این مسأله، هویت شناسی به وسیله شناسه‌های زیست سنجی[1] است. در این روش شخص مورد بررسی برای شناسایی باید در محل حضور داشته باشد. از آنجا که مشخصه‌های زیست فراموش نمی‌شوند و یا گم نمی‌شوند و به آسانی نمی‌توان آن‌ها را به اشتراک گذاشت، لذا زیست سنجی روش مطمئن‌تر برای حل مسأله تعیین هویت خواهد بود.

به شناسایی انسان‌ها بر اساس اندازه‌گیری کمی از ویژگی‌هایی نظیر، شکل ظاهری، خصوصیات فیزیولوژیکی، مشخصه‌های رفتاری و غیره زیست سنجی گفته می‌شود. این گونه سامانه‌ها در صورتی نیازهای زیر را برآورده سازند، می‌توانند به عنوان شناسه زیست سنجی برای شناسایی انسان به کار گرفته شوند[1] :

- ☑ **عمومیت داشتن:** هر شخصی باید دارای آن مشخصه باشد.
- ☑ **تمایز:** هر دو شخص در آن شناسه زیست سنجی، به اندازه کافی از هم متفاوت باشند.
- ☑ **پایداری:** آن مشخصه با گذشت زمان (با توجه به معیارهای زیست سنجی) تغییر نکند.
- ☑ **قابلیت گردآوری:** مشخصه باید قابلیت اندازه‌گیری یا نمونه‌گیری مکرر را داشته باشد.
- ☑ **فریب دادن:** مشخصه زیست سنجی به راحتی قابل تقلید نباشد.
- ☑ **کارایی:** دقت و سرعت سامانه زیست سنجی بسیار زیاد باشد.

[1] Biometric

1-2-1 انواع مشخصه‌های زیست سنجی

روش‌های گوناگونی برای استخراج مشخصه‌های زیست سنجی در کاربردهای امنیتی و نظارتی در سال‌های اخیر معرفی شده‌اند که از آن جمله می‌توان به روش‌های زیر اشاره نمود[2].

- **اثر انگشت**[1]: در این روش، الگوی موجود در انگشتان دست انسان‌ها مبنای تشخیص است. این الگوها برای هر شخص در دوران جنینی و طی یک فرایند تصادفی شکل می‌گیرند. لذا این مشخصه منحصر به فرد است. اثر انگشت هر فرد با گذشت زمان تغییر نمی‌کند به همین دلیل در محافل قضایی به عنوان یک مدرک معتبر قابل استناد است. سامانه‌هایی که با این روش کار می‌کنند، با کاهش قیمت‌شان از مقبولیت بالایی برخوردار هستند ولی پذیرش این روش از طرف افراد خیلی پایین می‌باشد.
- **هندسه دست**[2]: در این روش، شکل کف دست فرد (نظیر طول انگشتان) تحلیل و اندازه‌گیری می‌شود. ویژگی‌های به دست آمده در این روش اگر چه ممکن است بدون تغییر باشند، ولی منحصر به فرد نیستند. همچنین برخی آسیب‌ها نظیر شکستگی انگشتان دست می‌تواند تغییرات محسوسی را در این مشخصه‌ها به وجود آورد. این روش به آسانی قابل پیاده‌سازی است و کمتر مورد استفاده قرار گرفته است.
- **گوش**: شکل گوش و ساختار بافت غضروفی لاله آن، از شخصی به شخص دیگر تفاوت دارد. سامانه شناسایی مبتنی بر گوش، از تطبیق فاصله نقاط مختلف لاله گوش از یک نقطه مرجع، استفاده می‌کنند. ویژگی‌های استخراج شده از تصویر گوش منحصر به فرد نیست.
- **امضاء**[3]: امضاء یک مشخصه رفتاری از یک شخص است که از پذیرش اجتماعی خوبی هم برخوردار است. تا به حال تلاش‌های زیادی برای مقایسه دو امضاء به صورت خودکار انجام شده است. سرعت، فشار در حین امضاء و شکل ایستان نهایی از پارامترهای مهمی هستند که

[1] Fingerprint
[2] Hand Geometry
[3] Signature

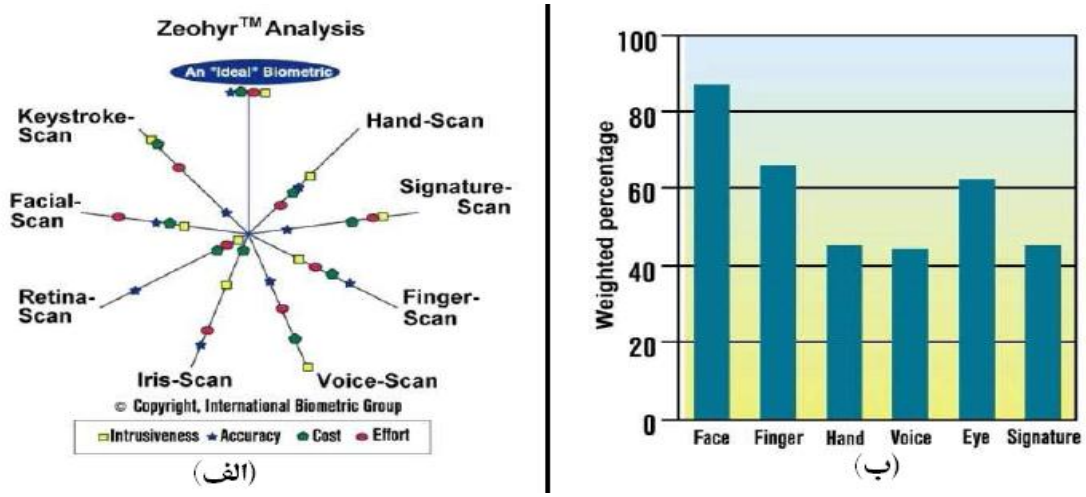
از امضاء هر فرد استخراج می‌شوند. این روش بیشتر در هنگام امضاء چک‌های بانکی استفاده می‌شود و امکان جعل و تقلید آن بسیار بالا است.

- **صدا**[1]: در این روش ویژگی‌هایی را از گفتار ضبط شده انسان توسط میکروفن استخراج می‌کنند و از آن برای شناسایی اشخاص استفاده می‌شود. این روش به علت تقلید صدا، گرفتگی صدا بر اثر بیماری و سایر موارد کارایی خود را از دست می‌دهد.
- **شبکیه**[2]: در این روش لایه‌ای از رگ‌های خونی که در قسمت خلفی چشم قرار دارند، تحلیل می‌شوند. در این روش از منبع نوری با شدت کم برای بررسی الگوی شبکیه استفاده می‌کنند. طی تحقیقات دانشمندان، مشخص شده است که الگوی شبکیه هر فرد منحصر به فرد است. از آنجای که شخص مورد آزمایش در این روش باید از درون یک حفره به یک نقطه مشخص خیره شود، به عنوان یک روش تهاجمی شناخته می‌شود. همچنین در اثر یک سری بیمارهای چشمی نظیر آب مروارید، تغییراتی در شکل این رگ‌های خونی ایجاد می‌شود.
- **عنبیه**[3]: در این روش حلقه رنگی احاطه کننده مردمک تحلیل می‌شود. عنبیه طی یک فرآیند تصادفی ژنتیکی در طول دوران جنینی شکل می‌گیرد و منحصر به فرد است. تصویر برداری از عنبیه طی یک فرایند غیرتهاجمی انجام می‌شود و دقت بسیار بالایی دارد. این روش بر خلاف شبکیه حتی با وجود عینک پاسخ درستی می‌دهد.
- **چهره**[4]: در این روش، ویژگی‌هایی که از تصویر چهره استخراج می‌شود را برای شناسایی افراد، به کار می‌برند. این روش برای کنترل نامحسوس مناسب می‌باشد و از مقبولیت بالایی بین افراد برخوردار است. اما ارائه روشی مبتنی بر چهره که بتواند اثرات ناشی از افزایش سن، تغییرات چهره، تغییرات جزئی در محیط تصویر برداری و تغییرات ناشی از موقعیت چهره نسبت به دوربین را تحمل کند، کار بسیار مشکلی است.

---

[1] Voice
[2] Retina
[3] Iris
[4] Facial

- روش‌های دیگری نظیر، الگوی وراثتی[1]، اثر شست پا[2]، بوی بدن[3]، نحوه راه رفتن[4] و ضربه زدن به کلیدها[5] در مقالات دیده می‌شود[3] . همچنین در بعضی سامانه‌ها از روش‌های ترکیبی[6] به منظور بالا بردن دقت استفاده شده است. در شکل (1-1-الف) مقایسه‌ای بین چند روش رایج زیست سنجی بر اساس چهار فاکتور ایجاد کم‌ترین مزاحمت، دقت، هزینه کمتر و راحتی دریافت، دیده می‌شود. یک سامانه ایده‌آل زیست سنجی باید بیشترین ضریب را در میان این چهار فاکتور داشته باشد. همچنین در شکل (1-1-ب) شش روش زیست سنجی که بر اساس چهار فاکتور ایجاد کم‌ترین مزاحمت، دقت، هزینه کمتر و راحتی دریافت ذکر شده در مرجع[3] درصد گذاری شده است را نمایش می‌دهد. چنانچه دیده می‌شود زیست سنجی مبتنی بر چهره می‌تواند یکی از بهترین روش‌های بازشناسی باشد.



شکل (1-1): مقایسه روش‌های رایج زیست سنجی[3]

[1] Deoxyribonucleic Acid (DNA)
[2] Thumbprint
[3] Body Odour
[4] Gait
[5] Key stroke
[6] Hybrid

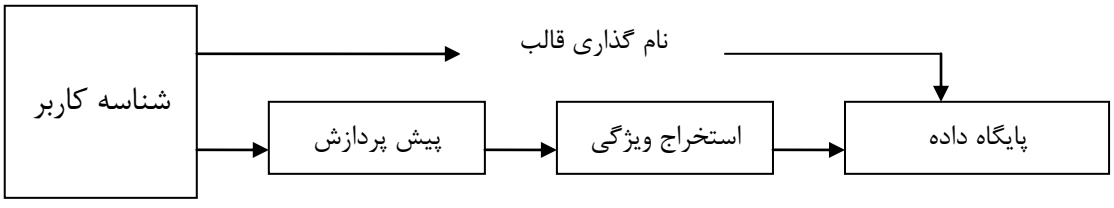
1-2-2 انواع سامانه‌های زیست سنجی

با توجه به نوع و زمینه کاربردی، سامانه‌های زیست سنجی به دو دسته تقسیم می‌شوند:

- **سامانه تصدیق هویت**[1]: این سامانه هویت یک شخص را از طریق مقایسه مشخصه زیست سنجی برداشته شده از آن با نمونه‌ای که از این شخص در پایگاه داده ذخیره شده است تصدیق می‌کند. سامانه تصدیق هویت از یک مقایسه و تطبیق یک به یک برای تأیید هویت ادعا شده استفاده می‌کند. این سامانه در قبال ورودی باید به این پرسش پاسخ گوید: "آیا من آنکه ادعا می‌کنم هستم؟"
- **سامانه شناسایی هویت**[2]: این سامانه هویت یک شخص را از طریق جستجو در کل پایگاه داده شناسایی می‌کند. به بیان دیگر از یک مقایسه و تطبیق یک به کُل استفاده می‌کند. این سامانه در قبال ورودی باید به این پرسش پاسخ گوید: "من چه کسی هستم؟"

عملکرد یک سامانه زیست سنجی در دو مرحله صورت می‌گیرد:

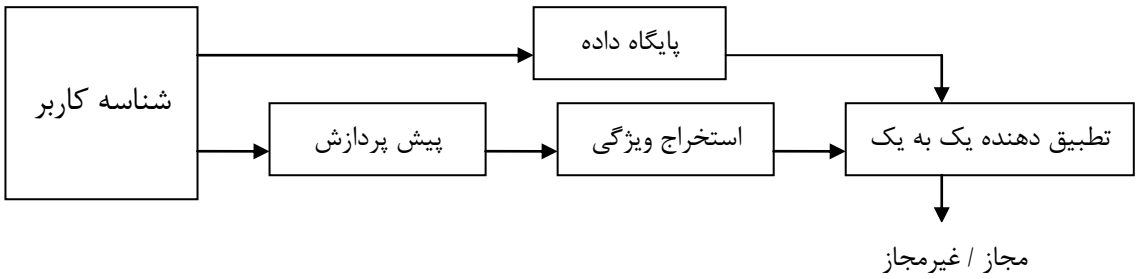
- **مرحله گردآوری**[3]: در این مرحله مشخصه زیست سنجی شخص به وسیله سنسور زیست سنجی، اسکن می‌شود. پس از اعمال یک سری پردازش‌های اولیه بر داده‌های خام بدست آمده، ویژگی‌هایی را برای توصیف فشرده و مناسب از این نمونه استخراج می‌کنیم. این ویژگی‌ها به عنوان کد نمونه، با توجه به نوع کاربرد، در پایگاه داده ذخیره شده و یا در کارت هوشمند ثبت می‌شوند. در شکل (1-2) نمودار بلوکی یک سامانه زیست سنجی در مرحله گردآوری نمایش داده شده است.



شکل (1-2): سامانه زیست سنجی در مرحله گردآوری

[1] Verification System
[2] Identification System
[3] Enrollment phase

- **مرحله تصدیق**: در این مرحله، شناسه کاربر از طریق یک صفحه کلید وارد می‌شود. آنگاه مشخصه زیست سنجی شخص، توسط سنسور زیست سنجی خوانده شده و پس از عبور از مراحل پردازش اولیه، کد ویژگی مربوط به آن استخراج می‌شود. سپس این کد به بلوک تطبیق دهنده ویژگی وارد می‌شود تا با کد متناظر با آن شناسه که در پایگاه داده ذخیره شده، مقایسه گردد. در شکل (1-3) نمودار بلوکی یک سامانه زیست سنجی در مرحله تصدیق نمایش داده شده است.



شکل (1-3): سامانه زیست سنجی در مرحله تصدیق

- **مرحله شناسایی**: ورودی در این سامانه، کاملاً ناشناخته است و سامانه به ناچار، کد بدست آمده از مشخصه زیست سنجی ورودی را با تمام کدهای ذخیره شده در پایگاه داده، مقایسه می‌کند. از آنجا که در پایگاه‌های داده بزرگ، این تطبیق زمان‌بر خواهد شد، به کمک روش‌های مختلف طبقه‌بندی کردن، نخست دسته‌ای که ورودی به آن تعلق دارد مشخص شده و آنگاه مقایسه و تطبیق کد ورودی تنها با کدهای موجود در این دسته، انجام خواهد شد. در شکل (1-4) نمودار بلوکی یک سامانه زیست سنجی در مرحله شناسایی نمایش داده شده است.