دانشگاه تربیت‌مدرس
دانشکده فنی‌ومهندسی
گروه کامپیوتر

سمینار کارشناسی ارشد مهندسی نرم افزار

روشهای شناسایی بیومتریک

محرم منصوری‌زاده

استاد راهنما:

دکتر نصرا... مقدم چرکری

تابستان ۱۳۸۱

بسم الله الرحمن الرحيم

به یاد استاد عزیزم

دکتر سیدمحّمد حسین قوام‌نیا

چکیده

تامین امنیت سیستمهای گوناگون و در راس آنها سیستمهای الکترونیکی و کامپیوتری به موازات پیشرفتهای حاصل شده درجنبه های فنی مورد توجه بوده و حتی بعنوان شاخه جدایی مطالعه می‌شود.
روشهای سنتی تامین امنیت شامل کنترل فیزیکی نظیر گماشتن افراد نگهبان برای جلوگیری از ورود اشخاص غیر مجاز به بخشهای امنیتی یا استفاده از روشهای ابتدایی مثل کارت شناسایی بوده است. نسل بعدی این روشها استفاده از Username و Password در اولین سیستمهای کامپیوتری است که هنوز هم رایجترین روش شناسایی کاربر بشمار می‌رود.
یکی از ایده های جدید شناسایی و تامین امنیت ، استفاده از مشخصات فیزیکی و رفتاری انسانهاست. مزیت عمده این ایده، همراهی مشخصات با فرد مورد نظر و تغییر ناپذیری یا تغییر خیلی جزئی آنها در طول حیات یک شخص است. این ایده ها را با نام Biometrics می‌شناسیم
روشهای متعددی برای نیل به این هدف پیشنهاد شده و مشخصات زیادی مورد استفاده قرار گرفته است. از این میان استفاده از اثر انگشت و شناسایی چهره سردمدار روشهای Biometricsهستند. روشهای دیگری نیز مانند استفاده از مشخصات شبکیه و عنبیه، مشخصات هندسی دست و انگشتان صدا، امضا و... نیز مورد توجه هستند. روشهای جدیدتری نیز مثل استفاده از الگوی تایپ از نظر محققان دور نمانده اند.
در عمل، این سیستمها اقبال عمومی قابل توجهی یافته و سهم بزرگی از بازار سیستمهای امنیتی را بخود اختصاص داده اند. تا جایی که پیش بینی می‌شود صنعت Biometrics ارزشی نزدیک به ۲۰۰۰ میلیون دلار در سال ۲۰۰۵ داشته باشد!
بعنوان سمینار کارشناسی ارشد، سعی کرده‌ام با راهنمایی استاد گرامی جناب آقای دکتر مقدم مطالبی در این زمینه آماده کرده و زمینه برای طرح تحقیق پایان نامه کارشناسی ارشد بیابم. امیدوارم توانسته باشم به این مهم دست یابم.

سپاسگزاری

سپاس خدواند بزرگ را که مرا توفیق انجام این کار داد. کاری که هنوز در آغاز راه است و بعنوان مقدمه‌ایست برای کارهای جدیتر و مهمتر.

به او تکیه و توکل می‌کنم که ***راهرو گر صد هنر دارد توکل بایدش.***

از استاد گرامیم جناب آقای دکتر مقدم که در نهایت حوصله و با وجود مشغله فراوان همواره پاسخگو و راهنمای بنده بوده اند، نهایت تشکر را دارم و امیدوارم بتوانم در حد رضایتشان ظاهر شده و در آینده نیز توفیق استفاده از محضر ایشان را داشته باشم. همچنین از استاد گرانقدر جناب آقای دکتر احسان‌ا... کبیر برای راهنماییهای ارزنده‌شان تشکر می‌کنم. از Arjen van Ooyen[1] نیز که با ارسال مطالبی درباره آنالیز اجزاء اصلی و خوشه بندی کمک بزرگی به بنده کردند، متشکرم.

از خانواده گرامیم که در حساسترین موقعیت – فصل برداشت – به من اجازه و فرصت دادند تا روی این طرح کارکنم، بسیار سپاسگزارم و امیدوارم بتوانم با موفقیتهای علمی سبب خوشحالی بزرگوارانی باشم که همیشه مدیون آنها خواهم بود.

به یاد استاد گرانقدر ، دکتر سیدمحمدحسین قوام نیا –استاد فقید دانشگاه اصفهان – و به یاد توصیه های ایشان در جهت کوشش در پیشبرد تحقیقات، صنعت وفناوری اطلاعات این فعالیت علمی و تحقیقی را به تمام محققان کوشای مملکت تقدیم می‌کنم.

[1] Arjen van Ooyen, Netherlands Institute for Brain Research

فهرست مطالب

فهرست مطالب أ

مقدمه ۱

۱ کلیات ۲

۱-۱ تعریف ۳

۱-۲ تاریخچه ۳

۱-۳ کاربردهای Biometrics ۵

۱-۴ بازشناسی الگو ۵

۱- ۵ تایید یا شناسایی؟ ٦

۲ روشهای معمول شناسایی ۸

۲-۱ اثر انگشت (انگشت نگاری) ۸

۲- ۲ مشخصات هندسی دست و انگشتان ۱۵

۲-۳ مشخصات چهره ۱۸

۲-۳-۱ یافتن چهره ۲۰

۲-۳-۲ ردیابی چهره ۲۵

۲-۳-۳ شناسایی چهره ۲۵

۲- ۴ مشخصات چشم و پرده شبکیه ۲۷

۲- ۵ صدا ۲۷

۲-۶ امضا ۳۲

۲- ۷ نحوه تایپ ۳۳

۲-۸ روشهای ترکیبی (Multi Biometrics) ۳٦

۳ روند تکامل Biometrics ۳۷

۳-۱ کاربرد Biometrics ۳۷

۳-۲ جهت گیری تحقیقات جدید ۳۹

۳-۲-۱ مدیریت پایگاههای داده بزرگ ۳۹

۳-۲-۲ شناسایی و استفاده از ویژگیهای دیگر ۴۰
۳-۲-۳ بهینه سازی روشهای موجود ۴۰
۴ خاتمه ۴۴
پیوست الف) فهرست مراجع ۴۶
الف – مراجع لاتین ۴۶
ب – مراجع فارسی ۴۹
پیوست ب) ماتریسها، مقادیر و بردارهای ویژه، آنالیز اجزاء اصلی ۵۰
پیوست پ) فیلترهای Gabor ۵۴
پیوست ت) درباره CD ۵۶

فهرست شکلها

شکل ۲-۱-۱: نمونه یک اثر انگشت [۱۹] ۹
شکل ۲-۱-۲: ابزارهایی برای تهیه اثر انگشت [۱۷] ۱۰
شکل ۲-۱-۳ :تصویر ورودی و پردازش اولیه[۱۹] ۱۱
شکل ۲-۱-۴: انطباق ویژگیهای دو اثر انگشت.[۱۹] ۱۲
شکل ۲-۱-۵ مر حله اول پردازش ۱۴
شکل ۲-۱-۶ : اثر انگشت پس از نازک سازی ۱۴
شکل ۲-۱-۷ : جهت یک نقطه ۱۴
شکل ۲-۲-۱: مشخصات هندسی دست[۱] ۱۶
شکل ۲-۲-۲ : ابزاری برای تهیه تصویر دست. این ابزار مجهز به آینه‌ای است (a) که هنگام قرار دادن دست در محل تعیین شده(b)، ضخامت دست نیز مشخص است.(c) [۱] ۱۷
شکل ۲-۲-۳ :محل نادرست[۲۱]. ۱۷
شکل ۲-۲-۴ : مجموعه ویژگیها[۲۱] ۱۸
شکل ۲-۳-۱:حالات مختلف چهره یک نفر ۱۹
شکل ۲-۳-۲ :دسته بندی الگوریتمهای مختلف یافتن چهره [۲۴] ۲۱
شکل ۲-۳-۳ : چهره های ویژه [۲۴] ۲۴
شکل ۲-۳-۴ : شبکه عصبی برای یافتن چهره [۲۴] ۲۴
شکل ۲-۳-۶ فیلتر Gabor[4] ۲۶

شکل ۲-۴-۱ : عنبیه _____ ۲۷
شکل ۲-۴-۲: شبکیه () _____ ۲۷
شکل ۲-۵-۱ سیگنال صوتی ضبط شده a) سگنال فشرده b) گسترش بخش کوچکی از سیگنال ۲۹
شکل ۲-۵-۲: ۴ چهار نفر مختلف عبارت Biometrics را خوانده اند _____ ۲۹
شکل ۲-۵-۳ طیف فرکانسی شکل ۲-۵-۲ ۰) طیف مجموعه، ۱،۲،۳،۴) بترتیب طیف قسمتهای ۱،۲،۳،۴ شکل ۲-۵-۲ (به تفاوتها توجه کنید!) _____ ۳۱
شکل ۲-۶-۱: امضاهایی با اطلاعات مکانی (a) و با اطلاعات مکانی- زمانی(b)(۴۰) _____ ۳۲
شکل ۲-۶-۲ نمای کلی یک سیستم تایید امضا Online (۴۰) _____ ۳۳
شکل ۲-۷-۱ الگوی تایپ یک نفر (۲) _____ ۳۵
شکل ۲-۷-۲ ماتریس کوواریانس تایپ یک نفر در دو زمان مختلف (a) و (b) و شخص دیگر (c) (۲) _____ ۳۵
شکل۲-۸-۱:مشخصات متعدد برا شناسایی(۳۸) _____ ۳۶
شکل ۳-۱-۱: سود ناخالص صنعت Biometricsدر سالهای اخیر و براوردی از چند سال آینده [۸] ۳۸
شکل ۳-۱-۲ بازار Biometricsدرسال ۲۰۰۱ [۸]_____ ۳۸
شکل ۳-۲-۱ حالتهای مختلف چهره با استفاده از مدل سه بعدی (بالا)و عکسبرداری (پایین) [۴۶] ۴۰
شکل ۳-۲-۲ a) مدل کلی چهره b) مدل نیم رخ c)ویژگیهای چهره [۴۶] _____ ۴۱
شکل ۳-۲-۳ انطباق چهره و مدل کلی a) مدل b) انطباق مدل با ویژگیهای چهره جدید [۴۶] ___ ۴۱
شکل ۳-۲-۴: شناسایی بر اساس نمونه‌های متعدد _____ ۴۲
شکل۱ – نقاط نمونه و خط بهینه _____ ۵۱
شکل ۱ – فیلتر Gabor به مرکزیت (۰و۰) (چپ) و تبدل فوریه آن(راست) _____ ۵۴
شکل ۲ – فیلترهای Gabor با اندازه و جهتهای مختلف[۴]_____ ۵۵

مقدمه

شناسایی افراد برای کنترل دسترسی آنها به منابع امنیتی همواره مورد توجه بشر حتی از زمانهای بسیار قدیم بوده است. در هر عصری، پیشرفته ترین تفکر و فناوری در این راه بکار رفته و تلاشهای زیادی در جهت بهبود روشهای موجود و ابداع روشهای بهتر انجام گرفته است. امروزه نیز تامین امنیت یکی از شاخه های بسیار فعال علوم وتحقیقات است و با گسترش هرچه بیشتر ارتباطات و اشتراک منابع مالی، فنی و... نیاز به آن بیشتر احساس می‌شود.

روشهای بکار رفته در هر دوره قوت و ضعف فناوری آن را بهمراه دارد. به طور کلی می‌توان گفت که در هر دوره‌ای پیشرفتهای حاصل شده در روشهای شناسایی در جهت بالابردن دقت و اتوماسیون بیشتر فرایندهای لازم، بوده‌است. سیستمهای کامپیوتری سرعت، دقت و برنامه ریزی های پیچیده‌را برای ما به ارمغان آورده است. در عصر ما روی اتوماسیون روشهای سنتی و بهبود آنها با استفاده از توان پردازشی بسیار بالا و نسبتا ارزان سیستمهای کامپیوتری تمرکز شده است.

از مدتها قبل مشخصاتی مثل قیافه ، رنگ چشم ، قد ، رنگ موی سر و... برای شناسایی افراد بکار می‌رفته و معمول بوده است که این مشخصات همانند نام و نام خانوادگی افراد در شناسنامه یا کارتهای شناسایی آنها ثبت شود. ویژگیهای یاد شده به همراه مشخصات فیزیولوژیکی و زیستی و مشخصات رفتاری مجموعه روشهایی را در بر می گیرد که به Biometricsمعروفند.

Biometricsعلم جدیدی نیست اما اِعمال فناوری روز بر آن در جهت تکامل و توسعه بیشتر ، موضوع روز تحقیقات فراوانی است. همه روزه خبرهایی در زمینه ابداع دستگاه جدیدی برای عکسبرداری از شبکیه چشم زینت بخش مجلات علمی–خبری است که بیانگر پویایی این رشته است.

جزوه حاضر تحقیقی در زمینه روشهای Biometricsو شیوه انجام آنها در حال حاضر است. برای روشن شدن مطلب، روند تاریخی تکامل این روشها ذکر شده و در ادامه نیز افقهای جدید و در حال گشایش این روشها بر اساس مقالات و گزارشهای تحقیقاتی منابع معتبر علمی و فنی آمده است. این مطالب برگرفته از مراجع زیاد داخلی و خارجی مثل مقالات، کتابها و سایتهای اینترنتی است.

امید است که مطالب جمع‌آوری شده مورد استفاده علاقمندان این رشته و مقبول دوستان محقق باشد. برای اطلاعات جامع در این رشته، به مراجع آخر جزوه – بویژه سایتهای وب که دائما در حال ارائه مطالب جدیدتری هستند- مراجعه کنید.

۱ کلیات

شناسایی افراد و کنترل دسترسی آنها به منابعی که اهمیت امنیتی دارند، از دیر باز مورد توجه علوم مختلف و موضوع تحقیقات فراوانی بوده است. اهداف نظامی، تجاری، ملی و... معمولا به نوعی باید از دسترس افراد غیر مجاز دور باشند. برای شناسایی از مشخصات زیر استفاده می‌کنیم:

- **اشیایی که در اختیار داریم**: کلید اتاقهای حفاظت شده، کارتهای شناسایی،... از این دسته‌اند.
- **حقایق و موضوعاتی که می‌دانیم**: اسامی رمز دسترسی به مکانهای حفاظت شده نظیر کد گشودن یک در یا "اسم شب" در این دسته قرار می‌گیرند.
- **مشخصاتی که داریم:** قد، وزن، رنگ چهره . اثر انگشت از این دسته‌اند.
- **رفتارهایی که در زندگی روزمره داریم:** امضا ، نحوه راه رفتن ، حرف‌زدن و لهجه و صدای خاص در این بخش قرار می‌گیرند.

هرکدام ازاین روشها به نحوی برای شناسایی افراد استفاده می‌شوند که از آن جمله می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

– **اسامی رمز**: در مراکز نظامی معمول است که هنگام شب برای ورود به یک بخش یا گذر از یک معبر، شخص باید کلمه خاصی را بگوید. این کلمه را اسم شب می‌گویند. اشخاصی که نتوانند "اسم شب" را بگویند مجاز به ورود به محل مورد نظر نخواهند بود و حتی ممکن است همانجا تیر باران شوند! این کلمه معمولا ساعاتی پیش از غروب به اطلاع افراد می‌رسد. امروزه در سیستمهای کامپیوتری روش مشابهی که از یک کلمه بعنوان اسم و کلمه رمز نظیر آن تشکیل یافته، استفاده می‌کنیم. هر شخص یک زوج مشخصه (اسم و کلمه رمز)دارد و تنها در قبال اعلام درست این زوج مجاز به استفاده از سیستم خواهد بود.

– **کارتهای شناسایی :** این روش آشناست! همه ما به نوعی از شناسنامه، کارت پایان خدمت سربازی، کارت دانشجویی یا کارت عضویت یک مرکز خاص استفاده می‌کنیم. امروزه کارتهای مغناطیسی و کارت خوانهای مربوطه نسل جدید این روش شناسایی بشمار می‌روند.

- **مشخصات فیزیکی**: در این روش از مشخصات فیزیکی یک نفر برای شناسایی او استفاده می‌کنند این مشخصات ممکن است اندازه گیری ابعاد بدن مثل قد، طول وعرض دستو پاها یا مشخصات برخی اعضای بدن مثل اثر انگشت و رنگ چشم یا رفتارهایی نظیر حرف زدن ، امضا کردن و تایپ کردن باشند.

هر یک از این روشها نقاط قوت وضعف خود را دارد. طبیعی است که در صورت لو رفتن اسم شب واطلاع افراد دشمن از آن، براحتی می‌توانند به مراکز مهم و حساس نظامی وارد شوند. اسامی رمز یا همان Password هایی که استفاده می‌کنیم کلماتی هستند که باید بتوانیم به یاد بیاوریم و به همین

دلیل کلماتی ساده مثل اسم دوستان، تاریخ های مهم و... هستند. اینگونه کلمات رمز را معمولا می‌توان براحتی حدس زد. کارتهای شناسایی نیز را ممکن است گم کنیم! و در صورتی که افراد غیر مجاز آن را بیابند، براحتی می‌توانند از حقوق مربوطه استفاده کنند. مشخصات فیزیکی مطمئن‌تر از روشهای پیشین بنظر می‌سد ولی نیاز به ابزارهایی دقیق برای تمییز بین افراد دارد.
استفاده از مشخصات فیزیکی امروز مورد توجه زیادی قرار گرفته که دلیل آن همراهی این ویژگیها با شخص و پیشرفتهای اخیر فناوری است. این روشها را ما با عنوان روشهای Biometricsمی‌شناسیم.

۱-۱ تعریف

هر مقاله و مطلبی که در باره یکی از روشهای Biometricsباشد، معمولا تعریفی نیز از Biometricsارائه داده است. عبارات زیر، برگرفته از تعدادی از این مقالات است:
"Biometricsمجموعه مشخصات فیزیکی و ویژگیهای رفتاری است که هر کدام از ما را منحصربفرد می‌سازد" [۲]

"سیستمهای Biometricsسیستمهایی هستند که انسانها را شناسایی یا تایید می‌کنند. این سیستمها عموما از یکی از ویژگیهای زیستی انسانها استفاده می‌کنند اما سیستمهایی که از چند مشخصه هم استفاده می‌کنند، وجود دارند. نمونه مشخصات مورد استفاد اثر انگشت، امضا و چهره است"[۴]

"Biometricروشهای اتوماتیک شناسایی افراد بر اساس مشخصات فیزیکی یا رفتاری آنهاست"[۳]

بر اساس این تعریفات که در دیگر منابع نیز شکل مشابهی دارد، می‌توان تعریف کلی زیر را بعنوان در بردارنده همه این آرا ارائه کرد:
"مجموعه روشهای اتوماتیک که از مشخصه‌های زیستی (بیولوژیکی) افراد نظیر اثر انگشت، رنگ چشم، مشخصات DNA و ... و مشخصات رفتاری نظیر نحوه حرف زدن و امضا کردن استفاده می‌کنند به روشهای Biometricsمعروفند. "

۱-۲ تاریخچه

افرادی که در بررسی یک موضوع فیلسوفانه و با وسواس عمل می‌کنند، معمولا پیدایش یک حقیقت یا یک شاخه از علم را با استدلال و صغری و کبری چیدن تا خلقت اولین نوع بشر – آدم - پیش می‌برند! در مورد Biometricsنیز چنین آرایی موجود است. البته اطلاعات تاریخی نشان می‌دهد که مصریان باستان از نوعی اندازه گیری افراد برای شناسایی استفاده می‌کرده‌اند. این روشها اجداد سیستمهای امروزی که سناریوی زیر را دارند به شمار می‌روند:

" زمانی که به دراتاق خود نزدیک می‌شوید، دوربینی از بالای در تصاویری از چهره و چشم شما را به کامپیوتر کنترل کننده امنیت منتقل می‌کند. این کامپیوتر تصویر های بدست آمده را تحلیل کرده و مشخصاتی نظیر رنگ و الگوی بافت عنبیه چشم و پرده شبکیه را استخراج می‌کند. سپس مشخصات بدست آمده را با مشخصات موجود در پایگاه دانش خود مقایسه می‌کند و اگر شما خودتان باشید!، در را باز کرده و به شما اجازه ورود می‌دهد. همه این وقایع با نزدیک شدن شما اتفاق می‌افتد و اصلا لازم نیست دم در ایستاده منتظر اجازه سیستم باشید! حتی در بسیاری موارد ممکن است اصلا متوجه دوربین نشوید. پس لطفا سرتان را بالا بگیرید!."

شناسایی اثر انگشت افتخار چینی هاست. شناسایی افراد بر اثر انگشت نیز تاریخی ۱۰۰ ساله در ایالات متحده و اروپای غرب دارد. استفاده تجاری از این سیستمها با سیستمی به نام Identimat در دهه هفتاد آغاز شد. این سیستم از مشخصات ابعادی دست و طول انگشتان استفاده می‌کرد. Identimat بعنوان بخشی از سیستم ثبت زمان (نظیر ثبت زمان ورود و خروج افراد) در یکی از شعبه های موسسه تجاری Wall Street بکار رفت. به دنبال آن صدها دستگاه Identimat در دپارتمان انرژی آمریکا، نیروی دریایی آمریکا و موسسات مشابه برای شناسایی بکار رفت. Identimat دردهه ۸۰ در حالی از رده خارج شد که قدم اول را در تهیه سیستمهای جدیدی که بر اساس مشخصات دست کار می‌کنند، برداشته بود. [۶]

در دهه های ۶۰ و ۷۰ با ساخت دستگاههای تشخیص اثر انگشت برای مقاصد قانونی و قضایی- حقوقی پیشرفت هایی دراین زمینه مقاصد حاصل شد. اواخر دهه ۶۰ FBI (پلیس ایالات متحده) شروع به استفاده از دستگاههای خودکار تشخیص اثر انگشت کرد. اواسط دهه ۷۰ FBI تعدادی از این دستگاه را در نقاط مختلف آمریکا نصب کرد. امروزه دستگاههای تشخیص اثر انگشت درادارات پلیس سراسر دنیا استفاده می‌شود. [۶و۷]

سیستمهای دیگر Biometricsنیز سرگذشتی مثل انگشت نگاری دارند. اولین سیستم تشخیص شبکیه چشم در دهه ۸۰ معرفی شد. کار دکتر جان دافمن[1] در دانشگاه کمبریج در تشخیص و بررسی عنیبه اولین تلاش در نوع خود بشمار می‌رود. شناسایی بر اساس امضا و چهره نیز نسبتا جدید هستند.روشهای Biometricsموضوع تحقیقات وسیعی در برخی دانشگاهها و موسسات علمی خاصی است. Caltech[2] و MIT[3] بعنوان رهبر مطالعات Biometricsو شاخه های مربوط در شناسایی الگو و هوش مصنوعی به حساب می‌آیند. بدلیل پیچیدگی ذاتی Biometricsو تجربه زیاد افراد این موسسات در این زمینه، ابداعات و اختراعات مهم در زمینه Biometricsبا نام این دو دانشگاه گره خورده است. [۶و۷]

---
[1] John Daughman
[2] Caltech
[3] MIT (Massachusetts Institute of Technology) www.mit.edu

۱-۳ کاربردهای Biometrics

کارهایی نظیر کنترل دسترسی به web ، بانکداری الکترونیکی(سیستمهای خودپرداز یا عابر بانک) ، تجارت الکترونیکی، نقل و انتقال اسناد و اوراق بهادار ، مدیریت کارتهای اعتباری و ... از زمینه های داوطلب بکارگیری Biometricsبرای شناسایی هستند. [۶و۷]

درسیستمهای معمول و سنتی ، که در آنها از روشهایی مثل ارائه اسم و کلمه رمز استفاده می‌شود، Biometricsدر حال جایگزینی است.

امید می‌رود با پیشرفت فناوری و بهبود ابزارهای شناسایی Biometricsاقبال عمومی آن بیشتر شده و استفاده از آن گسترده تر گردد.

۱-۴ بازشناسی الگو[1]

یکی از شاخه های علوم کامپیوتر، طراحی واسطه های انسان و ماشین است. در این بخش سعی می‌شود تا پردازشهای معمول ودستی را تا حد ممکن خودکار کرده و تعامل انسان و ماشین کمتر گردد. بازشناسی الگو در صدد تشخیص و استخراج اطلاعات الگوهایی است که امروزه بوسیله انسان انجام می‌گیرد. نمونه خوب ، تشخیص و باز خوانی دست نوشته هاست. دستنوشته های خود را معمولا تایپ کرده وبدین ترتیب اطلاعات آن را وارد کامپیوتر می‌کنیم. اگر بتوانیم نوشتن دوباره را حذف کنیم (کامپیوتر خودش نوشته های ما را بخواند) پیشرفت خیلی خوبی از نظر سرعت و زمان انجام کار ها خواهیم داشت.

روشهای Biometricsنیز در واقع ارتباط تنگاتنگی با باز شناسی الگو دارد. مثلا، سیستم شناسایی بر اساس اثر انگشت نوعی باز شناسی الگوست. در این سیستم اثر انگشت شما با نمونه های موجود مقایسه شده و بر اساس انطباقهای انجام شده، شناسایی انجام می‌گیرد. از این دید، بررسی کلی بازشناسی الگومفید است.

سیستم بینایی و تشخیص انسان در هنگام تحلیل تصویر، از کلیه اطلاعات و موجودیتهای آن استفاده می‌کند. ایده‌ال ما نیز در پردازشهای کامپیوتری دسترسی به تمام اطلاعات و استنتاج بر اساس آن است. اما با امکانات موجود تنها توان استخراج قسمت محدودی از اطلاعات را از اشیا بیرونی داریم. در بازشناسی الگو، هدف استخراج اطلاعات کافی است. تا جایی که قدرت یک سیستم بازشناسی الگو بستگی زیادی به انتخاب اقلام اطلاعاتی و استخراج آنها دارد و معمولا منطق شناسایی و روش استنتاج در مرحله‌ای با اهمیت کمتری قرار دارد.

یک سیستم بازشناسی الگو مراحل زیر را طی می‌کند که هر فاز آن کار ویژه ای انجام می‌دهد.

[1] Pattern Recognition

در فاز Sensing شی شناختنی به سیستم داده می‌شود تا سیستم نمودی از آن مثلا تصویر ، درجه حرارت ، جنس و ابعاد را ثبت کند. در فاز Feature Extraction مشخصاتی از شی نظیر تعداد Region های تصویر یا نسبت درجه حرارت شی به محیط را بدست می‌آورد. در این مرحله معیار های اصلی کار سیستم استخراج شده و در مراحل بعد ملاک تصمیم گیری قرار می‌گیرد. از همین مرحله برای ثبت نمونه ها و تشکیل بانک اطلاعاتی استفاده می‌شود. توجه به این نکته مهم است که از کل مشخصات نمونه تنها تعدادی که ملاک تصمیم گیریها بوده و مورد استفاده هستند نگهداری شده و بقیه حذف خواهند شد. این کار از دید محدودیت حجم بانک اطلاعاتی و سختی تصمیم گیری با ویژگیهای زیاد خیلی مهم است. مثلا ممکن است از کل تصویر با پیچیدگی رنگ زیاد و تنوع نواحی ، تنها تعداد نواحی ثبت می‌شود. مرحله Recognition بر اساس مشخصات بدست آمده در مرحله قبل و با استفاده از روشهایی مثل انطباق دقیق[۱] ، شبکه های عصبی[۲] یا درختهای تصمیم گیری[۳] نمونه ورودی را به یکی از نمونه های شناخته شده تعبیر کند. مرحله نهایی توسعه پایگاه دانش سیستم[۴] است که در مراحل اولیه سیستم فعالیت زیادی دارد و با گذشت زمان فعالیت کمتری دارد و پس از پایداری سیستم، استفاده از آن اختیاری می‌گردد. در این مرحله نمونه های جدید به سیستم اضافه می‌شوند ونمونه هایی که احتمالا اشتباه وارد شده اند از سیستم حذف می‌شوند.

سیستمهای بازشناسی الگو امروزه موضوع تحقیقات زیادی نظیر "خواندن دستنوشته ها" ، "تشخیص مبلغ چکهای بانکی" و در حوزه Biometrics تشخیص و شناسایی امضا ، شناسایی چهره ، شناسایی اثر انگشت و... می‌باشد.

۱- ۵ تایید یا شناسایی؟

تامین امنیت سیستمهای کامپیوتری معمولا به روش تایید[۵] یا شناسایی[۶] انجام می‌گیرد. توجه به تفاوت این دو روش خیلی مهم است. [۶و۷]

هنگامی که از تایید برای تامین امنیت استفاده می‌شود، شخص هویت خود را به سیستم اعلام می‌کند و وظیفه سیستم تعیین صحت ادعای اوست. روشهای سنتی مبتنی بر username و password که در آن هر شخص نام منحصربفرد خود را به سیستم اعلام می‌کند (مثلا از طریق صفحه کلید یا کارت

---

[1] Exact Matching
[2] Neural Networks
[3] Decision Tree
[4] Knowledge Enhancement
[5] Verification
[6] Identification

مغناطیسی وارد می‌کند) و در جهت اثبات ادعای خود کلمه رمزی را نیز ارائه می‌کند، از تایید استفاده می‌کنند.

در شناسایی، شخص ویژگی خاصی را به سیستم اعلام می‌کند و سیستم از بین نمونه های شناخته شده موجود، او را شناسایی کرده و تنها بعنوان شخصی که شناخته است می‌پذیرد. در سیستمهای هوشمند در باز کن که با نزدیک شدن افراد، در بطور خودکار باز می‌شود، از این روش استفاده می‌کنند. این سیستمها با شناسایی فرد از روی شبکیه چشم او (بعنوان مثال) تنها در صورتی که حق باز شدن در برای شخص مورد نظر تعریف شده باشد، به او اجازه ورود می‌دهند. [۶و۷]

با توجه به توصیفات بالا ، واضح است اطلاعات لازم برای شناسایی بیشتر از تایید است. زیرا در جمعیت N نفری ، برای تشخیص هویت N مقایسه و در تایید تنها ۱ مقایسه لازم است!

هریک از روشهای Biometrics بسته به قوت و ضعف میزان تشخیص و جدا سازی آنها ، در حوزه های تایید یا شناسایی استفاده می‌شوند. روشهایی مثل استخراج مختصات دست و انگشتان یا تشخیص صوت بیشتر برای تایید استفاده می‌شوند در حالی که روشهایی مثل تشخیص اثر انگشت یا تشخیص شبکیه برای شناسایی استفاده می‌شوند[1].

[1] بخشهای ۲-۱ تا ۲-۱۰ را ببینید.

۲ روشهای معمول شناسایی

در این بخش به بررسی دقیقتر هرکدام از ویژگیها و رفتارهای مورد استفاده در Biometrics می‌پردازیم و نحوه کار سیستمهای مبتنی بر آنها را توضیح داده و در پایان برخی از قسمتها نمونه ای ازفناوری سیستمها را بررسی می‌کنیم.

۲-۱ اثر انگشت (انگشت نگاری)

پوست کف دست و قسمت داخلی انگشتان متشکل از شیارها و خطوطی است که در کنار هم با آرایش و زیبایی خاصی قرار گرفته اند. این واقعیت که مجموعه این خطوط (که حالت جوی و پشته‌ای دارند) برای انگشت هر شخص منحصر بفرد است، از گذشته های دیرین بر ما مشخص بوده است[1]. اگر دو اثر متعلق به دو انگشت متمایز را بدقت و با جزئیات زیاد مطالعه کنیم، در می‌یابیم که واقعا متمایز هستند. حتی اگر دو اثر مربوط به یک انگشت تهیه شود، باز هم بر اساس شرایط (نظیر توزیع متفاوت فشار در قسمتهای مختلف انگشت هنگام تهیه تصویر) ممکن است تصاویر حاصله کاملا مشابه نباشند! از این نظر محققان علاقمندند به جای بررسی میزان تمایز دو اثر انگشت برای تصمیم گیری در متفاوت بودن آنها، میزان شباهت لازم برای تصمیم گیری در یکسان دانستن انگشتان مربوط به دو اثر را مد نظر قرار دهند.[۱۷]

خصوصیت مهم دیگر اثر انگشت، ثابت ماندن آن در طول حیات انسان است. این دو ویژگی مهم، اثر انگشت را برای شناسایی صاحب آن ممتاز می‌سازد. در بین روشهای Biometrics موجود، قدمت این روش نیز بیشتر ازبقیه است.[۹] استفاده عمومی آن نیز به دلیل آسانی راه‌اندازی سیستم شناسایی بر اساس آن و قدرت شناسایی و تایید بالای آن است. ابزارهای لازم تنها یک حسگر معمول و یک پایگاه داده غنی از آثار انگشت جمعیت مورد بررسی و نرم افزار شناسایی است. حتی می‌توان ابزارهای لازم را در وسایل معمولی مثل گوشی تلفن، دستگیره در و ... جا سازی کرد. البته عده‌ای با این عنوان که ممکن است اثر انگشت تهیه شده از آنها (مثلا در شرکت خصوصی یا اداره محلی) در اختیار محافل نظامی و قضایی قرار گیرد (و در آینده در برخی پروژه ها دست آنها رو شود!!) با راه اندازی سیستمهای شناسایی مبتنی بر اثر انگشت مخالفند.![۱۷]

البته شناسایی بر اساس اثر انگشت، مشکلاتی نیز دارد. کارگرانی که پوست دست وانگشت آنها بر اساس کار آسیب دیده یا جایی که تنها افراد با دستهای پوشیده رفت و آمد می‌کنند گزینه مناسبی به شمار نمی رود. علاوه بر اینها تاثر شرایط جوی ، گرما و رطوبت بر پوست و همچنین کثیف بودن انگشت از دقت سیستمهای شناسایی خواهد کاست.

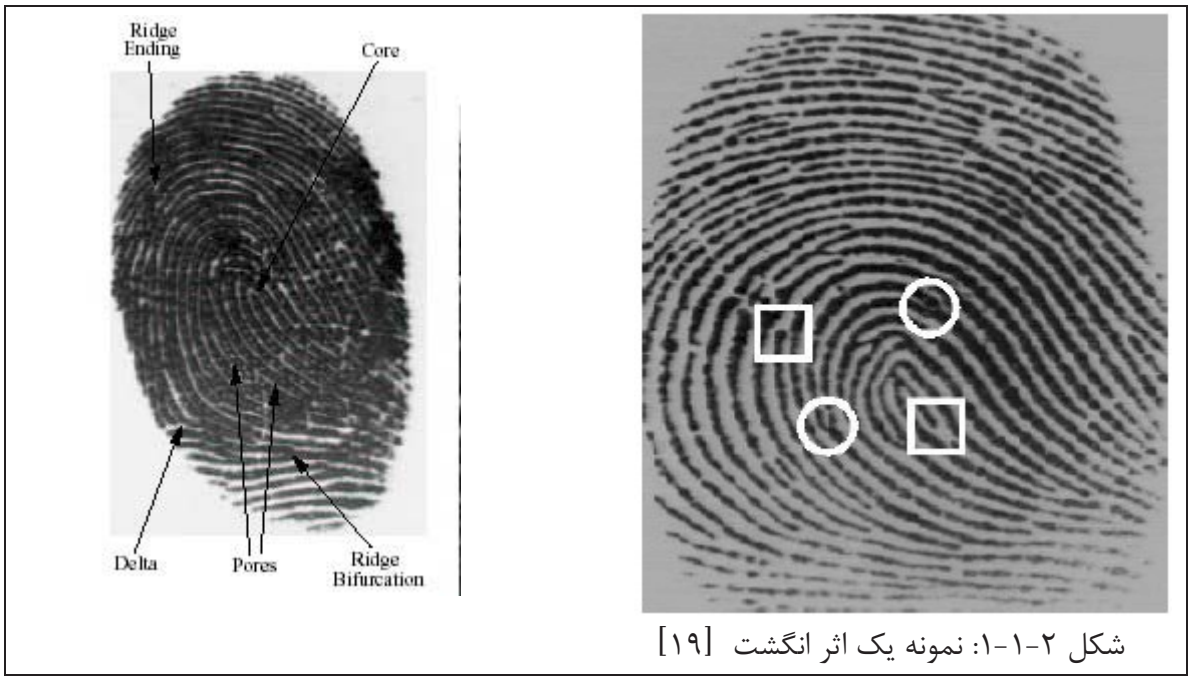
---

[1] - قرآن کریم نیز برای ارائه مثالی از قدرت خدا، بازسازی بندهای انگشت انسان بعد از مرگ را متذکر می‌شود. (سوره قیامت آیه ۴)

از دید فنی، مشکلات عمده سیستمهای مبتنی بر اثر انگشت، حجم زیاد تصویر و به تبع آن بانک حجیم اطلاعات آثار انگشت و نواقص تصویر نظیر نویز یا عدم یکنواختی تصویر به دلیل تفاوت فشار انگشت در نواحی مختلف تصویر است. موضوع بخش زیادی از تحقیقات جدید، حل این مسایل است. البته کاربردهایی نظیر سیستمهای بلادرنگ نیز بخش فعالی از تحقیقات شناسایی اثر انگشت را شامل می‌شود.

شکل ۲-۱-۱ نمونه ای از یک اثر انگشت است که متشکل از منحنی هایی است که از مرکز تقریبی تصویر شروع می‌شوند و الگوی بافت ظاهری منظمی دارند. یک اثر انگشت از چند بخش تشکیل یافته است:

- منحنی ها
- هسته (Core) : این بخش محل شروع منحیهای تشکیل دهنده است.
- منافذ(Pores) : نقاط تو خالی روی منحنیها ست.
- دلتا (Delta) فاصله بین دو منحنی است.
- انتهای منحنی(Ridge Ending) نقطه پایان منحنی است.
- نقطه تقسیم (Ridge Bifurcation) محلی که در آن منحنی به دو شاخه تقسیم می‌شود.



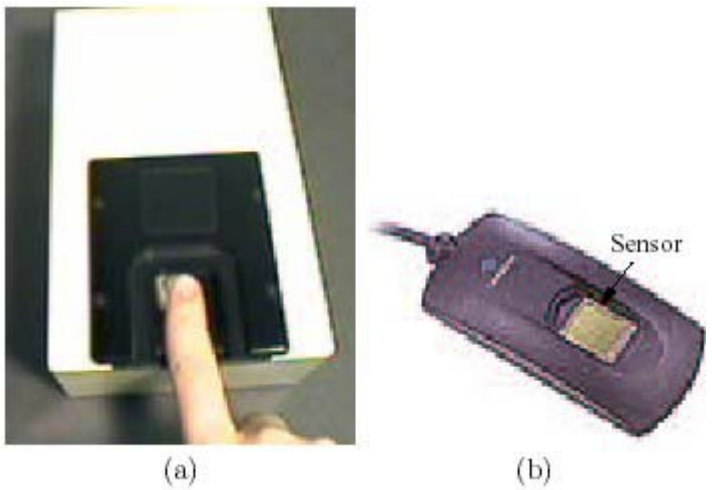
شکل ۲-۱-۱: نمونه یک اثر انگشت [۱۹]

در شناسایی آثار انگشت از این ویژگیها استفاده می‌شود. تکنیکهای بکار فته در این زمینه را می‌توان در دو دسته مطالعه کرد. دسته اول روشهایی است که از نقاط مهم منحنیها (نقاط مشخص شده در شکل ۲-۱-۱استفاده می‌کنند و دسته دوم شامل تکنیکهایی است که از ویژگیهای کلی منحنیها نظیر جهت منحنی در هر نقطه آن (عملا در بخشهای خیلی کوچک)، فاصله آن از مرکز و .. استفاده می‌کنند.

عمده سیستمهای تشخیص اثر انگشت، بر اساس ویژگیهای نقاط ذکر شده در شکل ۲-۱-۱ کار می‌کنند. هرکدام از این ویژگیها را یک Minutia[1] می‌گویند. این ویژگیها شامل نقاط انتهایی و تقسیم منحنیهاست. سیستمهای تشخیص اثر انگشت، مجموعه این نقاط را استخراج می‌کنند.

سیستم شناسایی اثر انگشت مراحل زیر را برای شناسایی انجام می‌دهد:

الف – Sensing : اثر انگشت باید به نحوی به سیستم شناسایی وارد شود. عمومیت سیستمها از تصویر اثر انگشت استفاده می‌کنند و مراحل کاری اولیه را با ابزارهای پردازش تصویر پیش می‌برند. از دید صنعتی، ممکن است از یک سیستم مجهز به اسکنر تصویر وا ثر انگشت حک شده روی کاغذ، صفحات حساس به فشاری که خروجی مشابه یک تصویر دارند یا دوربینهای دیجیتالی که بصورت بلادرنگ تصویری از انگشت تهیه می‌کنند، استفاده شود. در هر حال، خروجی این سیستم تصویری دیجیتال با ابعاد، رنگ و ریزنمایی خاصی است. شکل ۲-۱-۲ نمونه‌ای از ابزارهای مورد استفاده را نشان می‌دهد.



شکل ۲-۱-۲: ابزارهایی برای تهیه اثر انگشت [۱۷]

توجه کنید که پارامتر رنگ ، ویژگی چندان مفیدی نیست[2].

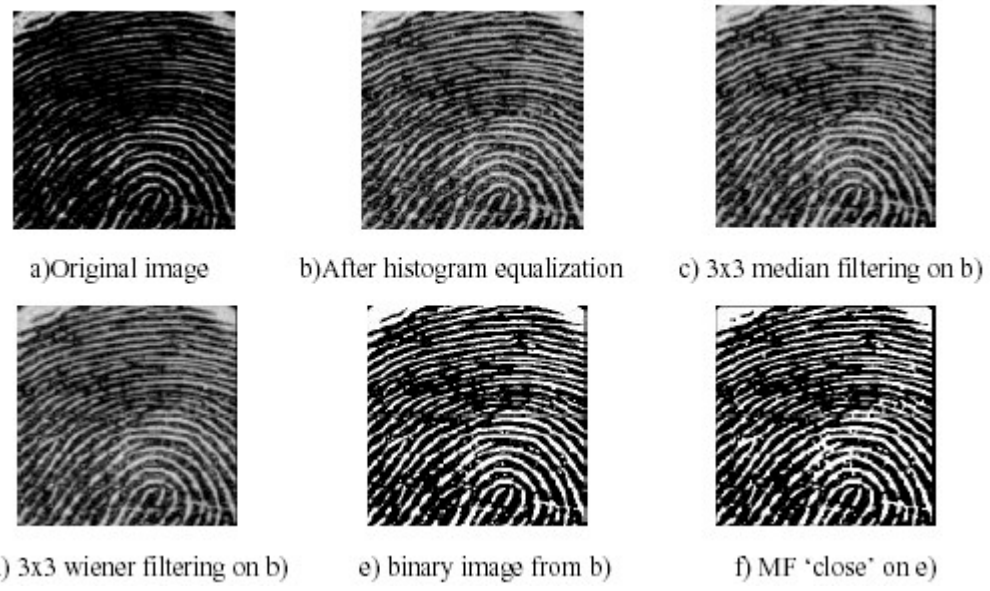
در مراحل اولیه، تصویر بدست آمده به تصویری با سطوح خاکستری متفاوت تبدیل می‌شود. تعداد سطوح خاکستری به کیفیت تصویر و دقت مورد نیاز بستگی دارد. پردازشهای دیگر نظیر حذف نویز، حذف لبه ها و ... انجام می‌گیرد تا نهایتا تصویر نسبتاواضحی از خطوط و منحنیهای اثر انگشت بدست آید.

شکل ۲-۱-۳ مراحل اعمال چند پردازش اولیه را نشان می‌دهد. استفاده از فیلترهای همه منظوره گر چه ممکن است از نظر هزینه مقرون به صرفه باشد، بدلیل نیاز به حفظ جزئیات خیلی مهم بهتر است این فیلترها را اصلاح کرده و با شرایط مورد نیاز وفق داد. مثلا اعمال فیلتری برای بازسازی منحنی های قطع شده در تصویر، ممکن است در محلی دیگر دو منحنی را به اشتباه به هم وصل کند. [۱۰] و [۱۱] و [۱۷].

---

[1] Minutia در لغت به معنی "جزء خیلی کوچک ازیک شی " را می‌گویند. [Webster New World Dictionary]

[2] زیرا رنگ انگشتان معمولا تغیرات زیادی در نواحی مختلف ندارد و تقریبا یکنواخت است.



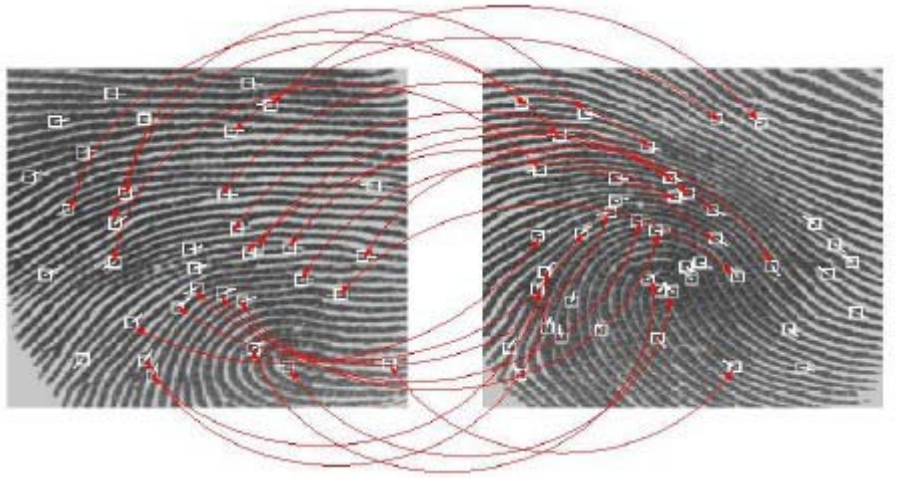
شکل ۲-۱-۳ :تصویر ورودی و پردازش اولیه[۱۹]

در شکل ۲-۱-۳، تصویر ورودی (a) تار است. با یکنواخت سازی هیستوگرام(b) ، وضوح تصویر زیاد شده است. فیلتر های دیگر برای یکنواخت کردن لبه ها و تمییز بیشتر نقاط مهم تصویر اعمال می‌شوند.

ب) Feature Extraction در این بخش Minutia های تصویر استخراج می‌گردد. شیوه استخراج این ویژگیها تنوع زیادی دارد. مثلا ، می‌توان با تبدیل تصویر خاکستری به سیاه و سفید و سپس با نازک سازی، منحنی هایی به قطر ۱ نقطه بدست آورده و با ردیابی آنها نقاط مهم (نقاط انتهایی و نقاط تقسیم) را بدست آورد. اینکه چه نوع از این ویژگیها را استخراج کنیم بستگی به کاربرد و دقت مورد نیاز دارد. موسسه ANSI چهار دسته از این نقاط را تعریف می‌کند: نقاط انتهایی ، نقاط تقسیم به دو شاخه ، نقاط تقسیم به سه شاخه و نقاط نامعین[۱۱].

ج) شناسایی(Recognition) : در این مرحله سعی می‌کنیم تناظری بین یکی از نمونه های شناخته شده موجود و نمونه تحت بررسی بر اساس ویژگیهای استخراج شده در بخش قبل پیدا کنیم. مجموعه minutia های هردو اثر انگشت (نمونه موجود در پایگاه داده و نمونه جدید) برای محاسبه تشابه مقایسه می‌شوند. در این مقایسه، نوع و محل Minutia، تعیین کننده است. ممکن است نقاط نادرستی علاوه بر نقاط واقعی بعنوان Minutia استخراج شده باشند، در این مقایسه، همسایه های یک Minutia نیز مورد بررسی قرار می‌گیرند. و سعی می‌شود انطباق نقاط دو نمونه یک به یک باشد.

همچنین بدلیل چرخشهای احتمالی اثر انگشت، برای مقایسه دقیقتر از دوران تصویر با زاویه های متعدد و انتخاب بهترین نتیجه استفاده می‌شود.[۲۰] شکل ۲-۱-۴ انطباق را نشان می‌دهد.



شکل ۲-۱-۴: انطباق ویژگیهای دو اثر انگشت.[۱۹]

د) توسعه پایگاه دانش: در این بخش سعی می‌کنیم بطور عمده یکی از دوکار زیر را انجام دهیم:

- اثر انگشت متعلق به محرم منصوری‌زاده است و سیستم چنین نمونه‌ای از قبل نداشته است. به سیستم می‌گوییم که این اثر انگشت را به نام این شخص یادداشت کند.
- سیستم اثر انگشت را متعلق به شخص دیگری می‌داند. پاسخ درست مورد نظر را به سیستم متذکر می‌شویم.

ارزیابی سیستم: ارزیابی یک سیستم بازشناسی الگو با میزان شناسایی درست یا خطای نمونه ها بیان می‌شود. اگر N_1 تعداد نمونه های تست بوده و N_2 آنها اشتباه شناسایی شوند، درصد خطا چنین محاسبه می‌شود:

درصد خطا $= [N_2 / N_1] * 100$

برای درک بهتر فرایند یاد شده، نمونه هایی از کارهای انجام شده را در این باب ذکر می‌کنیم:

"سخت افزار مورد استفاده در این سیستم پیشنهادی ، دوربین دیجیتالی است که تصویری ۸بیتی خاکستری با ابعاد ۲۵۶ × ۲۵۶ تهیه می‌کند. کیفیت تصویر بدست آمده خیلی مهم است. زیرا نویز ممکن است منحنی های تصویر را به اشتباه به هم بچسباند یا یک منحنی قطع شود. فیلتر های معمول پردازش تصویر بدلیل عمل روی کل تصویر، کارایی خوبی از خود نشان نمی دهند. بدین جهت ، در هر نقطه‌ای از یک منحنی موجود در اثر انگشت، ابتدا جهت نسبی منحنی را تشخیص داده و سپس فیلتری مناسب با جهت منحنی اعمال می‌شود. فیلتر مورد استفاده ترکیب خطی دو فیلتر ابتدایی است

که یکی از آنها درجهت افقی (جهت منحنی)[1] عمل معدل‌گیری[2] انجام می‌دهد و دیگری در جهت عمودی (جهت عمود بر منحنی) برای تفکیک محلی دو منحنی موازی نزدیک هم استفاده می‌شود.

تصویری که بدین ترتیب بدست مس آید ، به تصویر دودوی سیاه وسفید تبدیل می‌شود. در عمل انتخاب حد آستانه برای تعیین نقطه سیاه یا سفید خیلی مشکل است. زیرا سطح خاکستری خاصی ممکن است در یک نقطه مطعلق به منحنی و در محلی دیگر مابین دو منحنی باشد. برای این کار، عمل دودویی سازی تصویر بصورت محلی و با استفاده از سطوح خاکستری ناحیه ۵ × ۵ حوالی نقطه مورد نظر از طریق فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$Avg_i = \frac{1}{N} \sum_{P_j \in S(p_i)} f(p_j)$$

که در آن Avg_i مقدار جدید نقطه است و N تعداد نقاط موجود در ناحیه مورد استفاده (۵×۵=۲۵ در این مورد) P_j هر کدام از نقاط موجود در این ناحیه و $f(P_j)$ مقدار این نقاط است. اگر $f(P_j)$ بیشتر از مقدار آستانه معین باشد، مقدار نقطه مورد نظر ۰ تلقی شده و در نتیجه متعلق به ناحیه بین دو منحنی[3] خواهد بود. در غیر اینصورت مقدار ۱ و نقطه متعلق به یک منحنی خواهد بود. منحنی های تصویر در ناحیه مرکزی(پیش زمینه) اثر انگشت معمولا براحتی قابل تممیز و تشخیص هستند اما در نواحی کناری(پس زمینه) این وضوح کمتر می‌شود.

جدا سازی ناحیه پیش زمینه و پس زمینه معمولا در تصویر دودویی بهتر انجام می‌گیرد. شکل ۲-۱-۵ نمونه‌ای از نتایج پردازش تا این مرحله است. نقطه P1 نقطه انتهایی و نقطه P2 نیز مثالی از نقاط تقسیم است. مرحله بعدی نازک سازی تصویر است که در آن قطر هرکدام از منحنی ها ۱ نقطه است. الگوریتم نازک سازی برای هر نقطه عدد اتصال CN را از طریق فرمول زیرحساب می‌کند.

$$CN = \sum_{k \in S} (\bar{f}(P_k) - \bar{f}(P_k)\bar{f}(P_{k+1})\bar{f}(P_{k+2}))$$

مقادیر بدست آمده در هر نقطه مفاهیم زیر را دارد:

CN = 0	نقطه تکی (مجزا)
CN = 1	نقطه انتهایی
CN = 2	نقطه اتصال
CN = 3	نقطه انشعاب
CN = 4	نقطه تقاطع دو منحنی

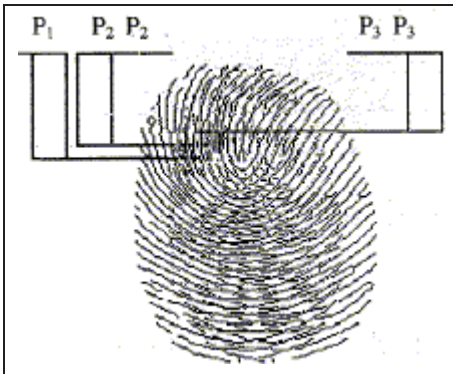
[1] جهت افقی در یک نقطه در جهت منحنی گذرنده از نقطه مورد نظر است.

[2] Averaging

[3] معمولا از اجزای اثر انگشت با جوی و پشته یاد می‌شود. پشته ها خطوط موجود روی انگشت و جوی‌ها نواحی بین این نواحی است. در این جزوه ما از واژه منحنی به جای پشته استفاده می‌کنیم.

شکل ۲-۱-۵ مر حله اول پردازش

طی عمل نازک سازی کل تصویر بارها بررسی می‌شود و تصمیم گیری می‌شود که آیا نقطه خاصی قابل حذف است یا نه[1]. بدست آوردن Minutia ها با استفاده از عدد اتصال نسبتا آسان است زیرا نقاطی که عدد اتصال آنها ۱ است ، نقاط انتهایی و نقاطی که عدد اتصال آنها ۳ باشد، نقاط تقسیم خواهند بود. مجموعه اولیه Minutia ها چنین بدست می‌آید. مجموعه اولیه ممکن است دارای نقاطی باشد که اشتباهی Minutia شناخته شده باشند. دو مورد عمده اشتباهات معمولا وقتی پیش می‌آیدکه منحنی در مراحل اولیه پردازش به دلیل وجود نویز دچار قطعی هایی شود . (نقاط P_1 و P_2 در شکل ۲-۱-۶)



شکل ۲-۱-۶ : اثر انگشت پس از نازک سازی

شکل ۲-۱-۷ : جهت یک نقطه

این نقاط اشتباه را باید شناسایی و حذف کرد. برای این کار ، برای هر نقطه مشخصات محل و جهت(شکل ۲-۱-۷) محاسبه می‌شود. جهت یک نقطه تکی، جهت منحنی منتهی به آن نقطه است. جهت نقطه تقسیم نیز متوسط جهتهای شاخه های آن است. در ناحیه کوچکی نباید دو نقطه انتهایی با جهتهای نزدیک به هم موجود باشند. همچنین در ناحیه کوچکی یک نقطه انشعاب واقعی، به Minutia های دیگر وصل نمی شود. از این مشخصات می‌توان برای حذف نقاط اشتباه استفاده کرد. پس از حذف نقاط نادرست، مجموعه Minutia های یک اثر انگشت با ساختار چهارتایی مشخصات (TYPE, X, Y,DIREC)

[1] دلیل بررسی هی متعدد ، تغییر شرایط برای نقطه‌ای است که نقطه همسایه اش حذف می‌شود.

مشخص می‌شود که در آن TYPE نوع (نقطه انتهایی یا انشعاب) X, Y مختصات نقطه و DIREC جهت آن است. عمل انطباق بین دو Minutia (M1 , M2) از دو اثر انگشت چنین انجام می‌گیرد:

TYPE(M1) == TYPE (M2)
Dist(M1 ,M2) <= T1
ANGLE(M1 , M2) <= T2

در این انطباق Dist فاصله اقلیدسی موقعیت دو نقطه و ANGLE زاویه جهتهای دو نقطه است.

محدودیت دیگر این است که هر نقطه از یک اثر انگشت دقیقا به یک نقطه از اثر دیگر منطبق شود. T1 و T2 نیز دو حد آستانه انتخاب شده است.[۱۰]

استفاده از ویژگیهای دیگر اثر انگشت نظیر مشخصات کلی منحنی ها نیز بعنوان روشی برای کمک به شناسایی ذکر شده است. در این روش، با استخراج منحنی های تصویر انگشت و انطباق آنها سعی می‌شود صاحب اثر شناخته شود. مر احل اولیه نظیر استخراج تصویر و پیش پردازش با روشهای مبتنی بر Minutia مشابه است. در بخش استخراج ویژگیها، ویژگیهای کلی نظیر جهت منحنی یا فاصله بین دو منحنی مورد استفاده قرار گیرد.[۱۷] و[۱۸] . نتایج حاصل از چنین روشهایی حاکی است که استفاده از مشخصات منحنیها بتنهایی برای شناسایی کافی نیست ام بعنوان کمکی برای شناسایی بر اساس Minutia گزینه خوبی است. [۱۷]

یکی از مسائل عمده در انطباق دو اثر انگشت ، تعیین جهت و زاویه انطباق دو اثر است. توجه کنید که حتی چرخش یک اثر انگشت و مقایسه آن با اثر اصلی اختلاف زیادی را نشان می‌دهد [۱۰]،[۱۷]،[۱۸]و[۱۹]. برای انطباق صحیح ممکن است لازم باشد تا یکی از تصویر ها را در با زاویه های خاصی دوران دهیم. در روشهای مبتنی بر Minutia که حاصل استخراج ویژگی مجموعه‌ای از نقاط است، چرخش این مجموعه محدود با زاویه های متعدد و مقایسه آن با نمونه شناخته شده ممکن است کاری پر هزینه نباشد اما در روشهای مبتنی بر منحنی این کار واقعا از نظر محاسبات و زمان مورد نیاز بسیار سنگین است. عده ای سعی کرده اند با پیدا کردن مرکز تصویر یا چند Minutia و چرخش آنها این مساله را حل کنند اما واقعیت این است که هر کدام از اینها مستقلا مساله قابل توجهی است. [۱۷]و این خود دلیلی دیگر بر توجه به روشهایی است که از Minutia استفاده می‌کنند.

۲-۲ مشخصات هندسی دست و انگشتان

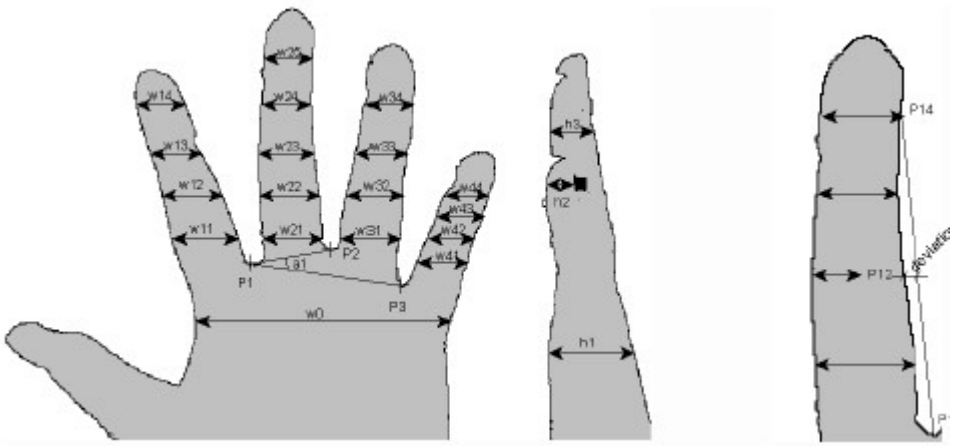
دست و انگشتان هر شخص ترکیب خاصی دارد که ممکن است در با مقایسه با افراد دیگر متفاوت باشد. تفاوتهای دست افراد مختلف ناشی از ضخامت کلی دست (ناشی از چاقی یا لاغری شخص!) طول انگشتان ، ابعاد کف دست و انحنای نسبی انگشتان است.

این مشخصات گرچه برای تمییز افراد مناسب نیست، برای تایید افراد ممکن است خیلی مفید باشد. در فصل ۱ گفتیم که اصولاً قوت لازم برای تایید، کمتر از شناسایی است.

نارسایی ها این روش از تغییرات دست بطور طبیعی (گرچه در بلند مدت)و غیر طبیعی نظیر زخم شدن، قطع انگشتان – بویژه اگر تنها مشخصات ۲ یا ۳ انگشت استفاده شده باشد- ناشی می‌شود. با این حال سادگی و هزینه تمام شده کمتر آن، سبب گرایشهایی به این بخش شده است..

استفاده از این تفاوتها برای شناسایی افراد خیلی مورد توجه تحقیقات ومحافل علمی نبوده و مقالات بسیار کمی درباره آن منتشر شده است. عمده منابع موجود در این زمینه را فهرست مرکز ثبت اختراعات تشکیل می‌دهد که دستگاههای اختراعی را که برای شناسایی افراد از این طریق استفاده می‌کنند، ثبت کرده اند. معدود مقالات منتشر شده در این زمینه نیز هدف خود را جلب توجه محققان به این زمینه ذکر کرده اند.[۱]و[۲۲]

میزان اطلاعات لازم برای نگهداری مشخصات دست و انگشتان در حدود ۹ تا ۲۵ بایت است.[۱]. مشخصات مورد استفاده شامل طول و عرض انگشتان، محل بندهای آنها ، اندازه نسبی کل دست، ضخامت دست و انگشتان هستند. تعدادی از این مشخصات در شکل ۲-۲-۱ آمده است



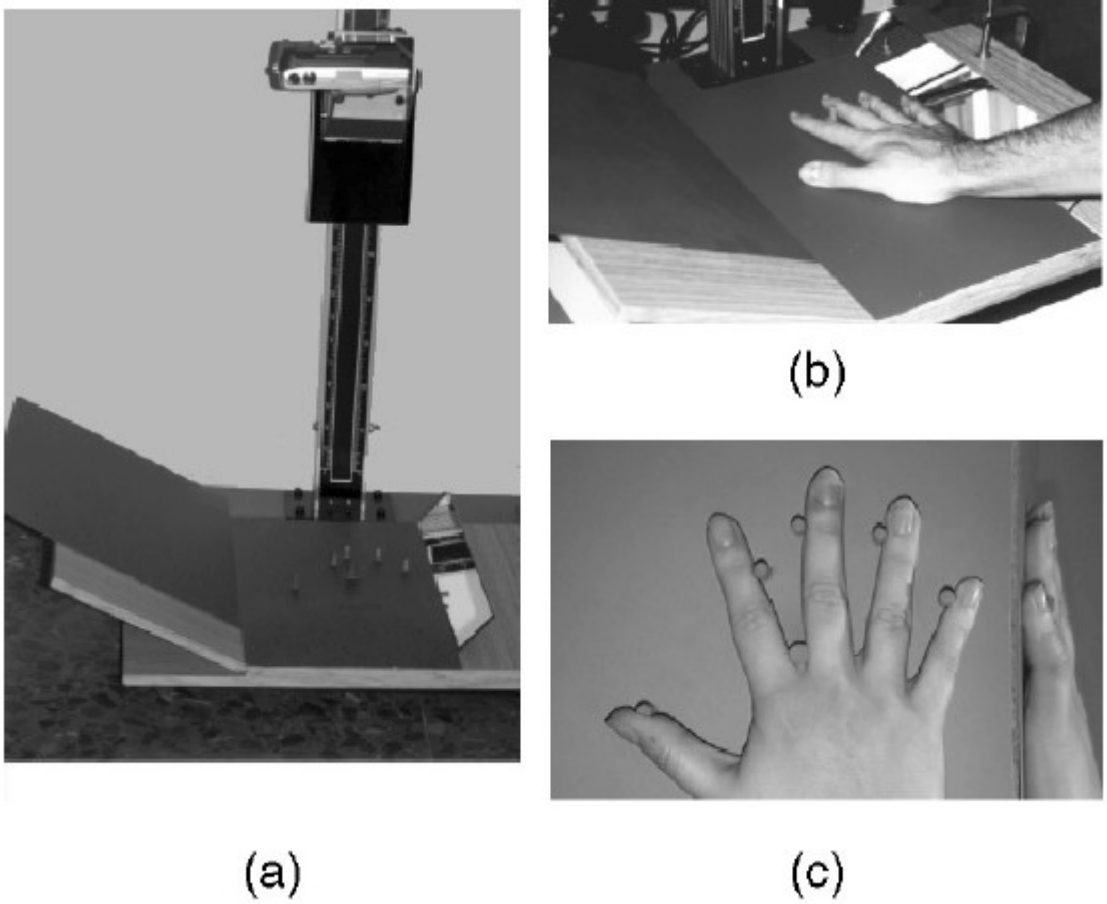
شکل ۲-۲-۱: مشخصات هندسی دست[۱]

سیستم شناسایی بر اساس دست و انگشتان مراحل زیر را دارد:

الف) Sensing : در این قسمت تصویر دست تهیه می‌شود. تصویر باید شامل مشخصات ذکر شده در بالا باشد. ازبین مشخصات موجود، تعیین ضخامت دست و انگشتان قدری مشکل به نظر می‌رسد. این مشکل را می‌توان با دوبار عکس گرفتن از دست در زاویه های مختلف حل کرد. ابزراهایی مانند شکل ۲-۲-۲ نیز تنها با یک بار عکس گرفتن، ضخامت دست را نیز تعیین می‌کنند. از آنجاییکه مهمترین بخش مورد استفاده لبه ها هستند، با عملیات پردازش تصویر لبه گیری انجام می‌گیرد. این عمل با تبدیل تصویر اولیه به خاکستری وسپس اعمال فیلتری مثل لاپلاسین[1] برای لبه‌گیری است.

[1] فیلتر لاپلاسین برای تشخیص لبه کار می‌رود. این فیلتر تفاوت روشنایی یک نقطه با جهار همسایه اصلیش را در آن قرار می‌دهد.

برای تعیین محل قرار گرفتن دست، از پایه های کوتاهی استفاده شده است که در جاهای مناسبی از صفحه نصب شده اند.



شکل ۲-۲-۲ : ابزاری برای تهیه تصویر دست. این ابزار مجهز به آینه‌ای است (a) که هنگام قرار دادن دست در محل تعیین شده(b)، ضخامت دست نیز مشخص است.(c) [۱]

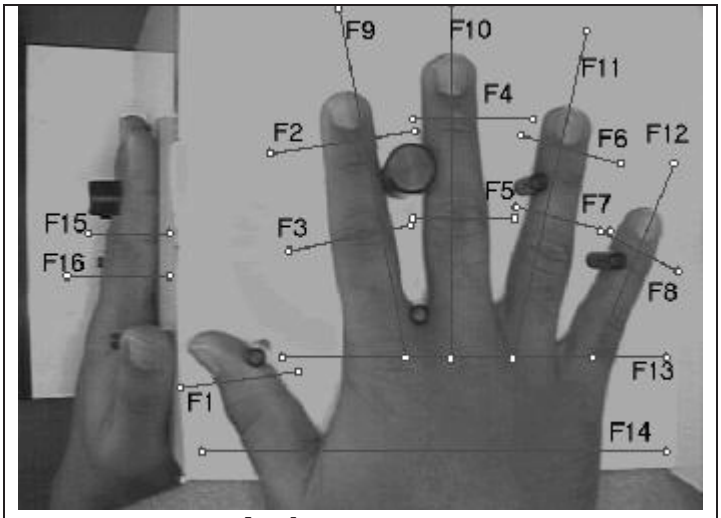
ممکن است شخص دست خود را مثل شکل ۲-۲-۳ نادرست قرار دهد. برای جلوگیری از این حالت، پایه های یاد شده مجهز به حسگرهایی است که تنها در زمان فعال شدن همه آنها (شکل ۲-۲-۲ ، c) عکس دست تهیه می‌شود.

پس از تهیه تصویر اولیه، پیش پردازشهایی جهت بدست آوردن تصویری مناسب برای استخراج ویژگیها انجام می‌گیرد. ابتدا تصویر رنگی که دوربینهای دیجیتالی شکل ۲-۲-۲ می‌گیرند به روشهای متعدد به سیاه و سفید تبدیل

شکل ۲-۲-۳ :محل نادرست[۲۱].

می شود. طی این عمل زمینه تصویر نیز حذف می‌شود. تشخیص زمینه با توجه به اینکه سطحی را که دست روی آن قرار می‌گیرد می‌توان به دلخواه طراحی و نقاشی کرد، ساده است.
سپس با پیدا کردن نقاط معین مثل پایه‌های کوتاه، کجی های مختصر تصویر ناشی از حرکات و جابجایی های جزئی دوربین آشکار شده و با چرخش تصویر حذف می‌شود. [۱]و در نهایت با اعمال یک فیلتر لبه گیر، کران دست (منحنی کرانی) استخراج می‌شود.[۱] و [۲۱]

ب) Feature Extraction : ویژگیهای مورد استفاده را که بیشتر از جنس طول هستند، با مقایسه و بررسی لبه ها و محاسبه فاصله نقاط معین از یکدیگر مطابق شکل ۲-۲-۱ پیدا می‌کنند. این ویژگیها بر اساس تمرین وتجربه و محاسبه قدرت جدا کنندگی انتخاب می‌شوند. شکل ۲-۲-۱ یک نمونه از انتخابها و شکل ۲-۲-۴ نمونه دیگری است.



شکل ۲-۲-۴ : مجموعه ویژگیها[۲۱]

در شکل ۲-۲-۴ تنها ۱۶ ویژگی انتخاب شده در حالی شکل ۲-۲-۱شامل ۳۱ ویژگی است. علاوه بر این شکل ۲-۲-۱ شامل ۳ ویژگی از جنس انحراف و انحنا و سه ویژگی دیگر از جنس زاویه است. اما شکل ۲-۲-۴ تنها شامل ویژگیهایی از جنس طول است. می‌توان این ویژگیها را بصورت ترکیبی نیز استفاده کرد. مثلا نسبت طول یک انگشت به انحنای آن و...

نتیجه این مرحله برداری مثل F متشکل از ویژگیهای f_i است. $F= \{f_0, f_1,..,f_n\}$

ج) شناسایی : از این ویژگیها برای تایید استفاده می‌شود. نتایج حاصل برای جمعیت ۲۰ نفری ازگروههای و جنسهای مختلف، تا ۹۷ درصد درست بوده است [۱]

۲-۳ مشخصات چهره

همه ما، دوستان و آشنایان را به چهره (قیافه) می‌شناسیم و افرادی هم که بخواهند شناخته نشوند، تغییر قیافه می‌دهند!. به نظر می‌رسد استفاده از این مهارت در شناسایی الکترونیکی و کامپیوتری نیز نتایج خوبی بهمراه داشته باشد.
مشخصات مثبت چهره برای چنین انتخابی، پایداری نسبی آن در بازه های زمانی طولانی و در دسترس بودن آن است. یکی از ویژگیهای ممتاز شناسایی از طریق چهره ، عدم نیاز آن به هرگونه تراکنش یا فعالیت سوژه است. این ویژگی سبب می‌شود شخص حتی بدون اینکه متوجه شود ، چهره اش در کادر دوربین قرار گرفته و به مرکز شناسایی ارسال گردد.

از طرفی دیگر ، تغییر چهره و حالات مختلف آن برای یک شخص نیز موجب نارساییهایی در سیستمهای شناسایی می‌گردد. (شکل ۲-۳-۱)

در سیستمهای عملی، دوربینی چهره شخصی را ردیابی یا پیدا کرده و در قالب عکسهای دیجیتال به پردازنده ارسال می‌کند. این عکسها اساس شناسایی یا تایید سوژه هستند. در محیطهای پر رفت و آمد نظیرفرود گاهها و پایانه های مسافربری از این تکنیک برای ثبت افراد و شناسایی آنها استفاده می‌کنند.

نقاط مهم در چهره عبارتند از اندازه و محل چشم، ابروها ، بینی و دهان همچنین موقعیت این بخشها نسبت به یکدیگر. رنگ صورت هم ممکن است مورد استفاده قرار گیرد. اما به جهت تغییر پذیری زیاد آن، معمولا استفاده نمی شود.[1]

شکل ۲-۳-۱:حالات مختلف چهره یک نفر

در سیستمهای شناسایی مبتنی بر چهره ، دو مرحله عمده پیدا کردن چهره و شناسایی آن انجام می‌گیرد. پیدا کردن چهره بویژه در محیطهایی که موقعیت یا مشخصات چهره تغییرات زیادی می‌کند، مهم است. و باید با دقت مناسبی انجام گیرد. علاوه بر اینها، دنبال کردن یک چهره نیز مساله برخی سیستمهاست. این امر از آنجا ناشی می‌شود که در بین یک جمعیت باید چهره‌های موجود و تازه شناسایی شوند. هر کدام از این مقوله ها مساله‌ای جداست و باید مستقلا مطالعه شود.

بسیاری از روشهای شناسایی چهره فرض می‌کنند که چهره شخص را در موقعیت خاصی دارند و بر اساس آن شناسایی را شروع می‌کنند.

واقعیت این است که چهره افراد ممکن است در شرایط مختلفی نظیر چرخش ، رنگ و تر کیب خود چهره یا پس زمینه ، قرار گیرد. از این نظر پیدا کردن چهره خود مساله‌ای مهم در این سیستمها بشمار می‌رود.

از طرفی دیگر یافتن چهره خود شامل استخراج ویژگیهای چهره نیز است که بخشی از کار شناسایی نیز حساب می‌شود واساس تصمیم گیری آن است. حتی بر اساس روشهای یافتن چهره ، روشهای شناسایی

[1] با گریم و داشتن یا نداشتن ریش رنگ چهره تغییر می‌کند.

نیز انواع گوناگونی پیدا می‌کند. از این نظر بررسی روشهای یافتن چهره نوعی بررسی روشهای مختلف شناسایی نیز هست.

رهیافتهای مختلفی برای پیدا کردن چهره در یک تصویر ارائه شده و قوت وضعف و موقعیت کاربردی هر کدام از آنها مشخص است. در این بخش تنها به روشهایی که استفاده زیادی داشته اند و فهرستی از آنها در مرجع [۲۴] آمده می‌پردازیم. بدیهی است که این مبحث گسترده‌تر از آن است که بتوان تمام تکنیکهای استفاده شده را در این مجال ارائه کرد. برای اطلاع بیشتر به مراجع ذکر شده در پایان این جزوه و مراجع ذیل آنها مراجعه فرمایید.

۲-۳-۱ یافتن چهره

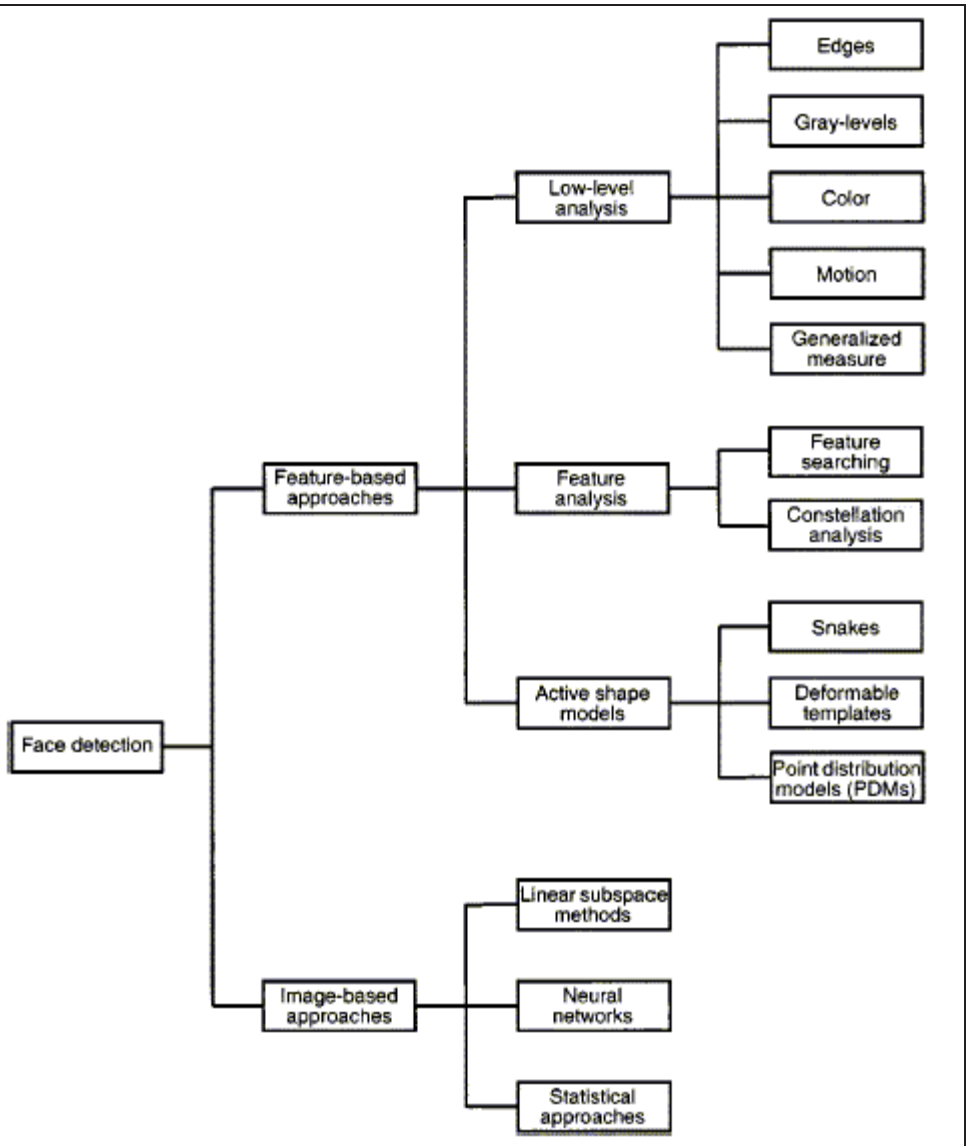
مساله پیدا کردن چهره را می‌توان چنین عنوان کرد: در یک عکس یا یک فریم از یک ویدیو، تعداد نامعینی چهره وجود دارد، آنها را پیدا کنید. سیستم کامل یافتن چهره که بتواند بعنوان ابزار اولیه دیگر پردازشها کار کند، باید قادر باشد در شرایط مختلف رنگی-نوری و جهت دوربین یا دید و زاویه و چرخش چهره های موجود آنها را پیدا کرده و برخی مشخصات اولیه آنها را استخراج کند. شکل ۲-۳-۲ دسته بندی کلی الگوریتمهای یافتن چهره را نشان می‌دهد.

دسته اول روشهایی است که بر اساس استخراج مجموعه‌ای از ویژگیها کار می‌کنند، یک سری از این روشها ابتدا با تبدیل تصاویر اولیه به خاکستری، از مشخصات نقاط موجود و مقدار سطح خاکستری آنها برای یافتن چهره استفاده می‌کنند. این روشها معمولا تصویر را به نواحی مختلف با مقادیر خاکستری متنوع تبدیل کرده و بر اساس شکل، اندازه این نواحی و موقعیت آنها نسبت به یکدیگر تصمیم می‌گیرند. دسته‌ای دیگر از استخراج لبه ها و ترتیب، توالی و اندازه آنها برای یافتن چهره استفاده می‌کنند. اگر تصویر از یک ویدیو باشد، عده ای از این روشها از وجود حرکت و جابجایی نواحی بهره می‌گیرند. در تصاویر رنگی، بر اساس تغییر رنگ طبیعی چهره در نواحی مختلف، عده‌ای از روشها چهره را می‌یابند و دسته ای دیگر نیز با تبدیل تصویر (مثلا تبدیل فوریه) و تعریف ویژگیهای جدید (نظیر دامنه سیگنال تبدیل شده در هر نقطه) یا ویژگیهای عمومی چهره (مثل تقارن اعضا) چهره ها را پیدا می‌کنند. این روشها تحت عنوان کلی "روشهای مبتنی بر پردازشهای اولیه"[1] قرار می‌گیرند.

ویژگیهای بدست آمده از این طریق با دسته ای دیگر[2] از روشها که در واقع بهبودی بر این رویکردهاست، تحلیل و پالایش می‌شوند.در محیطهای پچیده، ممکن است قسمتهایی از پس زمینه نیز باشتباه چهره تشخیص داده شوند. تحلیل ویژگیهای بدست آمده در این قسمت به اصلاح برخی خطا ها کمک می‌کنند . دسته ای از این روشها موسوم به "جستجو کننده ویژگی"[3] در مراحل تکراری برخی از

[1] Low-Level Analysis
[2] Feature Analysis
[3] Feature Searching

ویژگی های چهره را پیدا می‌کنند و در صورت پیدا کردن ویژگی خاصی در یک ناحیه، به دنبال ویژگیهای کم اهمیت تر در اطراف این ناحیه می‌پردازند.



شکل ۲-۳-۲ :دسته بندی الگوریتمهای مختلف یافتن چهره [۲۴]

برخی از الگوریتمهای بالا به شدت تحت تاثیر دانش تجربی ناشی از مدل سازیهای ایستا که بر اساس نمونه های معدود چهره طراحی شده‌اند، قرار دارند. در مواجه با شرایط پیچیده و ژستهای مختلف چهره اغلب این روشها دچار مشکل می‌شوند.

عده ای از روشها برای حل این مشکل از مدلهای قویتر و منعطف‌تری نظیر تئوری آماری اَشکال[1] استفاده می‌کنند. ورودی این روشها ویژگیهای استخراج شده با استفاده از فیلترهای مشتق گیر گاوسی[2] با مقیاسهای مختلف می‌باشد.

مدلهای قویتر شبیه به چهره با استفاده از ابزار های آماری(فیلتر های گاوسین یا شبکه های بیسین[3]) و ویژگیهای گوناگون چهره طراحی شده و این مشکلات را تاحدی حل می‌کنند. این مدلها به "صورتهای فلکی"[4] موسومند. مدلهایی که از احتمالات به جای تصمیم گیریهای صریح در بارهء وجود یک ویژگی استفاده می‌کنند، قدرت بیشتری نشان می‌دهند.

عده‌ای از روشها با بررسی جوانب و دیدهای مختلف از چهره نماهایی از چهره بدست می‌آورند که در شرایط مختلف ، یکسان به نظر می‌رسند، این نما ها در مراحل بعدی تحلیل و طبقه بندی شده و ویژگیهای آنها استخراج می‌شود. در مرحله یافتن چهره از ویژگیهای اولیه تصویر که پیشتر صحبت شد، استفاده کرده و سعی می‌کنند بطور سلسله مراتبی این نما ها و در نتیجه چهره ها را پیدا کنند.

مدل شکلهای فعال (پویا)[5] با ویژگیهای سطح بالا سرو کاردارد و درصورت حدس وجود چهره در یک ناحیه، به دنبال ویژگیهای دیگرو جزئی تر می‌گردد. دسته ای از این روشها بر اساس لبه ها و ظاهر ظاهر تصویر(مثلا وجود یک ناحیه خاص به شکل بیضی بعنوان منحنی کرانی سر[6]) وجود چهره را در آن نواحی حدس می‌زنند و ویژگیها را تنها در آن محل(داخل منحنی کرانی) استخراج می‌کنند.

پیدا کردن لبه و منحنی کرانی کار ساده ای نیست بخصوص اگرتصویر دارای تعدد رنگ زیادی بوده و لبه ها هم نرمتر باشند.

اصلاحی بر این روشها الگو های تغییر پذیر[7] با مفهوم لبه های ناحیه مربوط به سر و استفاده از مشخصات چشم می‌باشد. در این روش ابتدا مدلی بر اساس ویژگی های چشم در اطراف ناحیه ای که گمان می‌رود چشم باشد، تشکیل یافته و با بررسی نواحی اطراف، این مدل در جهت هر چه بهتر توصیف کردن چهره و یافتن ویژگی تغییر می‌یابد. موضوع مهم در الگوهای تغییر پذیر، موقعیت اولیه آنهاست.

یکی ازروشهای نمایش اَشکال، مجموعه نقاط کرانی آن که در واقع خط شکسته بسته‌ای را ترسیم می‌کنند و دیگر مشخصات شکل بصورت پارامتری می‌باشد. این روش نمایش، مدلهای توزیع نقاط[8] خوانده می‌شود. در یافتن چهره، ابتدا در فاز آموزش مدلها و اَشکال مختلف چهره با مجموعه نقاط که

---

[1] Statistical Shape Theory
[2] Multi-scale Gaussian derivative filter
[3] Basian
[4] Constellation
[5] Active Shape Models
[6] Snakes
[7] Deformable Templates
[8] PDM : Point Distributed Models

مختصات آنها پارامتری بیان می‌شود، ساخته و تدوین می‌گردد. این مدل میانه ویژگی های چهره را در بردارد و میزان تغییر آنها را نشان می‌دهد.

دسته کلی بعدی استفاده از مشخصات تصویری (بدون استخراج ویژگی) است. در این روشها، در فاز آموزش نمونه های متعددی بعنوان چهره یا غیر چهره به سیستم معرفی می‌شوند. در فاز پیدا کردن چهره، کل تصویر با پنجره های لغزان[1] که اندازه آنها متغیر است جست وجو می‌شود و بر اساس ترکیب تصویر در محل فعلی پنجره (ناحیه مستطیلی فعلی) و مقایسه آن با نمونه های موجود تصمیم گیری می‌شود. پیاده سازی های متفاوتی از این دسته ارائه شده است.

بعنوان نمونه ، آنالیز اجزاء اصلی[2] یکی از این پیاده سازیهاست . که در مرحله آموزش از n تصویر $\Gamma_1, \Gamma_2, \ldots, \Gamma_n$. میانگین($\Psi$)را بدست آورده و تفاوت هر کدام از تصاویر اولیه را با این میانگین محاسبه می‌کند($\mathbf{\Phi}_i$) این تفاوتها با تبدیل به فرم برداری ، ماتریس $\boldsymbol{D}$ را تشکیل می‌دهند. ماتریس $\boldsymbol{C}$ از ضرب $\boldsymbol{D}$ در ترانهاده‌اش بدست می‌آید. $\boldsymbol{u}_i$ ها بردارهای ویژه[3] ماتریس $\boldsymbol{C}$ هستند که پس از تبدیل به ماتریس ، هرکدام از آنها یکی از "چهره های ویژه"[4] خواهد بود.تعداد این چهره ها حداکثر M <= N تا انتخاب می‌شود.[5] که بُعد ماتریس اولیه چهره است. (شکل ۲-۳-۳)

$$\Phi_i = (\Gamma_i - \Psi)^v. \quad \Psi = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\Gamma_i. \quad D = [\Phi_1 \Phi_2 \cdots \Phi_n] \text{ و } \quad C = DD^t$$

تصویر جدید$\mathbf{\Phi}$ برای پیدا کردن چهره به صورت مقابل روی این فضا (مجموعه اجزاء اصلی) انعکاس یافته[6] و سپس بازیابی می‌شود($\mathbf{\Phi_r}$).

$$\omega_k = \boldsymbol{u}_k^t \Phi, \qquad k = 1, \ldots, m$$

$$\Phi_r = \sum_{k=1}^{m} \omega_k \boldsymbol{u}_k.$$

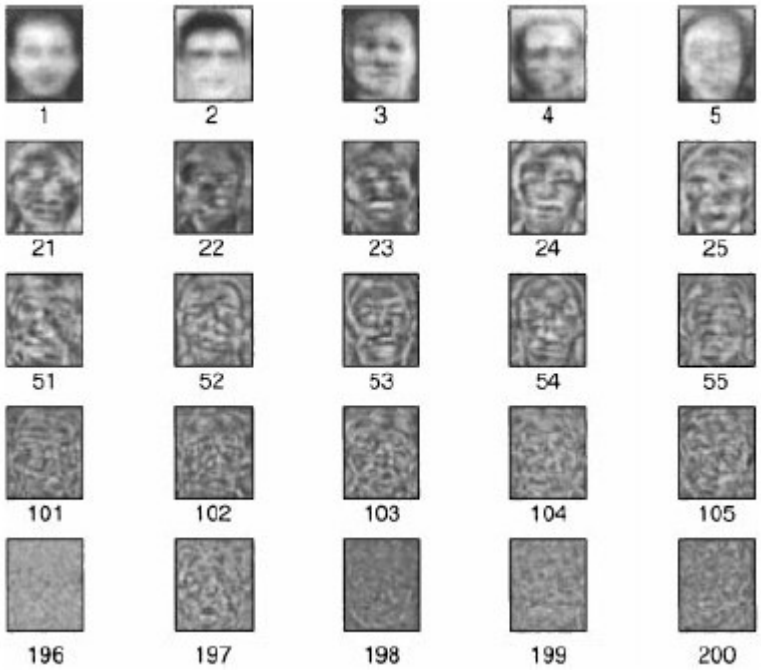
تفاوت تصویر بازیافتی با تصویر اولیه میزان خطا و ملاک قبولی یا ردی $\mathbf{\Phi}$ بعنوان چهره خواهد بود.

$$\epsilon = \|\Phi - \Phi_r\|^2$$

پیاده سازیهای دیگر نیز سناریوی مشابهی دارند. در روشی دیگر پنجره اولیه با اندازه های گونا گون به یک شبکه عصبی داده می‌شود. این شبکه نمونه برای یافتن چهره، تصویر ۲۰ × ۲۰ را بعنوان ورودی می‌پذیرد وسپس هرکدام از بخشهای شبکه در نواحی مختلف این تصویر به جستجو می‌پردازد. با یافتن چهره دریک ناحیه می‌توان چهره های پیداه شده در نواحی همپوشان را کنار گذاشت. این سیستم تا ۷۹،۹ ٪ پاسخ درست داده است[۲۴](شکل ۲-۳-۴).

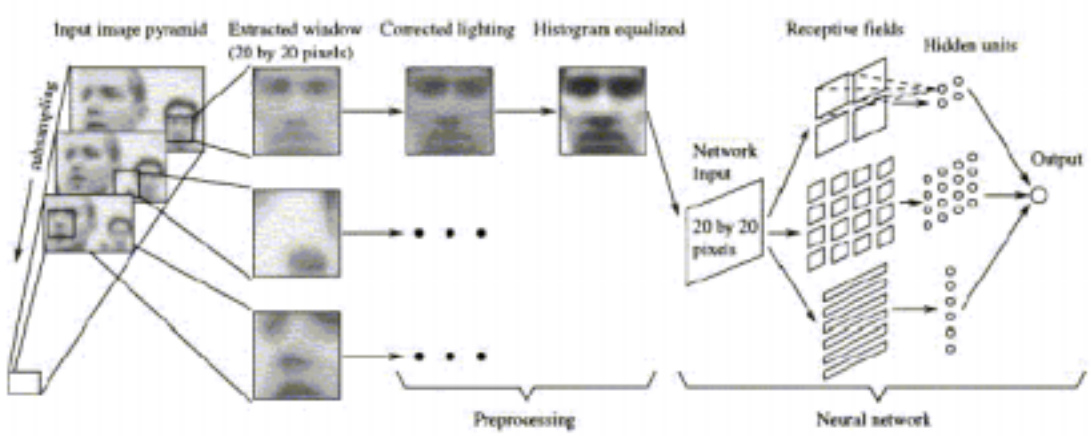
---

[1] Sliding Window
[2] PCA (Principal Component Analysis)
[3] Eigenvector[25] , [26]
[4] EigenFace
[5] مقادیر بزرگتر M اطلاعات مفیدی در برندارد (به شکل ۲-۳-۳) تصویر شماره ۲۰۰ مراجعه کنید.
[6] از دید ریاضی، انعکاس یک ماتریس روی فضای برداری، نزدیکترین بیان آن با بردارهای یکه فضای برداری مورد نظر است.[۲۵ و ۲۶]



شکل ۲-۳-۳ : چهره های ویژه [۲۴]

این ایده به PCA مشهور است. و در بخش شناسایی استفاده بیشتری دارد.



شکل ۲-۳-۴ : شبکه عصبی برای یافتن چهره [۲۴]

روشهای آماری نیز با استفاده از مجموعه غنی تصویر های اولیه و تکنیکهای آماری و تئوری اطلاعات ، تدوین شده اند.[1]

[1] جزئیات این الگوریتمها و مراجع اصلی آنها بهمراه توضیحات مفید دیگر در مرجع [۲۴] آمده است.

۲-۳-۲ ردیابی چهره

پس از پیدا کردن چهره در دنباله ای از تصاویر، می‌توان با منظور کردن معیاری بعنوان حد اکثر تغییر مکان یک چهره در دو فریم متوالی ، حرکت چهره را نیز دنبال کرد. این کار در مراکز کنترل و اخطار اتوماتیک استفاده می‌شود [۲۴].

۲-۳-۳ شناسایی چهره

معیار های مهم شناسایی چهره از این قرارند.

- شکل چهره : چهره اغلب افراد شکلی شبیه بیضی نزدیک به دایره دارد. مشخصه این شکل، در بهترین حالت منحنی کرانی است. در عمل بیشتر مشخصات ساده‌ای از آن نظیر طول و عرض یا مستطیل کرانی استفاده می‌شود. شکل چهره به چرخش حساس است و طبیعی است که برای بررسی شباهت دو چهره، زاویه مناسب انطباق آنها نقش مهمی خواهد داشت. البته موقعیت دیگر اعضای چهره ، جهت چهره را تا حد زیادی نشان می‌دهد.

- رنگ چهره: رنگ چهره هر شخصی یکنواختی خاصی دارد. مثلا تغییرات ناگهانی در رنگ چهره از روشن به تیره یا بالعکس وجود ندارد. یک حالت استثنا برای این ویژگی ریش است که درصورت وجود تغییرات ناگهانی را در بخشهایی از صورت بوجود می‌آورد. رنگ چهره از آن جهت مهم است که می‌توان رنگ پوست را نیز بعنوان مشخصه شناسایی افراد مختلف نظیر سیاه، سفید یا زرد پوست بکاربرد.[33]

- موقعیت چشمها: در حالت ایستادن قائم، چشمها در امتداد افقی یکسان قرار دارند. موقعیت دیگر اعضای صورت نیز حالت نسبتا ثابتی دارد.

- موقعیت و ابعاد بینی: بینی از نظر شکل و موقعیت برای شناسایی مهم است.

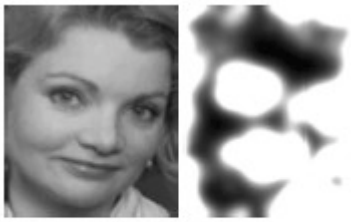
- موقعیت دهان: دهان، بینی و چشمها در راستای عمودی تقریبا یکسانی قرار دارند که برای تشخیص جهت صورت استفاده می‌شود.

- چانه : قسمت انتهایی پایین صورت به چانه ختم می‌شود که برای استخراج منحنی کرانی کل صورت مهم است.

-تعداد: اینکه بدانیم در یک تصویر چند چهره وجو دارد ، کمک زیادی به سیستم تشخیص خواهد کرد.

پس از پیدا کردن چهره شناسایی انجام می‌گیرد. شناسایی چهره با پیش پردازشهایی که نتیجه آن تصویری با مشخص بودن ناحیه مربوط به هریک از اجزاست شروع می‌شود. این نواحی بعنوان ویژگی های چهره در قسمت شناسایی بکار می‌روند.

خروجی قسمت یافتن چهره ، ناحیه ای (مثلا به شکل مستطیل) است که در آن ممکن است محل برخی اعضا صورت نظیر چشمها و دهان مشخص شده باشد. در برخی کاربردهای ویژه ممکن است حالات چهره نظیر شادی. عصبانیت یا خنده نیز جزو مشخصات استخراج شده باشد. اینگونه ویژگیها را در بخش تحقیقات جدید فصل ۴ بررسی می‌کنیم.



شکل ۲-۳-۶ فیلتر Gabor[4]

برخی از روشهای یافتن چهره ، ناحیه ای را بعنوان محدوده چهره مشخص می‌کنند که در اینصورت باید مشخصات چهره در این فاز استخراج شود. در سالهای اخیر از فیلترهای Gabor[1] برای مشخص کردن نواحی ویژگیهای چهره استفاده شده است[۲۶].این فیلترها نواحی دربردارنده ویژگیهای مهم صورت را آشکار می‌کنند.(شکل ۲-۳-۶)

با این فیلتر، محل مشخصات صورت خیلی سریع پیدا می‌شوند[۴] . الگوریتم PCA مشابه یافتن چهره برای شناسایی نیز بکار می‌رود.

در شناسایی ، ابتدا مجموعه مشخصی از چهره های موجود بعنوان مجموعه آموزشی به سیستم معرفی می‌شود. پس از پیش پردازش و نرمال سازی های اولیه، تصویر چهره های اصلی بر اساس آنالیز اجزاء اصلی استخراج شده و نمونه های آموزشی بصورت ترکیب خطی این چهره در می‌آیند. با ورود نمونه جدید، این نمونه پس طی مراحل پیش پردازش روی فضای برداری تشکیل یافته نگاشت شده و حاصل نگاشت با تمام نمونه های شناخته شده مقایسه می‌شود.. چهره ای که کمترین تفاوت را با نمونه ورودی داشته و این تفاوت از حد معینی کمتر باشد، بعنوان پاسخ شناسایی گزارش می‌شود[۲۶].

روش PCA گرچه بدون استخراج ویژگی و تنها بر اساس مشخصات تصویری نظیر رنگ و روشنایی کار می‌کند، قدرت بالایی در شناسایی داشته و بهمین دلیل مورد توجه فراوانی بوده است. [۴]و [۲۶]و[۳۷]. عمده ضعف این روش مدیریت بانک اطلاعاتی و پایگاه دانش است. تصور کنید بخواهیم چهره جدیدی را به بانک اطلاعاتی اضافه کنیم. یک روش این است که این چهره با مشخصات بردارهای ویژه بانک فعلی توصیف شده و به بانک اضافه شود [۲۶]. با ازدیاد چهره های جدید ، این روش دقت شناسایی را پایین می‌آورد. روش دیگر نگهداری تمام تصاویر اولیه که مبنای بانک بوده اند و اضافه کردن تصویر جدید و سپس تشکیل مجدد بانک است. این روش گرچه دقت بالایی دارد، از نظر محاسباتی و پیچیدگی بصرفه نیست.

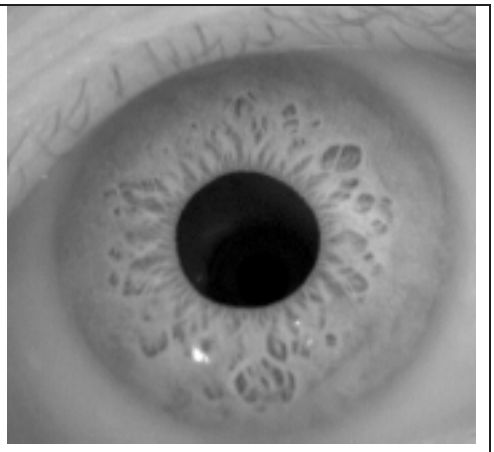
استفاده از فیلترهای Gabor بعنوان کمکی برای پیدا کردن مشخصات صورت اخیرا رایج شده اما مشکل عمده آن تنظیم پارامترهای فیلتر برای کسب نتیجه مطلوی است. اغلب کارهایی که بدین روش انجام یافته ، پس از ارزیابی موارد مختلف ، بطور تجربی فیلتر مناسب را انتخاب کرده‌اند[۴] و [۲۶].

در سالهای اخیر، پردازش تصویر سه بعدی چهره مورد توجه واقع شده که در بخش ۴ درباره آن صحبت می‌کنیم.

[1] پیوست پ را ببینید

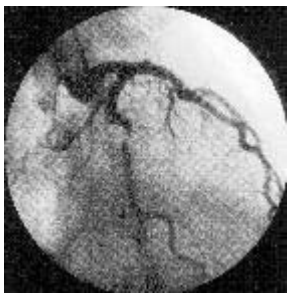
۲-۴ مشخصات چشم و پرده شبکیه

مشخصات چشم انسان که برای شناسایی استفاده می‌شوند، شکل بافت عنبیه و شبکیه است. بافت این دو عضو پیش از تولد تشکیل شده و برای همیشه ثابت می‌مانند. تقریبا غیر ممکن است که دو نفر بافت عنبیه یا شبکیه یکسانی داشته باشند. عملیات شناسایی بر اساس عنبیه با عکسبرداری از عنبیه ازفاصله خیلی نزدیک صورت می‌گیرد. بدلیل حساسیت چشم در برابر نور مرئی ، این عکسبرداری با نورهای نامرئی – مثلا مادون قرمز – انجام می‌گیرد. کوچکی عنبیه، نیاز دارد که تصویر تهیه شده از آن دارای دقت وکیفیت بسیار بالایی باشد



شکل ۲-۴-۱ : عنبیه

هنگام شناسایی عنبیه، بافت عنبیه بصورت یک texture مدل می کنند و با استفاده از روشهای موجود برای مقایسه وشناسایی texture ها ، شخص شناسایی می شود. (۸)



شکل ۲-۴-۲: شبکیه ()

شبکیه چشم انسان از طریق رگهایی که از عصب بینایی به آن می‌رسند تغذیه می‌شود. بیش از هفت دهه است که مشخص شده توزیع این رگها در افراد مختلف کاملا متفاوت است. حتی افراد دوقلو هم الگوی توزیع مشابهی ندارند. سیستمهایی که بر اساس این ویژگی کار می‌کنند، الگوی توزیع پرده شبکیه را استخراج کرده و با نمونه های موجود مقایسه می‌کنند. این نوع سیستمها بهترین پاسخ و دقت را دارند. سیستمهای عملی بر اساس پرده شبکیه دارای مزایای زیر هستند.:

- دقت بیشتری نسبت به انواع دیگر سیستمهای Biometricsدارند.
- در طول عمر مشخصات مورد استفاده از شبکیه تغییر نمی کند.
- با اینکه به نظر می‌رسد سیستمی که بر اساس پرده شبکیه کار می‌کند، با حجم عظیمی از داده ها سرو کار داشته باشد، فایلهای مربوط معمولا دارای حجم کمی هستند.

۲-۵ صدا

صدای اشخاص نیز ممکن است بعنوان مشخصه آنها برای شناسایی بکار رود. همه با تجربه شناختن اشخاص از روی صدای آنها آشنا هستیم. مثلا هنگام برداشت گوشی وقتی می پرسیم شما ..؟ یا وقتی کسی در می زند و می پرسیم : کیه ...؟ جواب کوتاهی مثل – من- یا منم هویت شخص گوینده را آشکار می کند. بکاربردن این تجربه در سیستمهای امنیتی امیدوار کننده است و می توان در مواردی

کمک کننده باشد. از آنجا که مفاهیمی مثل تقلید صدا ممکن است مزاحم شناسایی درست شود، استفاده از صوت تنها در مواردی که امنیت نسبتا پایینی لازم باشد، صورت می گیرد.

صدا ممکن است بصورت گوناگون در سیستمهای امنیتی استفاده شود. نخست باید بدانیم که بطور کلی بحث شناسایی صوت و پردازش گفتار کاملا مجزا هستند[۴۲] . پردازش گفتار به دنبال استخراج مفاهیم یا بعبارتی متن کلام گویند است . پس طبیعی است که قسمتهایی از سیگنال صوتی در این مبحث مهم است که تغییرات کمی در افراد مختلف داشته باشد. در سویی دیگر، شناسایی گوینده بر اساس صوت توجهی به متن و مفهومکلام ندارد و بسیاری از موارد با ارائه جملاتی به کاربر از او می خواهد که این جملات را بخواند. یعنی از همین ابتدا به متن کلام واقف بوده و خود تعیین کننده است.

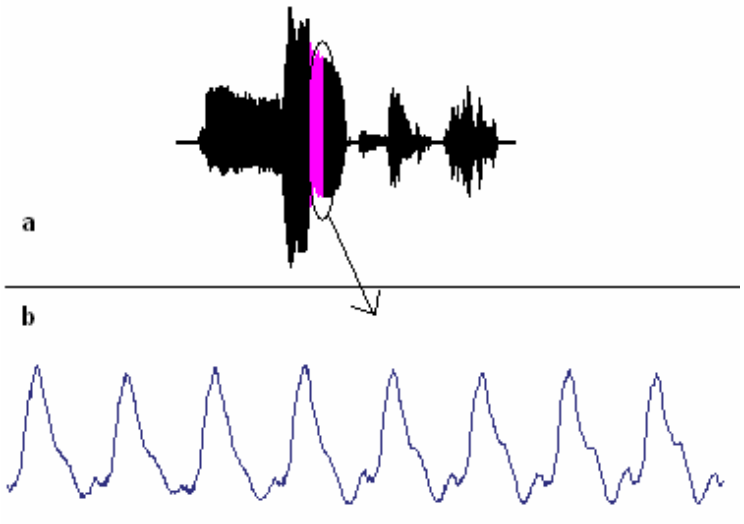
هنگام صحبت کردن، مجموعه‌ای از امواج صوتی با فرکانسهای مختلف تولید می‌کنیم که حاصل ارتعاش تارهای صوتی ماست.

بطور کلی می توان صداهای تولید شده بوسیله حنجره را به سه دسته تقسیم کرد:[۴۵]

- صداهایی که با ارتعاش نسبتا متناوب تارهای صوتی در اثر بازو بسته شدن حنجره تولید می شوند.
- صداهایی که با اعمال فشار روی بخشی از تار صوتی تولید می شوند و حالتی شبیه نویز دارند.
- صداهایی که با بستن کامل تار صوتی و رها کردن ناگهانی آن تولید می شوند.

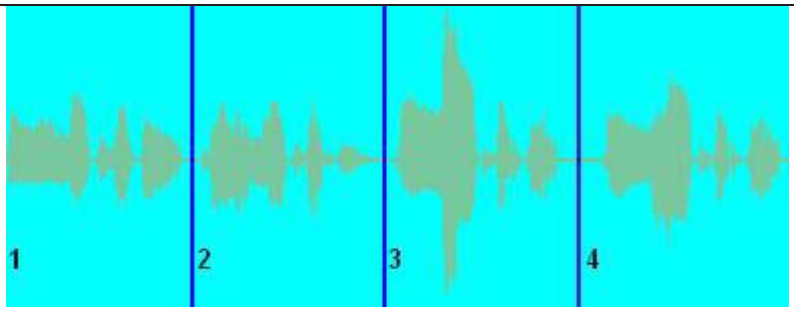
به هر حال این صداها از هرنوعی که باشند، حاصل ارتعاش تارهای صوتی هستند. تار صوتی دریک صحبت معمولی نسبتا تغییر شکل کمی دارد و می توان شکل آن را در بازه های زمانی ۱۰ میلی ثانیه ثابت فرض کرد. از این نظر، پردازش و شناسایی صوت به مطالعه یک سیگنال گسسته در زمان می انجامد که می توان بار روشهای متعدد موجود برای این سیگنالها، به بررسی آن پرداخت[۴۵] .

معمولا با استفاده از میکروفونهای معمولی صدای اشخاص وارد سیستم پردازنده صوت می شود. این سیستم صدا ما را مطابق شکل ۲-۵-۱ بعنوان تابع پیوسته می بیند. در شکل ۲-۵-۱ بخش a یک صدای یک نفر در حال گفت Biometrics ضبط شده و در قسمت b بزرگ شده بخشی از آن در حوزه زمان نشان داده شده است.



شکل ۲-۵-۱ سیگنال صوتی ضبط شده a) سگنال فشرده b) گشترش بخش کوچکی از سیگنال

ایده استفاده از صوت در شکل ۲-۵-۲ نهفته است. در این شکل ۴ نفر متفاوت عبارت "Biometrics" را خوانده اند. تفاوت عمده این نمونه ها در فرکانس صدا و دامنه آنهاست. بنابراین در عمل معمول است که از نمودار فرکانس در برابر دامنه استفاده شود. این کار برای هر بازه زمانی که تغییرات درآن نسبتا کم باشد (تغییرات فشار صوت) انجام می‌گیرد وشکلی مشابه ۲-۵-۳بدست می‌آید. این شکل را طیف فرکانسی صوت می‌گویند.



شکل ۲-۵-۲: ۴ چهار نفر مختلف عبارت Biometrics را خوانده اند[1].

طیف فرکانسی یا بصورت شکل ۲-۵-۳ یا با اعمال فیلترهایی برای استخراج ساختارهای مهمتر برای مقایسه صوت بکار می رود. از پردازشهای مهمی که می توان بدان اشاره کرد، پنجره بندی[2] با پنجره های Hamming است. هدف از این پردازش، تمرکز روی نقاط مرکزی سیگنال و کاستن تاثیر مرزها که عموما نویزی هم هستند می باشد. یک پنجره همینگ به شکل زیر می باشد:

[1] این نمونه ها را خودم تهیه کرده‌ام.(م)

[2] windowing

$$w[n] = \begin{cases} 0.54 - 0.46\cos(2\pi n / M) & 0 <= n <= M \\ 0 & otherwise \end{cases} \quad (1)$$

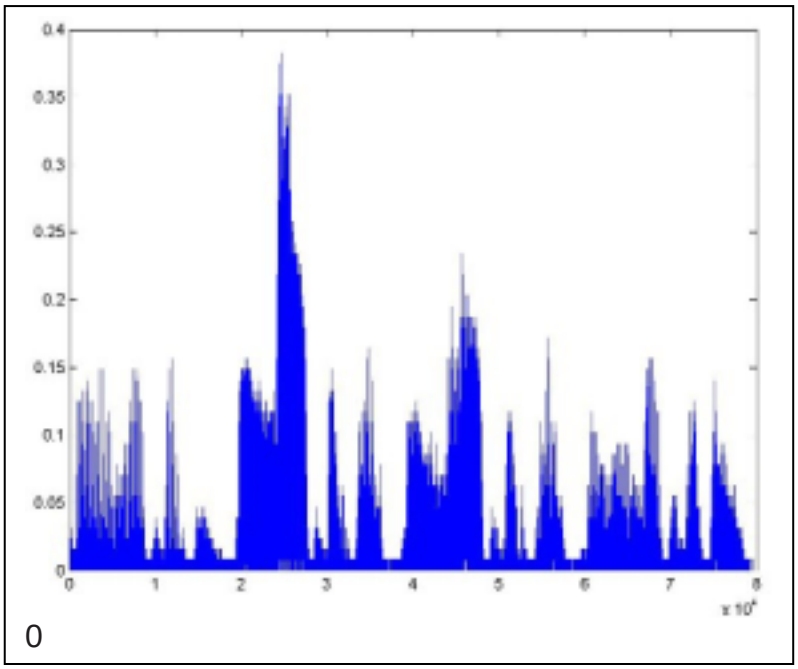
که در آن M به اندازه پنجره مشهور است. هنگام اعمال این فیلتر، تابع بالا در سیگنال ورودی ضرب می شود. یعنی با فرض اینکه h_d سیگنال اصلی باشد[۴۵]

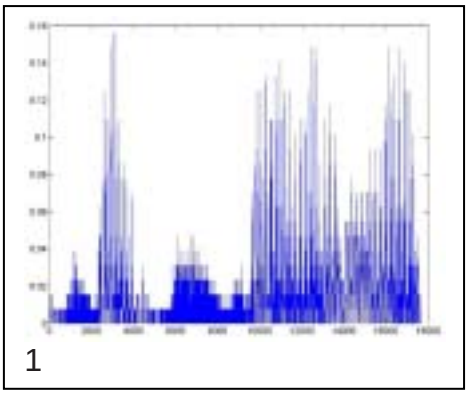
$$h[n] = h_d[n] \,.\, w[n] \quad (2)$$

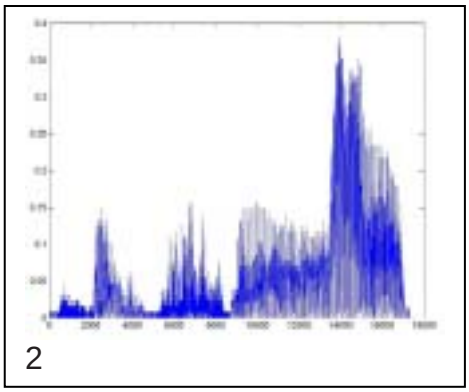
$$H(e^{j\omega}) = \frac{1}{2\pi}\int_{-\pi}^{\pi} H_d(e^{j\theta}) W(e^{j(w-\theta)}) d\theta \quad (3)$$

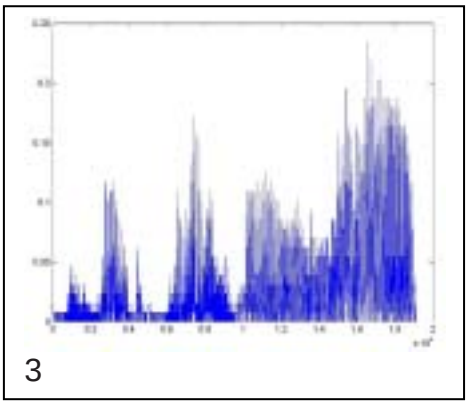
که در آن ۳، تبدیل فوریه ۲ و همان تلفیق[1] است.

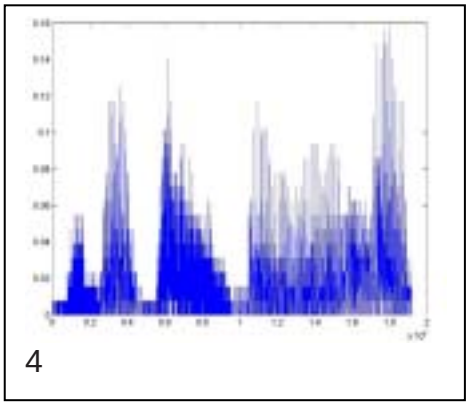
[1] Convolution











شکل ۲-۵-۳ طیف فرکانسی شکل ۲-۵-۲ ۰) طیف مجموعه، ۱،۲،۳،۴) بترتیب طیف قسمتهای ۱،۲،۳،۴ شکل ۲-۵-۲ (به تفاوتها توجه کنید!)

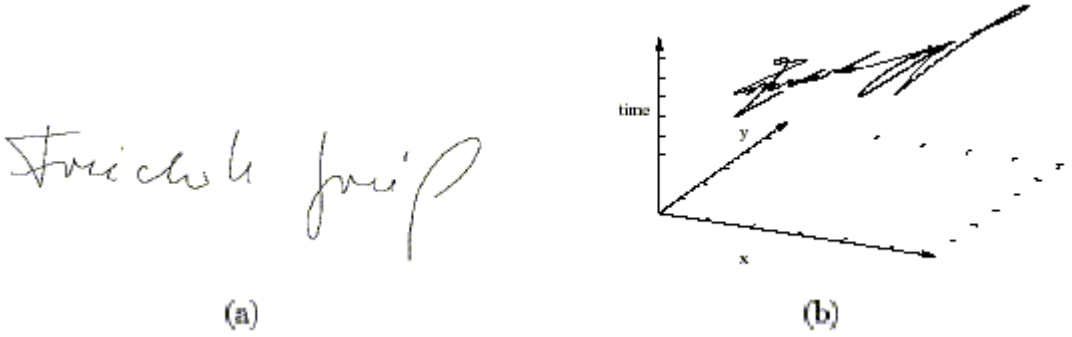
۲-۶امضا

امضا مشخصه رسمی و حقوقی افراد بوده و علامتی سلیقه‌ای است. افراد معمولا امضاء مشخص و منحصربفردی دارند. در مراکز حقوقی وقضایی نیز امضا یکی از شرایط احراز هویت است. بر این اساس شناخت افراد از روی امضای آنها مورد توجه بوده است. از سویی دیگر افراد معمولا با این روش آشنایی و به آن عادت دارند که مشوق استفاده از آن در سیستمهای امنیتی اتوماتیک است.

افراد هنگام امضا از طرحهای ابتکاری و کلمات خاصی (مانند نام یا نام خانوادگی) استفاده می‌کنند. حتی روش ترسیم امضا نیز سلیقه‌ای است. این ویژگی سبب می‌شود که حتی در مواردی که امضای یک شخص بدقت زیاد جعل شود، از روی ترتیب ترسیم بخشهای مختلف امضا و نقاط مهمی مثل شروع و پایان امضا همچنین زمان متوسط امضا این موارد مشخص شود.

بروشهای گوناگون می‌توان تصویر امضای یک شخص را بدست آورد. مثلا می‌توان از صفحات حساس و قلم نوری برای دریافت امضا استفاده شود که در این صورت کاربر روی این صفحه مشابه کاغذ امضا می‌کند. می‌توان از کاغذی هم که در بردارنده امضای کاربر است، استفاده کرد. منبع کسب امضا هر چه که باشد، نتیجه نهایی دارای دو بخش مشخصات خواهد بود. بخش اول مشخصات مکانی است و بخش دوم شامل اطلاعات زمانی. استفاده از این دو بخش به کاربرد و دقت مورد نیاز بستگی دارد.

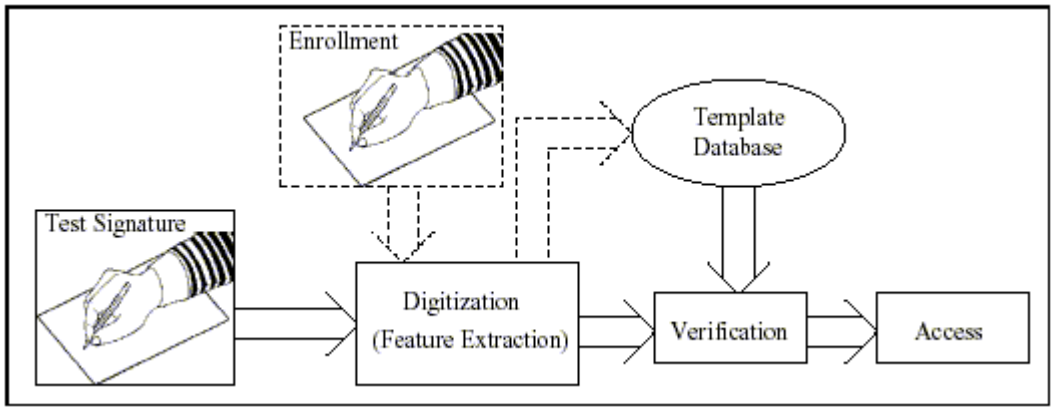
شکل ۲-۶-۱ چند نمونه امضا و محتوای اطلاعات آنها را نشان می‌دهد. به تفاوت دو بخش اطلاعاتی دقت کنید.



شکل ۲-۶-۱: امضاهایی با اطلاعات مکانی (a) و با اطلاعات مکانی- زمانی(b)[۴۰]

نکته مهمی که باید توجه داشت که سیستم های مبتنی بر امضا از نوع تایید[1] هستند. سیستمهای تایید امضا نیز بصورت Online یا Offline هستند. به دلیل مشکل جعل امضا، بیشتر از نوع Online استفاده می‌شود. چنین سیستمی قیافه کلی شکل ۲-۶-۲ را دارد:

[1] برای اطلاع بیشتر به مقدمه مراجعه کنید.



شکل ۲-۶-۲ نمای کلی یک سیستم تایید امضا Online [۴۰]

تصویر از طریق دوبخش اخذ می‌شود. هنگام معرفی شخص جدید، بخش Enrollment و هنگام گرفتن امضا برای تایید بخش Test Signature فعال می‌گردد. درهر صورت خروجی این بخش پردازش شده و ویژگیهای لازم برای شناسایی استخراج می‌شودو برای معرفی شخص جدید مشخصات استخراج شده وارد بخش پایگاه داده می‌شود و برای تایید نیز با استفاده از پایگاه داده قسمت verification فعال شده و به اعتبار امضا را تعیین می‌کند.

ویژگیهای مهم مکانی امضا شامل مسیر های مختلف طول آنها، شیب نقاط مختلف، توزیع نقاطی که فشار قلم در آنها بیشتر بوده و اندازه نسبی امضاست [۴۷].

ویژگیهای زمانی امضا نیز ترتیب ترسیم قسمتهای مختلف، افتو خیز فشار قلم، زمان ترسیم کل امضا را دربردارد.

۲-۷ نحوه تایپ[1]

گسترش استفاده از کامپیوتر در جنبه های مختلف زندگی سبب پدید آمدن ایده هایی برای استفاده از این وسیله در کارهای جانبی نظیر کنترل امنیت شده است. دلیل عمده این گرایش، مجتمع سازی عملیات لازم برای استفاده از یک سیستم کنترل شده است. عمده هدف ما ، پدید آوردن محیطی دوستانه و قابل استفاده آسان برای کاربران است. یکی از یاده های مطرح شده، استفاده از نحوه تایپ برای کنترل امنیت سیستمهای کامپیوتری است. این ایده از آن جهت مهم و ارزشمند است که ارزیابی در حین کار یا پیش از آن بدون انجام فعالیت متفاوتی انجام می‌گیرد.

مشابه امضا، نحوه تایپ کلمات نیز مرجعی برای شناسایی می‌تواند باشد. در اینجا، مهم نیست که کاربر کامپیوتر چه چیزی را تایپ می‌کند. مهم این است که :

- با چه آهنگی تایپ می‌کند؟ (فاصله زمانی بین دوبار کلید زنی).

[1] Keystroke Dynamics

- انگشتان خود را کجای کلید می‌گذارد؟
- در هنگام تایپ میزان فشار کلید چقدر است؟
- هنگام وارد کردن چند کلید همزمان، (نظیر ALT + CTRL + DEL) این پارامترها چگونه اند؟

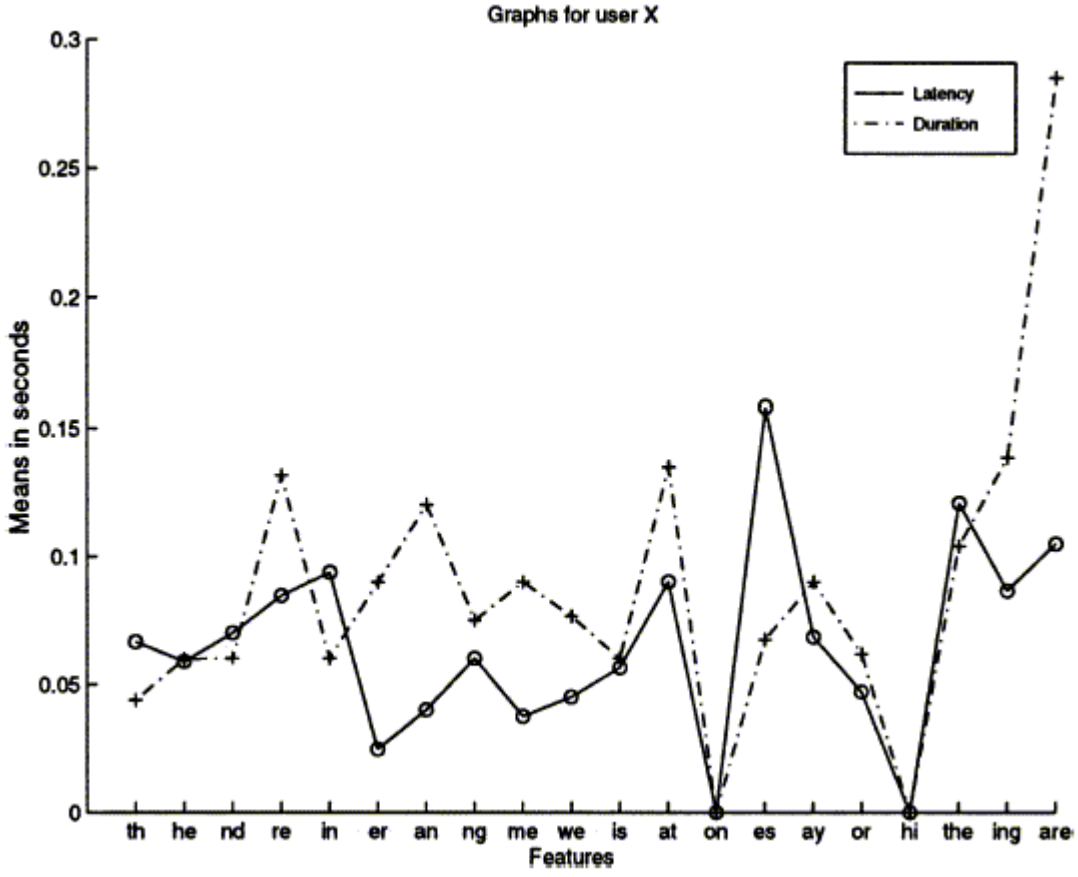
بر اساس این ویژگیها، می‌توان در کل زمانی که کاربر درحال کار است، نحوه تایپ او را بررسی کرده و در صورت تغییر ، عمل مناسبی – مثل قطع جلسه کاربر – انجام گیرد. عده ای هم بر این باورند که کلید زنی مشابه (Username , Password) تنها در ابتدای جلسه بررسی شود.

در مطالعه‌ای که در این زمینه صورت گرفته (۲)، دو مشخصه زمان تایپ و زمان تاخیر برای تایپ چند الگوی مشخص که در متون انگلیسی بسیار رایجند، بررسی شده و نتایج حاصل درشکل ۲-۷-۱ آمده است. محور افقی دربردارنده این مشخصات و محور عمودی زمان میانگین اعمال تایپ و تاخیر است. در این نمودار مشخص است که زمان تایپ بیشتر از زمان تاخیر است.

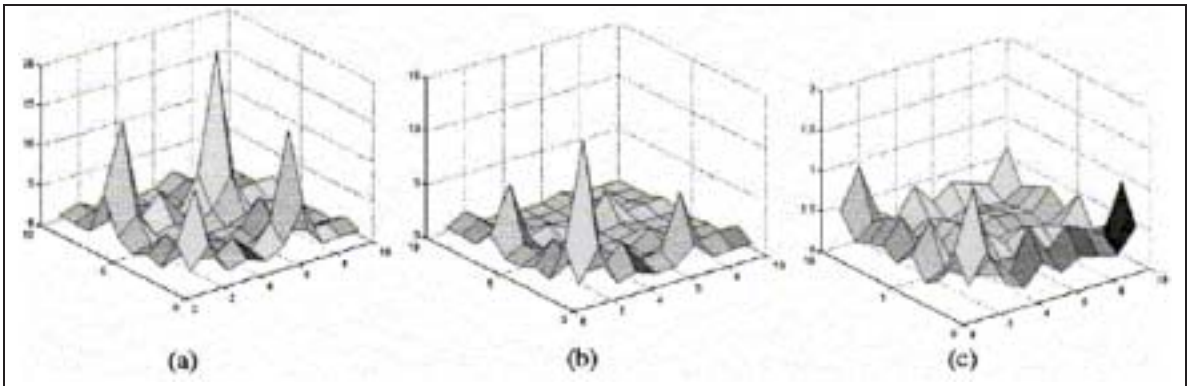
در شکل ۲-۷-۲ ماتریس کوواریانس تایپ یک نفر در دو زمان متفاوت(a,b) و ماتریس کوواریانس تایپ شخص دیگر (c) با الگو های یکسان است.

هنگام ارزیابی، کاربر متن خاصی را می‌نویسد که ویژگیهای شکل ۲-۷-۱ یا زیر مجموعه‌ای از آن در این متن وجود داشته باشد. این متن ممکن است نام و نام خانوداگی یک شخص یا اطلاعاتی از این دست باشد یا ممکن است بطور تصادفی تولید یا از بانکی انتخاب شود. این ویژگیها به همراه زمانهای تاخیر و زمان کلید زنی محاسبه شده و برای تایید (مقایسه با یک الگوی خاص) یا شناسایی (جستجو در یک پایگاه داده) استفاده می‌شود.

یکی از مباحث اصلی مقایسه دو بردار ویژگی، فرمول محاسه فاصله است. برحسب نوع فرمولهای محاسبه ، نتایج مطالعه انجام شده در مرجع ۲ بین ۸۳،۲۲ تا ۹۲،۱۴ موفق بوده است.



شکل ۲-۷-۱ الگوی تایپ یک نفر [۲]



شکل ۲-۷-۲ ماتریس کوواریانس تایپ یک نفر در دو زمان مختلف (a) و (b) و شخص دیگر (c) [۲]

۲-۸ روشهای ترکیبی (Multi Biometrics)

شکل۲-۸-۱:مشخصات متعدد برا شناسایی[۳۸]

یکی از روشهای افزایش کارایی سیسمتهای Biometricsشناسایی بر اساس چند ویژگی متفاوت است. مثلا استفاده از اثر انگشت و چهره نتایج بهتری نسبت به تک تک این روشها دارد.

از طرفی دیگر ممکن است در مواقع خاصی استفاده از یک ویژگی ممکن نباشد (مثلا هنگام بریدگی دست). روشهای گوناگونی برای ترکیب مشخصات مورد استفاده وجود دارد. ممکن است تمام ویژگیها را استخراج کرده و با ترکیب و بررسی نتایج همه روشها به شناسایی پرداخت. در رهیافتی دیگر می‌توان با بررسی مثلا اثر انگشت در صورتی که نتیجه شناسایی کمتر از حد معینی باشد، به روشهای دیگر پرداخت. بعنوان ایده ای دیگر می‌توان از جمع آوری همه اطلاعات از مشخصات مختلفBk و از فرمولی به شکل زیر استفاده کنیم:

$$Matching = \sum_{k=1}^{N} w_k s_k \qquad [۱]$$

که در آن sk میزان انطباق بدست آمده از مشخصه Bk و wk ضریب تاثیر اختصاص یافته به این ویژگی است. اگر Matching بیشتر از حد معین T باشد، نتیجه شناسایی مثبت خواهد بود(۳۸). از مشخصات این روش می‌توان به تعیین wk های متفاوت برای اشخاص مختلف اشاره کرد. این قابلیت ما را قادر می‌سازد تا از مشخصه ای که هر فرد را بنحو مطلوبی معرفی می‌کند استفاده کنیم.

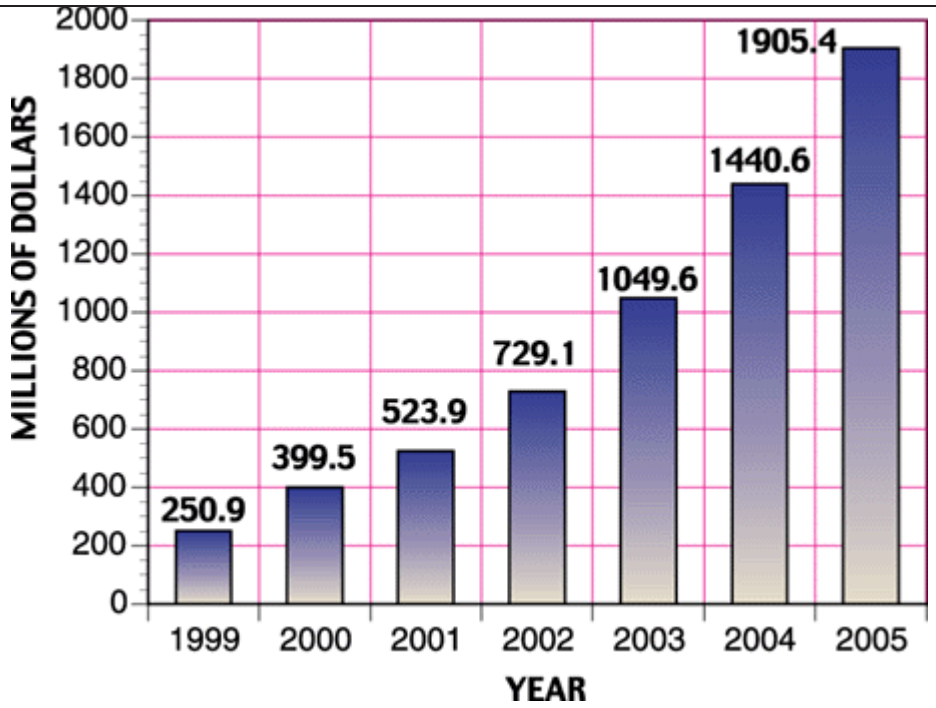
۳ روند تکامل Biometrics

روند تحقیقات و کاربردهای Biometricsاز چند جهت قابل بررسی است. می‌توان گرایش بازار و زمینه کاری تحقیقاتی برای بهبود روشها و فناوری موجود را بعنوان نمونه‌ای از موضوعات پیش روی Biometricsبر شمرد. تحقیقات و کاربرد Biometricsدر کشور ما نسبتا جوان است. از این جهت بررسی کارهای انجام شده در کشور نیز می‌تواند بعنوان بخشی از مبحث روند Biometricsمطرح شود.
در این بین، روشهای مبتنی بر مشخصات رفتاری و فیزیکی جدید نیز نظیر مشخصات DNA و نحوه تایپ موضوع پویای تحقیقات است.
در این فصل ابتدا نگاهی به بهبودهایی در مراحل مختلف روشهای موجود می‌پردازیم و سپس روشهای مبتنی بر ویژگیهای جدید را بررسی می‌کنیم. در ادامه هم وضعیت Biometricsرا در کشور خودمان – ایران- بررسی می‌کنیم.

۳-۱ کاربرد Biometrics

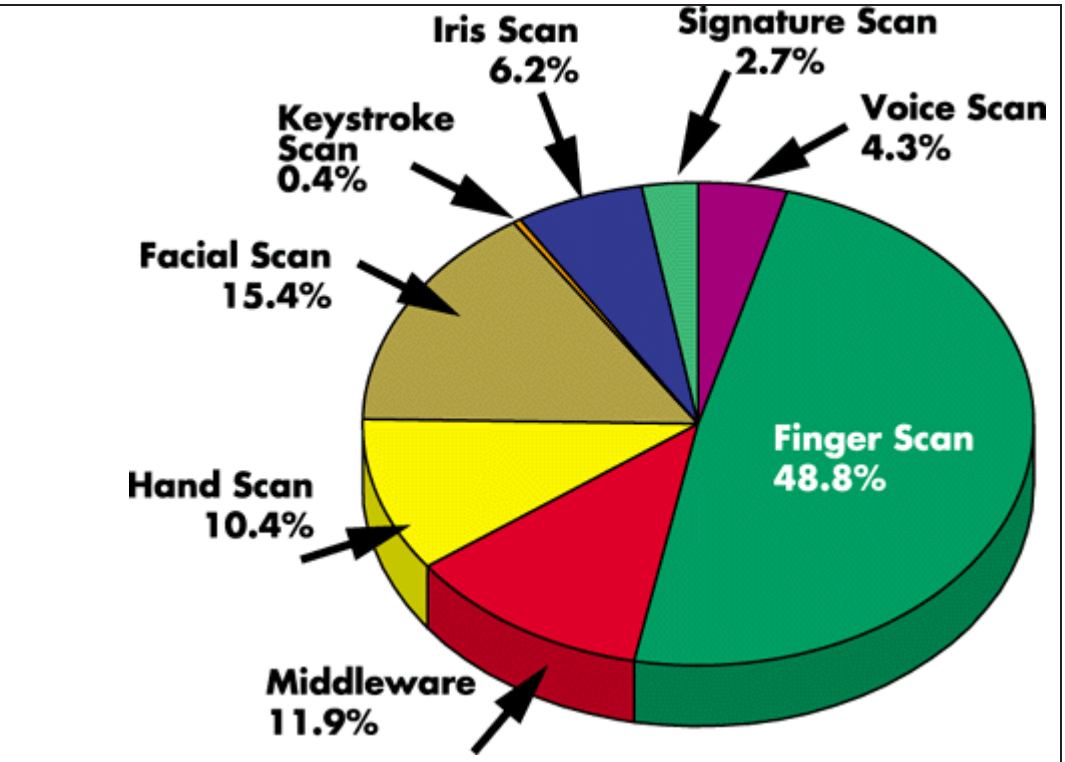
وضعیت حال و آینده Biometricsرا می‌توان بر اساس تحقیقات علمی و فنی و همچنین گرایش بازار بررسی کرد. بر اساس گزارش IBG[1] سود ناخالص حاصل از صنعت Biometricsدر سال ۲۰۰۵ میلادی درحدود ۲میلیارد دلار خواهد بود. با توجه به مقدار این سود در سال گذشته (۲۰۰۱) که درحدود ۵۲۴ میلیون دلار بوده ، می‌توان گرایش بازار و صنعت را به Biometricsدریافت. شکل ۳-۱-۱ ارزیابی این صنعت را در سالهای اخیر وپیش بینی وضعیت سالهای آینده را در بردارد. روند رو به رشد سریع Biometricsرا براحتی می‌توان از این نمودار دریافت.
اغلب شبکه های کامپیوتری- صرفنظر از کاربرد آنها – برای تایید کاربر از روش سنتی , Username Password استفاده می‌کنند. واقعیت این است که دستیابی این به این مشخصات امروزه کار چندان سختی هم نیست. ضعف عمده این روشها، عدم ارتباط منطقی آنها با وجود وشخصیت کاربران است. حملاتی که از این ناحیه به این شبکه ها شده صاحبان صنایع و مشاغل را به جایگزین کردن روشهای جدید نظیر Biometricsترغیب می‌کند و گرایش بازار به Biometricsنیز بیانگر همین نکته است.
باید توجه داشت که معمولا کاربرد یک ایده خیلی جوانتر از خود آن است. مثلا گرچه توجه به منحصربفرد بودن اثر انگشت گرچه قرنهاست مشخص شده، ابزارهای تجاری حدود ۱۵ سال است که استفاده عمومی یافته اند.[۸] این حقیقت بیانگر این است که تکنولوژی مورد استفاده در بازار ،نمود آخرین دستاورد تحقیقات نیست! توجه به بازار Biometricsتنها از نظر بررسی امکانات و ابزارهای موجود است.

[1] International Biometrics Group



شکل ۳-۱-۱: سود ناخالص صنعت Biometricsدر سالهای اخیر و براوردی از چند سال آینده [۸]

سهم هرکدام از روشهای Biometricsدرصد خاصی از این بازار است. شکل ۳-۱-۲ تقسیم بازار Biometricsرادر سال ۲۰۰۱ نشان می‌دهد.



شکل ۳-۱-۲ بازار Biometricsدرسال ۲۰۰۱ [۸]

سهم تقریبا برابر شناسایی اثر انگشت با مجموع دیگر روشها به قدمت این روش بر می‌گردد. روشهای شناسایی اثر انگشت به بیانی " آبدیده " شده اند. گرچه به نظر می‌رسد تحقیقات شناسایی اثر انگشت و الگوریتمهای مورد استفاده تغییر وت حول جدی نمی یابد، صاحبان صنایع به بهبود ابزارها و تولیدات خود نظیر تهیه ابزارهایی با سرعت بهتر، راحتی و آسانی استفاده و... می‌پردازند.

۳-۲ جهت گیری تحقیقات جدید

داستان Biometricsتمام نشده است و تا حد زیادی در ابتدای خود قرار دارد. امروز دانشگاهها و مراکز تحقیقاتی زیادی در سرار جهان پروژه های عظیمی در این زمینه ها دارند. دلیل این امر، امیدواری هایی است که نتایج اولیه و فعلی روشهای Biometricsبه ما می‌دهد. آنچه از تحقیقات انجام شده و نتایج عملی آنها بر می‌آید، ما را به روشهایی رهنمون می‌سازد که قدرتمندتر از روشهای سنتی بوده و ویژگیهای جدیدی نظیر منحصربفرد بودن ویگانه بودن آنها، ارتباط منطق با هویت شخص و.. به ارمغان می‌آورد.

این موهبت ها مسایل و مشکلات خاص خود را نیز دارد. از این میان می‌توان به مدیریت بانک اطلاعاتی ویژگیهای Biometricsو کشف و استفاده از ویژگیهای متمایز کننده قوی تر اشاره کرد. در چند بخش بعدی بطور خلاصه به برخی از این مسایل می‌پردازیم.

۳-۲-۱ مدیریت پایگاههای داده بزرگ

شناسایی افراد در جمعیتهای کوچک نظیر شرکتهای چند ده نفری کار ساده ای است. اما در مقیاسهای ملی و بین المللی، شناسایی قابل اعتماد به دانش و بانک اطلاعاتی غنی و نرم افزاری قوی برای استخراج اطلاعات این بانک نیاز داریم. بعنوان نمونه، پلیس یک کشور معمولا پایگاه اطلاعاتی اثر انگشت و عکس تمام افراد بزهکار را در اختیار دارد که همه روزه هم حجم آن زیاد می شود. مدیریت چنین پایگاههایی به همراه استفاده کارامد از آنها مو ضوع روز تحقیقات فراوانی است.

یکی از بحثهای رایج در این باره، خوشه بندی[1] است. خوشه بندی سعی می کند با تقسیم بندی بانک اطلاعاتی به ساختار های درختواره عملیات جستجو و مقایسه را محدود به تعداد کمی از نمونه‌ها ساخته و از این راه بر سرعت عملیات مذکور بیفزاید.

کار خوشه بندی بر شباهت اشیا موجود در دامنه استوار است. فرض کنید اشیایی مثل O_i دارای ویژگیهای f_{ij} باشند. خوشه بندی سعی می کند دو شی O_m و O_n را طوری پیدا کند که که رابطه $f_{mj}=f_{nj}$ و $m<>n$ باشد. در اینصورت دو شی O_m و O_n را دریک دسته یا ***خوشه*** قرار می دهد.

[1] Clustering

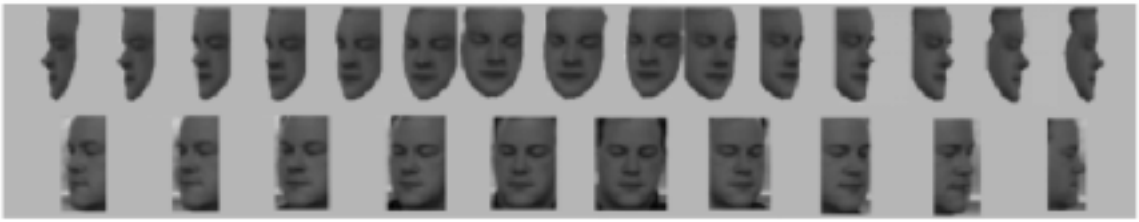
این مفهوم قابل تعمیم به ویژگیهای مرکب و خود خوشه ها نیز هست یعنی در صورت شباهت دوخوشه در یک ویژگی، این دو خوشه در هم ادغام می شوند.
بحث خوشه، جدید نیست یکی از مباحث اولیه شناسایی الگوست. اما پیاده سازی خوشه بندی در روشهای Biometricsموضوع تحقیقات زیادی است.

۳-۲-۲ شناسایی و استفاده از ویژگیهای دیگر

روشهای Biometricsمحدود به مشخصات یاد شده در فصل ۲ نیست. امروزه مشخصاتی مثل DNA که انحصار کاملی برای هر شخص دارند مورد توجه هستند. از سویی دیگر استفاده ویژگیهای فصل ۲ با توجه به جنبه های دیگر ویژگی نیز رویکرد دیگری است.
یکی از مباحث شناسایی چهره، شناسایی حالت چهره نظیر شادی،غم یا اخم است. این بحث از دو نظر شناسایی و ارتباط انسان و کامپیوتر مهم است. در شناسایی این مشخصات با عنوان Facial Expression مانند دیگر ویژگیهای صورت استفاده می شود. در ارتباط انسان و کامپیوتر نیز سعی می شود واسطه های‌کاربری هوشمندی طراحی شده و استفاده از کامپیوتر را راحتتر سازد که این چیزی است که در مطبوعات با عنوانهای خبری مثل "به کامپیوتر خود لبخد بزنید!" می بینید.

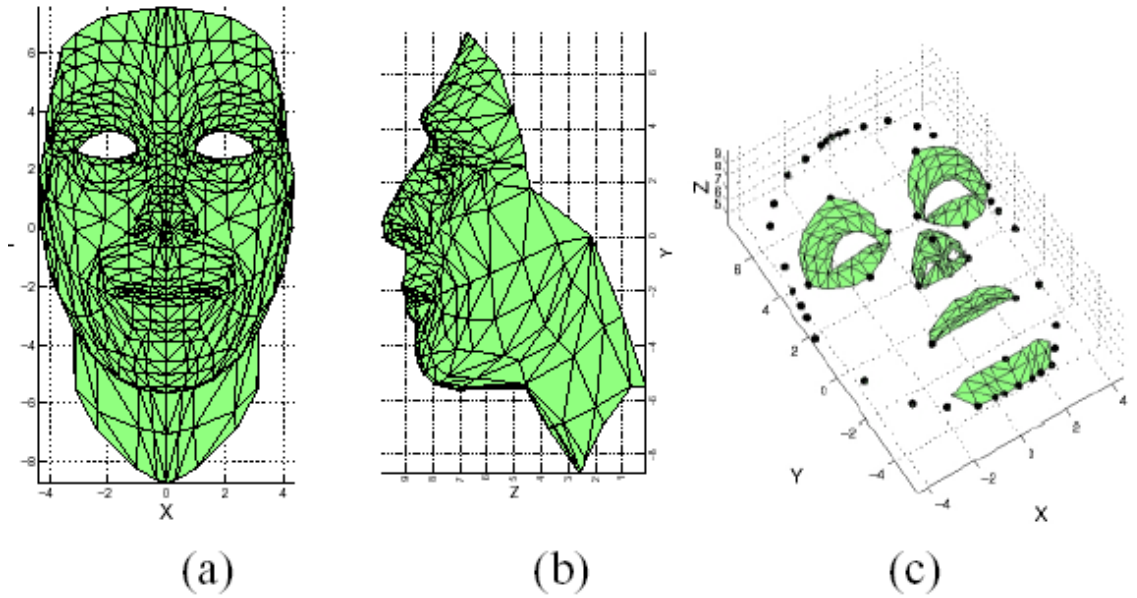
۳-۲-۳ بهینه سازی روشهای موجود

روشهای مورد استفاده فعلی کاستیهایی دارند که با اعمال برخی بهبودها می توان به نتایج بهتری دست یافت. مثلا در زمینه شناسایی بر اساس اثر انگشت همواره زاویه دو اثر انگشت هنگام مقایسه مهم بوده است. یا در شناسایی صورت امروزه بحث جدید مدل سازی سه بعدی چهره مطرح می شود. هر کدام از این بهبودها به مدد فناوری و ایده های جدید، افقهای تازه‌ای را در بحثهای شناسایی می گشایند. دراین مجال تنها به دو نمونه از این کارها – مدلسازی سه بعدی چهره و استخراج مجموعه Minutia غنی تر اثر انگشت – اشاره می کنیم.
مدل سازی سه بعدی به ما امکان می دهد که حالتهای مختلف چهره یک شخص (حالتهای متعدد) را تنها با یک مدل از چهره او بررسی و مقایسه کنیم. ایده اصلی این مدل سازی این است که یک مدل کلی را می توان با اعمال چرخشهای افقی و عمودی مختلف به شکل چهره موجود منطبق کرد. (شکل ۲-۳-۱].



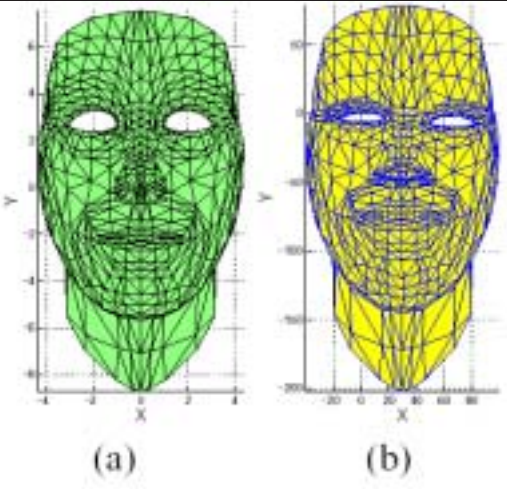
شکل ۳-۲-۱ حالتهای مختلف چهره با استفاده از مدل سه بعدی (بالا)و عکسبرداری (پایین) [۴۶]

در یک نمونه از کارهای انجام شده برای مدلسازی سه بعدی چهره [۴۶]، ابتدا از الگویی کلی مشابه شکل ۳-۲-۲ و مثلث بندی چهره برای مدلسازی استفاده شده است. در این مثلث بندی، ۴۴۱ نقطه برای نیمرخ مد نظر بوده که این نمونه برداری بخوبی مشخصات چهره را حفظ می کند. شکل ۲-۳-۲ بعنوان الگویی کلی برای مدلسازی سه بعدی چهره استفاده می شود و درنمونه چهره ها این مدل طوری تغییر می یابد که مشخصات چهره جدید را منعکس سازد. این تغییر را می توان با اندازه گیری معیارهایی مثل طول وعرض سر، استفاده از روشهای یاد شده در بخش یافتن و تشخیص چهره و استخراج ویژگیهای صورت و ... انجام داد.



شکل ۳-۲-۲ a) مدل کلی چهره b) مدل نیم رخ c)ویژگیهای چهره [۴۶]

مشخصات چهره فرد ازطریق عکسبرداری stereo استخراج می شود و مدل شکل ۳-۲-۲ به چرخش یا بزرگ و کوچک کردن ابعاد به مشخصات چهره جدید نگاشت می شود (شکل ۳-۲-۳).



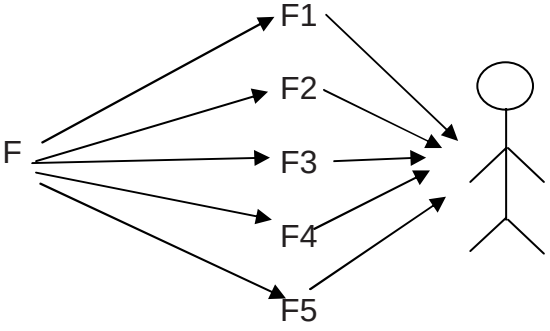
شکل ۳-۲-۳ انطباق چهره و مدل کلی a) مدل b) انطباق مدل با ویژگیهای چهره جدید [۴۶]

قدمت روشها و الگوریتمهای شناسایی اثر انگشت موجب غفلت محققان از این زمینه نشده است. یکی از موفقیت ها و دلایل توجه به این زمینه ، دقت نتیجه حاصل از آن است. تحقیقات جدید در این زمینه جنبه های متفاوتی نظیر بهبود روشهای تهیه تصویر، بهبود روشهای استخراج ویژگیها و دیگر مراحل را در بر می‌گیرد.

اولین فاز شناسایی اثر انگشت استخراج تصویر است. حتی با ابزارهایی به شکل ۲-۲-۲، امکان چرخش، کجی یا جلو وعقب بودن انگشت وجود داشته و در کیفییت تصویر بدست آمده و نهایتا نتیجه شناسایی تاثیر دارد. یکی از موضوعات تحقیقاتی بررسی روشهایی برای کسب تصویر مطلوب است.

واقعیت این است که تهیه تصویر اثر انگشت تحت تاثیر عوامل زیادی نظیر میزان فشار انگشت روی سطح Sensor و توزیع غیر یکنواخت این فشار در کل سطح ، تمیزی سطح انگشت و سطح Sensor، بریدگی یا آسیبهای دیگر سطح انگشت قرار دارد و این سبب می‌شود که دو تصویری که از یک انگشت تهیه شده اند، شباهت زیادی نداشته باشند.

یک ایده این است که از انگشت مورد نظر در جهات، زوایا و شرایط مختلف تصویر تهیه شود و به عنوان نمونه‌های مجزا در شناسایی بکار رود. در این روش برای انگشت نمونه F مجموعه نمونه‌هایی مثل $F_1,F_2,F_3,\ldots,F_N$ را خواهیم داشت که نماینده یک انگشت و در نتیجه یک نفر هستند(شکل ۳-۲-۲)



شکل ۳-۲-۴: شناسایی بر اساس نمونه‌های متعدد

عیب اصلی این روش حجم زیاد پایگاه است زیرا مشخصات زیادی در نمونه ها تکرار می‌شوند. از جهت دیگر حذف واضافه نمودن نمونه ها به چنین پایگاهی خیلی راحت است و فرایند آموزش سیستم می‌تواند در طول حیات سیستم بسادگی ادامه داشته باشد

ایده‌ای دیگر استخراج ویژگیهای اثر انگشت از چند نمونه و ترکیب آنهادر یک بردار ویژگی است. این بخش را با یک نمونه از کارهای انجام شده ادامه می‌دهیم:[9]

فرض کنید دو نمونه R_P و R_Q اثر (تصویر) از یک انگشت گرفته شده است. بر اساس سطحی از انگشت که هرکدام از این تصویرها می‌پوشانند، تعداد Minutia ها ممکن است در این دو تصویر متفاوت باشند و در نتیجه، هنگام شناسایی نتایج نادرستی حاصل شود. هدف این پژوهش، استخراج مجموع Minutia های این دو نصویر و ادغام نتایج بعنوان مجموعه نهایی Minutia های یک اثر انگشت است. این کار در قدمهای زیر انجام می‌پذیرد:

۱- اصلاح تصویر : در این فاز تصویر انگشت با فیلترهای حذف نویز و Median به تصویری با دامنه شدت نور[۱] [۱۰-۲۰] تبدیل می‌شود. سپس پس‌زمینه تصویر حذف می‌شود.

۲- پیدا کردن ماتریس نگاشت : فرض کنید ماتریسی مثل T وجود دارد که:

$\mathbf{R_P} \times \mathbf{T} = \mathbf{R_Q}$

در این فاز، ماتریسی مثل F پیدا می‌شود که کمترین تفاوت را با ماتریس T داشته باشد.[۲]

۳ – پیداکردن Minutia های تصویر: در این فاز Minutia های هر دو تصویر مستقل از هم استخراج شده و مجموعه های M_P و M_Q را بترتیب برای تصویزهای R_P و R_Q تشکیل می‌دهند.

۴ – ترکیب مجموعه Minutia ها: در این فاز ، مجموعه M_P از طریق رابطه زیر به M'_P تبدیل شده و مجموعه نهایی M چنین بدست می‌آید:

I) $\mathbf{M'_P = M_P \times T}$ **II)** $\mathbf{M = M_P + M_Q}$

مجموعه M بعنوان مجموعه Minutia های تصویر ثبت می‌شود.

اولین مشخصه این روش، افزایش Minutia های تصویر است. این کار در فاز شناسایی خیلی مفید خواهد بود زیرا بنیه و اساس تصمیم گیری رد یا قبول یک شناسایی به عوامل متعددی ارتباط خواهد داشت.

---

۱ Intensity

[۲] این کمترین تفاوت می‌تواند برابر با مجموع تفاوت درایه های متناظر دو ماتریس باشد.

۴ خاتمه

طی این مطالب مختصر، به بررسی یکی از زمینه های فناوری کنترل امنیت – استفاده از ویژگیهای فیزیولوژیکی و رفتاری (Biometrics)- پرداختیم. این رشته امروزه یکی از پویاترین بخشهای تحقیقاتی سیستمهای امنیتی بوده و موفقیتهای آن روز به روز بیشتر می‌شود. دلیل این امر ثبات ویژگیهای Biometricsدر افراد مختلف در دوره های بلند مدت گاهی در طول عمر است. از طرف دیگر این روش ارتباطی منطقی بین هر شخص و شناسایی او برقرار می کند.

شناسایی بر اساس Biometricsاز طریق ثبت مشخصات فیزیکی، فیزیولوژیکی یا رفتاری شخص انجام می گیرد. بنابراین ایده های مختلف شناسایی تنوع زیادی دارد. از ویژگیهای مهم مورد استفاده برای شناسایی می توان اثر انگشت، چهره، شکل دست، شبکیه، عنبیه، مشخصات DNA، صوت، امضا ونحوه تایپ را یادآور شد.

اثر انگشت هر شخص شکل منحصر بفردی دارد. این یگانگی در شکل و ترکیب منحنیهای تشکیل دهنده بافت پوست انگشت است. نقاط شروع و پایان این منحنیها، نقاط تقسیم یا ترکیب این منحنیها، ترتیب و ترکیب آنها مبنای شناسایی است. بعنوان ایده ای دیگر، دسته های منحنی های انگشت را بعنوان texture هم می توان مطالعه کرد.

طول انگشتان، ابعاد کف دست، کلفتی آن و زوایه انحنای انگشتان مشخصات هندسی دست و انگشتان را تشکیل می دهند که از دسترس محققان دور نبوده و بعنوان یکی از روشهای تایید مورد استفاده قرار گرفته است.

چهره نیز ویژگی مناسبی برای شناسایی است. برای شناسایی چهره از استخراج تک تک ویژگیهای آن نظیر چشمها، بینی، دهان، چانه، گوش و... استفاده می کنند. بعنوان ایده ای دیگر از روشهای آماری و مدلسازی مجموعه چهره های یک جمعیت بعنوان یک فضای برداری استفاده می شود. در این روش مبنای کار بردارهای ویژه ماتریس کوواریانس چهره همه جمعیت است. برای شناسایی چهره جدید، ترکیب خطی بردارهای ویژه این فضا برای تقریب چهره استفاده می شود. شناسایی برمبنای چهره نیاز به تعیین محل دقیق چهره در تصاویر اولیه دارد که خود مبحث مستقل تحقیقاتی است.

فناوری جدید مدلسازی سه بعدی چهره است که به عمق و ارتفاع اعضای چهره نیز توجه دارد. این روشها بدلیل نیاز به روشهای ویژه عکسبرداری ، در مراحل اولیه تحقیقاتی قرار دارد. از ویژگیهای بسیار خوب این ایده نیاز به ثبت تنها یک نمونه از چهره هرشخص است. حالتهای دیگر (مثلا دوران یافته) با اعمال چرخش و انتقال بر این مدل چهره تولید می شود.

عنبیه چشم شاختار texture منحصربفردی دارد که در طول عمر تغییر نمی کند. این ساختار نیز برای شناسایی استفاده می شود. استخراج این ساختار نیاز به عکسبرداری خیلی نزدیک و روشهای ویژه از عنبیه دارد.

شبکیه نیز که در پشت چشم قرار دارد و محل تشکیل تصاویری است که مبنای بینایی ماست ساختار منحصربفرد مویرگی دارد. این مویرگها که وظیفه رساندن خون به شبکیه و تغذیه آن را به عهده دارند، ساختار واحدی برای هر شخص دارد که از هنگام تشکیل شبکیه تا پایان عمر ثابت باقی می ماند.

هنگام گفتگوی تلفنی ما معمولا طرف دیگر را از روی صدایش می شناسیم. مشخات صوتی مورد استفاده شامل فرکانس و دامنه بخشهای مختلف صوت است.

امضا که در دنیای واقعی معیار شناسایی و تایید حقوقی افراد است، در سیستمهای امنیتی نیز می تواند مفید باشد. عمده ویژگیهای شناسایی امضا ، مشخصات مکانی (offline) یا مشخصات زمانی (online) است. مشخصات مکانی در بردارنده شکل کلی و ابعاد امضا، مسیر ها و طول آنها و.. است. مشخصات زمانی نیز زمان کل ترسیم امضا و زمان ترسیم مسیرهای و بخشهای خاص هر امضاست.

بعنوان ایده جدید تایید، الگو و نحوه تایپ نیز ممکن است برای شناسایی استفاده شود. این ایده از زمان تایپ و تاخیر ترکیبات مختلف حروف وکلمات بهره می گیرد که امیدواریهایی را بهمراه دارد.

در بررسی روشهایی که بر اساس ویژگیهای رفتاری کار می‌کنند به این نکته اشاره داشتیم که این ویژگیها بدلیل دخالت اراده خیلی قابل اعتماد نیستند.

در انتهای فصل دوم به ایده قوی ترکیب روشهای شناسایی پرداختیم و به مزایای بالقوه آن اشاره کردیم. همچنین مسائل سر راه آن نظیر ترتیب و تقدم آنها به همراه مسائلی نظیر سرعت پاسخ دهی در سیستمهای بلادرنگ را متذکر شدیم.

در فصل سوم بطور عمده گفتیم که رویکرد سیستمهای امنیتی الکترونیکی به Biometricsجدی است و رونق کاربرد و بازار آن را شاهدی بر این مدعا آوردیم. سپس به برخی از مسائل پیش روی تحقیقات هرکدام از ویژگیهای بحث شده در فصل ۳ پرداختیم.

می توان گفت که عمده ترین مورد توجه تحقیقات، بهبود روشها، الگوریتمها و ابزارهای مورد استفاده فعلی است. به موازات این تلاشها ، ترکیب روشها و استفاده از ویژگیهای دیگر(نظیر بو) نیز زمینه های فعالی را دارند.

پیوست الف) فهرست مراجع

الف – مراجع لاتین

[1]. Raul Sanchez-Reillo,Carmen Sanchez Avila and Ana Gonzalez-Marcos "BiometricsIdentification Through Hand Geometry Measurements" *IEEE Transactions on pattern analysis and machine intelligence Vol 22 No.10 October 2000*

[2]. Fabian Monrose, Aviel D. Rubin "Keystroke dynamics as a Biometricsfor authentication" *Future Generation Computer Systems 16 (2000) pp 351-359*

[3]. Abhishek Mitra , Saurabh Bisht and Vikas Ranjan "Voice based BiometricsSecurity System" course project Sixth Semester, January – May 2002.

[4]. Erik Hjelmås "BiometricsSystems: A Face Recognition Approach" Department of Informatics , University of Oslo,Norway

[5]. Yong Zhu, Tieniu Tan and Yunhong Wang , "BiometricsPersonal Identification Based on Iris Patterns" National Laboratory of Pattern Recognition (NLPR), Institute of Automation, Chinese Academy of Sciences

[6]. "The Biometrics Organization" www.biometrics.org

[7]. "Biometrics Based Web Access" www.ieee.org

[8]. "Complete Identification and Verification Resource"www.findbiometrics.com

[9]. *Anil Jain and Arun Ross* "FINGERPRINT MOSAICKING" *Proc. International Conference on Acoustic Speech and Signal Processing (ICASSP)*, Orlando, Florida, May 13-17, 2002.

[10]. Xiao Sun & Zhuming AI "Automatic feature extractiuon and recognition of fingerprint images" ICSP' 96 pp 1086 – 1089

[11]. Salil Prabhakary Anil K. Jain Sharath Pankanti Learning Fingerprint Minutiae Location and Type

[12]. Wavelet Analysis and FBI WSQ Standard for Gray-scale

[13]. Fingerprint Image Compression Shanshan Xu Dept. of ECE, SUNY at Stony Brook

[14]. Anil K. Jain and Umut Uludag “Hiding Fingerprint Minutiae in Images” *Computer Science and Engineering Department, Michigan State University*

[15]. Sharath Pankanti Salil Prabhakar Anil K. Jain “On the Individuality of Fingerprints”

[16]. *Eric Métois, Paul Yarin . Noah Salzman, Joshua R. Smith ”*Fiber Fingerprint Identification”

[17]. *Salil Prabhakar “*Fingerprint Classification and Matching Using a Filterbank” PhD thesis, *Computer Science & Engineering, Michigan State University, 2001*

[18]. A. Ross, J. Reisman and A. K. Jain, " Fingerprint Matching Using Feature Space Correlation", *Proc. of Post-ECCV Workshop on BiometricsAuthentication*, Copenhagen, Denmark, June 1, 2002.

[19]. Cha Zhang Xiaoming Liu “PCA and Neural-Network Based Fingerprint Recognition” *Report for 18-794 course project*

[20]. Z.M. Kovacs-Vajna “A Fingerprint Verification System Based On Triangular Matching And Dynamic Time Warping” *IEEE Transactions on PATTERN ANALYSIS AND MACHINE INTELLIGENCE Vol. 22 Number 11 Nov. 2000*

[21]. A.K. Jain, A. Ross and S. Pankanti,"A Prototype Hand Geometry-based Verification System", *2nd Int'l Conference on Audio- and Video-based BiometricsPerson Authentication (AVBPA)*, Washington D.C., pp. 166-171, March 22-24, 1999.

[22]. A. K. Jain and N. Duta, "Deformable matching of hand shapes for verification", *Proceedings of IEEE International Conference on Image Prcoessing*, October 25-28, Kobe, Japan, 1999.

[23]. N. Duta, A. K. Jain, and Kanti V. Mardia, "Matching of Palmprints ", *Pattern Recognition Letters*, vol. 23, Number 4, pp. 477-485, 2002.

[24]. Erik Hjelmas Boon Kee Low “Face Detection: A Survey” *Computer Vision and Image Understanding 83, (2001],p p236–274*

[25]. K. Sutherland, D Renshav and P.B. Denyer “Automatic Face Recognition”

[26]. S.Cruz Lianas, J Ortega Garsia, E. Martinez Torrico J. Gonzales Rodriguez “Comparison of Feature Extraction Techniques in Automatic Face Recognition

Systems for Security Applications" *IEEE Transactions On Pattern Analysis And Machine Intelligence, ISSN 0-7803-5965-8*

[27]. G T Poulton "Face Detection In Open Environments*", in the proceedings of 2001 international symposium on intelligent multimedia, video and speech processing May 2-4 2001 Hong Kong*

[28]. Albert Ali Salah, Ethern Alpaydin and Lale Akarun "A Selective Attention Based Method For Visual Pattern Recognition With Application to Handwritten Digit Recognition and Face Recognition "*IEEE Transactions On Pattern Analysis And Machine Intelligence, Vol 24 NO.3 March 2002*

[29]. Peter N. Belhumeur Jao P Hespanha David J Kriegman "Eignefaces vs. Fisherfaces: Recognition Using Class Specific Projection" *1996 Europian Conference*.

[30]. Rein-Lien Hsu and Anil K. Jain "FACE MODELING FOR RECOGNITION" http://biometrics.cse.cu.edu

[31]. Rein-Lien Hsu and Anil K. Jain "SEMANTIC FACE MATCHING" , http://biometrics.cse.cu.edu

[32]. Alex Pentland, Babck Moghaddam and Thad Starner "View-Based and Modular Eigenspaces For Face Recognition" *Approved In IEEE Conference On Computer Vision And Pattern Recognition, 1994*

[33]. Tomas C. Chang, Thomas S. Huang and Carol Novak "Facial Feature Extraction In Color Images" *In the proceedings of 12thYAPR International conference on pattern recognition. ISSN 1051-4651*

[34]. K. Matsuno and S. Tsuji "Recognizing Huamn Facial Expressions In Potential Field" *In the proceedings of 12thYAPR International conference on pattern recognition. ISSN 1051-4651*

[35]. N. Intrator, D. Reisfeld and Y. Yeshurun "Face Recognition Using Hybrid Supervised/Unsupervised Neural Network" *In the proceedings of 12thYAPR International conference on pattern recognition. ISSN 1051-4651*

[36]. B. Takacs and H. Wechsler "Facial Feature Extraction Using SOFM" *In the proceedings of 12thYAPR International conference on pattern recognition. ISSN 1051-4651*

[37]. Wenyi Zhao, Dinkar Bhat ,N. Nandhakumar and R. Chellappa "A reliable descriptor for face objects in visual content*" Image Communication 16 (2000) 123-*

136(Elsevier Science*:www.elsevier.nl/locate/image)*

[38]. Anil K. Jain and Arun Ross “LEARNING USER-SPECIFIC PARAMETERS IN A MULTIBIOMETRICSSYSTEM”

[39]. Souheil Ben-Yacoub, Yousri Abdeljaoued, and Eddy Mayoraz “Fusion of Face and Speech Data for Person Identity Verification”*IEEE TRANSACTIONS ON NEURAL NETWORKS, VOL. 10, NO. 5, SEPTEMBER 1999 1065*

[40]. Anil K. Jain, Friederike D. Griess and Scott D, Connell “Online Signature Verification” , www.msu.edu

[41]. Rick Joyce and Gopal Gupta “Identity Authentication Based on Keystroke Latencies “ *Communications of the ACM February 1990 Volume 33 Number 2*

[42]. Judith A. Markowitz “Voice Biometrics” *COMMUNICATIONS OF THE ACM September 2000/Vol. 43, No. 9*

[43]. A.K. JAIN, M.N. MURTY and P.J. FLYNN “Data Clustering: A Review*” ACM Computing Surveys, Vol. 31, No. 3, September 1999*

[44]. Arjen van Ooyen “Theoretical aspects of pattern analysis” *http://www.anc.ed.ac.uk/~arjen*

[45]. Alan V. Oppenheim and Ronald W. Schafer “Discrete-Time Signal Processing”, Printice Hall International, ISBN 0-13-216771-9 , 1989

[46]. C. RAY WYLIE, LOUIS C. BARRETT “Advanced Engineering Mathematics” McGraw-Hill-1982, ISBN 0-07-072188-2

ب – *مراجع فارسی*

[۴۷]. حسین میار نعیمی و احسان ا... کبیر ”طراحی یک الگوریتم برای تایید امضا“ مجموعه مقالات پنجمین کنفرانس مهندسی برق ایران ۱۷-۱۹ اردیبهشت ۱۳۷۶ صص ۲۸۰ -۲۸۵

[۴۸]. توماس دبلیو هانگرفورد ، ترجمه دکتر علی‌اکبر عالم زاده و دکتر حسین ذاکری ″**جبر**″ انتشارات پژوهش تهران ، چاپ اول ۱۳۷۵، شابک ۴-۱۳-۵۶۲۴-۹۶۴

[۴۹]. بهبودیان جواد ″ **آمار و احتمال مقدماتی**″ انتشارات آستان قدس رضوی سال ۱۳۷۶

پیوست ب) ماتریسها، مقادیر و بردارهای ویژه، آنالیز اجزاء اصلی

آنالیز ماتریسها یکی از جدیدترین شاخه های ریاضیات جدید بوده و شاخه‌ای از جبر خطی می‌باشد. این بخش بعنوان پرکاربردترین ابزار بیان تئوریهایی نظیر گروهها، گرافها و ... است. نمایش تصاویر دیجیتال نیز بصورت یک ماتریس حقیقی[1] است که مقادیر آن می‌تواند رنگ ، روشنایی یا مشخصه دیگری از یک نقطه باشد.

یکی از ابزارهای تحلیل بردارها و ماتریس ویژگیها در شناسایی الگو، آنالیز اجزا اصلی است که متکی به مفاهیم بردار و مقدارهای ویژه یک ماتریس است. در این بخش بصورت کوتاه این مفاهیم بیان شده است. برای اطلاعات بیشتر در باره این مفاهیم، به کتب جبر خطی (که دو نمونه آنها در لیست مراجع آمده است) مراجعه کنید.

در مسایل عملی به معادلاتی از شکل زیر برخورد می‌کنیم:

$$\begin{aligned} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \ldots + a_{1n}x_n &= \lambda x_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \ldots + a_{2n}x_n &= \lambda x_2 \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots & \\ a_{n1}x_1 + a_{n2}x_2 + \ldots + a_{nn}x_n &= \lambda x_n \end{aligned} \qquad [۱]$$

معادلات [۱] را بصورت ماتریس می‌توان چنین نوشت :

$$\mathbf{A}x = \lambda\, \mathbf{x} \qquad (۲)$$

با استفاده از ماتریس واحد می‌توان معادله (۲) را بصورت زیر بازنویسی کرد:

$$(\lambda \mathbf{I} - \mathbf{A})x = \mathbf{0} \qquad (۳)$$

معادله (۳) وقتی جواب غیر بدیهی (جواب غیر صفر) دارد که دترمینان طرف چپ آن برابر صفر باشد:

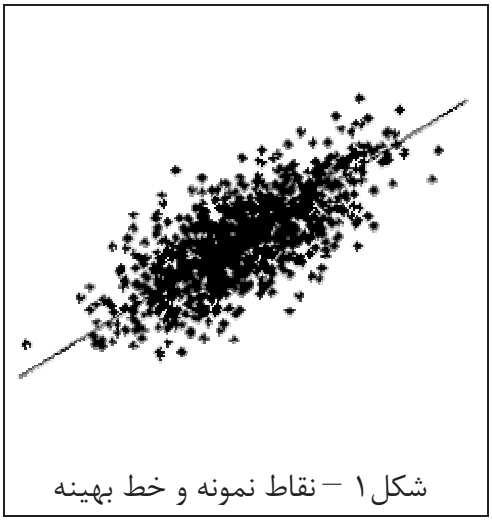
$$d(\lambda \mathbf{I} - \mathbf{A}) = 0 \qquad [۴]$$

مقادیری از λ مثل(λ_1 , λ_2 ,λ_3) را که معادله [۴] به ازای آنها برقرار باشد، مقادیر ویژه و پاسخهای نظیر برای بردار**x** را بردارهای ویژه می‌گویند. مجموعه این بردارها و مقادیر ، فضایی برداری تشکیل می‌دهند که مهمترین کاربرد آن کاهش ابعاد لازم برا حفظ مشخصات یک سیستم است.

مفهوم معادله (۲) این است که مقادیر خاصی و جود دارند که حاصلضرب آنها در یک بردار ، معادل حاصلضرب یک ماتریس است. بجای ذخیره ماتریس A ،λ و بردار **x** ذخیره می‌شوند.

[1] Real Valued

آنالیز اجزاء اصلی یکی از کاربردهای مفاهیم بالاست. پیش از پرداختن به مفهوم و نحوه کار آن، مورد استفاده آن را بررسی می‌کنیم. عمده تصاویر در شناسایی صورت، اثر انگشت و ... ماتریسهایی با با ابعاد دورقمی بوده و پردازش ، ذخیره و بازیابی آنها کار پرهزینه‌ای است. برای کاهش این هزینه ابعاد فضای برداری نمونه ها (همان تصاویر مورد بررسی)با استفاده از تکرارها و شباهتهایی که در یک مجموعه نمونه است، فضای برداری مورد بررسی را به فضایی با ابعاد کوچکتر تبدیل می‌کنند. بدیهی است که فضای جدید باید بتواند تفاوت و تمییز نمونه ها را تا حد ممکن حفظ کند.



شکل۱ – نقاط نمونه و خط بهینه

برای درک نحوه کار، مثال زیر مفید است. شکل ۱ نمونه ای از فضای برداری دوبعدی است و تعدادی نمونه از این فضا ترسیم شده است. می‌توان ایده ای را مطرح کرد که بجای بیان هر نقطه مثل P با مختصات (x , y) ، می‌توان تصویر نقاط را روی خطی مثل AX + BY + C = 0 پیدا کرده و موقعیت هر نقطه را روی این خط پیدا کرده و بعنوان تنها مشخصه P استفاده کنیم. این تبدیل باید طوری باید باشد که بتواند بیشترین تفاوت بین این نقاط را حفظ کند که از نظر آماری معادل واریانس بیشینه نقاط در فضای جدید است. می‌توان با استفاده از معادلات زیر ، خط مورد نظر بدست آورد:

فرض کنید که مختصات نقاط در فضای فعلی بصورت (xi,yi) باشد و تبدیل یافته آن در فضای جدید ti باشد $p'_i(x'_i, y'_i)$ و $p_i(x_i, y_i)$ نقاط تبدیل شده و اولیه هستند.

$$\begin{cases} a_0 x + b_0 y + c_0 = 0 \\ a_0 x'_i + b_0 y'_i + c_0 = 0 \\ \dfrac{y'_i - y_i}{x'_i - x_i} = \dfrac{y_i - y}{x_i - x} \\ \dfrac{y'_i - y_i}{x'_i - x_i} = \dfrac{b_0}{a_0} \\ Maximize \quad (S^2(t_i)) \end{cases}$$

معادلات خط مورد نظر(خطی که باید نقطه ها روی آن نگاشت شوند) و خط عمود بر آن با پارامترهای (x,y,x',y') و با ثابتهای (a0, b0, c0) مشخص شده‌اند.

خطی را که از این طریق بدست می‌آید، عنصر یا جزء اصلی فضای برداری می‌گویند. این مفهوم را می‌توان به بردارها نیز گسترش داد. . در یک فضای برداری با K بردار $(V_1,V_2,\ldots,V_K)$ ابتدا میانگین همه بردارها (V_m) محاسبه می‌شود. سپس تفاوت تمام بردارها،با با بردار میانگین ، V'_I محاسبه شده و ماتریسی مثل D را تشکیل می‌دهد که ستونهای آن دربردارنده V'_I هاست. بر این اساس ماتریس C را چنین می‌توان تشکیل داد:

$$\mathbf{C = DD^T} \qquad ۵$$

که D^T ترانهاده ماتریس D باشد. (در معادله بالا D برداری ستونی است) .
در آمار مفهوم کوواریانس برای دو متغیر تصادفیx و y چنین تعریف می‌شود:

$$Cov(x, y) = E\{ (x - E(x)) (y - E(y)) \} \text{ و } E(x) = \Sigma\, x\, p(x) \qquad ۶$$

که در آن $p(x)$ احتمال متغیر تصادفی x بوده و Σ روی کل دامنه x اعمال می‌شود.$E(x)$ را نیز امید ریاضی متغیر تصادفی x می‌گویند.

با جایگذاری xi و xj به جای x و y در رابطه ۶ به رابطه زیر می‌رسیم که بیانگر یک درایه ماتریس کوواریانس است. این رابطه همان رابطه ۵ به بیان آمار و اصطلاحات آماری است. و از این نظر مهم است که با استفاده از دیگر مفاهیم آماری و ارتباط آنها، رابطه ۵ بآسانی قابل محاسبه است.

$$C_{ij} = E\{(X_i - E(X_i))(X_j - E(X_j))\} \qquad ۷$$

از آنجاییکه هر ماتریس NxN حداکثر N مقدار ویژه متمایز ومتناظر با این هرکدام از این مقادیر تنها یک بردار ویژه دارد، اجزائ اصلی فضای کاهش یافته حداکثر N تا خواهد بود. که در عمل معمولا $m << n$ بردار متناظر با m مقدار ویژه بزرگ انتخاب شده و نمونه ها تحت فضای متشکل از این بردارها بیان می‌شوند.[1]

[1] مطالب بیان شده در اینجا صرفا جهت کمک به درک ایده ها و مفاهیم ارائه شده در متن جزوه و مراجع آن است. مطالب کاملتر و شیواتری را می‌توان در کتابهای مقدماتی آمار و احتمال که یک نمونه از آنها در مراجع آمده است، مطالعه کرد.

پیوست پ) فیلترهای Gabor

پیش پردازش و ارتقاء تصویر از قدمهای اساسی در شناسایی الگوست. ابزارهایی که در این بخش استفاده می‌شوند، برخی کاربرد کلی نظیر حذف نویز یا تشخیص لبه دارند و برخی دیگر کاربردهای ویژه نظیر استخراج نواحی موجود به شکل یا روشنایی خاص دارند.

از این بین فیلترهای Gabor کاربردی اساسی در چند مرجع این جزوه استفاده شده که در این بخش تنها بصورت مختصر مفهوم و نحوه کار آن را توضیح می‌دهیم.

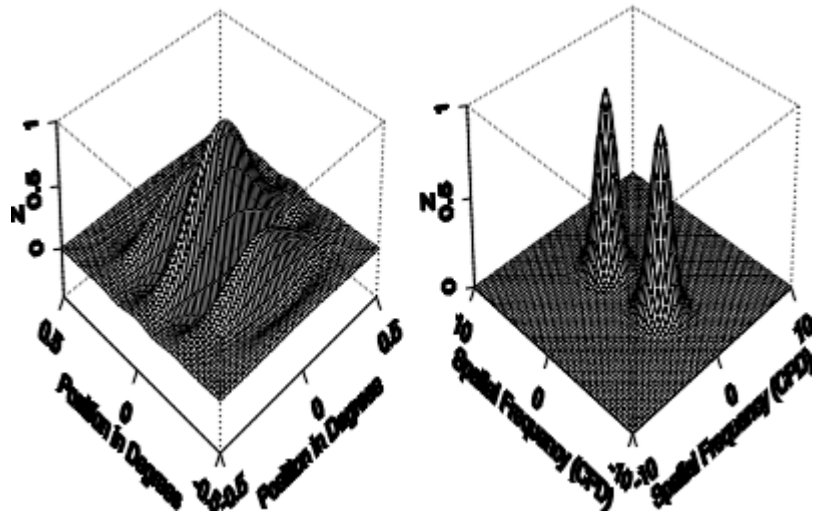
فیلتر Gabor تابعی به شکل زیر است :

$$G(x,y) = e^{-\pi[(x-x_0)^2/\alpha^2+(y-y_0)^2/\beta^2]}e^{-2\pi i[u_0(x-x_0)+v_0(y-y_0)]} \quad ۱$$

که در آن (x_0, y_0) پارامتری است که مرکز نام داردو فیلتر حول آن تعریف می‌شود. (u_0, v_0) پارامترهای Modulation هستند. این پارامترها جهت ($\theta_0 = \arctan(u_0/v_0)$ زاویه فیلتر با و فرکانس مکانی ($w_0 = (u_0^2 + v_0^2)^{1/2}$)فیلتر را تعیین می‌کنند. α و β نیز طول و عرض موثر فیلتر هستند. (که نسبت تغییر طول و عرض)

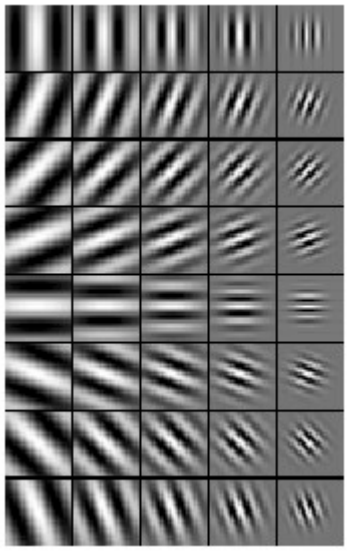
مثالی از این فیلتر با مشخصات $(x_0, y_0) = (0, 0)$ و $\beta/\alpha = ۱$ درشکل ۱ آمده است.

فیلترهای Gabor با تغییر پارامترهای بالا بصورت مناسبی برای پردازشهای مورد نظر استفاده می‌شوند.



شکل ۱ – فیلتر Gabor به مرکزیت (۰و۰) (چپ) و تبدل فوریه آن(راست)

نمونه‌هایی از فیلترهای Gabor با انداز و جهتهای مختلف در شکل ۲ آمده است.

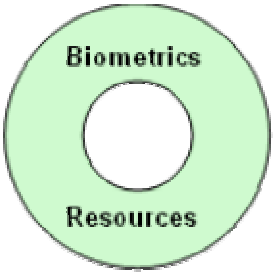


شکل ۲ – فیلترهای Gabor با اندازه و جهتهای مختلف[۴]

تبدیل فوریه فیلتر Gabor نیز به شکل معادله ۱ است.

پیوست ت) درباره CD

نشر الکترونیک ره‌آورد تکنولوژی امروز در جهت اشتراک آموزه هاست. آسانی انتقال تکسیر و امکان بروزرسانی و ارائه نسخه های جدیدتر مطالب تولید شده در قالب الکترونیکی، ما را به سمت این تکنولوژی رهنمون می سازد. از طری دیگر این تکنولوژی همسوی فرایندهای اتوماسیون اطلاعاتی نظیر ساخت سیستمهای اطلاعاتی و فهرست بندی آنهاست. بدین سبب و در جهت استفاده از مواهب این فناوری، نسخه الکترونیک سمینار و مراجع آن نیز به همراه نسخه مکتوب عرضه می گردد که در ادامه با مشخصات آن اشنا می شوید.



به همراه این سمینار ، یک عدد CD حاوی متن کامل سمینار و تعداد زیادی از مراجع ارائه شده است. هدف من از تهیه این CD تسهیل و تسریع کار محققان آتی و انتشار و استفاده راحتتر مطالب ارائه شده است.

فهرست محتویات CD بدین شرح است:

الف: متن کامل سمینار

ب : متن کامل برخی منابع استفاده شده

ج : نرم افزارهای جانبی شامل Adobe Acrobat ، GS Viewer ، Babylon Dictionary و...

برای استفاده از CD کافی است آن را در دیسک گردان مخصوص CD-ROM بگذارید و منتظر باشید! برنامه خودکاری اجرا شده و شما را راهنمایی خواهد کرد. اگر این برنامه اجرا نشد، کارهای زیر را انجام دهید:

۱. My Computer را با دوبار کلیک باز کنید.
۲. روی دیسک گردان مخصوص CD راست کلیک کنید و Auto Play را انتخاب کنید. برنامه راهنما اجرا خواهد شد.

هرگونه پرسش یا پیشنهاد خود را به نشانی زیر بفرستید:

mansoorm@modares.ac.ir