

سیستم تشخیص هویت عنیبه با استفاده از منطق فازی

سیده الهام وفايي¹، دکتر حسین سلیمانی²

¹دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ملایر، گروه فنی و مهندسی کامپیوتر، ملایر، ایران e.vafaeii@gmail.com

²دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ملایر، گروه فنی و مهندسی کامپیوتر، ملایر، ایران hsoleimani54@gmail.com

چکیده

طراحی سیستم تشخیص هویت مبتنی بر آنالیز تصاویر عنیبه شامل مراحل قطعه بندی، نرمال سازی، بهبود کیفیت، استخراج ویژگی و تطابق است که استفاده از روشی موثر در قطعه بندی و استخراج ویژگی نقش مهمی در سرعت سیستم دارد. در این مقاله برای افزایش سرعت آشکارسازی مرزهای عنیبه از تئوری فازی استفاده شده است که از توابع عضویت فازی برای انتخاب نقاط لبه استفاده می کند. برای افزایش سرعت استخراج ویژگی نیز از روش ویولت استفاده شده است. در این مقاله روش جدیدی برای لبه یابی تصویر عنیبه با استفاده از منطق فازی ارائه شده است. برای انجام مراحل کار و تشخیص صحیح از تصاویری باید استفاده شود که در محیطی مناسب، مانند نور و فاصله دوربین برای آن ها فراهم شده باشد به همین منظور از پایگاه داده CASIA استفاده نموده ایم. نتایج تجربی حاصل از طریق مقایسه نشان می دهد که روش پیشنهادی روشی کارآمد است و دقت تشخیص هویت آن ۹۷,۵۳٪ می باشد.

کلمات کلیدی

آشکارسازی لبه، تئوری فازی، تشخیص هویت، شناسایی عنیبه

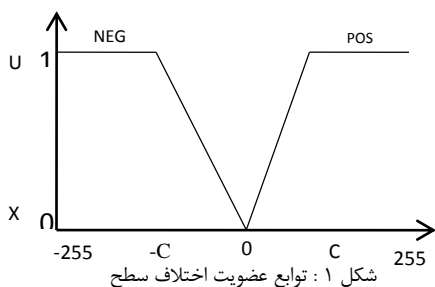
۱- مقدمه

این ویژگی ها باعث می شوند که عنیبه به عنوان بافتی مناسب برای تشخیص هویت مورد توجه محققان قرار گیرد. سیستم طبقه بندی و شناسایی افراد مبتنی بر خواص عنیبه را می توان به چهار قسمت کلی ناحیه بندی، نرمال سازی، استخراج ویژگی های منحصر به فرد و طبقه بندی الگوهای عنیبه تقسیم بندی نمود. تاکنون مطالعات فراوانی بر روی سیستم های شناسایی عنیبه انجام شده و روشهای مختلفی برای ناحیه بندی و استخراج ویژگیهای عنیبه ارائه شده است. اولین سامانه بیومتریک با استفاده از تصاویر عنیبه توسط داگمن در سال ۱۹۹۴ به ثبت رسید [1]. این سامانه بر مبنای موجک های گابور طراحی

در حال حاضر سیستم تشخیص افراد از روی عنیبه چشم دقیق ترین و قابل اعتمادترین روش برای شناسایی اشخاص می باشد. عنیبه انسان ساختاری پیچیده دارد که باعث می شود اطلاعات زیادی در بافت آن برای انجام عمل تشخیص هویت وجود داشته باشد. بافت عنیبه در دوران جنینی و در سال های آغازین تولد کامل می شود و سپس تا آخر عمر بدون تغییر باقی می ماند. عنیبه، بافتی داخلی و محافظت شده و ایزوله از محیط بیرون است که به خوبی از بیرون دیده می شود. به همین دلیل تأثیرات محیطی روی آن خیلی کم است. به علاوه از بیرون نیز قابل دسترسی است و می توان به راحتی از آن تصویربرداری کرد.

وسط را با ۸ همسایه آن محاسبه می کنیم. نام حاصل را difference system می گذاریم.

مرحله دوم: هر مقداری از d_8 به تابع NEG و POS داده می شود و برای هر کدام یک NEG و POS داریم حال با کمک آن ها R_1 تا R_8 را برای هر پیکسل حساب می کنیم.



$$\text{POS}(x) = \begin{cases} 0 & x \leq a \\ \frac{x-a}{c-a} & a < x < c \\ 1 & x \geq c \end{cases} \quad (1)$$

$$\text{NEG}(x) = \begin{cases} 1 & x \leq -c \\ \frac{x+a}{a-c} & -c < x < -a \\ 0 & x \geq -a \end{cases} \quad (2)$$

Pos توابع عضویت روشنایی است.

Neg تابع عضویت تاریکی است.

پارامتر a را برابر ۰ می گیریم.

پارامتر c را به روش maximum fuzzy entropy principle در نظر می گیریم:

- تعیین پیکسل لبه یا نویز بودن

اگر 8 تا $rule$ زیر ارضا شوند آنگاه پیکسل q یک پیکسل لبه است:

$$R_1 = (\text{Negd81} + 2 * \text{Negd82} + 2 * \text{Negd88} + 2 * \text{posd84} + \text{posd85} + 2 * \text{posd86}) / 10;$$

$$R_2 = (2 * \text{Negd84} + \text{Negd85} + 2 * \text{Negd86} + \text{posd81} + 2 * \text{posd82} + 2 * \text{posd88}) / 10;$$

$$R_3 = (2 * \text{Negd86} + \text{Negd87} + 2 * \text{Negd88} + 2 * \text{posd82} + \text{posd83} + 2 * \text{posd84}) / 10;$$

شده و دقیق ترین سامانه ای است که تاکنون در این زمینه ارائه شده است. پس از داگمن تحقیقات زیادی در زمینه بیومتریک عنبیه توسط زو [2]، تپسه [3]، وایلد [4]، لیم [5] و دیگران انجام شده و سامانه های متعددی ارائه شده اند. به عنوان مثال، لیم سامانه پیشنهادی خود را بر مبنای موجک هار طراحی کرده و برای استخراج بردار ویژگی از جزئیات قطری (HH) خروجی اعمال موجک هار بر تصویر عنبیه استفاده کرده است.

ساختار کلی مقاله به این صورت است که ابتدا در مرحله لبه یابی و قطعه بندی، مرزهای عنبیه شناسایی شده و ناحیه عنبیه جدا می شود و در قسمت نرمال سازی این ناحیه به یک نوار مستطیل شکل نگاشت می گردد. در بخش استخراج ویژگی، بردار ویژگی استخراج شده و عمل تشخیص هویت انجام می شود. نتایج تجربی کارآیی سامانه طراحی شده و عمل تطابق و کلاسنبدی صورت می گیرد.

۲- دریافت تصویر

این مرحله به عنوان اولین مرحله دارای اهمیت زیادی است. در این تحقیق از تصاویر عنبیه پایگاه داده CASIA استفاده شده است [7]. این پایگاه داده شامل ۷۵۶ تصویر متعلق به ۱۰۸ نفر می باشد که از هر نفر ۷ تصویر وجود دارد ۳ تصویر اول از هر کلاس را به عنوان تصاویر آموزش و ۴ تصویر دوم را به عنوان تصاویر تست در نظر گرفته ایم.

۳- لبه یابی

در این مقاله با استفاده از مفهوم فازی روش جدیدی برای لبه یابی ارائه شده است. در این روش یک ماسک 3×3 بر روی تصویر لغزانده می شود تا لبه های تصویر مشخص شود. در این روش ۸ همسایگی پیرامون نقطه مرکزی انتخاب شده است، که هر کدام از همسایگی ها از دو دسته تشکیل شده است. بر اساس مقایسه تفاضل مجموع مقادیر پیکسل های هر دو دسته با یک حد آستانه لبه بودن یا نبودن نقطه مرکزی ماسک مشخص می شود. یک سیستم فازی if-then rule برای تشخیص لبه پیشنهاد شده است. از maximum entropy principle در فرآیند تنظیم پارامتر استفاده شده است [6].

یکی از مهمترین مراحل لبه یابی می باشد که برای لبه یابی هر تصویر را به بلوک 3×3 تقسیم کرده و هر پیکسل از تصویر جاری که روی آن پردازش انجام می شود را Q می گویند.

مرحله اول: اختلاف Q را با ۸ همسایه کناری آن بدست می آوریم. ابتدا تصویر را به بلاک های 3×3 تقسیم می کنیم. و مقدار اختلاف پیکسل

پیوسته بودن آن ارائه شده است که اگر صادق باشد دیگر نویز نیست و یک لبه است.

$$\text{Rule9 : } R_9(Q) = R_1(Q) \cap ((R_1(3) \cup R_5(3) \cup R_7(3)) \cap_1 (R_2(3) \cup R_3(3) \cup R_4(3) \cup R_6(3) \cup R_8(3))) \cap ((R_1(7) \cup R_5(7) \cup R_7(7)) \cap_1 (R_2(7) \cup R_3(7) \cup R_4(7) \cup R_6(7) \cup R_8(7)))$$

$$\text{Rule10: } R_{10}(Q) = R_2(Q) \cap ((R_2(3) \cup R_6(3) \cup R_8(3)) \cap_1 (R_1(3) \cup R_3(3) \cup R_4(3) \cup R_5(3) \cup R_7(3))) \cap ((R_2(7) \cup R_6(7) \cup R_8(7)) \cap_1 (R_1(7) \cup R_3(7) \cup R_4(7) \cup R_5(7) \cup R_7(7)))$$

$$\text{Rule11: } R_{11}(Q) = R_3(Q) \cap ((R_3(5) \cup R_5(5) \cup R_8(5)) \cap_1 (R_1(5) \cup R_2(5) \cup R_4(5) \cup R_6(5) \cup R_7(5))) \cap ((R_3(1) \cup R_5(1) \cup R_8(1)) \cap_1 (R_1(1) \cup R_2(1) \cup R_4(1) \cup R_6(1) \cup R_7(1)))$$

$$\text{Rule12: } R_{12}(Q) = R_4(Q) \cap ((R_4(5) \cup R_6(5) \cup R_7(5)) \cap_1 (R_1(5) \cup R_2(5) \cup R_3(5) \cup R_5(5) \cup R_8(5))) \cap ((R_4(1) \cup R_6(1) \cup R_7(1)) \cap_1 (R_1(1) \cup R_2(1) \cup R_3(1) \cup R_5(1) \cup R_8(1)))$$

$$\text{Rule13: } R_{13}(Q) = R_5(Q) \cap ((R_1(2) \cup R_3(2) \cup R_5(2)) \cap_1 (R_2(2) \cup R_4(2) \cup R_6(2) \cup R_7(2) \cup R_8(2))) \cap ((R_1(6) \cup R_3(6) \cup R_5(6)) \cap_1 (R_2(6) \cup R_4(6) \cup R_6(6) \cup R_7(6) \cup R_8(6)))$$

$$\text{Rule14: } R_{14}(Q) = R_6(Q) \cap ((R_2(2) \cup R_4(2) \cup R_6(2)) \cap_1 (R_1(2) \cup R_3(2) \cup R_5(2) \cup R_7(2) \cup R_8(2))) \cap ((R_2(6) \cup R_4(6) \cup R_6(6)) \cap_1 (R_1(6) \cup R_3(6) \cup R_5(6) \cup R_7(6) \cup R_8(6)))$$

$$\text{Rule15: } R_{15}(Q) = R_7(Q) \cap ((R_1(4) \cup R_4(4) \cup R_7(4)) \cap_1 (R_2(4) \cup R_3(4) \cup R_5(4) \cup R_6(4) \cup R_8(4))) \cap ((R_1(8) \cup R_4(8) \cup R_7(8)) \cap_1 (R_2(8) \cup R_3(8) \cup R_5(8) \cup R_6(8) \cup R_8(8)))$$

$$\text{Rule16: } R_{16}(Q) = R_8(Q) \cap ((R_2(4) \cup R_3(4) \cup R_8(4)) \cap_1 (R_1(4) \cup R_4(4) \cup R_5(4) \cup R_6(4) \cup R_7(4))) \cap$$

$$((R_2(8) \cup R_3(8) \cup R_8(8)) \cap_1 (R_1(8) \cup R_4(8) \cup R_5(8) \cup R_6(8) \cup R_8(8)))$$

$$R_4 = (2 * \text{Negd}82 + \text{Negd}83 + 2 * \text{Negd}84 + 2 * \text{posd}86 + \text{posd}87 + 2 * \text{posd}88) / 10;$$

$$R_5 = (\text{Negd}81 + \text{Negd}87 + 2 * \text{Negd}88 + \text{posd}83 + 2 * \text{posd}84 + \text{posd}85) / 8;$$

$$R_6 = (\text{Negd}83 + 2 * \text{Negd}84 + \text{Negd}85 + \text{posd}81 + \text{posd}87 + 2 * \text{posd}88) / 8;$$

$$R_7 = (\text{Negd}81 + 2 * \text{Negd}82 + \text{Negd}83 + \text{posd}85 + 2 * \text{posd}86 + \text{posd}87) / 8;$$

$$R_8 = (\text{Negd}85 + 2 * \text{Negd}86 + \text{Negd}87 + \text{posd}81 + 2 * \text{posd}82 + \text{posd}83) / 8;$$

R1	<table border="1"><tr><td>?</td><td>۴</td><td>۵</td></tr><tr><td>2</td><td>Q</td><td>6</td></tr><tr><td>1</td><td>8</td><td>?</td></tr></table>	?	۴	۵	2	Q	6	1	8	?	<table border="1"><tr><td>?</td><td>4</td><td>5</td></tr><tr><td>2</td><td>Q</td><td>6</td></tr><tr><td>1</td><td>8</td><td>?</td></tr></table>	?	4	5	2	Q	6	1	8	?	R2
?	۴	۵																			
2	Q	6																			
1	8	?																			
?	4	5																			
2	Q	6																			
1	8	?																			
R3	<table border="1"><tr><td>3</td><td>4</td><td>?</td></tr><tr><td>2</td><td>Q</td><td>6</td></tr><tr><td>?</td><td>8</td><td>7</td></tr></table>	3	4	?	2	Q	6	?	8	7	<table border="1"><tr><td>3</td><td>4</td><td>?</td></tr><tr><td>2</td><td>Q</td><td>6</td></tr><tr><td>?</td><td>8</td><td>7</td></tr></table>	3	4	?	2	Q	6	?	8	7	R4
3	4	?																			
2	Q	6																			
?	8	7																			
3	4	?																			
2	Q	6																			
?	8	7																			
R5	<table border="1"><tr><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr><tr><td>?</td><td>Q</td><td>?</td></tr><tr><td>1</td><td>8</td><td>7</td></tr></table>	3	4	5	?	Q	?	1	8	7	<table border="1"><tr><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr><tr><td>2</td><td>Q</td><td>6</td></tr><tr><td>1</td><td>8</td><td>7</td></tr></table>	3	4	5	2	Q	6	1	8	7	R6
3	4	5																			
?	Q	?																			
1	8	7																			
3	4	5																			
2	Q	6																			
1	8	7																			
R7	<table border="1"><tr><td>3</td><td>?</td><td>5</td></tr><tr><td>2</td><td>Q</td><td>6</td></tr><tr><td>1</td><td>?</td><td>7</td></tr></table>	3	?	5	2	Q	6	1	?	7	<table border="1"><tr><td>3</td><td>?</td><td>5</td></tr><tr><td>2</td><td>Q</td><td>6</td></tr><tr><td>1</td><td>?</td><td>7</td></tr></table>	3	?	5	2	Q	6	1	?	7	R8
3	?	5																			
2	Q	6																			
1	?	7																			
3	?	5																			
2	Q	6																			
1	?	7																			

شکل ۲: پیکسل به صورت بلوک ۳×۳

با استفاده از قوانین بالا لبه های تصاویر با ۸ حالت R1 تا R8 بدست می آید.

که در آنها:

$$\text{DIF}_{\text{gray}(Q,i)} = \text{gray}(i) - \text{gray}(q) \quad (3)$$

اگر ۸ قانون بالا برای پیکسل q صادق باشد امکان دارد q یک نویز یا یک لبه باشد. برای اینکه تشخیص داده شود که لبه است ۸ قانون زیر برای

پایگاه تصاویر به کار رفته در این مقاله مربوط به پایگاه تصاویر CASIA می باشد. با توجه به اینکه این تصاویر از تمام ناحیه چشم گرفته شده اند باید ابتدا نواحی مربوط به عنبیه شناسایی و جدا شوند و پردازش های بعدی روی این ناحیه انجام شود.

• بدست آوردن مرکز مردمک

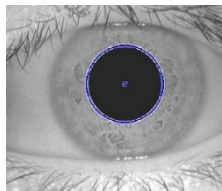
ابتدا مرکز مردمک را به دست می آوریم و سپس با استفاده تعداد نقاط مرکزی بدست آمده در تصویر را شمارش کرده در صورتی که تعداد مرکزهای بدست آمده در تصویر یک باشد بنابراین مردمک است.

• بدست آوردن شعاع مردمک

شعاع عنبیه را از هر طرف چپ و راست، بالا و پایین بدست می آورد. به این دلیل این کار صورت می گیرد که ممکن است شعاع های مردمک در هر سمت یکسان نباشند.

• تعیین مرز مردمک

اکنون با شعاع های بدست آمده دور مرکز مردمک و مرز بیرونی مردمک دایره ای به رنگ آبی با دستورات زیر کشیده می شود.



شکل ۴: تعیین مرز مردمک

• بدست آوردن مرکز عنبیه

به دلیل اینکه عنبیه با مردمک هم مرکز نمی باشد برای بدست آوردن مرکز عنبیه ابتدا از مرکز مردمک به سمت راست یا متغیر r_2 به جلو حرکت می کنیم و یکبار از سمت چپ با متغیر r_1 حرکت می کنیم.

• بدست آوردن شعاع عنبیه

برای بدست آوردن شعاع عنبیه ابتدا $th=30$ (یک حد با مقدار ۳۰) را تعریف می کنیم سپس به اندازه $radius + th$ به جلو حرکت می کنیم. تا به ۷۱ برسیم اگر رسید که دیگر به جلوتر نمی رود آنگاه عدد بدست آمده بعد از $radius+th$ را با شعاع مردمک جمع نموده بنابراین شعاع عنبیه به دست می آید.

بعد از اینکه مقادیر r_1 تا r_{16} برای q محاسبه شد نوبت به defuzzify کردن آن با استفاده از centroid defuzification و بلاک 3×3 همسایگی آن است.

مراحل فازی و دی فازی کردن به دلیل انجام نشدن پردازش سخت افزار فازی است. بنابراین کد کردن داده تصویر و دیکد کردن نتایج مراحل فازی است. امکان پردازش کردن تصویر را با تکنیک های فازی فراهم می سازد. الگوریتم تعیین لبه بودن پیکسل Q :

$$\text{محاسبه } (i = 1, \dots, 8)$$

$$\text{gray_Dif}(I) = \text{Gray}(I) - \text{Gray}(Q) \quad (۴)$$

نتایج حاصل را با توابع pos و neg فازی می کنیم سپس R_1 تا R_8 را برای هر کدام محاسبه می کنیم.

$$\mu(q) = \max\{R_j(q), j = 9, \dots, 16\} \quad (۵)$$

$$T = \max((0.8 \times z^* + 0.2 \times \mu_{\max}), \mu_{\text{local}}) \quad (۶)$$

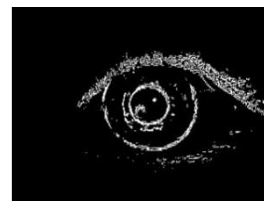
که μ_{\max} ماکزیمم مقدار عضویت در تمام پیکسل ها می باشد.

و μ_{local} میانگین مقدار عضویت همسایگی های هشتگانه پیکسل می باشد.

Defuzzify کردن نتیجه و:

$$Q \text{ is } \begin{cases} \text{edge pixel} & \mu(q) \geq T \\ \text{non-edge pixel} & \text{otherwise} \end{cases} \quad (۷)$$

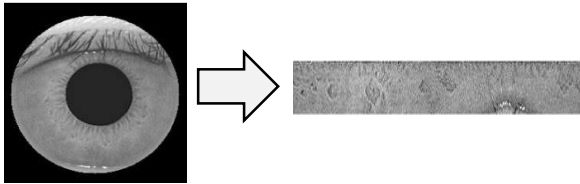
بر روی شکل آزمایش انجام شد که نتایج آن در شکل نشان داده شده است.



شکل ۳: پس از لبه یابی با منطق فازی

• بدست آوردن مرز عنیبه

در این مرحله از نوار کشی (rubber sheet) داگمن استفاده شده است [8].



شکل ۷: تعیین مرز عنیبه

۶- استخراج ویژگی

پس از پیدا کردن مرزهای داخلی و خارجی عنیبه و نگاشتن این ناحیه به یک نوار مستطیلی از نوار بدست آمده یک بردار ویژگی استخراج کنیم. که این بردار ویژگی باید به گونه ای باشد که از ویژگی های منحصر به فرد بافت عنیبه استفاده کرده و برای هر فرد با فرد دیگر تفاوت داشته باشد. بردار به دست آمده فقط باید اطلاعات مهم موجود در بافت عنیبه را کند که بتوان مقایسه بین تصویر ورودی و کدهای ذخیره شده را با موفقیت انجام داد.

تبدیل گابور و موجک هار هر دو به عنوان موجک مادر شناخته می شوند. از این دو موجک برای استخراج ویژگی از تصاویر عنیبه بسیار استفاده می شود. در روش ارائه شده توسط از فیلتر کردن چند بعدی عنیبه یک کد 87 تایی از اعداد بین 1 و -1 به دست می آید چون خروجی موجک هار بدین گونه است. سپس با توجه به علامت این اعداد آن هایی که مثبت هستند با +1 و بقیه با صفر جایگزین می شود [9].

$$\text{If Coef (i) } \geq 0 \text{ then Coef (i) = 1} \quad (8)$$

$$\text{If Coef (i) } < 0 \text{ then Coef (i) = 0} \quad (9)$$

با توجه به نتایج تولید شده توسط تبدیل گابور و موجک هار موفقیت شناسایی به کمک موجک هار بهتر از موجک گابور است.

۷- کلاسبندی و تطابق

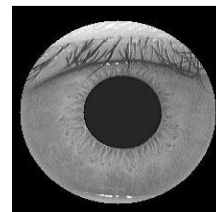
بعد از بدست آوردن کد تصویر ورودی با کد تک تک تصاویر موجود در پایگاه داده با استفاده از معیار فاصله همینگ مقایسه می شود و از روی میزان شباهت دو کد، عمل کلاسبندی انجام می شود. معیار اندازه گیری فاصله همینگ مبین تعداد بیت هایی است که بین دو کد مقایسه شونده به هم شبیه نیستند. استفاده از فاصله همینگ برای مقایسه

مهمترین و پیچیده ترین قسمت مرحله قطعه بندی پیدا کردن مرز خارجی عنیبه (مرز بین عنیبه و صلیبه) می باشد، زیرا اولاً مرز کاملاً مشخصی در این ناحیه وجود ندارد و مرز موجود به صورت پخش شده است، ثانیاً مرزهای دیگری در تصویر چشم وجود دارند که در آن ها تغییرات شدت نور بسیار زیاد است در نتیجه هر روشی که بتواند مرز ضعیف ناحیه خارجی عنیبه را تشخیص دهد به طور قطع این لبه ها نیز در آن ظاهر خواهند شد و چون هم تعداد این نقاط لبه ناخواسته زیاد است و هم دارای شکل های منظم و مشابه خود مرز خارجی عنیبه هستند. بنابراین در مرحله جداسازی مرز خارجی عنیبه باید روشی ارائه شود که بتواند نقاط لبه ناخواسته را تشخیص داده و آن ها را حذف کند.



شکل ۵: تعیین مرز مردمک

تابع CropC: به وسیله این تابع با توجه به مرکز تصویر و شعاع عنیبه بدست آمده از هر طرف 80 سطر و 80 ستون کنار گذاشته می شود به وسیله این کار قسمتی از اطلاعات تصویر که نیازی به آن ها نیست مانند ابرو، قسمتی از پلک و قسمتی از مژه و... حذف می گردند.



شکل ۶: حذف نواحی اضافی از تصویر

سپس بقیه مراحل بر روی تصویر Crop شده انجام می پذیرد.

۵- نرمال سازی

پس از اینکه قطعه بندی تصویر عنیبه به طور دقیق از تصویر چشم انجام شد، مرحله بعدی انتقال تصویر عنیبه به حالتی است که دارای ابعاد ثابت بوده و قابلیت مقایسه بین تصاویر مختلف را داشته باشد برخی از عوامل باعث ایجاد تغییرات در عنیبه شده که باعث اختلال در تطابق بین عنیبه ها می شود.

مراجع

- [1] J.Daugman, "Biometric personal identification system based on iris analysis." US. Patent No. 5291.560 issued March I. 1994
- [2] Y. Zhu. T. Tan and Y. Wane. "Biometric personal Identification based on iris patterns", Proc. 15th Int.
- [۳] Tisse et al., "Person Identification technique using Human iris recognition", Proc.15th int. Conf. on Pattern Recognition, Calgary, Canada, 2002.
- [4] R.P. Wildes, "Iris recognition: An emerging Biometric technology," Proceedings of the IEEE, vol.85, pp.1348-1363, Sept. 1997. [11] R.P. Wildes, "Iris recognition: An emerging Biometric technology," Proceedings of the IEEE, vol.85, pp.1348-1363, Sept. 1997.
- [5] S. Lim et al., "Efficient iris recognition through Improvement of feature vector and classifier", ETRI J., Val 23, pp. 61-70, 2001
- [6] Liming Hu, H.D. Cheng, Ming Zhang, "A high performance edge detector based on fuzzy inference rules", April 2007
- [7] J. Daugman, "Statistical Richness of Visual Information: Update on recognizing persons by Iris Patterns," *International Journal on Computer Vision*, Vol.45, No.1, 2001, pp.25-38.
- [8] J.Daugman, "Biometric personal identification system based on iris analysis." US. Patent No. 5291.560 Issued March I. 1994
- [9] D.houdhary, Sh.Tiwari and A.K.Singh," A Survey: Feature Extraction Methods for Iris Recognition", Volume 2 Issue 6 (November 2012)

دو الگو در سامانه تشخیص هویت بر اساس تصاویر عنبیه می تواند به ما بیان کند که آیا دو کد تولید شده از دو تصویر متعلق به یک چشم هستند یا نه.

برای مقایسه دو کد، مانند X و Y فاصله همینگ به صورت مجموع تفاوت های مقدار دو بیت X و Y یا به عبارت دیگر مجموع عملگر XOR دو کد X و Y به ازای تمامی عناصر موجود در آن ها است. رابطه فاصله همینگ به صورت زیر است:

$$HD = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N X_i \oplus Y_i \quad (10)$$

فاصله همینگ یک معیار اندازه گیری مناسب در کدهای باینری می باشد هر ناحیه عنبیه می تواند یک بافت منحصر به فرد به صورت کد چند بیتی تولید کند که مستقل از کد تولید شده توسط عنبیه دیگر باشد. برای کلاسبندی داده ها از K نزدیکترین همسایه (KNN) استفاده شده است. به این صورت که K تا از تصاویری که فاصله آن ها کمتر از بقیه می باشد را در یک گروه قرار می دهیم.

جمع بندی

در این مقاله به منظور ارزیابی روش پیشنهادی، یک سیستم تشخیص هویت طراحی شد. در این سیستم، ابتدا پیش پردازشهای لازم بر روی تصاویر عنبیه اعمال شد و مرزهای مردمک و عنبیه با توجه به مرکز آن ها بدست آمد و سپس از ناحیه عنبیه ویژگی هایی با روش ویولت استخراج گردید این ویژگی ها به عنوان داده های آموزشی به شبکه داده شد و یکسری تصاویر باینری بدست آمد که به عنوان کد ویژگی عنبیه در نظر گرفته شد و نهایتاً کد تصویر ورودی با کد تک تک تصاویر موجود در پایگاه داده با استفاده از معیار فاصله همینگ مقایسه شد و از روی میزان شباهت دو کد با روش نزدیکترین همسایه کلاسبندی داده ها انجام شد و تشخیص هویت صورت گرفت. نتایج حاصل نشان می دهد که استفاده از تئوری فازی در آشکارسازی لبه تصاویر عنبیه باعث افزایش سرعت و دقت فرایند پردازش می گردد.