



دومین کنفرانس ملی مهندسی برق ایران - دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد - 5 و 6 اسفند ماه 1388

ارزیابی تغییرات سطح استرس با استفاده از تصویر برداری حرارتی چهره

امین درخشان⁽¹⁾ - محمدعلی خلیل زاده⁽²⁾ - مهدی آذرنوش⁽³⁾ - امین محمدیان⁽³⁾

(1) دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مشهد
aminderakhshan@ieee.org
makhailizadeh@mshdiau.ac.ir
m_azarnoosh@mshdiau.ac.ir
(2) پژوهشکده پردازش هوشمند علائم
mohammadian@rcisp.ac.ir

خلاصه: میزان گردش خون محیطی توسط سیستم اعصاب خودکار تنظیم می‌شود. بر اثر استرس، اضطراب، ترس و تشویش در افراد و فعالیت سیستم اعصاب خودکار، میزان جریان خون اطراف چشم افزایش پیدا می‌کند. با تغییر جریان خون در سطح بدن دمای آن ناحیه تغییر خواهد کرد که این تغییرات در سطح پوست و تشعشع حرارتی کاملاً مشهود است. تشعشع ناشی از این حرارت در دو باند متوسط مادون قرمز (3 تا 5 میکرو متر) و باند بالای مادون قرمز (8 تا 12 میکرو متر) منتشر می‌شود. بنابراین می‌توان به کمک تصویربردارهای مادون قرمز، تصاویر دو بعدی از تغییرات حرارت سطح صورت تهیه کرد و با تحلیل این تغییرات در ناحیه دور چشم به وجود استرس پی برد. فوایدی در استفاده از این روش وجود دارد که قابلیت حمل و نصب در مکان‌های مختلف، غیر تماسی بودن و عدم نیاز به اطلاع شخص از جمله این موارد هستند. همچنین می‌توان در کنار دیگر روش‌ها و به صورت تکمیلی این روش به کار گرفته شود. در این مقاله نتیجه تحقیق حاصل از اندازه‌گیری تغییرات سطح استرس با این روش ارائه می‌شود. آزمایش بر روی 6 نفر و هر نفر 4 بار در طول زمانی 2 دقیقه انجام شده است. از تکنیک اوج تنش POT استفاده شده است. تصویربردار حرارتی مورد استفاده دارای حساسیت دمایی 0/1 درجه سانتیگراد است و در هر ثانیه تا 30 فریم قابلیت برداشت تصویر را دارد. نتایج نشان می‌دهد که دمای ناحیه دور چشم ناشی از استرس افزایش معناداری پیدا می‌کند. دقت تشخیص بدست آمده 77.9 درصد می‌باشد.

کلمات کلیدی: استرس، تصویربرداری حرارتی، چهره، پلی گرافی

1 - مقدمه

تغییرات حرارت سطح صورت تهیه کنند. تحقیقات نشان داده است که تغییرات ناشی از استرس در جریان نزدیک چشم افراد مشهود است. بنابراین تغییر جریان خون در صورت اشخاص به دلیل استرسهای هیجانی می‌تواند از طریق عکس برداری حرارتی تشخیص داده شود. فوایدی در استفاده از این روش وجود دارد. قابلیت حمل و نصب در مکان‌های مختلف، محدود نبودن پروتوکول آزمون به مقدار دروغ سنجی کلاسیک، غیر تماسی بودن و عدم نیاز به اطلاع شخص از جمله این موارد هستند. همچنین می‌توان در کنار دیگر روش‌ها و به صورت تکمیلی این روش به کار گرفته شود.

با ایجاد اضطراب، ترس و تشویش در افراد آدرنالین ماده تنظیم کننده جریان خون افزایش پیدا می‌کند در نتیجه جریان خون تغییر می‌کند با تغییر جریان خون در سطح بدن دمای سطح پوست تغییر خواهد کرد این تغییرات در سطح پوست صورت کاملاً مشهود است. (آنجا که پوست بدن نازکتر است) سطح پوست در نتیجه این حرارت در دو باند مادون قرمز نزدیک (3 تا 5 میکرو متر) و باند مادون قرمز دور (8 تا 12 میکرو متر) نور مادون قرمز انتشار می‌دهد. بنابراین دوربینهای مادون قرمز در این رنج می‌توانند تصاویر دو بعدی از

(Near Infrared) ، میانی (Mid Infrared) و دور (Far Infrared) تقسیم می‌کند.[3]

این روش با توجه به مزایای آن نظیر غیر تماسی بودن، امروزه مورد توجه قرار گرفته است. در این تحقیق به دنبال ثبت همزمان روشهای پلی گرافی کلاسیک و ترموگرافی چهره به منظور کاهش خطای تشخیص استرس و همچنین مقایسه تغییرات در سیگنال های مختلف فیزیولوژیکی بدن در هنگام وقوع استرس هستیم. استرس در این تحقیق در دو سطح بدون استرس و با استرس مورد توجه است.

تا کنون تحقیقات متعددی مبتنی بر این روش به اجرا گذاشته شده است و نتایج نشانگر کارایی نسبی این روش می‌باشد. یکی از تحقیقات [2] تلفیق این روش با روش سنتی دروغ سنجی را گزارش کرده و مدعی شده است که جواب قابل قبولی (صحت 84 درصد) بر روی 18 سوژه داشته است. این تحقیق با استفاده از سناریو جرم ساختگی و تکنیک ZCT انجام شده است. اهدافی که در مقاله بدانها اشاره شده عبارتند از: شناسایی پتانسیل های دمایی چهره، چگونگی ارتباط بین دما و تغییرات سایکوفیزیولوژیکی بدن و تقویت اعتبار سیگنال های حرارتی برای دیگر کاربردها.

مهمترین و جدیدترین تحقیق مطرح تا امروز که توسط گروهی از محققین از چند مرکز ارائه شده است [1,6]، میزان کارایی تشخیص افراد دروغگو از غیردروغگو را 87/2٪ برای 39 نمونه بیان کرده است. او داده ها به دو دسته دروغ و غیر دروغ تقسیم بندی می کند بنابراین سیستم تصمیم گیری پروژه یک سیستم دوسطحی است. الگوریتم شناسایی الگو نیز الگوریتم طبقه بندی باینری است. بدین صورت که شیب تغییرات از قبل از پرسیدن سوال تا پس از پاسخ سوژه استخراج می شود و با محاسبه حد آستانه، چنانچه این شیب از آستانه تعیین شده بیشتر باشد فرد دروغگو و اگر کمتر باشد فرد راستگو طبقه بندی می شود. در مقاله آمده است که برای محاسبه آستانه از الگوریتم آستانه گذاری اوتسو [2] استفاده شده است. همچنین در ادامه فعالیت تحقیقاتی، پاولیدیس و همکارانش زمینه کاری خود را تشخیص استرس با هدف استفاده در سیستم های تعامل انسان و کامپیوتر (HCI) و بیوفیدبک متمرکز کردند. [5,7,8,10] بدین صورت که سوژه بدون قرار گرفتن در یک حالت خاص روحی- روانی بصورت پیوسته مورد آزمون استرس سنجی قرار گیرد و در لحظاتی که استرس او افزایش می یابد مطلع شود و سعی در کاهش این استرس داشته باشد.

در این تحقیق با انجام تست POT بر روی 6 سوژه از سیگنال های پلی گرافی و حرارتی، ویژگی های لازم استخراج و در دو کلاس با

سیستم اعصاب خودکار که شامل دو سیستم عصبی سمپاتیک و پاراسمپاتیک است، بخشی از دستگاه عصبی است که عملکرد های درون بدن را کنترل می کند. بارزترین ویژگی های این دستگاه عصبی اتونوم، سرعت و شدت آن در تغییر عملکردهای احشایی است. مثلاً این دستگاه می تواند سرعت ضربان قلب را در عرض 3 تا 5 ثانیه و فشار شریانی را در عرض 10 تا 15 ثانیه دوبرابر نماید. دستگاههای پلی گراف دروغ سنجی نیز بر اساس همین تغییرات بسیار سریع احساسات درونی فرد را مانیتور می کنند. در شرایط عادی (حالت بدون استرس)، بدن در حالت Rest or Digest قرار می گیرد که دستگاه پاراسمپاتیک سرعت ضربان قلب را کاهش می دهد و فشار خون را پایین می آورد، در حالی که حرکات ماهیچه های معده و روده را افزایش می دهد. این در حالی است که شرایط استرس زای شدید دستگاه فعال شده و بدن در حالت جنگ یا گریز قرار گرفته و باعث افزایش تعداد ضربانهای قلب و تعداد نفس کشیدن می شود، حرکات ماهیچه های معده را کند می کند و رگهای خونی را منقبض و فشارخون را بالا می برد. پلی گرافی روشی است که واکنش های روانی-فیزیولوژیکی مربوط به حالت های عصبی از جمله شدت تنفس، تغییرات نرخ ضربان قلب (HRV)، فشار خون (BP)، مقاومت الکتریکی پوست (GSR) و فوتو پلتیسموگراف (PPG) را ثبت می کند. از این روش در تشخیص استرس و دروغ سنجی استفاده می شود. همچنین در این حالت خون رسانی به بعضی از اندامها نظیر چشم بیشتر شده که باعث افزایش دمای آن نواحی می شود. دلیل این مساله نیز اینست که چشم در چنین مواقعی نیاز به حرکت سریع و لحظه ای دارد و این حرکت خون و انرژی بیشتری را می طلبد. این تغییرات دمایی را می توان با استفاده از تصویر برداری حرارتی چهره که توسط دوربین های پیشرفته حرارتی قابل دریافت است، به ثبت رساند. این تغییرات موید وجود استرس در سوژه است.

سیستمهای تصویر بردار حرارتی، سیستمهای غیر فعال می باشند، که در ناحیه مادون قرمز طیف الکترومغناطیسی کار می کنند. این سیستمها از تابشی که از خود اجسام ساطع می گردد برای تصویر برداری استفاده می کنند. همانطور که می دانیم اجسام از خود امواج الکترومغناطیسی ساطع می کنند که طیف پیوسته ای را می پوشاند و طول موج پیک و میزان توان گسیلی آن به دمای جسم بستگی دارد و طبق قانون پلانک هر جسمی که دمایش بالاتر از صفر مطلق باشد (273 - درجه سانتیگراد)، انرژی از خود ساطع می کند. مادون قرمز بخشی از طیف الکترومغناطیسی است که دارای طول موجی بین (760 - 1 mm) می باشد. معمولاً مادون قرمز را به سه قسمت نزدیک

استرس و بدون استرس طبقه بندی شده است. در بخش 2 روش کار بصورت کامل مورد بحث قرار گرفته است. بخش 3 شامل نمودار ها و جداول و نتایج پردازش های صورت گرفته می باشد. در بخش 4 نیز به جمع بندی و نتیجه گیری مباحث و مقایسه این روش با سایر روشهای مرسوم در استرس سنجی خواهیم پرداخت.

2- روش کار

تکنیک استفاده شده تکنیک اوج تنش (POT) بود بدین صورت که قبل از شروع آزمون سنسور های پلی گرافی با دقت بر روی بدن سوژه نصب می شد. (این سنسورها شامل تنفس شکمی و سینه ای و مقاومت الکتریکی پوست و PPG و فشار خون و حرکت می شد). همچنین تصویر حرارتی نیز با دوربین حرارتی TP8 با مشخصات تفکیک پذیری 288*384، نرخ نمونه برداری 30 هرتز، میدان دید 22*16، حساسیت دمایی (NEDT) 0.1 درجه سانتیگراد و بازه طیفی 8-14 میکرومتر از هر سوژه ثبت گرفته شده است.

در تست اوج تنش (POT) افراد از بین 5 شی (انگشتر، چک پول، النگو، سکه و ساعت) بصورت تصادفی یکی را انتخاب نموده و باید در زمان تست در پاسخ به تمام سوالات پاسخ منفی ارائه دهند. در نتیجه در پاسخ به یکی از سوالات که همان شی انتخابی می باشد دروغ می گویند. سوال اول معمولاً یک سوال خنثی پرسیده می شود. انتظار می رود با افزایش استرس سوژه، دمای نواحی اطراف چشم و پیشانی افزایش داشته باشد. دلیل وقوع این امر نیز همانطور که در مقدمه توضیح داده شد عملکرد سیستم اعصاب خودکار (سمپاتیک) است.

دمای ثابت نزدیک 25 درجه سانتیگراد، رطوبت 30 درصد، نور مناسب و اینتراپت در حداقل ممکن فاصله سوژه از تصویر در روز اول ثبت یک متر و در روزهای دوم و سوم ثبت یک متر و نیم تنظیم شد. همچنین سوژه به مدت 5 تا 10 دقیقه نسبت به فرآیند ثبت و چگونگی قرار گیری در مقابل دوربین توجیه می شد و فرم مشخصات فردی را که در آن به مشخصات فیزیکی و روانی اشاره شده بود پر می کرد.

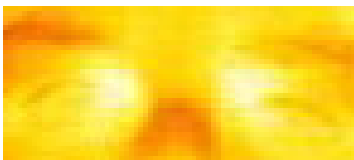
از 6 سوژه و از هر کدام 4 بار در این شرایط ثبت گرفته شده است و دادگان پس از مرتب سازی و حذف دادگان غیر معتبر که با استفاده از نظر کارشناس پلی گرافی حذف شده است وارد مرحله پیش پردازش

3- پردازش اطلاعات

3-1 پیش پردازش

در مرحله پیش پردازش سه مرحله حذف دادگان غیر معتبر، حذف نویز و نرمال سازی دادگان را پیش رو داریم. ارزیابی دادگان به منظور تشخیص صحت ثبت گرفته شده و رعایت تمام شرایط ثبت و سالم بودن سیگنالها توسط متخصص پلی گرافی انجام شده و دادگان به غیر از یک سوژه که مربوط به اتصال نادرست سنسورهای پلی گرافی به بدن وی می باشد، مورد تایید قرار گرفت.

در دادگان حرارتی، از هر فریم مقادیر میانگین، ماکزیمم و مینیمم پیکسل های ناحیه در نظر گرفته شده در دور چشم محاسبه شدند. این دما بیشتر مربوط به ناحیه گوشه دو چشم است که محل اجتماع عروق خونی است. از این جهت تغییرات دمایی ایجاد شده، ناشی از تغییرات جریان خون در آن ناحیه قلمداد می شود و کمتر مربوط به پلک زدن سوژه ها می باشد.



شکل 1 ناحیه دور چشم تصویر حرارتی در یک سوژه

سیگنال بدست آمده شامل بخش های مختلفی است که به آنها در ذیل اشاره می کنم

یک بخش با تغییرات کم (فرکانس پایین) که ناشی از تغییرات بلند مدت جریان خون در بدن است که حائز اهمیت است

بخشی که با فرکانس متوسط تغییر می کند که ناشی از اجرای پروتکل سوال و پاسخ بر روی سوژه است. این بخش اطلاعات نیز بسیار مهم است

بخش فرکانس بالا که ناشی از خطای سیستم ردیاب و یا نویزهای



و پردازش می شوند. طبقه بندی داده ها به دو سطح با استرس و بدون استرس می شود. شکل 2- معماری سیستم تصویر بردار حرارتی

$$H(e^{j\omega 0.1}) = \sum_{n=0}^{\infty} u[n] - e^{j\omega 0.1n} \quad [6]$$

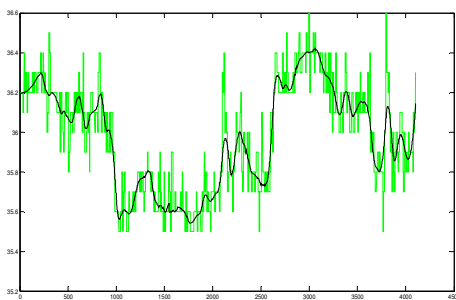
قدم 3- با استفاده از معکوس FFT بر روی طیف فیلتر شده به حوزه زمان بر می گردیم.

$$\hat{u}(n) = F^{-1}S'(\omega) \quad [7]$$

$$\hat{s}(n) = \hat{u}(n) + (\alpha \cos(n) + \beta) \quad [8]$$

سیگنالی که از فیلتر پایین گذر عبور کرده به مرحله بعد وارد می شود.

قدم بعد نرمال کردن ویژگی های استخراج شده نسبت به متوسط هر مجموعه و انحراف هر دو مجموعه کنترل و مربوط است.



شکل 3 سیگنال دمایی ناحیه دور چشمی قبل و بعد از حذف نویز ضربه و نرمال سازی

2-3 استخراج و انتخاب ویژگی:

بدین منظور حالت های مختلفی می تواند مورد توجه قرار گیرد. زمانهایی که در دسترس ما قرار دارد زمان شروع پرسش، پایان پرسش و اتمام پاسخ است. این که کدام زمان را در نظر بگیریم خود یک حالت محسوب می شود. در تحقیقات انجام شده این نتیجه حاصل شد که زمان اول و سوم از وجاهت بیشتری برخوردار است. همچنین روش آماری مورد نظر نیز می تواند خود حالت های متفاوتی را بوجود آورد. بدین منظور نیز دو روش میانگین ماکزیمم آماری انتخاب شد. مشاهده دقیق تر سیگنال دمایی دور چشمی نشان می دهد، دو مرحله پاسخ فیزیولوژیکی در یک بار پرسش و پاسخ سوژه وجود دارد. مشاهده می شود که در هنگام پاسخ سوژه به پرسش منحنی چشم بعضی از سوژه ها با شیب متعادلی رو حرکت می کند ولی در بعضی دیگر از سوژه ها با شیب تند تری حرکت می کند. مطابق مطالعات و تحقیقات قبلی این شیب سطح استرس فرد می باشد. بنابراین یک شیب تند در منحنی چشمی نشان دهنده دروغ گفتن سوژه است. بدین منظور شیب خط تغییرات دمایی از ابتدای شروع پرسش هر چارت تا ابتدای شروع

حذف نویزی که مد نظر است بیشتر مربوط به حذف هارمونیک های فرکانس بالای سیگنالها می باشد. مرحله حذف نویز ما شامل حذف نویزهای فرکانس بالا و ضربه می باشد. بدین منظور از یک فیلتر میانگین برای حذف ضربه استفاده می کنیم. میانگین سیگنال دمایی ناحیه دور چشمی را $T[n]$ تعریف می کنیم بصورتی که $1 \leq n \leq N$ که N تعداد فریم های کلیپ ویدئو حرارتی است. قدرمطلق اختلاف دمای میانگین را بصورت زیر محاسبه می کنیم:

$$\Delta T = \frac{1}{N-1} \sum_{i=2}^N |T[i] - T[i-1]| \quad [1]$$

سیگنال $T[i]$ را یک نویز ضربه در نظر می گیریم وقتی که $|T[i] - T[i-1]| \geq \Delta T$ باشد. در این نمونه ما $T[i]$ را با مقدار زیر جایگزین می کنیم:

$$s[i] = f(x) \quad [2] = \begin{cases} T[i-1] - \Delta T & T[i] \leq T[i-1] \\ T[i-1] + \Delta T & T[i] \geq T[i-1] \end{cases}$$

نتیجه عملیات حذف نویز ضربه سیگنال جدیدی است که میتوان آن را به فرم کلی $S[n] = f(T[n])$ نوشت. بدین منظور الگوریتم زیر را میتوان مورد استفاده قرار داد:

تبدیل فوریه سریع (FFT) را برای بدست آوردن طیف توان به سیگنال اعمال می کنیم :

$$S(\omega) = F[S[n]] \quad [3]$$

روش FFT ابتدا توسط کولی ۱ و توکی ۲ معرفی شد [11]. سپس با توجه به عملکرد مناسب آن در مقایسه با سایر روشها بطور گسترده مورد استفاده قرار گرفت. برای اعمال FFT بر روی سیگنال $S[n]$ ابتدا از یک چندجمله ای مثلثاتی استفاده می کنیم:

$$u[n] = s[n] = (\alpha \cos(n) + \beta) \quad [4]$$

این معادله این اطمینان را به ما می دهد که تغییر مکانی بر روی پایداری اثری نخواهد داشت.

قدم 2- از یک فیلتر پایین گذر بر روی طیف توان به منظور حذف نویز های فرکانس بالا استفاده می کنیم. این فیلتر از یک تابع نمایی ساخته شده بصورت ذیل ساخته شده است:

Cooley¹
Tukey²

و 8 و 9 که مربوطه به میانگین 5 ثانیه قبل از شروع پرسش و ماکزیمم 300 فریم بعد از اتمام پاسخ بوده است و همچنین ویژگی شماره 3 و 4 مقدار t بیشتری را به خود اختصاص داده اند که نشان از تفکیک پذیری بهتر آنها نسبت به دیگر ویژگی ها دارد.

ویژگی های منتخب وارد بخش طبقه بندی کننده می شوند و با استفاده از روش Canonical Discriminant مورد ارزیابی و تحلیل قرار می گیرند. این روش یک روش خطی آماری در طبقه بندی دادگان محسوب می شود. همانطور که در جدول ذیل گزارش شده است، نتایج نشان دهنده موفقیت 77.9 درصد برای تشخیص صحیح سطح استرس دار و 30.7 درصد برای تشخیص صحیح سطح بدون استرس می باشد.

جدول 1 درصد تفکیک سطوح استرس پس از پیش پردازش برای ویژگی های سیگنال ماکزیمم					
		L abel	Predicted Group Membership		Tot al
			0	1	
Original	C ount	0	100	232	332
		1	87	307	394
	%	0	30.1	69.9	100
		1	22.1	77.9	100

4- نتیجه گیری:

هوشیاری، استرس و ترس توسط سیستم اعصاب سمپاتیک کنترل می شود. این موضوع کاملا به اثبات رسیده است که عملکرد سیستم سمپاتیک را نه می توان حذف کرد و نه بوسیله تمرین و یا آموزش آن را کنترل نمود. از این جهت سیستم های تشخیص استرس از اهمیت بسزایی برخوردار می شوند. در این مقاله با هدف تشخیص استرس و با استفاده از یک روش جدید که تا کنون مورد استفاده در داخل کشور قرار نگرفته است نسبت به استخراج دما از تصاویر حرارتی چهره اقدام نمودیم. تحقیقات قبلی تیم آزمایشگاه فیزیولوژی دانشگاه هوستون [1,2] نشان می دهد در هنگام استرس افزایش دمای معناداری در ناحیه دور چشم اتفاق می افتد. این افزایش دما در زمانی کمتر از 300 میلی ثانیه به وقوع می پیوندد. تصویر بردار های حرارتی که قابلیت دنبال کردن این تغییرات را با دقت بالا داشته باشند می توانند مورد استفاده در این پروژه قرار بگیرند.

بنابراین از هر سوژه با توجه به قابلیت های موجود در نرم افزار مورد استفاده، ناحیه دور چشم استخراج و مقادیر میانگین، ماکزیمم و مینیمم آن در طول زمان مورد محاسبه قرار گرفت. در این کاربرد 10 ویژگی از سیگنالهای فوق الذکر استخراج شد که مبنای ارزیابی

پرسش در چارت بعدی اندازه گیری و محاسبه شده است و به عنوان ویژگی دهم به مجموعه ویژگی های انتخابی اضافه گردیده است.

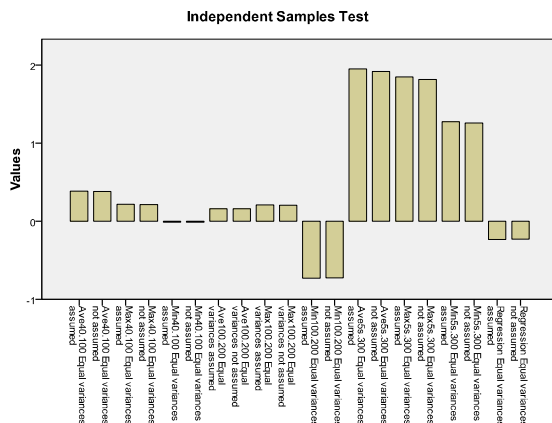
در نهایت 10 ویژگی از تصاویر حرارتی چهره انتخاب و استخراج شد. این 10 ویژگی در جدول شماره قابل مشاهده است:

1 و 2 و 3- 40 فریم قبل از پرسش سوال و 100 فریم پس از اتمام پاسخ برای سیگنالهای میانگین، ماکزیمم و مینیمم
4 و 5 و 6- 100 فریم قبل از شروع پرسش و 200 فریم پس از اتمام پاسخ برای سیگنالهای میانگین، ماکزیمم و مینیمم
7 و 8 و 9- میانگین 5 ثانیه قبل از شروع پرسش و ماکزیمم 300 فریم بعد از اتمام پاسخ برای سیگنالهای میانگین، ماکزیمم و مینیمم
10- رگرسیون دوره پرسش و پاسخ در هر چارت برای سیگنال میانگین

در جدول شماره 2 در صفحه بعد میزان همبستگی و کواریانس هر کدام از سوژه ها محاسبه شده است که می تواند جهت بهره برداری های آتی مورد استفاده قرار گیرد.

3-3 نتایج

به منظور ارزیابی اطلاعات موجود و ویژگی های استخراج شده و تجزیه و تحلیل آنها از نرم افزار 17 spss استفاده شده است. در مرحله اول با استفاده از تکنیک آماری T-Test میزان وضعیت تفکیک پذیری ویژگی های انتخابی بدست می آید. این روش به ما کمک می کند که بتوانیم ویژگی یا ویژگی های بهینه را از مجموعه ویژگی های خود جدا کرده و برای بخش طبقه بندی کننده خود مورد استفاده قرار دهیم. نتایج در شکل 4 قابل مشاهده است.



شکل 4- مقایسه ویژگی های انتخابی برای سیگنال حرارتی میانگین، ماکزیمم و مینیمم

همانطور که در نمودار نیز مشاهده می شود ویژگی های شماره 7

- Suppression in Thermal Facial Video”, 2006
- [7] Colin Puri, Leslie Olson, Ioannis Pavlidis, James Levine, Justin Starren. “StressCam: Non-contact Measurement of Users’ Emotional States through Thermal Imaging”, CHI 2005, 2005
- [8] I. Pavlidis, J. Dowdall, N. Sun, C. Puri, J. Fei, M. Garbey. “Interacting with human physiology”, computer Vision and Image Understanding, 2007
- [9] Guyton & Hall, “Textbook of Medical Physiology”, 11th edition, 2005, Elsevier
- [10] Ioannis Pavlidis. “Continuous Physiological Monitoring”, Proceedings of the 25th Annual International Conference of the IEEE EMBS, 2003

تغییرات ما قرار گرفت.

در مرحله ارزیابی دادگان، همانطور که تغییرات دمای دور چشم سوژه نشان می دهد، اختلاف معناداری بین دمای قبل و پس از پرسیدن سوال مربوطه دیده می شود. اینکه دقیقاً پس از تحریک استرس زا، تزریق گرما به دور چشم اتفاق می افتد که ناشی از افزایش جریان خون آن ناحیه است. عمده این جریان خون از ناحیه گونه ها به سمت چشم جریان می یابد. بخش دیگر آن نیز از سایر نقاط بدن از طریق رگ کاروتید به دور چشم راه می یابد. این مساله به چشم کمک می کند که در هنگام استرس بتواند سریعتر حرکت کند. این بیان فیزیولوژیک، درستی و اعتبار روش ما را بیشتر تایید می کند.

دقت تشخیص بدست آمده در این تحقیق 73 درصد می باشد که به نظر می رسد عدد مناسبی محسوب نمی شود. از این رو برای فعالیت های اتی، استفاده از روش های هوشمند و غیر خطی برای تجزیه و تحلیل داده ها و همچنین انتخاب ویژگی های دیگر، می تواند راه حل های اولیه باشد.

این روش علی رغم ویژگی های بسیار خوبی که دارد از مشکلاتی نیز برخوردار است نظیر اینکه سوژه نمی تواند به چشمش عینک داشته باشد. عینک همانند یک فیلتر برای طول موج مادون قرمز عمل می کند و از رسیدن موج به دوربین جلوگیری می کند. همچنین مشکلات مربوط به تهیه دوربین و قیمت بالای آن نیز قابل اشاره است.

5- مراجع

- [1] P.TSIAMYRTZIS, DOWDALL, D.SHASTRI AND I.T. PAVLIDIS, M.G. FRANK, P.EKMAN. “Imaging Facial Physiology for the Detection of Deceit”, International Journal of Computer Vision, Springer Science, 197–214, 2007
- [2] Ioannis Pavlidis and James Levine. “Thermal Image Analysis for Polygraph Testing”, IEEE ENGINEERING IN MEDICINE AND BIOLOGY, November/December 2002
- [3] P. Buddharaju, J. Dowdall, P. Tsiamyrtzis, D. Shastri, I.Pavlidis M.G. Frank. “Automatic Thermal Monitoring System (ATHEMOS) for Deception Detection”, Proceeding of IEEE Conference 2003
- [4] Ioannis Pavlidis and James Levine. “Thermal Facial Screening for Deception Detection”, Proceeding of IEEE Conference, 2002
- [5] Ioannis Pavlidis, James Levine. “Seeing through the face of deception”, NATURE, VOL 415002
- [6] P. Tsiamyrtzis, J. Dowdall, D. Shastri, I. Pavlidis, M.G. Frank, P. Ekman “Lie Detection - Recovery of the Periorbital Signal through Tandem Tracking and Noise