انتخاب اتوماتیک تصویر مرجع در تطبیق هیستوگرام

نجمه صمدیانی و حمید حسن‌پور

چکیده: در این مقاله روشی برای انتخاب اتوماتیک تصویر مرجع در تطبیق هیستوگرام ارائه شده است. تطبیق هیستوگرام یکی از ساده‌ترین روش‌های مکانی بهبود تصویر است که با توجه به هیستوگرام تصویر مرجع، کنتراست تصویر اولیه را بهبود می‌دهد. در روش‌های معمول تطبیق هیستوگرام، کاربر برای یافتن مناسب‌ترین تصویر مرجعی که بهتر از سایر تصاویر هدف، کنتراست تصویر را بهبود ببخشد، نیازمند انجام چندین آزمایش با عکس‌های گوناگون روی تصویر اولیه است اما این مقاله، روشی برای انتخاب اتوماتیک تصویر مرجع در تطبیق هیستوگرام ارائه می‌دهد. روش کار بدین صورت است که برای تجزیه مؤلفه روشنایی از رنگ، ابتدا تصاویر از فضای رنگی RGB به فضای HSV انتقال می‌یابند. سپس تصویر مرجع مناسب برای بهبود تصویر اولیه، توسط یک معیار شباهت با سنجش میزان شباهت بین هیستوگرام مؤلفه روشنایی تصاویر موجود در پایگاه داده و هیستوگرام مؤلفه روشنایی تصویر اولیه انتخاب می‌شود. به عبارت دیگر، تصویری که هیستوگرام آن شباهت بیشتری به هیستوگرام تصویر اولیه دارد در بهبود کنتراست تصویر اولیه، موفق‌تر عمل می‌کند. انجام این کار علاوه بر به دست آوردن نتیجه مطلوب، کاربر را از دغدغه انتخاب یک تصویر مرجع مناسب برای بهبود تصویر اولیه نیز بی‌نیاز می‌کند. همچنین روش ارائه‌شده قابل استفاده روی تصاویر هر دو حوزه RGB و خاکستری نیز می‌باشد.

کلید واژه: **بهبود کنتراست، تطبیق هیستوگرام، برابرسازی هیستوگرام، معیار شباهت.**

۱- مقدمه

بهبود تصویر یکی از مهم‌ترین نیازمندی‌ها در پردازش تصاویر دیجیتال است که برای ایجاد تصویر مفید و با کیفیت مناسب در کاربردهای مختلف در زمینه‌های گوناگون عکاسی دیجیتال، پزشکی، سیستم اطلاعات جغرافیا (GIS)[1]، عکس‌های هوایی و ماهواره‌ای و بسیاری حوزه‌های دیگر نقش به سزایی دارد. برای بهبود تصویر، تکنیک‌های مختلفی استفاده می‌شوند که بهبود کنتراست یکی از آنهاست. بهبود کنتراست، فرایند بهبود اطلاعات بصری در تصویر است که فهم و دریافت این اطلاعات را افزایش می‌دهد [۱].

تاکنون روش‌های مختلف بهبود کنتراست با استفاده از توابع تبدیل خطی و غیر خطی توسعه داده شده‌اند. از جمله روش‌های پیشنهادی برای بهبود کنتراست یک تصویر می‌توان به استفاده از الگوریتم‌های تکاملی اشاره کرد. در یکی از کارهای انجام‌شده، یک روش نوین برای بهبود تصاویر رنگی با تنوع رنگ زیاد، توسط منطق فازی و تکنیک‌های سیستم کلونی مورچگان ارائه شده است. در این روش، دو حد آستانه بالا و پایین برای تخمین نواحی دارای پیکسل‌های کم‌نور[2]، با نور متوسط[3] و پرنور[4] در یک تصویر تعریف و فضای رنگی RGB به HSV تبدیل می‌شود. سپس یک تابع هدف شامل تابع شانون[5] متناسب با هر یک از نواحی به عنوان فاکتور اطلاعات و شاخص درخواست تجدید نظر بصری که با استفاده از سیستم اجتماع مورچگان بهینه شده، پارامترهای مورد نیاز برای بهبود تصویر خاص را تعیین می‌کند [۱]. استفاده از یک ساختار رنگی ساده و عملگرهای الگوریتم ژنتیک برای افزایش جزئیات و کنتراست تصاویر با روشنایی پایین، روش دیگری در استفاده از الگوریتم‌های تکاملی است. این شیوه، هر سطح خاکستری تصویر ورودی را به دیگری نگاشت می‌کند تا تصویر نتیجه، کنتراست بالاتری داشته باشد. نتایج شبیه‌سازی نشان می‌دهد که این روش عملکرد بهتری در بهبود جزئیات و کنتراست دارد و نمایش تصاویر به حالت طبیعی نزدیک‌تر هستند، به خصوص زمانی که تنوع رنگ تصاویر، زیاد است [۲].

پژوهش‌های زیادی با توجه به کاربردهای مختلف برای بهبود کنتراست نیز صورت گرفته است. یک تکنیک اتکاپذیر، سریع و آسان برای بهبود کنتراست انواع مختلف تصاویر سی تی اسکن پزشکی، پیشنهاد شده که مستقیماً به تمام تصویر اعمال می‌گردد و تصویر بر اساس متغیر کنتراست محاسبه‌شده با فرمول پیشنهادی، نرمال شده و بهبود می‌یابد [۳]. یک الگوریتم بهبود کنتراست اتوماتیک رنگی، کیفیت بصری تصاویر ساکن برای هر دو گروه بیماران سالم و با دید کم را بهبود می‌دهد. این روش از فهم رنگی انسان الهام گرفته و مؤلفه‌های روشنایی و بازتابش[6] را جدا می‌کند. سپس الگوریتم بر مؤلفه روشنایی برای رسیدن به ثبات رنگی در نتیجه بهبود کنتراست اعمال می‌شود [۴]. در پژوهش ارائه‌شده در [۵]، یک سیستم یک‌پارچه پیشنهاد می‌شود که ابتدا روشنایی‌های[7] غیر تراز را با استفاده از بهبود کنتراست محلی، هم‌تراز می‌کند. سپس تصاویر بهبودیافته به یک سیستم تشخیص چهره داده می‌شوند تا به کمک ماشین بردار پشتیبان کلاس‌بندی شوند.

از میان توابع مختلف بهبود کنتراست، برابرسازی و تطبیق هیستوگرام از متداول‌ترین روش‌ها هستند [۶] که برابرسازی هیستوگرام از جمله روش‌های غیر خطی آن می‌باشد [۷]. از آنجایی که هیستوگرام تصویر یک روش کاربردی برای نمایش اطلاعات یک تصویر می‌باشد تاکنون روش‌های گوناگونی مبتنی بر هیستوگرام برای بهبود کنتراست معرفی شده است. در یکی از این روش‌ها، یک الگوریتم بهبود کنتراست محدود به توان بر اساس برابرسازی هیستوگرام ارائه شده است [۸]. در این روش، ابتدا برای کاهش عنصرهای مصنوعی حاصل از برابرسازی هیستوگرام، یک هیستوگرام مبتنی بر لگاریتم پیشنهاد شده، سپس الگوریتم پیشنهادی بهبود کنتراست و صرفه‌جویی در توان با توسعه یک مدل توان- مصرفی

این مقاله در تاریخ ۱۶ مهر ماه ۱۳۹۲ دریافت و در تاریخ ۱۶ تیر ماه ۱۳۹۳ بازنگری شد.

نجمه صمدیانی، دانشکده مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات، دانشگاه شاهرود، شاهرود، (email: nsamadiani@shahroodut.ac.ir).

حمید حسن‌پور، دانشکده مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات، دانشگاه شاهرود، شاهرود، (email: h.hassanpour@shahroodut.ac.ir).

1. Geographic Information System
2. Underexposed
3. Mixed-Exposed
4. Overexposed
5. Shannon Entropy Function
6. Reflectance
7. Illumination

شکل ۱: نمونه‌ای از تصاویر موجود در پایگاه داده.

برای نمایش‌های انتشاری و مینیمم‌کردن یک تابع هدف شامل جمله برابرسازی هیستوگرام و جمله توان بر اساس تئوری بهینه‌سازی محدب، حاصل می‌شود. بهبود کنتراست تصویر برای سیستم‌های نظارتی با استفاده از تبدیلات هیستوگرام محلی چندتایی[1] در [۹] ارائه شده است. این تکنیک بر اساس هیستوگرام‌های محلی تصویر است که از هیستوگرام سراسری، تفکیک شده‌اند و با دو پردازش اصلیِ تخصیص دوباره محدوده هیستوگرام‌های محلی و برابرسازی این هیستوگرام‌ها، کنتراست را بهبود می‌دهد.

پژوهش‌های مرتبط دیگری نیز بر مبنای تطبیق هیستوگرام انجام شده‌اند. در پژوهشی که در [۱۰] ارائه شده است از تطبیق هیستوگرام برای تشخیص انسداد جریان خون ریوی بحرانی برای محاسبه تصویر ventilation/perfusion difference و بررسی امکان‌سنجی این روش با داده‌های شبیه[2] استفاده می‌شود. الگوریتم تکراری تطبیق هیستوگرام برای بهبود تصویر رنگی بر اساس گشتاورهای آماری در [۱۱] ارائه شده است. در این کار، هیستوگرام هدف بر اساس پردازش‌هایی بر روی هیستوگرام تصویر اولیه ایجاد می‌گردد. در هر تکرار، محاسبات گشتاورهای آماری هیستوگرام تصویر و مشخص‌کردن پارامترها بر اساس این گشتاورها، الگوریتم را شکل می‌دهند. در پژوهشی که در [۱۲] ارائه شده است، بهبود تصویر با تطبیق هیستوگرام با چندین نمونه هدف، بررسی می‌شود. در واقع در این روش پس از ادغام چند تصویر با یکدیگر، تصویر نهایی به عنوان تصویر بهبوددهنده انتخاب می‌شود.

در جدیدترین پژوهش‌های انجام‌شده، تکنیک تطبیق دقیق اتوماتیک هیستوگرام بر اساس ارزیابی کمّی پیشنهاد شده است. هیستوگرام مطلوب در یک فرایند تغییر هیستوگرام تصویر ورودی به دست می‌آید که گسستگی سراسری نمونه‌ها در هیستوگرام را افزایش داده، سپس معیاری را ماکسیمم می‌کند که نشان‌دهنده افزایش در انتروپی اطلاعات و کاهش ابهام تصویر به طور متوسط است. این تکنیک برای افزایش کنتراست محلی و سراسری تصاویر خاکستری، مناسب می‌باشد [۱۳].

در این مقاله می‌خواهیم تصویر مرجع را در تطبیق هیستوگرام به صورت اتوماتیک بیابیم. با اتوماتیک‌کردن انتخاب تصویر هدف و هیستوگرام آن، سختی انتخاب تصویر هدف را از کاربر برطرف کرده‌ایم. از آنجایی که صحنه‌های مشابه، هیستوگرام‌های مشابه دارند، در این روش پس از تبدیل تصاویر از فضای رنگی RGB به فضای HSV، شبیه‌ترین هیستوگرام به هیستوگرام تصویر داده شده و توسط یک معیار شباهت با سنجش شباهت میان هیستوگرام مؤلفه روشنایی تصویر اولیه با هیستوگرام همان مؤلفه در تصاویر با کنتراست مناسب موجود در پایگاه داده مشخص می‌شود. تصویر منتخب دارای هیستوگرامِ مشابه هیستوگرام تصویر ابتدایی، می‌تواند تصویر اولیه را بهبود دهد زیرا هرچه هیستوگرام دو تصویر به هم شبیه‌تر باشند، اختلاف میزان رنگ یا سطوح خاکستری آنها به هم نزدیک‌تر بوده و عمل بهبود، بهتر صورت می‌گیرد. بنابراین با استفاده از روش تطبیق اتوماتیک هیستوگرام و داشتن هیستوگرام تصویر مناسب به دست آمده، کنتراست تصویر اولیه را بهبود می‌بخشیم. تصاویر اولیه می‌توانند هم در فضای رنگی RGB و هم در فضای خاکستری باشند.

در ادامه در بخش دوم، ابزار کار توصیف می‌گردد. بخش سوم، روش پیشنهادی و مراحل انجام آن را شرح می‌دهد. نتایج حاصل از اعمال روش پیشنهادی روی چند تصویر و نتیجه‌گیری، بخش‌های چهارم و پنجم مقاله خواهند بود.

۲- ابزار کار

۲-۱ تصاویر مرجع پایگاه داده

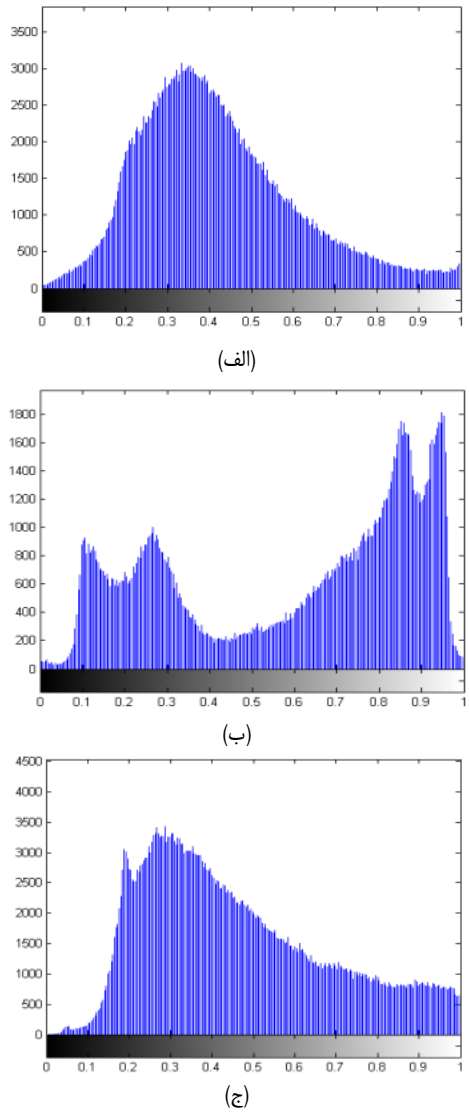
برای اتوماتیک‌کردن انتخاب تصویر هدف، نیازمند آن هستیم که چندین تصویر با کنتراست مناسب داشته باشیم تا سیستم بتواند مناسب‌ترین تصویر را از میان آنها برگزیند. تعداد ۸۵ نمونه تصویر برای این پایگاه داده انتخاب کرده‌ایم که برخی تصاویر، مناظر طبیعی جنگل، آبشار و رودخانه در فصول گوناگون و چهره افراد با کنتراست مناسب و برخی دیگر تصاویر تهیه‌شده از ناسا [۱۴] هستند. شکل ۱ تعدادی از تصاویر پایگاه داده را نشان می‌دهد.

۲-۲ تطبیق هیستوگرام

پایه عمل تطبیق هیستوگرام، استفاده از تعدیل هیستوگرام است. همان طور که گفتیم تعدیل یا برابرسازی هیستوگرام یکی از تکنیک‌های مبنایی بهبود کنتراست تصویر است که شمای بصری تصویر را با اختصاص تعداد مساوی پیکسل‌ها به همه مقادیر شدت روشنایی، بهبود می‌دهد. تطبیق هیستوگرام، تعمیم تعدیل هیستوگرام است و به عنوان یک تکنیک استاندارد برای نرمال‌کردن تصویر مطابق با یک تابع توزیع احتمال (PDF)[3] مطلوب یا ویژگی‌هایی مانند شدت میانگین، انرژی و انتروپی استفاده می‌شود. تطبیق هیستوگرام با الگوریتم زیر به دست می‌آید:

۱) به دست آوردن تابع جابه‌جایی $T(r)$ با محاسبه برابرسازی هیستوگرام تصویر ورودی از (۱)

1. Multi-Local
2. Phantom Data
3. Probability Distribution Function



(الف)

(ب)

(ج)

شکل ۲: (الف) هیستوگرام تصویر ورودی، (ب) هیستوگرامی با شباهت کمتر به هیستوگرام (الف) که جنسن مقدار ۰٫۲۴ را برمی‌گرداند و (ج) هیستوگرامی با شباهت بیشتر به هیستوگرام (الف) که جنسن مقدار ۰٫۰۱۹ را برمی‌گرداند.

$$s = T(r) = \int_{\cdot}^{r} p_r(w)\mathrm{d}w \qquad (۱)$$

۲) یافتن تابع جابه‌جایی $G(z)$ با محاسبه برابرسازی هیستوگرام تابع چگالی مطلوب در (۲)

$$G(z) = \int_{\cdot}^{z} p_z(t)\mathrm{d}t = s \qquad (۲)$$

۳) یافتن تابع جابه‌جایی معکوس $G^{-۱}$ با (۳)

$$z = G^{-۱}(s) \rightarrow z = G^{-۱}[T(r)] \qquad (۳)$$

۴) به دست آوردن تصویر خروجی با اعمال سطوح خاکستری پردازش‌شده از تابع معکوس مرحله قبل نسبت به تمام پیکسل‌های تصویر ورودی [۵].

بنابراین تطبیق هیستوگرام ما را قادر می‌سازد که توزیع سطوح خاکستری یک تصویر را به توزیع سطوح خاکستری تصویر هدف نزدیک کنیم [۱۱].

اگر هیستوگرام تصویر انتخابی برای بهبود تصویر اولیه به هیستوگرام تصویر اولیه شبیه‌تر باشد، تطبیق هیستوگرام در بهبود تصویر، موفق‌تر عمل خواهد کرد چرا که پس از تطبیق، تصویر حاصله، اختلاف سطوح خاکستری زیادی با تصویر اولیه نخواهد داشت. به عبارت دیگر همان سطوح خاکستری که در تصویر اولیه وجود داشته‌اند در تصویر خروجی نیز حضور خواهند داشت با این تفاوت که فراوانی‌های همان سطوح با توجه به هیستوگرام مشابه، برای بهبود کنتراست، افزایش یا کاهش یافته‌اند. در یک نمودار هیستوگرام، فراوانی‌ها دامنه نمودار هیستوگرام را تشکیل می‌دهند که می‌توان گفت دو هیستوگرام مشابه، دامنه‌های متفاوتی خواهند داشت. بنابراین نیاز به معیار شباهتی داریم که قادر باشد دو هیستوگرام مشابه با دامنه‌های متفاوت را تشخیص دهد.

۲-۳ معیار شباهت

به منظور سنجش میزان شباهت بین دو سری زمانی، می‌توان آنها را به یک معیار شباهت اعمال نمود. معیار شباهت‌های متفاوتی وجود دارند که هر کدام برای کاربردهای خاصی، مناسب‌تر هستند. برای اطلاعات بیشتر در مورد معیارهای شباهت به [۱۵] مراجعه شود. در این مقاله از معیار شباهت جنسن[1] برای سنجش میزان شباهت بین هیستوگرام تصویر اولیه و تصویر هدف، استفاده شده است. این معیار، ابزار مناسبی است برای ارزیابی شباهت در سری‌های زمانی نظیر این تحقیق که دارای طول یکسان اما دامنه‌های متفاوتی هستند.

فرمول مقایسه دو بردار هم‌اندازه p و q به روش معیار جنسن با (۴) بیان می‌شود. خروجی این فرمول، عددی بین ۰ و ۱ می‌باشد که اگر p و q یکسان یا کاملاً مشابه باشند، حاصل مقایسه عدد ۰ خواهد شد

$$\frac{۱}{۲}\sum_{i=۱}^{k}\{p_i' \log_۲ p_i' + q_i' \log_۲ q_i' - (p_i'+q_i')\log_۲ \frac{p_i'+q_i'}{۲}\}$$

$$\text{where } p_i' = \frac{p_i}{\sum_{i=۱}^{k} p_i} \;,\; q_i' = \frac{q_i}{\sum_{i=۱}^{k} q_i} \qquad (۴)$$

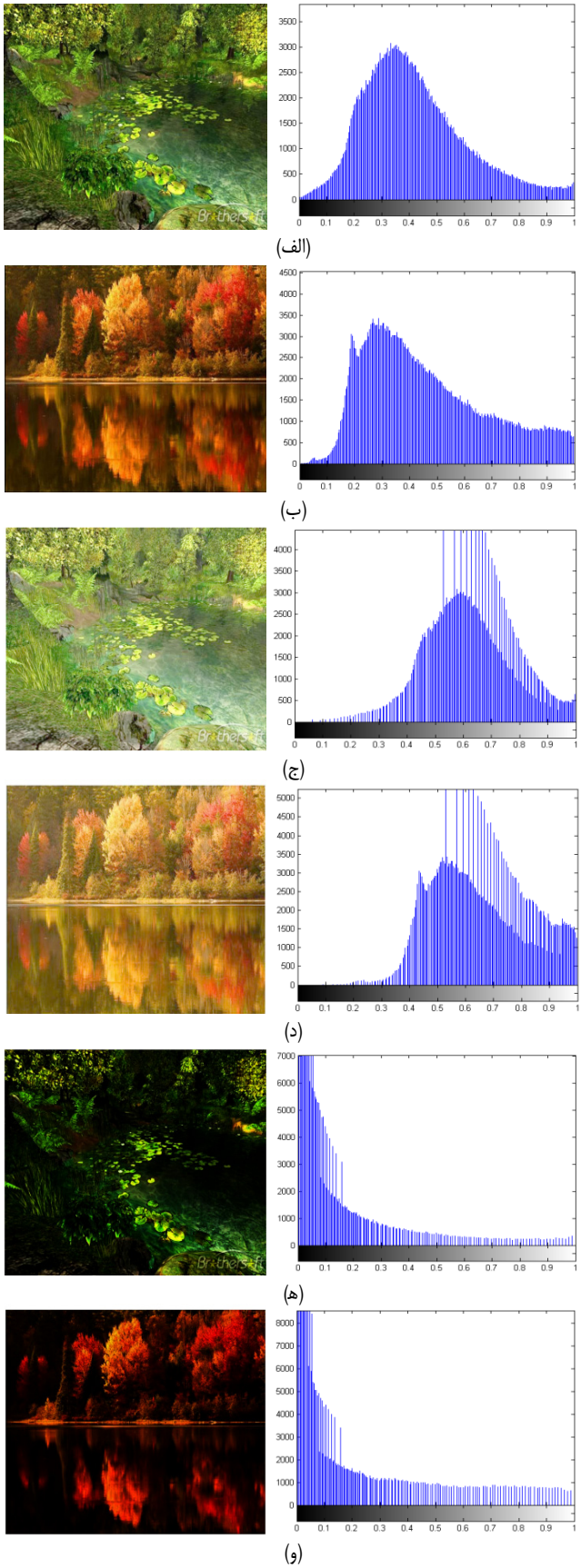
شکل ۲، سه نمونه از هیستوگرام‌ها را نشان می‌دهد که معیار جنسن، مقدار شباهت (الف) را با (ب) و (ج) محاسبه کرده است. همان طور که مشاهده می‌شود مقدار شباهت محاسبه‌شده در هیستوگرام‌هایی که به یکدیگر شبیه‌ترند، عدد کوچک‌تری است.

۳- روش پیشنهادی

می‌خواهیم کنتراست تصاویر را با استفاده از تطبیق هیستوگرام بهبود دهیم اما به جای انتخاب دستی تصویر و هیستوگرام نمونه برای تطبیق، می‌خواهیم سیستم این انتخاب را انجام دهد. بنابراین از پایگاه داده معرفی‌شده در بخش ۲-۱ استفاده می‌کنیم. روند زیر، عملیات لازم برای بهبود تطبیق اتوماتیک هیستوگرام یک تصویر را نشان می‌دهد:

۱) اعمال تصویر به سیستم جهت افزایش کنتراست.
۲) تبدیل تصاویر از فضای رنگی RGB به HSV.
۳) به دست آوردن هیستوگرام مربوط به مؤلفه V تصویر ورودی (اگر تصویر خاکستری باشد، هیستوگرام آن را به دست می‌آوریم).
۴) به دست آوردن هیستوگرام مؤلفه V هر یک از تصاویر پایگاه داده (در صورت خاکستری‌بودن تصویر ورودی، هیستوگرام خاکستری تصاویر پایگاه داده را محاسبه می‌کنیم).
۵) یافتن میزان شباهت هیستوگرام مؤلفه V تصویر اولیه با هیستوگرام مؤلفه V هر یک از تصاویر پایگاه داده بر حسب معیار جنسن.

1. Jensen



(الف) (ب) (ج) (د) (ه) (و)

شکل ۳: (الف) و (ب) دو منظره مشابه و هیستوگرام‌های متناظر آنها با میزان شباهت ۰/۰۱۹، (ج) و (د) منظره‌های مشابه (الف) و (ب) که روشن‌تر شده‌اند و هیستوگرام‌های متناظر با میزان شباهت ۰/۰۱۹ و (ه) و (و) منظره‌های مشابه (الف) و (ب) که تیره‌تر شده‌اند و هیستوگرام‌های متناظر با میزان شباهت ۰/۰۱۸.

۶) انتخاب تصویری از پایگاه داده که هیستوگرامی شبیه‌تر به هیستوگرام تصویر اولیه دارد (تصویری که معیار جنسن در مقایسه هیستوگرام آن با هیستوگرام تصویر اولیه، مقدار کوچک‌تری را می‌دهد).

۷) اجرای الگوریتم تطبیق هیستوگرام روی تصویر اولیه داده شده و تصویر انتخابی.

۸) تبدیل تصویر بهبودیافته خروجی از فضای HSV به فضای RGB.

اگر تصویر اولیه به صورت خاکستری باشد، هیستوگرام آن با هیستوگرام خاکستری یکی از تصاویر پایگاه داده، بهبود خواهد یافت اما در صورت رنگی‌بودن تصویر (در فضای RGB) برای تجزیه مؤلفه روشنایی از رنگ، تصویر را به فضای HSV تبدیل می‌کنیم. فضای رنگی HSV سه مؤلفه H[1]، S[2] و V[3] دارد که H طول موج رنگ، S درصد خلوص رنگ و V شدت روشنایی تصویر را نشان می‌دهند. از آنجایی که میزان شباهت هیستوگرام‌ها از نظر شدت روشنایی با یکدیگر سنجیده می‌شوند، بنابراین کافی است که تنها هیستوگرام مؤلفه V تصاویر که نشان‌دهنده شدت روشنایی آنهاست با یکدیگر مقایسه گردد. بنابراین با مقایسه مؤلفه V تصویر ورودی و هر یک از تصاویر پایگاه داده با معیار جنسن، تصویری به عنوان تصویر هدف انتخاب می‌شود که شباهت بیشتری به هیستوگرام تصویر اولیه دارد. در نهایت پس از مشخص‌شدن تصویر مرجع با اعمال توابع تطبیق هیستوگرام، کنتراست تصویر اولیه بهبود می‌یابد.

٤- نتایج

تصاویر شکل‌های ۳ و ۴، مناظری با بافت‌های مشابه را نشان می‌دهند که هیستوگرام‌های مشابه نیز دارند زیرا عددی نزدیک صفر، حاصل مقایسه هیستوگرام‌ها با معیار جنسن است. حال اگر خرابی (روشن‌تر یا تیره‌تر) به این تصاویر اعمال کنیم باز هم هیستوگرام‌ها مشابه هستند. در نتیجه در این مورد نیز معیار شباهت می‌تواند تصاویر را مشابه تشخیص داده (با برگرداندن مقداری نزدیک صفر) و به درستی آنها را بهبود دهد.

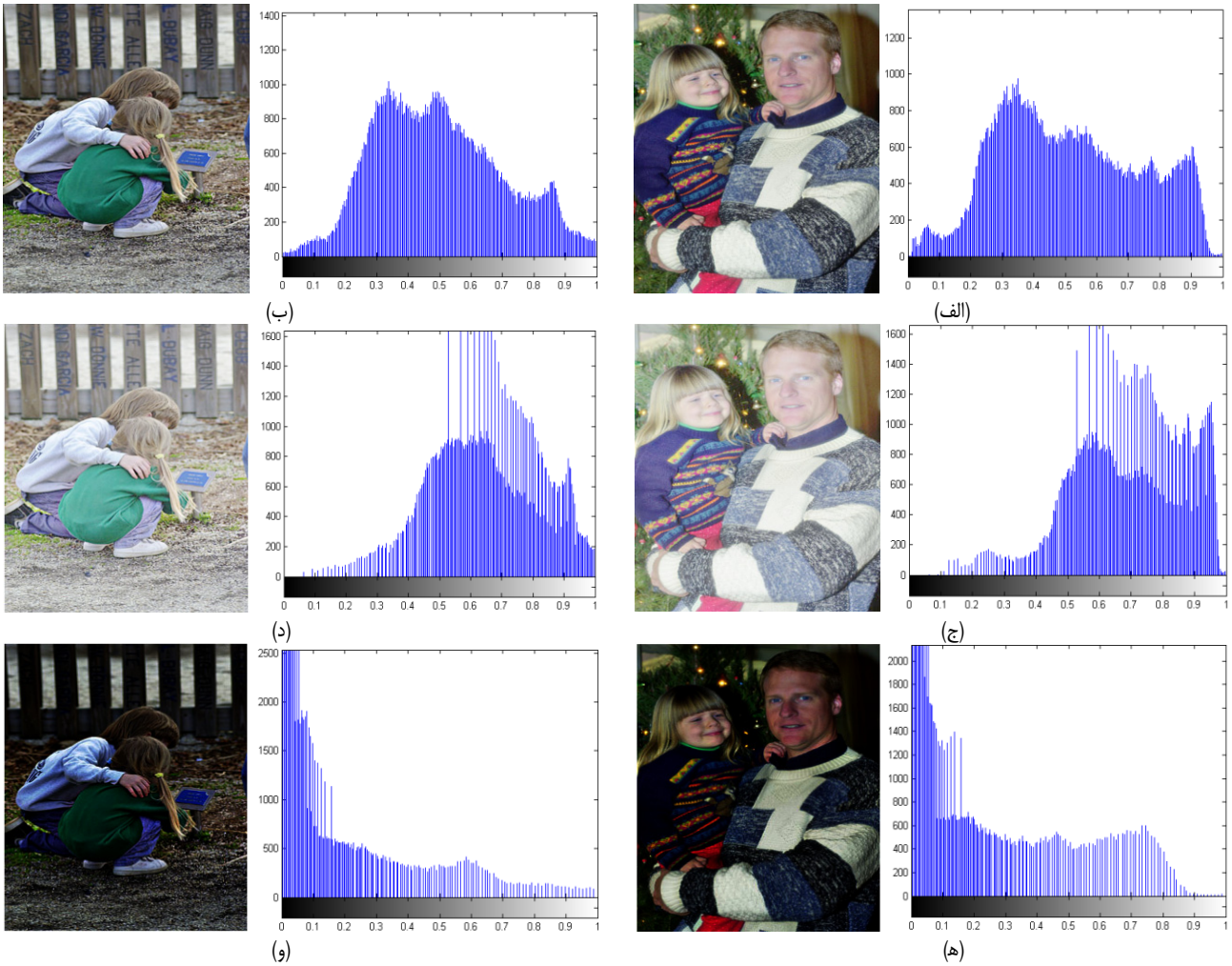
برای آزمایش روش پیشنهادی، چندین تصویر به صورت سطوح خاکستری و یا در فضای رنگی RGB در نظر گرفته‌ایم. شکل ۵ یک تصویر و بهبودیافته آن را به همراه هیستوگرام‌های مربوط نشان می‌دهد.

همان طور که مشاهده می‌شود کنتراست تصویر شکل ۵ بر اساس تصویر پایگاه داده در شکل ۶ بهبود یافته است زیرا معیار جنسن، هیستوگرام مؤلفه V این تصویر را شبیه‌تر به هیستوگرام معادل آن در تصویر اولیه دانسته و مقدار کوچک‌تری به ازای این مقایسه نسبت به سایر تصاویر برگردانده است. همچنین در تصویر بهبودیافته، جزئیات تصویر مانند واگن قطار و اطراف آن، واضح‌تر دیده می‌شوند.

برای مقایسه نتایج حاصل از این روش با روش‌های دیگر بهبود کنتراست، تصاویری را برای بهبود انتخاب کرده‌ایم که در روش‌های دیگر نیز بهبود داده شده‌اند. شکل ۷ تصاویر نتیجه بهبودیافته با استفاده از روش پیشنهادی و روش معرفی‌شده در [۱] را نشان می‌دهد.

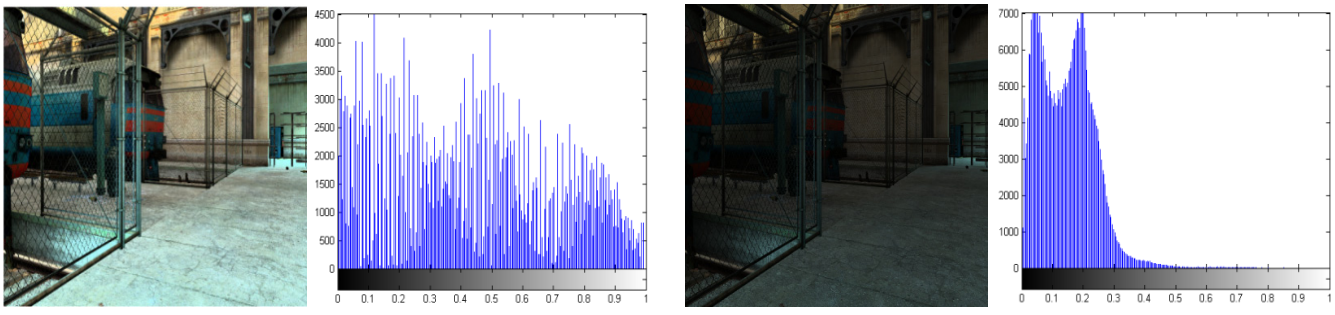
همان طور که در شکل ۷ دیده می‌شود روش پیشنهادی همانند روش [۱] در بهبود کنتراست، موفق عمل کرده و جزئیات تصاویر با وضوح بالایی قابل مشاهده است. شکل ۸ نیز بهبود کنتراست را برای چند نمونه تصویر دیگر با روش پیشنهادی نشان می‌دهد که تصاویر بهبودیافته، جزئیات بیشتری را به نمایش می‌گذارند. شکل ۹ نتایج حاصل از روش

1. Hue
2. Saturation
3. Value



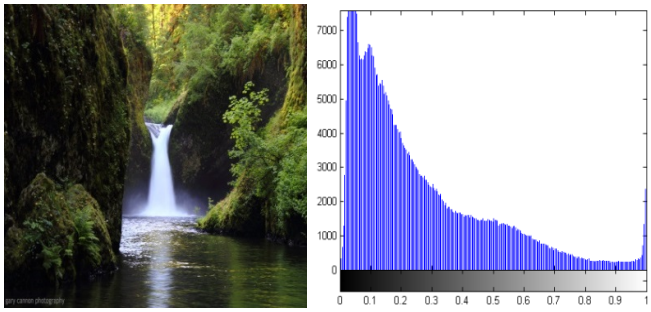
(الف) (ب) (ج) (د) (ه) (و)

شکل ۴: (الف) و (ب) دو منظره مشابه و هیستوگرام‌های متناظر آنها با میزان شباهت ۰/۰۱، (ج) و (د) منظره‌های مشابه (الف) و (ب) که روشن‌تر شده‌اند و هیستوگرام‌های متناظر با میزان شباهت ۰/۰۲۸ و (ه) و (و) منظره‌های مشابه (الف) و (ب) که تیره‌تر شده‌اند و هیستوگرام‌های متناظر با میزان شباهت ۰/۰۲۶.



(الف) (ب)

شکل ۵: (الف) تصویر اصلی و هیستوگرام مؤلفه V آن و (ب) تصویر نتیجه پس از اعمال روش پیشنهادی و هیستوگرام مؤلفه V آن.



شکل ۶: تصویر انتخاب‌شده برای بهبود تصویر ورودی شکل ۵ و هیستوگرام مؤلفه V آن.

(الف) (ب) (ج) (د)

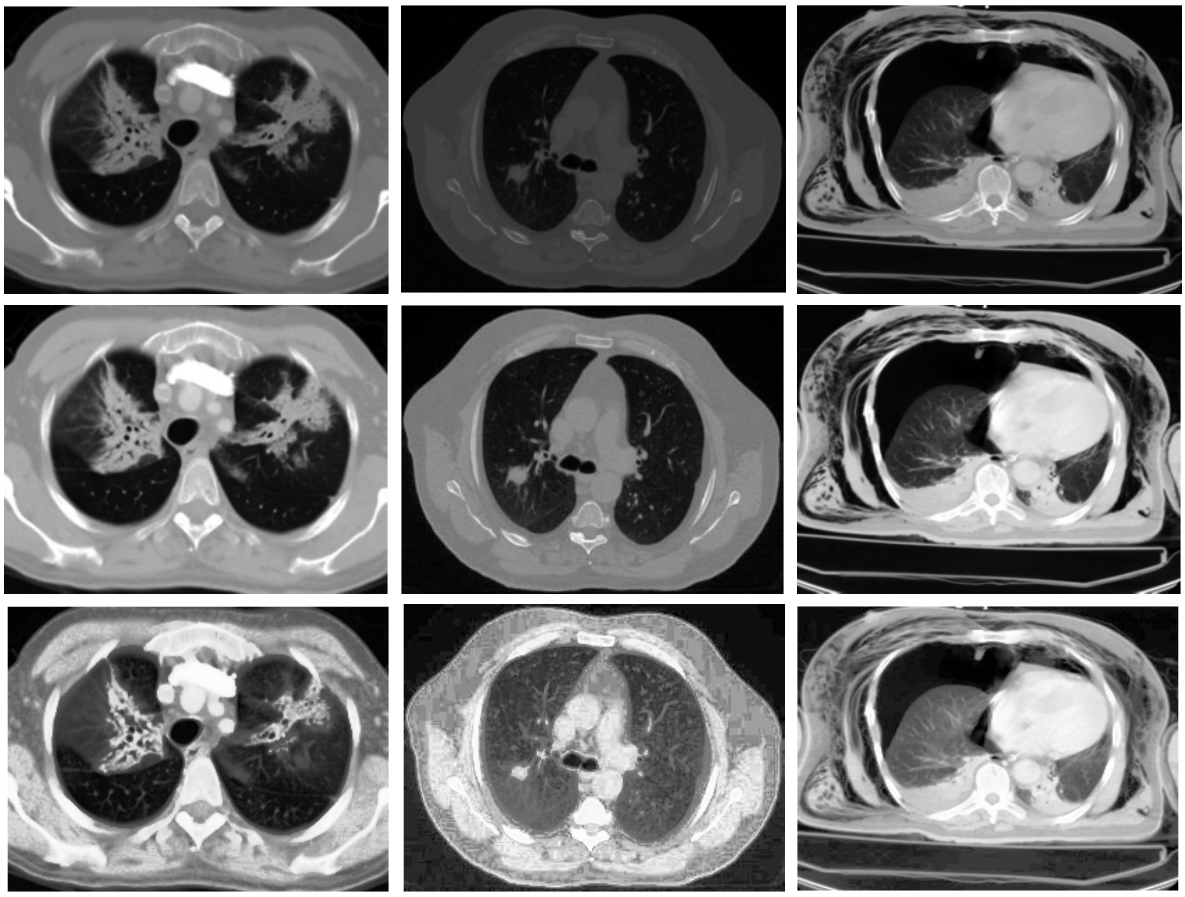
شکل ۷: (الف) تا (د) ردیف اول تصویر اصلی، ردیف دوم تصویر حاصل از روش [۱] و ردیف سوم تصویر حاصل از روش پیشنهادی است.

شکل ۸: ردیف اول تصاویر اصلی و ردیف دوم تصاویر بهبودیافته با روش پیشنهادی است.

معرفی‌شده در [۳] برای بهبود تصاویر سی تی اسکن و روش پیشنهادی را نشان می‌دهد. همان طور که مشاهده می‌گردد، روش پیشنهادی در بهبود تصاویر سی تی اسکن نیز موفق است. در شکل ۹- ب، تصویر ریه نشان داده شده که در تصاویر ابتدایی و بهبودیافته توسط روش [۳] گویا از هوا پر است و تشخیص بیماری به سختی صورت می‌گیرد. اما تصویر بهبودیافته توسط روش پیشنهادی، نمای واضح و روشن ریه[1] را نشان داده و بنابراین تشخیص بیماری، بهتر و دقیق‌تر انجام می‌شود.

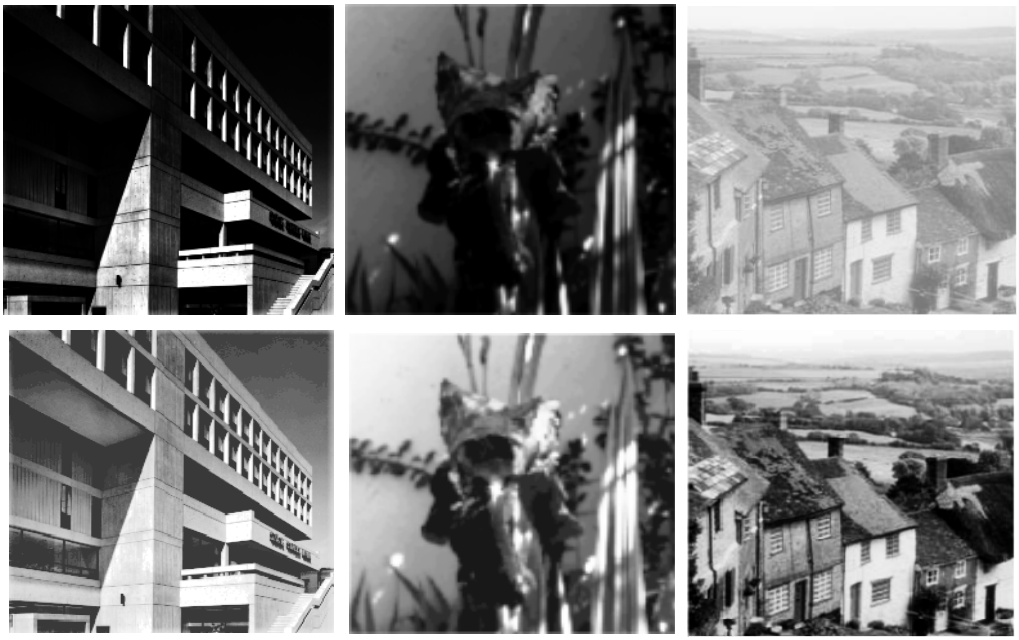
روش پیشنهادی قادر است کنتراست تصاویر خاکستری را نیز بهبود دهد. شکل ۱۰ نتایج حاصل از بهبود را روی تعدادی از تصاویر خاکستری نشان می‌دهد. همان طور که مشاهده می‌شود تصاویر با کنتراست بالاتری

1. Ground Glass Appearance in Lungs



(ج) (ب) (الف)

شکل ۹: (الف) تا (ج) ردیف اول تصویر اصلی، ردیف دوم تصویر حاصل از روش [۳] و ردیف سوم تصویر حاصل از روش پیشنهادی است.



شکل ۱۰: ردیف اول تصاویر اصلی و ردیف دوم تصاویر بهبودیافته با روش پیشنهادی است.

نمایش داده شده‌اند و جزئیات طبقات ساختمان، گلبرگ‌های گل میمون و منظره پشت خانه‌های ویلایی و خود منازل در تصاویر بهبودیافته مشخص‌تر هستند.

تصاویر بهبودیافته، موفقیت روش پیشنهادی را برای بهبود کنتراست تأیید می‌کنند. علاوه بر اتوماتیک‌بودن روش، توانستیم کنتراست تصاویر را به خوبی افزایش داده و وضوح تصاویر با کنتراست نامناسب را بالاتر ببریم. موفق‌بودن روش در هر دو فضای رنگ RGB و خاکستری، یکی دیگر از مزایای روش پیشنهادی است.

۵- نتیجه‌گیری

بهبود کنتراست یکی از تکنیک‌های بهبود تصویر است که روش‌های متعددی برای انجام آن معرفی شده‌اند. پژوهش انجام‌شده دلالت بر این امر دارد که می‌توان روشی اتوماتیک برای بهبود کنتراست پیشنهاد کرد که بر مبنای تطبیق هیستوگرام عمل کند. تطبیق هیستوگرام از جمله

روش‌های استاندارد بهبود کنتراست است که کنتراست تصویر اولیه با توجه به یک تصویر هدف بهبود می‌یابد. یافتن تصویر هدف، کار بسیار دشواری است زیرا کاربر مجبور است برای بهبود کنتراست تصویر اولیه، تعداد زیادی از تصاویر با کنتراست مناسب را آزمایش کند و بهترین تصویر هدف را که تصویر اولیه‌ای با کنتراست مناسب‌تر ایجاد می‌کند، انتخاب نماید. در روش پیشنهادی با در نظر گرفتن یک پایگاه داده شامل ۸۵ تصویر با کنتراست مناسب، تصویر هدف با استفاده از یک معیار شباهت از میان تصاویر پایگاه داده به صورت خودکار انتخاب می‌شود. این عمل، کاربر را از آزمایش‌کردن چندین تصویر برای یافتن بهترین تصویر هدف، بی‌نیاز می‌کند و در نتیجه تأثیر زیادی در سرعت و دقت عمل او خواهد داشت. همچنین با مقایسه نتایج روش پیشنهادی با دو روش معرفی‌شده دیگر، موفقیت این روش در بهبود کنتراست را نشان دادیم. روش پیشنهادی قابل اعمال روی هر دو تصاویر رنگی RGB و خاکستری نیز می‌باشد و می‌تواند تصاویر با کنتراست نامناسب را بهبود دهد. پژوهشگران از این شیوه می‌توانند برای بهبود تصاویر گرفته‌شده در علوم مختلف مانند پزشکی، جغرافیا و ... بهره ببرند.

مراجع

[1] O. P. Verma, P. Kumar, M. Hanmandlu, and S. Chhabra, "High dynamic range optimal fuzzy color image enhancement using artificial ant colony system," *Applied Soft Computing*, vol. 12, no. 1, pp. 394-404, Jan. 2012.

[2] S. Hashemi, S. Kiani, N. Noroozi, and M. Ebrahimi Moghaddam, "An image contrast enhancement method based on genetic algorithm," *Pattern Recognition Letters*, vol. 31, no. 13, pp. 1816-1824, Oct. 2010.

[3] Z. Al-Ameen, G. Sulong, and M. G. Johar, "Enhancing the contrast of CT medical images by employing a novel image size dependent normalization technique," *Int J. of Bio - Science and Bio - Technology*, vol. 4, no. 3, pp. 63-68, Sep. 2012.

[4] A. Choudhury and G. Medioni, "Color contrast enhancement for visually impaired people," *in Proc. IEEE Computer Society Computer Vision and Pattern Recognition Workshops, CVPRW'10*, pp. 33-40, 13-18 Jun. 2010.

[5] W. Kao, M. Hsu, and Y. Yang, "Local contrast enhancement and adaptive feature extraction for illumination - invariant face recognition," *Pattern Recognition*, vol. 43, no. 5, pp. 1736-1747, May 2010.

[6] D. Menotti, L. Najman, J. Facon, and A. Araujo, "Multi - histogram equalization methods for contrast enhancement and brightness preserving," *IEEE Trans. on Consumer Electronics*, vol. 53, no. 3, pp. 1186-1194, Aug. 2007.

[7] R. Gonzalez and R. E. Woods, *Digital Image Processing*, Prentice Hall Publication, 2nd edition, pp. 88-103, 2001.

[8] C. Lee, C. Lee, Y. Y. Lee, and C. –S. Kim, "Power - constrained contrast enhancement for emissive displays based on histogram equalization," *IEEE Trans. on Image Processing*, vol. 21, no. 1, pp. 80-93, Jan. 2012.

[9] H. J. Kwak and G. T. Park, "Image contrast enhancement for intelligent surveillance systems using multi - local histogram transformation," *J. of Intelligent Manufacturing*, vol. 25, no. 2, pp. 303-318, May 2012.

[10] S. Jye, B. Marissa, and T. Paul, "Histogram matching for the generation of ventilation - perfusion difference images in SPECT lung scanning: a phantom study," *The Int. J. of Medical Physics Research and Practice*, vol. 39, no. 6, pp. 3026-3030, Jun. 2012.

[11] S. P. Ehsani, H. S. Mousavi, and B. H. Khalaj, "Iterative histogram matching algorithm for chromosome image enhancement based on statistical moments," in *Proc. 9th IEEE Int. Symp. Biomedical Imaging, ISBI'12*, pp. 214-217, 2-5 May 2012.

[12] P. Pavithra, N. Ramyashree, T. V. Shruthi, and J. Majumdar, "Image enhancement by histogram specification using multiple target images," *Int. J.l of Electronics & Communication Technology*, vol. 1, no. 2-4, pp. 193-201, Aug. 2010.

[13] S. Debashis and K. Pal Sankar, "Automatic exact histogram specification for contrast enhancement and visual system based quantitative evaluation," *IEEE Trans. on Image Processing*, vol. 20, no. 5, pp. 1211-1220, May 2011.

[14] Nasa Langley Research Center, *Retinex Image Processing*, http://dragon.larc.nasa.gov/retinex/pao/news, Retrived in Oct. 2013.

[15] H. Hassanpour, A. Darvishi, and A. Khalili, "A regression - based approach for measuring similarity in discrete signals," *Int. J. of Electronics*, vol. 98, no. 9, pp. 1141-1156, Sep. 2011.

نجمه صمدیانی تحصیلات خود را در مقطع کارشناسی مهندسی کامپیوتر گرایش نرم‌افزار در سال ۱۳۹۱ از دانشگاه فردوسی مشهد و در مقطع کارشناسی ارشد مهندسی کامپیوتر گرایش هوش مصنوعی در سال ۱۳۹۳ از دانشگاه شاهرود به پایان رسانده است و هم اکنون مدرس دانشگاه کوثر بجنورد می‌باشد. زمینه‌های تحقیقاتی مورد علاقه ایشان عبارتند از: پردازش تصویر، شبکه‌های عصبی مصنوعی، بازشناسی الگو، سیستم‌های خبره و الگوریتم‌های تکاملی.

حمید حسن‌پور استاد تمام دانشکده مهندسی کامپیوتر دانشگاه شاهرود می‌باشد. ایشان در سال ۱۳۷۲ مدرک کارشناسی مهندسی کامپیوتر خود را از دانشگاه علم و صنعت و در سال ۱۳۷۵ مدرک کارشناسی ارشد خود را در گرایش هوش ماشین از دانشگاه صنعتی امیرکبیر دریافت نمود. در سال ۱۳۸۳ موفق به اخذ مدرک دکتری خود از دانشگاه صنعتی کوئینزلند استرالیا در گرایش پردازش سیگنال شد. از سال ۱۳۸۴ الی ۱۳۸۶ نام‌برده به عنوان عضو هیئت علمی در دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر دانشگاه صنعتی بابل فعالیت داشت؛ سپس به دانشکده مهندسی کامپیوتر دانشگاه شاهرود انتقال یافت. زمینه‌های علمی مورد علاقه ایشان پردازش سیگنال، پردازش تصویر، داده‌کاوی، و پردازش متن می‌باشد.