

تولید طرح استتاری نظامی بر اساس رنگ زمینه با استفاده از پردازش تصویر و الگوریتم ژنتیک محاوره‌ای

Production Of Military Camouflage Based On Background Color By Using Image Processing And Interactive Genetic Algorithm

زهره منتظری ورنوسفادرانی^۱، پدرام پیوندی^{۲*}، سیدجواد درخشن^۳

۱- گروه طراحی پارچه، واحد یزد، دانشگاه آزاد اسلامی، یزد، ایران

۲- دانشیار، دانشکده فنی و مهندسی، گروه مهندسی نساجی، دانشگاه یزد، ایران

۳- هسته علمی بینایی ماشین در صنعت نساجی و پوشاک، دانشگاه یزد، ایران

چکیده

مسئله استتار در موارد مختلف از جمله صنایع نظامی چه در مورد لباس نیروهای نظامی و چه در مورد تسلیحات از اهمیت زیادی برخوردار است. طراحی پارچه‌های استتاری برای مصارف نظامی به صورت دستی بسیار سخت و زمان‌بر است و نیاز به تخصص زیادی در این زمینه دارد و همچنین طرح‌های ایجادشده از دقت کم و امکان خطای زیادی برخوردارند. در نتیجه روش‌های رایانه‌ای می‌تواند کمک بزرگی برای تسهیل ایجاد طرح استتاری و افزایش سرعت در طراحی لباس‌های استتاری نظامی باشد. در این راستا پردازش تصویر با استفاده از الگوریتم‌های فرا ابتکاری می‌تواند روش مفیدی برای دستیابی به این هدف ارائه دهد. در این پژوهش برای نخستین بار، راهکاری ارائه گردید که با استفاده از روش خوشه‌بندی کی-میزن و الگوریتم ژنتیک محاوره‌ای، توانایی تولید تصاویر استتاری نظامی و بهبود آن را با توجه به نظر کاربر دارا می‌باشد. با کاربرد روش خوشه‌بندی کی-میزن تصاویر ورودی به ۱۰ رنگ کاهش رنگ داده می‌شوند، هر طرح نیز بین ۳ تا ۱۰ رنگ با توجه به حداکثر رنگ قابل چاپ بر روی پارچه کاهش رنگ می‌یابد. الگوریتم معرفی شده رنگ‌های موجود در پس‌زمینه کاهش رنگ یافته را با توجه به فراوانی آن‌ها با رنگ‌های موجود در طرح، جایگزین می‌کند. طرح‌های استتاری توسط الگوریتم ژنتیک محاوره‌ای تولید می‌شوند، سپس برازندگی طرح‌ها توسط کاربر ارزیابی می‌گردد. نتایج حاصل از ارزیابی این نرم‌افزار توسط ۳۰ نفر کاربر نظامی نشان‌دهنده رضایت ۸۰ درصد کاربران از طرح‌های استتاری تولیدشده توسط نرم‌افزار پیشنهادی و قابلیت استتار و پنهان شدن آن‌ها در محیط‌های موردنظر می‌باشد.

مقدمه

- همانندی با زمینه یا استتار مخلوط شدنی - رنگ‌آمیزی در هم گسیخته یا استتار در هم گسیخته عامل نخست درواقع میزان همانندی طرح با زمینه یا به عبارتی شباهت رنگی طرح و زمینه را مدنظر دارد. عامل دیگر که در هم گسیختگی را مطرح می‌کند، می‌تواند با تباین رنگ‌های موجود در طرح مرتبط باشد، چراکه به‌منظور استتار در یک محیط نیاز به شکسته شدن یا به عبارتی از هم گسیختگی مرزها و لبه‌ها بین طرح و زمینه است تا بدین ترتیب تشخیص مشکل شود [۱].

استتار

استتار هنر تغییر ظاهر یک شیء برای پنهان‌سازی و گنجاندن آن در یک پس‌زمینه مشابه می‌باشد، همچنین

صنایع نظامی کشورهای مختلف جهت بالا بردن امنیت، استتار البسه و تجهیزات نظامی را به‌عنوان یک پارامتر مهم همواره مدنظر قرار می‌دهند. یک مسئله مهم در این میان، یافتن طرح‌های استتاری مناسب برای مناطق زیست‌محیطی مختلف می‌باشد. برای بررسی میزان کارایی طرح‌های استتاری، نیاز است عوامل مؤثر بر میزان استتار در یک محیط شناخته شود. بهترین انواع طرح‌های استتاری از نظر رنگ‌آمیزی و طراحی در طبیعت دیده می‌شود. جایی که شکار از دید شکارچی و بالعکس پنهان می‌ماند. با الهام از طبیعت و چگونگی استتار در حیوانات به‌طور کلی دو عامل مؤثر بر میزان استتار عبارت‌اند از:

کلمات کلیدی

طرح استتاری، لباس‌های نظامی، پردازش تصویر، خوشه‌بندی کی‌میزن، الگوریتم ژنتیک محاوره‌ای

* مسئول مکاتبات، پیام نگار: peivandi@yazd.ac.ir



شکل ۲- نمونه‌ای از خطای دید در استتار [۴].

تجارب حاصل از دو نبرد جهانی، عملاً آماده‌سازی طرح استتاری برای تمامی تجهیزات و تأسیسات و نفرات به‌صورت پیشرفته جرقه خورد. اغلب استتارها با حرکت، توانایی اثرگذاری خود را از دست می‌دهند؛ اما یکی از روش‌های استتار در حال حرکت استفاده از الگوی راه‌راه ضخیم و متضاد مبتنی بر حرکت خیره‌کننده می‌باشد که در شکل (۲) مشاهده می‌شود [۳].

امروزه دقت و سرعت در طراحی پارچه و لباس دارای اهمیت بسزایی می‌باشد، لذا تولیدکنندگان برای حفظ استمرار تولید و افزایش سرعت ترجیح می‌دهند از روش‌های کم‌هزینه و کارآمد برای تولید پارچه استتاری مدنظر استفاده کنند. از آنجاکه روش‌های دستی برای طراحی پارچه‌های استتاری از دقت کم و امکان خطای زیادی برخوردارند و بسیار سخت و زمان‌بر است، در نتیجه روش‌های کامپیوتری با استفاده از الگوریتم‌های تکاملی می‌تواند کمک بزرگی برای تسهیل ایجاد طرح استتاری و افزایش سرعت در طراحی پارچه‌های نظامی باشد. این الگوریتم‌ها به‌ویژه الگوریتم ژنتیک در صنعت طراحی پارچه و لباس کاربرد بسیاری دارند از جمله این کاربردها در زمینه پوشاک می‌توان به چیدمان مارکر [۵، ۶] و بهینه‌سازی خط تولید [۷، ۸] و نرم‌افزارهای کمک طراحی لباس [۹، ۱۰] اشاره کرد. اخیراً محققان بسیاری توجه خود را بر طراحی الگوهای استتار دیجیتالی به کمک کامپیوتر متمرکز کرده‌اند. گابریجاسلیک و همکاران [۱۱]، در مقاله خود کاربرد آنالیز تصویر برای توصیف اشکال طرح استتاری ارائه کردند.

تلاشی برای محو کردن طرح و انطباق تصویر هدف به زمینه برای پنهان نمودن است [۲]. استتار به دو نوع نظامی و غیرنظامی (شکار) تقسیم‌بندی می‌شود که استتار نظامی خود به دو دسته دور و نزدیک دسته‌بندی می‌شود. استتار دور مربوط به مناطق تجمع نیروها، مواضع توپخانه، ادوات، قرارگاه‌ها، مقرها است. استتار نزدیک مربوط به مناطق خیلی نزدیک به دشمن است که می‌توان با چشم غیرمسلح نفرات، تجهیزات و سلاح آنان را مشاهده و مورد اصابت قرار داد. استتار نزدیک به دو روش انجام می‌پذیرد: الف- استفاده از استتار طبیعی: این نوع استتار به‌طور طبیعی به وجود آمده است بنابراین انسان در ایجاد آن نقشی ندارد. ب- استفاده از استتار مصنوعی: این نوع استتار به‌وسیله‌ی انسان به وجود می‌آید مانند استفاده از تور، پارچه و... [۱].

تاریخچه استتار در جنگ

استتار در جنگ جهانی اول

استتار نظامی یکی از موضوعات بسیار جالب و مهم و تأثیرگذاری بود که از قرن ۱۹ تا به امروز به‌صورت جدی در جریان است. ولیکن در قرن ۲۰ بود که لباس استتار نظامی به‌صورت خاص و به‌سرعت برای جنگ جهانی اول بر اساس دانسته‌های قبلی اندیشمندان و طراحان لباس و جانورشناسان طراحی شد. در نیروی زمینی و دریایی کشوری چون فرانسه افرادی همچون آندره ماره (طراح و نقاش فرانسوی) در سال ۱۸۸۵-۱۹۳۲ اقدام به طراحی لباس برای نیروهای ارتش نمود که این لباس استتار و فریب را بر اساس درختان طراحی کرده بودند. وی طراحی لباس‌هایش را بر اساس سبک‌های نقاشی آن دوره مانند کوبیسم انجام داده است. در جنگ جهانی اول از استتار (فریب) جهت حفاظت و کاهش خطر استفاده دشمن از توپخانه و هواپیما به‌طور گسترده استفاده شد. نمونه‌ای از استتار توپ‌های هویتزر توسط استرالیایی‌ها در جنگ جهانی اول در شکل (۱) نشان داده‌شده است [۳].

استتار در جنگ جهانی دوم

در جنگ جهانی دوم برای طراحی استتار از نقاشان سورئالیستی چون رولند پنزور استفاده گردید. بعد از پایان جنگ جهانی دوم و جمع‌آوری



شکل ۱- استتار توپ‌های هویتزر توسط استرالیایی‌ها [۴].

لباس است که لازم است بر اساس نوع محیط عملیاتی، لباسی که همگون با محیط اطراف باشد، مورد استفاده قرار گیرد بنابراین، طراحی پارچه‌های استتاری که یکی از گونه‌های طراحی منسوجات نظامی است همواره مورد توجه بسیاری از طراحان پارچه بوده است، طرح‌هایی که غالباً منبع اصلی خود را از طبیعت برداشت می‌کنند. طرح‌های استتاری در لباس‌های نظامی به ۱۳ نوع دسته‌بندی می‌شود که در ادامه به آن‌ها اشاره شده است.

طرح استتار تکه شکلاتی

لغت تکه شکلاتی نامی مستعار برای طرح استتاری شش رنگه‌ی تنکی (با طرح‌های تک‌تک و دور از هم) است که در آغاز، در سال ۱۹۷۱ توسط ایالات متحده ایجاد شد. این طرح در ابتدا از شرایط رودرو در بیابان‌های صخره‌ای کالیفرنیا الهام گرفته شد [۱۷]. نمونه‌ای از طرح اولیه صحرایی تکه شکلاتی در جدول (۱) ردیف (۱) نشان داده شده است.

طرح شکارچی اردک

واژه‌ی استتار شکارچی اردک عموماً به طراحی اطلاق می‌شود که دارای نقاط نامنظم و بزرگ در چندین رنگ بر روی یک پس‌زمینه تیره (یکپارچه) می‌باشد. نقوش شکارچی اردک از طرح استتاری نقطه‌نقطه ۱۹۴۲ ایالات متحده در جنگ جهانی دوم ریشه می‌گیرد [۱۷]. نمونه‌ای از این طرح در جدول (۱) ردیف (۲) نشان داده شده است.

استتار فلکتارن

واژه فلکتارن از لغت آلمانی فِلِک به معنای نقطه / لکه و وِتارَنانگ به معنای استتار گرفته شده است. این واژه در دهه‌ی ۷۰ میلادی و در طول آزمون یونیفرم نظامی آلمان در سال ۷۶، به وسیله‌ی طراحان آلمانی اختراع شد [۱۷]. نمونه‌ای از این طرح در جدول (۱) ردیف (۳) نشان داده شده است.

طرح‌های دیجیتالی

واژه دیجیتال در کاربرد رایج آن برای اشاره به هر گونه طرح استتاری که بجای آنکه از اشکال ارگانیک و طبیعی برای ایجاد طرح استفاده کند از پیکسل‌ها تشکیل می‌گردد که با استفاده از الگوریتم‌های کامپیوتری ایجاد می‌شوند. در فاصله نزدیک این طرح‌های دیجیتالی به صورت پیکسل پیکسل دیده می‌شوند ولی در فاصله دور به صورت طرح‌های معمولی و بزرگ مشاهده می‌شوند [۱۸]. نمونه‌ای از این طرح در جدول (۱) ردیف (۴) نشان داده شده است.

طرح منقطع

طرح منقطع واژه‌ای است که وزارت دفاع بریتانیا برای آن دسته طرح‌های استتاری که از اواخر دهه‌ی شصت به بعد تولید شدند، ابداع کرد [۱۸]. نمونه‌ای از این طرح در جدول (۱) ردیف (۵) نشان داده شده است.

استتار ضربه قلم مویی (آبرنگی)

واژه ضربه قلم مو به ضربه‌های رنگی قلم موهای بزرگ برمی‌گردد که نوارهای پهن از رنگ که عموماً از جایی که ضربه‌ها شروع می‌شوند، با

تصویر و تحلیل بصری منجر به تعیین سه گروه اصلی از اشکال در محیط شهری اسلوونی گردید. اشکال هندسی، اشکال ارگانیک و عناصر بزرگ. تحقیق ارائه شده متدها و اصول متفاوت به دست آوردن جلوه‌های استتاری نقش شهری در فضای شهری اسلوونی را در بر می‌گیرد: تحلیل بصری، پردازش دیجیتالی، توصیف ویژگی‌ها و دسته‌بندی اشکال و تحلیل تصویر. یانگ و همکاران [۱۲]، روش جدیدی برای طراحی الگوی استتار زیستی و در پروژه دیگر [۱۳] یک خوشه‌بندی کی - مینز بهبود یافته بر انتخاب رنگ در استتار را ارائه نمود. باین و همکاران [۱۴]، روش جدیدی برای طراحی الگوی استتار دیجیتالی نوین بر اساس خوشه‌بندی فازی و ارزیابی آن، برای اجرای آن در هر دو زمینه رنگ و بافت ارائه داده‌اند. نتایج آزمایش‌ها نشان می‌دهد که روش طراحی الگوی استتار پیشنهادی با محیط اطراف هدف مستتر شده ترکیب می‌شود و تأثیر و نتیجه خوبی به دست می‌آید. چو و همکاران [۲]، برنامه‌ی خودکار ایجاد طرح تصویر دانه‌ای را برای ارزیابی استتار ایجاد کردند. برای ساختن طرح‌ها، اطلاعات رنگ استخراج شده از پس‌زمینه را مورد استفاده قرار دادند. برنامه‌ی خودکار ایجاد شده در این پژوهش چندین گام را دنبال می‌کند: بارگیری کردن یک تصویر، انتخاب یک محیط، استخراج رنگ‌ها و ایجاد یک طرح. پاتیل و همکاران [۱۵]، یک روش تحلیل بافت استتاری ارائه کردند. این روش تحلیل بافت استتاری بر پایه شباهت ساختاری و پارامترهای تصویر طبیعی بین بافت استتاری و تصویر پس‌زمینه بنا شده است که برای کمک به هدایت پنهان‌سازی و تغییر شکل بافت استتاری، مورد محاسبه قرار می‌گیرند نتایج آزمایشی اولیه و مقایسه آن‌ها نشان داد که روش پیاده‌سازی شده برای تغییر شکل و پنهان‌سازی بافت استتاری مفید و مؤثر است. شفیع و همکاران [۱۶]، نرم‌افزاری ارائه کردند که با داشتن تصاویری از محیط استتاری، طرح استتاری و شیء استتار شده، آزمونی طراحی می‌کند که نتیجه هر آزمون میانگین زمان شناسایی معیاری زمینه می‌باشد. گرجی و همکارش [۱]، روشی برای ارزیابی میزان کارایی طرح‌های استتاری ارائه نموده‌اند. نتایج به‌کارگیری این روش که بر مبنای شبیه‌سازی تصاویر طرح استتاری بر روی تصویر زمینه می‌باشد، بر روی تعدادی از طرح‌های استتاری موجود، رضایت‌بخش بوده و همبستگی قابل قبولی با ارزیابی‌های بصری نشان داده است. امروزه در بحث طراحی کامپیوتری، الگوریتم‌های فرا ابتکاری مورد استفاده قرار گرفته‌اند، از جمله الگوریتم‌هایی که در زمینه طراحی پارچه و لباس استفاده می‌شود، الگوریتم ژنتیک است که محققان زیادی از این الگوریتم در سامانه‌های کمک طراحی برای ارتقاء امر طراحی بهره‌جسته‌اند. در مواردی که سلیقه‌ی مصرف‌کننده مطرح است، ارتباط با کاربر حائز اهمیت است. درواقع در این پژوهش با استفاده از الگوریتم کی - مینز رنگ پس‌زمینه را استخراج کرده و از آن برای تولید طرح استتاری استفاده می‌شود، سپس طرح‌های تولیدی با استفاده از الگوریتم ژنتیک محاوره‌ای با توجه به نظر کاربر تکامل و بهبود پیدا می‌کنند.

شرح مسئله

از دغدغه‌های طراحان پارچه و لباس‌های نظامی، دستیابی به فرم‌های جدید استتاری مناسب با شرایط اقلیمی و محیط می‌باشد. از مهم‌ترین اصول استتار فردی که از اهمیت زیادی در نبردها برخوردار است، استتار

برمی گردد. به طور کلی دو نوع از طرح مارمولک وجود دارد: طرح هایی که دارای جهت افقی هستند و آن هایی که دارای جهت عمودی می باشند [۱۸]. نمونه ای از این طرح در جدول (۲) ردیف (۵) نشان داده شده است.

دنباله های باریک تری آغاز می شوند [۱۸]. نمونه ای از این طرح در جدول (۱) ردیف (۶) نشان داده شده است.

طرح های برگی

واژه طرح برگی در مقوله طراحی استتاری عموماً به طرح استتاری (ERDL) ایالات متحده پوشیده شده در جنگ ویتنام برمی گردد. ویژگی طرح های برگی داشتن اشکال شاخه مانند نامنظم و باریک در دو یا چند رنگ بر روی یک پس زمینه یکدست می باشد [۱۸]. نمونه ای از این طرح در جدول (۱) ردیف (۷) نشان داده شده است.

جورچین / جیگساو

واژه پازل توسط مجموعه داران و مورخان برای اشاره به دسته ای از طرح های استتاری ابداع شد و داشتن اشکالی که یادآور تکه های پازل هستند، ویژگی بارز آن هاست. این تم اشکالی هستند که یا شبیه تکه های پازل جیگساو هستند یا به صورت بصری برای ما یادآور تکه های پازل می باشند [۱۷]. نمونه ای از این طرح در جدول (۲) ردیف (۱) نشان داده شده است.

استتار تکه شکسته (جدا شده)

واژه تکه شکسته دربرگیرنده تمام طرح هایی است که دارای اشکالی هندسی هستند که شبیه تکه های شکسته شیشه یا یک شیء شکستنی دیگر می باشند. واژه آلمانی اصلی برای این طرح اسپلیت تارن یا اسپلیتر ماستر بود [۱۷]. نمونه ای از این طرح در جدول (۲) ردیف (۲) نشان داده شده است.

طرح های بارانی

واژه طرح بارانی به یک طرح استتاری اشاره دارد که حاوی درصدی از باریک ها یا رگه های عمود-چین شده است که تصویری از ریزش باران را پدید می آورند. ایده کلی ریزش باران که در آن رگه های باران خودشان به عنوان طرح اصلی بر یک پس زمینه تک رنگ (با رنگ یکدست) از دیگر طرح ها متمایز و جدا شدند، از کشورهای پیمان ورشو در اروپای شرقی بیرون آمد [۱۷] نمونه ای از آن در جدول (۲) ردیف (۳) نشان داده شده است.

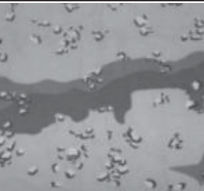
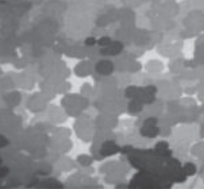
استتار راه راه ببری

واژه ببری راه راه به خانواده ای از طرح های استتاری اشاره دارد که در طول دهه های شصت در جنوب شرق آسیا (مخصوصاً در جمهوری ویتنام) تولید شد. واژه ببری راه راه یا (طرح ببری) به شباهت اساسی بین ضربه قلم موهای باریک طرح استتاری و طرح پنهان طبیعی گونه ببر برمی گردد [۱۷]. نمونه ای از این طرح در جدول (۲) ردیف (۴) نشان داده شده است.

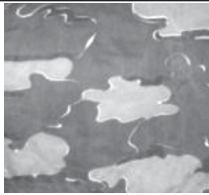
طرح های مارمولکی

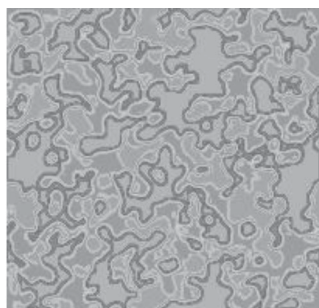
در طول زمان واژه طرح مارمولک به طرح های فرانسوی دهه های پنجاه با راه راه های افقی اطلاق شده است. در حقیقت واژه مارمولک به یک نام مستعار محلی برای چتربازان نظامی فرانسه در طول جنگ الجزایر

جدول ۱- انواع طرح های استتاری [۱۹].

ردیف	نوع طرح	نمونه طرح
۱	طرح استتاری تکه شکلاتی	
۲	طرح استتاری شکارچی اردک	
۳	طرح استتاری فلکتارن	
۴	طرح استتاری دیجیتال	
۵	طرح استتاری DPM	
۶	طرح استتاری ضربه قلم مویی	
۷	طرح استتار برگی	

جدول ۲- انواع طرح‌های استتاری [۱۹].

ردیف	نوع طرح	نمونه طرح
۱	طرح استتاری جوجین / جیگسائو	
۲	طرح استتاری تکه شکسته	
۳	طرح استتاری بارانی	
۴	طرح استتاری راه‌راه ببری	
۵	طرح استتاری مارمولکی	



(ب)



(الف)



(ج)

شکل ۳- پردازش تصویر زمینه و استخراج طرح استتاری موردنظر الف- تصویر زمینه ب- طرح استتاری استخراج شده از زمینه ج- نمایش لباس استتاری بر روی زمینه

روش کار

پردازش تصویر

در این پژوهش از روش پردازش تصویر میانی که ورودی آن تصویر و خروجی آن صفات تصویر می باشد استفاده شده است. از جمله عملیاتی که بر روی تصویر انجام گرفت، تقسیم بندی اشکال در تصویر و شناسایی لبه می باشد. در شکل (۴) نمونه ای از این پردازش نشان داده شده است.

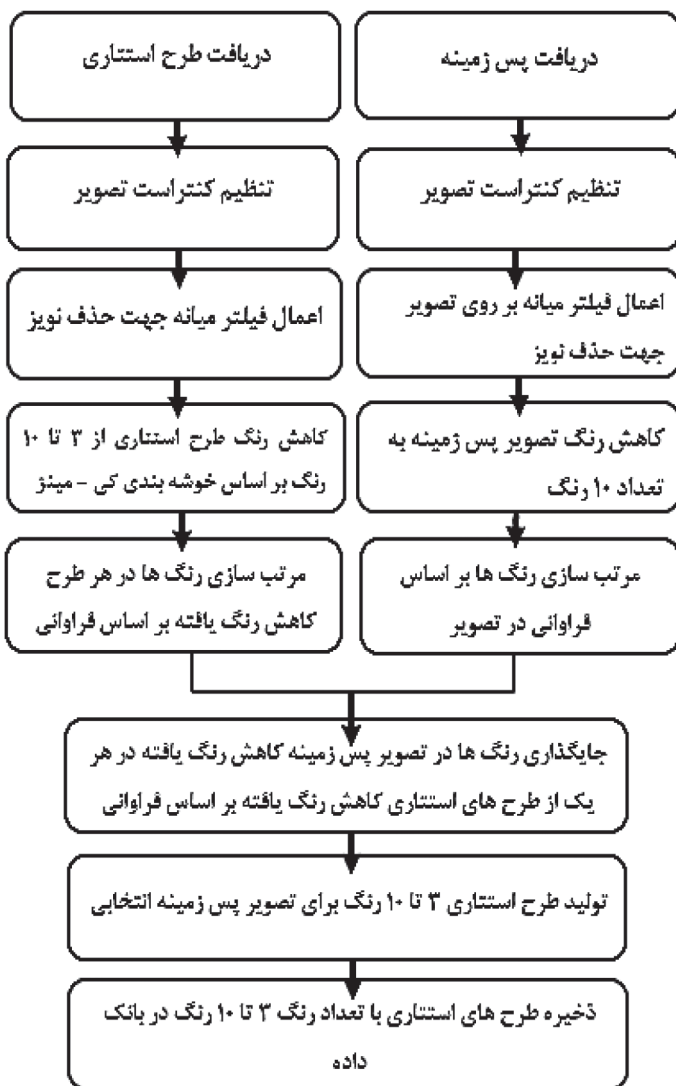
نحوه ایجاد طرح استتاری

در این پژوهش برای ایجاد طرح استتاری ابتدا تصویر زمینه انتخاب

استتار جنگل

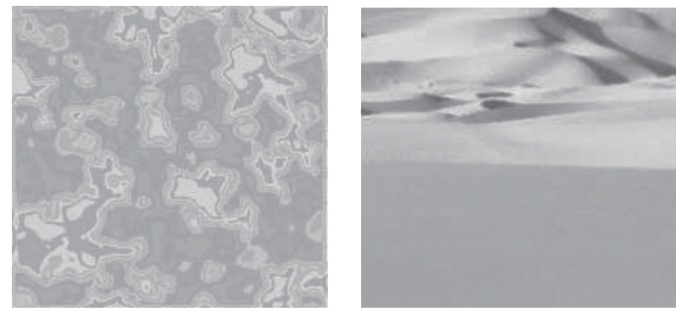
واژه جنگل عموماً به طرح استتاری جنگل ایالات متحده ارائه شده در سال ۱۹۸۱ میلادی که خودش نیز از طرح ای آر دی ال ۱۹۴۸ ریشه گرفته بود و تمام مشتقات آن اطلاق می گردد [۱۷]. نمونه ای از این طرح در جدول (۲) ردیف (۶) نشان داده شده است.

در پژوهش حاضر طرح های استتاری به وسیله پردازش تصویر زمینه و به کارگیری الگوریتم ژنتیک محاوره ای تولید شد. هدف استخراج طرح رنگی استتاری از تصاویر پس زمینه می باشد. بدین منظور ابتدا طرح پس زمینه بر روی تمامی طرح های استتاری نظامی موجود با تعداد رنگ مختلف از ۳ تا ۱۰ رنگ به دلیل قابلیت چاپ آن روی پارچه، پیاده سازی شده، سپس جهت رسیدن به طرح بهتر از الگوریتم ژنتیک محاوره ای استفاده شد. در شکل (۳) نمونه ای از تصویر زمینه، بهترین طرح انتخاب شده توسط کاربر و لباس استتاری نظامی نمایش داده شده بر روی زمینه نشان داده شده است.



شکل ۵- فلوچارت فرآیند ساخت طرح استتاری توسط نرم افزار.

ثابتی از خوشه‌ها بر اساس نزدیکی نقاط داده‌ها به هم می‌باشد [۲۱]. از الگوریتم کی‌مینز جهت کاهش رنگ تصویر پس‌زمینه و طرح در این پژوهش استفاده شده است [۲۲]. یکی از مهم‌ترین مسائل در خوشه‌بندی یافتن خوشه‌بندی بهینه می‌باشد که (۱). تراکم: نمونه‌های موجود در یک خوشه تا حد امکان شبیه به یکدیگر باشند. معیار رایج برای تعیین میزان تراکم داده‌ها واریانس داده‌ها است و (۲). جدایی: نمونه‌های متعلق به خوشه‌های متفاوت تا حد امکان از یکدیگر جدا باشند. به عبارت دیگر، خوشه‌ها باید دارای ماکزیمم فشرده‌گی باشند و فاصله بین خوشه‌ها نیز زیاد باشد [۲۳]. روند الگوریتم کی‌مینز در شکل (۶) نشان داده شده است. شاخص‌های اعتبارسنجی برای سنجش مقدار صحت نتایج خوشه‌بندی به منظور مقایسه بین روش‌های خوشه‌بندی مختلف یا مقایسه نتایج حاصل از یک روش استفاده می‌شوند. طبق تعریف، خوشه‌بندی مطلوب است که در آن فاصله مراکز خوشه‌بندی از یکدیگر زیاد بوده و مقدار پراکندگی داده‌ها درون هر خوشه کم باشد. یکی از این شاخص‌ها، شاخص دیویس-بولدین می‌باشد. شاخص



ب

الف

شکل ۴- پردازش سطح میانی الف- ورودی: تصویر ب- خروجی: صفات تصویر.

می‌گردد، در مرحله بعد کنتراست تصویر تنظیم می‌شود و نیز فیلتر میانه جهت حذف نویز بر روی تصویر اعمال می‌گردد. تصویر پس‌زمینه با استفاده از الگوریتم خوشه‌بندی کی‌مینز به تعداد ۱۰ رنگ، کاهش رنگ می‌یابد. پس از آن رنگ‌ها بر اساس فراوانی آن‌ها در تصویر مرتب‌سازی می‌شوند. در این مرحله طرح استتاری دریافت می‌گردد و فیلتر میانه جهت حذف نویز بر روی آن اعمال می‌شود. پس از طی این مراحل طرح استتاری با استفاده از الگوریتم خوشه‌بندی کی‌مینز به ۳ تا ۱۰ رنگ، کاهش رنگ داده می‌شود. در این مرحله مرتب‌سازی رنگ‌ها هر طرح استتاری کاهش رنگ یافته بر اساس فراوانی آن‌ها انجام می‌شود.

سپس جایگذاری رنگ‌های پس‌زمینه کاهش رنگ یافته در هر یک از طرح‌های استتاری کاهش رنگ یافته بر اساس فراوانی آن‌ها که بر اساس روش مؤثر ارائه شده جهت جابجایی رنگ در تصاویر توسط گرجی و همکاران [۲۰] ارائه شده است صورت می‌گیرد. این روش بر پایه‌ی تطبیق هیستوگرام سه کانال R,G,B تصویر کاهش رنگ یافته زمینه با هیستوگرام متناظر تصویر طرح قرار دارد؛ که هر کانال کاهش رنگ یافته تصویر زمینه به‌طور مجزا با کانال متناظر تصویر طرح تطبیق داده می‌شود. در ادامه برای هر کانال در دو تصویر تابع احتمال توزیع فراوانی شدت نور با استفاده از هیستوگرام تصویر محاسبه می‌شود. سپس شدت نورهای که در کانال تصویر کاهش رنگ یافته زمینه دارای نزدیک‌ترین مقدار احتمال توزیع فراوانی شدت نور با کانال تصویر طرح می‌باشند.

در تصویر طرح جایگزین می‌شوند. این فرایند برای هر سه کانال تکرار می‌گردد. در نهایت طرح استتاری ۳ تا ۱۰ رنگ برای تصویر پس‌زمینه انتخابی تولید می‌شود. طرح استتاری به‌دست آمده در بانک داده ذخیره می‌گردد. فرآیند ساخت طرح استتاری توسط نرم‌افزار در فلوچارت شکل (۵) نمایش داده شده است. در این مرحله بانک داده ساخته شده و بعد از آن الگوریتم ژنتیک محاوره‌ای اعمال می‌گردد.

الگوریتم کی‌مینز

الگوریتم کی‌مینز (K-means) یکی از پرکاربردترین الگوریتم‌های خوشه‌بندی می‌باشد. حرف k که در اسم این الگوریتم وجود دارد به این واقعیت اشاره دارد که هدف این الگوریتم پیدا کردن تعداد

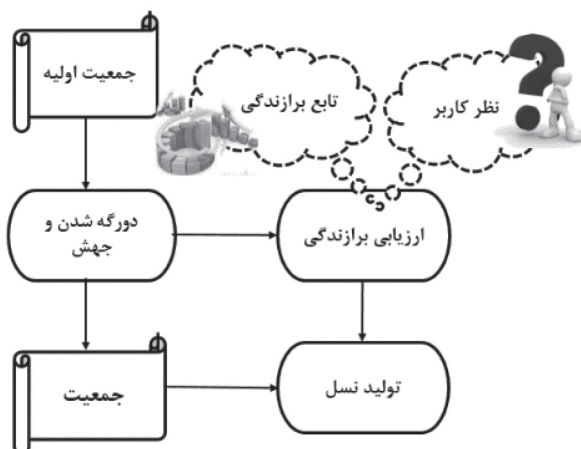
پژوهش هر فرآیند خوشه‌بندی ۲۰۰ بار تکرار و شاخص DB آن محاسبه شد سپس بهترین خوشه‌بندی که دارای کمترین DB می‌باشد برای هر مرحله از کاهش رنگ انتخاب گردید.

الگوریتم ژنتیک

الگوریتم‌های ژنتیک با پیروی از اصول انتخاب طبیعی داروین، در واقع روش‌های جست‌وجوی نرم‌افزاری هستند که برای یافتن بهترین پیش‌بینی یا تطبیق الگو از آن‌ها استفاده می‌شود. به عبارت دیگر الگوریتم ژنتیک روش برنامه‌نویسی است که از تکامل ژنتیکی به عنوان الگوی حل مسئله استفاده می‌کند. الگوریتم ژنتیک شامل عملگرهای نخبه‌گزینی، ترکیب و جهش می‌باشد.

الگوریتم ژنتیک محاوره‌ای

در الگوریتم ژنتیک ارزیابی به کمک تابع برازندگی انجام می‌شود؛ اما ارزیابی مسائل کیفی یا توصیفی در عمل پیچیده یا گاهی ناممکن است. برای حل این مشکل الگوریتم ژنتیک محاوره‌ای ابداع شد که در آن تابع برازندگی با ارزیابی انسان جایگزین شده است. بدین ترتیب تعاملی بین انسان و رایانه به وجود می‌آید. الگوریتم ژنتیک محاوره‌ای، فقط در روش بیان مقدار برازندگی، با الگوریتم ژنتیک تفاوت دارد. الگوریتم ژنتیک محاوره‌ای به کاربر اجازه می‌دهد، به‌طور مستقیم طرح‌های پارچه تولیدشده توسط الگوریتم ژنتیک محاوره‌ای را ارزیابی کند. در شکل (۷) روند الگوریتم ژنتیک و الگوریتم ژنتیک محاوره‌ای نشان داده شده است.

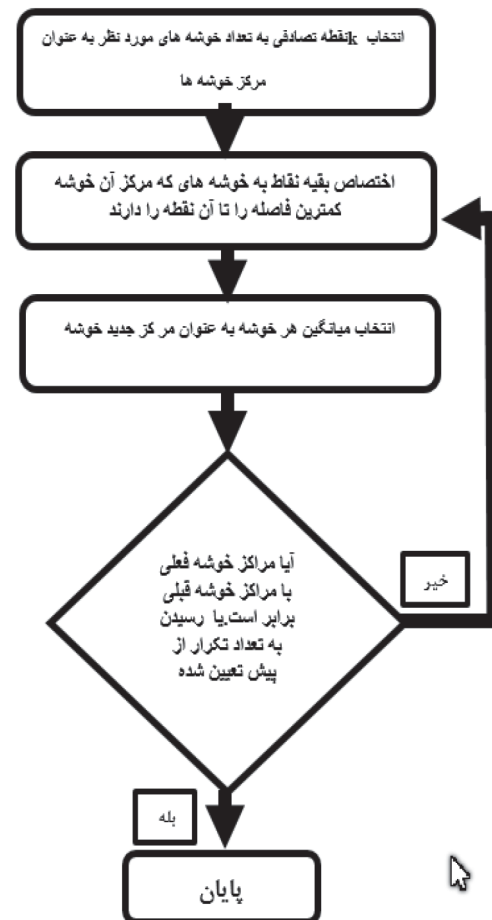


شکل ۷- نمایش الگوریتم ژنتیک و الگوریتم ژنتیک محاوره‌ای [۲۶].

روند اجرای الگوریتم ژنتیک محاوره‌ای در شکل (۸) نشان داده شده است. پارامترهای الگوریتم ژنتیک محاوره‌ای بکار رفته در این پژوهش در جدول (۳) نشان داده شده است.

جدول ۳- پارامترهای الگوریتم ژنتیک محاوره‌ای

تعداد تکرار (نسل)	تعداد جمعیت	درصد ترکیب	درصد جهش	درصد تغییرات جهش
۴	۸	۷۵٪	۲۵٪	۵۰٪



شکل ۶- فلوچارت روند الگوریتم کی‌مینز [۲۴].

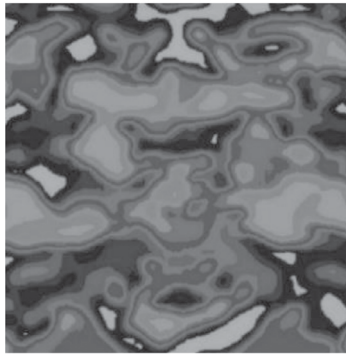
دیویس بولدین بر طبق معادله (۱) تعریف می‌شود.

$$DB_k = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k \max_{j=1, \dots, k, i \neq j} \left\{ \frac{d(c_i) + d(c_j)}{\|c_i - c_j\|} \right\} \quad (1)$$

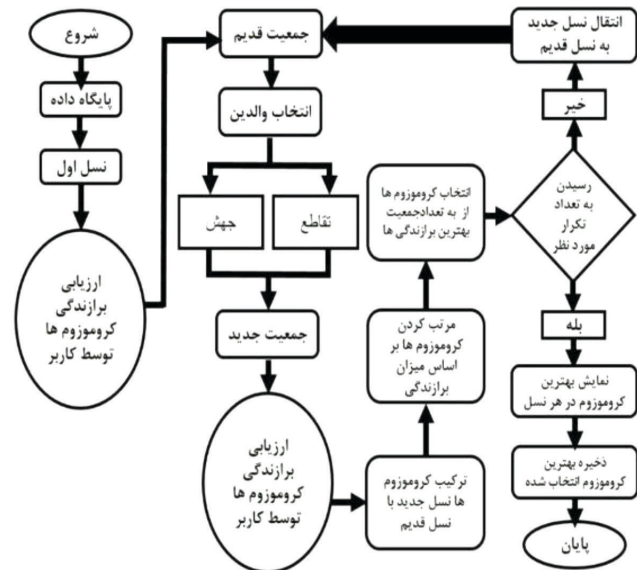
که در معادله (۱)، d قطر یک خوشه و برابر است با:

$$d(c_i) = \left(\frac{1}{n_i} \sum_{x \in c_i} \|x - z_i\|^2 \right)^{1/2} \quad (2)$$

که در معادله (۲)، n_i تعداد نقاط و z_i مرکز خوشه C_i می‌باشد. این شاخص در واقع میانگین شباهت بین هر خوشه با شبیه‌ترین خوشه به آن را محاسبه می‌کند. بهینه‌ترین حالت خوشه‌بندی زمانی حاصل می‌شود که فاصله درون خوشه‌ای کمترین و فاصله بین خوشه‌های بیشترین مقدار خود را داشته باشد. با توجه به تعاریف بالا می‌توان دریافت که هرچه مقدار این شاخص کمتر باشد، خوشه‌های بهتری تولیدشده است [۲۵]. در این



شکل ۹- نمونه کروموزوم طرح استتاری



شکل ۸- روند اجرای الگوریتم ژنتیک محاوره‌ای

نحوه کدگذاری (تبدیل مسئله به ژن و کروموزوم)

برای حل مسئله با استفاده از الگوریتم ژنتیک محاوره‌ای، تصاویر و راه‌حل‌ها باید به کدهای قابل فهم به وسیله این الگوریتم تبدیل شوند. درواقع هر طرح پارچه به عنوان یک کروموزوم و اجزای آن به عنوان ژن‌ها در نظر گرفته می‌شوند. این اشکال بانک اطلاعاتی را تشکیل می‌دهند. در این پژوهش ۴ ژن تعریف شده که از ترکیب آن‌ها کروموزوم به وجود می‌آید. ژن‌هایی که کروموزوم‌ها را تشکیل می‌دهند به ترتیب زیر می‌باشند.

۱- نوع طرح، ۲- تعداد رنگ، ۳- ابعاد طرح، ۴- زاویه چرخش طرح نمونه‌ای از کروموزوم در شکل (۹) نشان داده شده است. دامنه تغییرات ژن‌ها در جدول (۴) نمایش داده شده است. با استفاده از رابط کاربری، کاربر می‌تواند هر تعداد طرحی که در نظر داشته باشد را به پایگاه داده نرم‌افزار اضافه کند.

جمعیت اولیه

نسل اولیه به طور تصادفی از بین طرح پارچه‌های استتاری در پایگاه داده استخراج می‌گردد. درواقع با قرار گرفتن ژن‌ها در کنار یکدیگر و شکل دادن کروموزوم‌ها، ۸ عدد طرح استتاری ساخته می‌شوند و در نقاط مختلف زمینه نمایش داده می‌شود که جمعیت اولیه را تشکیل می‌دهد. در شکل (۱۰) نمونه‌ای از جمعیت اولیه نشان داده شده است.

ارزیابی برازندگی اعضاء توسط کاربر

طرح‌هایی که به وسیله الگوریتم ژنتیک تولید می‌شوند باید از نظر میزان

جدول ۴- دامنه تغییرات ژن‌ها در کروموزوم

بازه	نوع طرح	تعداد رنگ	ابعاد طرح*	زاویه چرخش**
حداقل	۳	۳	ریز	۰ درجه
حداقل	۳	۳	ریز	۰ درجه

* زاویه چرخش. گام ده درجه

** نوع طرح: ریز، متوسط، درشت

قابلیت استتار توسط کاربر مورد ارزیابی قرار بگیرند، بدین منظور طرح‌های تولیدی بر روی پس‌زمینه اصلی قرار داده می‌شوند تا میزان پوشانندگی طرح‌ها برای کاربر به راحتی قابل تشخیص باشد و به منظور ایجاد شرایط یکسان برای طرح‌های تولیدی در نرم‌افزار قابلیت چرخش و جابجایی طرح‌ها نیز در این رابط کاربری گرافیکی در نظر گرفته شده است که جمعیت اولیه را تشکیل می‌دهد. در شکل (۱۱) نمونه‌ای از جمعیت اولیه نشان داده شده است. کاربر نظر خود را به صورت عددی در بازه صفر و صد که به عنوان برازندگی طرح در نظر گرفته می‌شود در زیر هر طرح وارد می‌کند. نمایش طرح‌ها در یک جمعیت ۸ تایی بر روی زمینه موردنظر صورت می‌گیرد.

انتخاب والدین

انتخاب والدین بر اساس چرخ گردان و بر اساس بیشترین برازندگی‌ها انجام می‌شود. بدین صورت که هر کروموزوم که برازندگی بیشتری دارد شانس انتخاب بیشتری خواهد داشت. ابتدا دو کروموزوم به عنوان والدین انتخاب می‌شوند که این انتخاب بر اساس چرخ گردان و بر اساس بیشترین برازندگی‌ها صورت می‌گیرد. انتخاب بر اساس چرخ گردان در شکل (۱۲) نشان داده شده است.

عملگرهای الگوریتم

عملگرهای استفاده شده در این مقاله شامل ترکیب و جهش است که بر روی کروموزوم‌هایی که به عنوان والد انتخاب شده‌اند اعمال می‌گردد.

عملگر تقاطع (دورگه شدن)

عملگر تقاطعی، فرآیندی است که دو والد را در نظر می‌گیرد و بر اساس آن‌ها دو فرزند جدید تولید می‌کند. برای این کار قسمتی از ژن‌های والدین در ژن‌های فرزندان کپی می‌شود. انتخاب ژن‌هایی که باید از هر یک از والدین کپی شوند به روش‌های مختلف انجام می‌شود که شامل تقاطع تک نقطه‌ای، دونقطه‌ای و تقاطع یکنواخت است. در این پژوهش از روش تقاطع تک نقطه‌ای استفاده شده است که در تقاطع تک نقطه‌ای دو کروموزوم به طور تصادفی از یک نقطه شکسته و بخش‌های شکسته شده جابجا می‌شوند و دو کروموزوم فرزند تولید می‌شود. به این معنی که امکان شکست کروموزوم‌ها از ۳ نقطه وجود

چرخش طرح و تعداد رنگ است، نمایش داده شده‌اند که فرزند اول نوع طرح را از مادر و تعداد رنگ و زاویه چرخش طرح را از پدر به ارث برده است و فرزند دوم نوع طرح را از پدر و تعداد رنگ و زاویه چرخش طرح را نیز از مادر به ارث برده است.

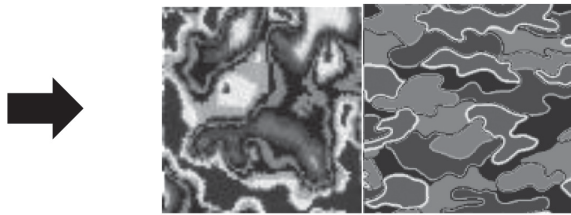
دارد. این نقاط شکست شامل عدد تصادفی بین ۴ ژن است که نوع طرح، تعداد رنگ، ابعاد طرح و زاویه چرخش را در برمی گیرند که به عنوان مثال در شکل (۱۳) یک نمونه عمل تقاطع نشان داده شده است که در آن، والدین و یکی از فرزندان که حاصل از جابجایی زاویه



شکل ۱۰- نمونه جمعیت اولیه.



شکل ۱۱- ارائه طرح‌ها به کاربران جهت تعیین برازندگی.



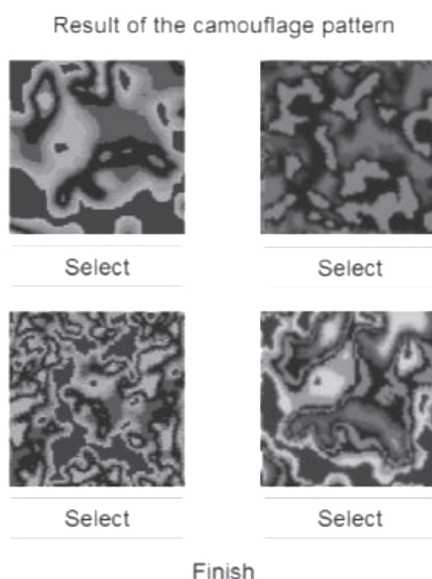
شکل ۱۴- جهش در نوع طرح.

نمایش طرح‌ها به کاربر برای انتخاب طرح نهایی

در این مرحله ۴ تا از طرح‌هایی که از بیشترین برازندگی برخوردارند توسط صفحات رابط کاربری گرافیکی به کاربر نمایش داده می‌شوند تا کاربر بتواند یکی از این طرح‌ها را به عنوان طرح دلخواه برگزیند که در شکل (۱۵) نشان داده شده است. نمونه‌ای از طرح پیشنهادی برنامه به کاربر در شکل (۱۶) نمایش داده شده است.

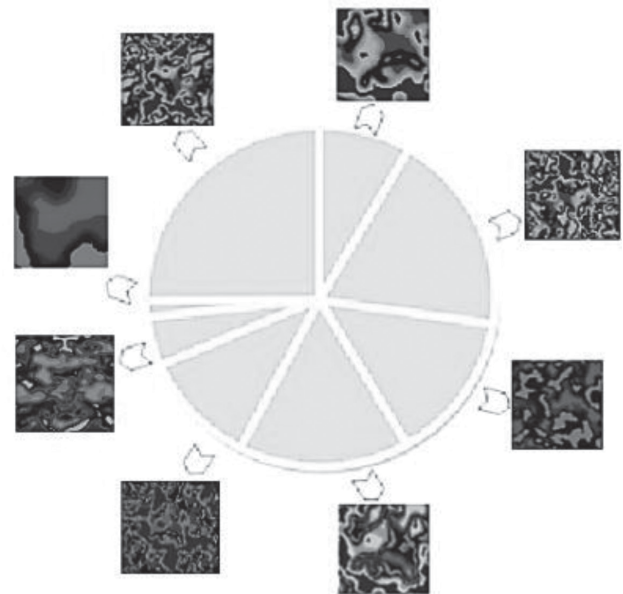
نتایج و بحث

در این بخش، جزئیات پیاده‌سازی و ارزیابی نرم‌افزار پیشنهادی به کاربر ارائه می‌گردد. جهت پیاده‌سازی فرآیند تولید نرم‌افزار طراحی پارچه‌های استتاری با استفاده از پردازش تصویر زمینه و به کارگیری روش بهینه‌سازی الگوریتم ژنتیک محاوره‌ای، از کد نویسی در نرم‌افزار متلب استفاده شد و نیز از الگوریتم کی‌مینز جهت استخراج رنگ زمینه استفاده گردید. تمامی مراحل تولید آن در بخش روش کار بیان شد. در نهایت به منظور تسهیل استفاده از نرم‌افزار رابط کاربری گرافیکی مناسب طراحی گردید. رابط کاربری گرافیکی این امکان را فراهم می‌کند که تمامی فرایندهای ارزیابی شامل ورود تصاویر، مشاهده و بررسی آن‌ها، انتخاب، ذخیره‌سازی و مشاهده خروجی‌ها در یک ساختار به‌طور کامل مناسب و آسان میسر

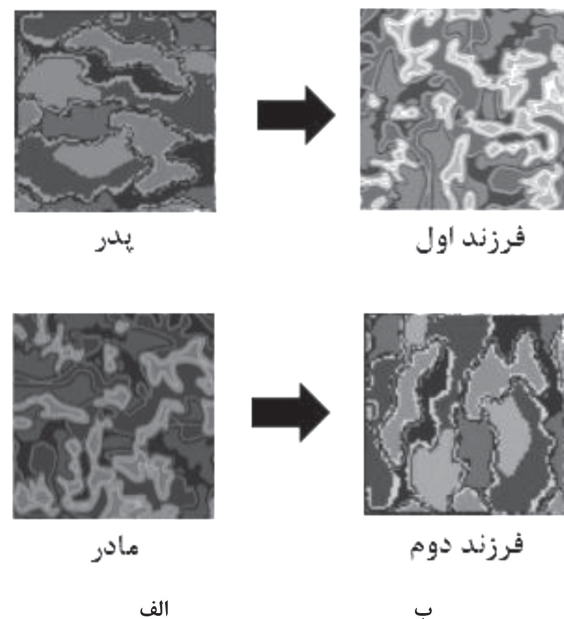


شکل ۱۵- نمایش طرح‌ها به کاربر برای انتخاب طرح نهایی.

می‌کند. این کار با انجام تغییرات کوچکی در رشته اولیه به وقوع می‌پیوندد. با استفاده از یک توزیع یکنواخت یک ژن به صورت تصادفی انتخاب و مقدار آن نیز به صورت تصادفی تغییر پیدا می‌کند. در این پژوهش ۴ ژن (نوع طرح، ابعاد طرح، تعداد رنگ و زاویه چرخش) وجود دارد بنابراین جهش در هر ۴ ژن قابل اجراست. در شکل (۱۴) جهش در نوع طرح نمایش داده شده است. الگوریتم ژنتیک محاوره‌ای تا چهار نسل ادامه پیدا می‌کند و کاربر نیز در هر نسل برازندگی طرح‌های استتاری را تعیین می‌کند پس از طی این مراحل ۴ طرح استتاری که از برازندگی بالاتری نسبت به بقیه طرح‌ها برخوردار بوده‌اند به کاربر نمایش داده می‌شود تا کاربر بتواند از بین آن‌ها یک طرح را انتخاب کند.



شکل ۱۲- انتخاب با چرخ گردان.



شکل ۱۳- عملگر دورگه شدن (با تغییر تعداد رنگ و زاویه چرخش).

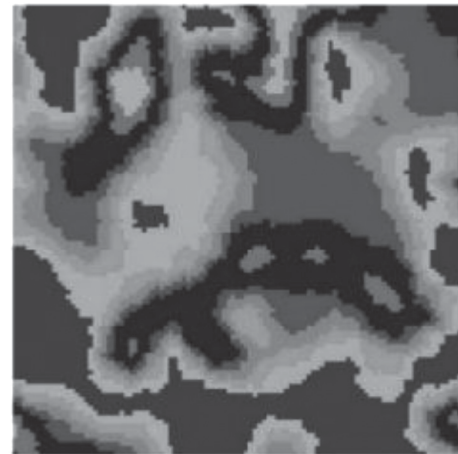


شکل ۱۷- نتایج حاصل از نظرسنجی از افراد نظامی.

زمینه اقدام نمایند. پس زمینه‌های انتخابی جهت نظرسنجی در جدول (۵) نشان داده شده است. نتایج به دست آمده از بررسی طرح‌های مذکور در شکل ۱۷ نشان داده شده است. در بخش ارزیابی طرح‌های استتاری سلیقه کاربر دخیل می‌باشد، بدین منظور پرسشنامه‌ای برای ارزیابی نرم‌افزار تهیه گردید و کاربران به طرح‌های استتاری ایجاد شده در هر نسل امتیاز داده و

جدول ۶- نمونه پرسشنامه و آمار به دست آمده مربوط به هر سؤال

۱- آیا نرم‌افزار برای شما قابل درک بود؟			
الف. عالی ۳۳.۳٪	ب. خوب ۵۰٪	ج. متوسط ۶.۷٪	د. ضعیف ۱۰٪
۲- استفاده از نرم‌افزار برای شما ساده بود؟			
الف. عالی ۱۶.۷٪	ب. خوب ۴۳.۳٪	ج. متوسط ۲۳.۴٪	د. ضعیف ۱۶.۷٪
۳- به پارچه استتاری موردنظر خود رسیدید؟			
الف. عالی ۲۶.۶٪	ب. خوب ۴۰٪	ج. متوسط ۳۰.۱٪	د. ضعیف ۳.۳٪
۴- فرم و اندازه طرح استتاری دلخواه به دست آمد؟			
الف. عالی ۳۰.۱٪	ب. خوب ۵۶.۶٪	ج. متوسط ۱۳.۳٪	د. ضعیف ۰٪
۵- طرح و رنگ استتاری موردپسندتان قرار گرفت؟			
الف. عالی ۳۰.۶٪	ب. خوب ۴۶.۷٪	ج. متوسط ۱۳.۳٪	د. ضعیف ۳.۳٪
۶- آیا در نسل‌های ابتدایی طرح موردنظر شما به دست آمد؟			
الف. عالی ۲۶.۶٪	ب. خوب ۲۳.۳٪	ج. متوسط ۳۳.۳٪	د. ضعیف ۱۶.۷٪
۷- آیا تصویر نهایی که مشاهده کردید از طرح‌های استتاری ارائه شده به دست آمد؟			
الف. عالی ۴۰٪	ب. خوب ۵۳.۴٪	ج. متوسط ۶.۷٪	د. ضعیف ۰٪
۸- آیا نظرات شما در ارائه طرح‌های جدید توسط نرم‌افزار تأثیر داده شده است؟			
الف. عالی ۵۶.۶٪	ب. خوب ۲۶.۶٪	ج. متوسط ۱۳.۴٪	د. ضعیف ۳.۳٪
۹- آیا طراحی طرح استتاری موردنظر شما بدون نرم‌افزار برایتان مشکل می‌باشد؟			
الف. عالی ۵۳.۳٪	ب. خوب ۶.۷٪	ج. متوسط ۴۰٪	د. ضعیف ۰٪
۱۰- به نظر شما استفاده از این نرم‌افزار در طراحی پارچه‌های استتاری مؤثر است؟			
الف. عالی ۶۹.۹٪	ب. خوب ۱۰.۱٪	ج. متوسط ۲۰٪	د. ضعیف ۰٪



Save

Cancel

شکل ۱۶- نمونه‌ای از طرح پیشنهادی برنامه به کاربر.

شوند. نمونه‌ای از تصاویر پس‌زمینه و بهترین طرح حامل در جدول (۵) نشان داده شده است. در روش بهینه‌سازی الگوریتم ژنتیک محاوره‌ای نظر کاربر در مراحل تولید طرح مؤثر می‌باشد بنابراین در این پژوهش جهت بررسی عملکرد نرم‌افزار پیشنهادی و بررسی میزان موفقیت طرح‌های استتاری از نظر قابلیت پنهان شدن در محیط طبق موارد همانندی با زمینه یا استتار مخلوط شدنی و رنگ‌آمیزی در هم گسیخته یا استتار در هم گسیخته [۱]، ۴ تصویر انتخاب گردید و از ۳۰ کاربر نظامی خواسته شد با استفاده از نرم‌افزار تهیه شده به تولید طرح استتاری برای این چهار

جدول ۵- نمونه‌ای از تصاویر پس‌زمینه و بهترین

طرح حامل	نوع طرح	نمونه طرح



شکل ۱۹- الف- ب- لباس‌های استتاری نظامی نمایش داده شده بر روی زمینه.

تهیه گردید که با استفاده از روش بهینه‌سازی الگوریتم ژنتیک محاوره‌ای سرعت تولید، دقت، تنوع و جذابیت این طرح‌ها را افزایش می‌دهد. در این پژوهش با کاربرد روش خوشه‌بندی کی-مینز تصاویر زمینه به ۱۰ رنگ کاهش رنگ داده می‌شوند، هر طرح نیز بین ۳ تا ۱۰ رنگ با توجه به حداکثر رنگ قابل چاپ بر روی پارچه کاهش رنگ می‌یابد. الگوریتم معرفی شده رنگ‌های موجود در پس زمینه کاهش رنگ یافته را با توجه به فراوانی آن‌ها با رنگ‌های موجود در طرح، جایگزین می‌کند. طرح‌های استتاری توسط الگوریتم ژنتیک محاوره‌ای تولید می‌شوند، سپس برازندگی طرح‌ها توسط کاربر ارزیابی می‌گردد. نرم‌افزار طراحی شده از نظر کاربر جهت تعیین برازندگی طرح‌های استتاری ایجاد شده استفاده می‌کند و می‌تواند به طراح در زمینه طراحی پارچه‌های استتاری متنوع کمک کند. نتایج حاصل از ارزیابی این نرم‌افزار توسط ۳۰ نفر کاربر نظامی نشان‌دهنده رضایت ۸۰ درصد کاربران از طرح‌های استتاری تولید شده توسط نرم‌افزار پیشنهادی و قابلیت استتار و پنهان شدن آن‌ها در محیط‌های مورد نظر می‌باشد.



شکل ۲۰- الف- ب- لباس‌های استتاری نظامی نمایش داده شده بر روی زمینه.



شکل ۱۸- ارزیابی بصری ۵ طرح استتاری بر روی زمینه.

طرح‌های ایجاد شده را از نظر قابلیت استتار و مواردی که در جدول (۶) نشان داده شده است بررسی کردند. نتایج به دست آمده از بررسی کارایی نرم‌افزار توسط کاربران برای طرح (الف) ۴۶.۲ درصد، طرح (ب) ۲۶.۴ درصد، طرح (ج) ۱۶.۵ درصد و طرح (د) ۹.۹ درصد می‌باشد. نمونه‌هایی از لباس‌های استتاری نظامی نمایش داده بر روی زمینه در شکل (۱۸) و (۱۹) نشان داده شده است.

ارزیابی روش پیشنهادی از لحاظ زمانی

برای بررسی و ارزیابی این روش از لحاظ زمانی از روش ارزیابی بصری بر اساس روش پیشنهادی شفیعی و همکاران [۱۶] استفاده شد. در شکل (۱۸)، ۵ طرح استتاری تولید شده توسط نرم‌افزار نشان داده شده است که هر یک از این طرح‌ها از بهترین طرح‌های استتاری در هر بار اجرای برنامه می‌باشند. نتیجه ارزیابی این ۵ طرح استتاری در محیط جنگلی در جدول (۷) ارائه شده است.

نتیجه‌گیری

در این پژوهش، نرم‌افزاری جهت طراحی پارچه‌های استتاری نظامی با استفاده از پردازش تصویر و بکارگیری روش بهینه‌سازی الگوریتم ژنتیک محاوره‌ای تولید شد. از آنجایی که طراحی پارچه‌های استتاری برای لباس‌های نظامی امری بسیار مهم، دقیق و پیچیده است، بنابراین طراحی این گونه پارچه‌ها به صورت دستی از خطای زیاد، دقت و تنوع کمی برخوردار می‌باشد و نیاز به تخصص زیادی در این زمینه دارد، در این راستا نرم‌افزاری

جدول ۷- میانگین زمان شناسایی برای طرح‌های

بررسی شده طرح استتاری	تعداد آزمون	میانگین زمان شناسایی (میلی ثانیه)
طرح استتاری (۱)	۱۰	۱۲۰۰
طرح استتاری (۲)	۱۰	۳۲۵۰
طرح استتاری (۳)	۱۰	۸۲۰
طرح استتاری (۴)	۱۰	۲۶۰۰
طرح استتاری (۵)	۱۰	۱۸۶۰

مراجع

- Gorji, S., Amani Tehrani, M. Quantitative Assessment of the Ability to Camouflage Designs. J. of. Passive. Def, 1, 3, 231-239. 2010.
- Cho, w. J., Ahn, W., Shik Kim, M., Park, J. , Kim, S., Han, K.H., Making Pixel Patterns Automatically for Camouflage – Using Color Information from Their Background., Commun. Comput. Inf. Sci., 174, 98-101, 2011.
- Rommel, E., Camouflage, Principles and Types of Military. <http://www.military.ir/forums/topic>, 2013.
- Rommel, E., Camouflage, Principles and Types of Military, <http://www.Military.ir/Forums/Topic/25706>, 2013.
- Wong, W.K., Leung, S.S., Hybrid Planning Process for Improving Fabric Utilization., Text. R. J, 79, 18, 1-16., 2009.
- Abeysooria, R.P., Fernando, T.G.I. Hybrid Approach to Optimize Cut Order Plan Solutions in Apparel Manufacturing., Int. J. Of Inf. Commun., Technol. Res, 2, 4, 348-353, 2012.
- Payvandy, P. Line Balancing in The Apparel Industry Using Genetic Algorithm., Int. Conf. of Fuzzy. Inf. Eng 2010, 1-2.
- Bahador Najafabadi, M. Line Needlework Balancing Using Genetic Algorithms and Artificial Neural Network., Master Thesis Textile, Faculty of Textile Engineering, Yazd University, 1-15, 2012.
- Zarenezhad, Z., System Cloth Design Using Evolutionary Algorithms and Similarity., Master Thesis Textile, Faculty of Textile Engineering, Yazd University, 2012.
- Barari, V., Payvandy, P., Hadizadeh, M., Designing Fashion Using Interactive Genetic Algorithm., Int. Conf. of. Fuzzy. Inf. Eng, 2010, 1-7.
- Gabrijelcic, H., Friskovec, M., Dimitrovski, K., The use of image analysis for defining the shapes of urban camouflage pattern., AUTE. World. Text. Conf, 2009, 646- 653.
- Yong, Z., Wenjian, W., Zhiming, L., Design of Bionic Camouflage Pattern., Comput. Eng., 35, 6, 35-37, 2009.
- Yong, Z.; Wenjian, W., Zhiming, L., Camouflage Color Selection Based on Improved K-means Clustering., Comput. Eng. Appl., 45, 6, 210-212, 2009.
- Bian, P., Yi, J., Zhang, N., Fuzzy C-Means Clustering Based Digital Camouflage Pattern Design and Its Evaluation., Signal. Process, IEEE 10th. Int. Conf 2010, 1017-1020.
- Patil, R., Ramtic, S., Implementation of Weighted Structure Similarity & Texture Parameters for Camouflage Texture., Int. J. Of. Eng. Res. Technol (IJERT), 3, 1, 2242-2245, 2014.
- Shafie, M., Amani Tehrani, M., Gorji, S., Providing A Designing Assistant Software Predicting the Effectiveness of Camouflage Patterns., Passive. Def. Sci. Technol, 2, 3, 231-239, 2011.
- منتظری، ز.، طراحی پارچه های استتاری با استفاده از پردازش تصویر زمینه، کارشناسی ارشد طراحی پارچه و لباس، دانشکده هنر و معماری، گروه طراحی پارچه و لباس، دانشگاه آزاد اسلامی واحد یزد، ۱۳۹۳.
- زینل پور یزدی م.، پیوندی پ.، ایزدان ح.، مروری بر روش های تولید، ارزیابی و تشخیص الگوی استتاری، مجله علوم و فناوری نساجی و پوشاک، دوره جدید، شماره ۳، صفحه ۲۱ – ۹، ۱۳۹۶.
- Types of Camouflage, <http://www.AllCamouflage.com / Type-Of-Camouflage-2/>, 2013.
- Gorji, S., Ansari, K. Color Scene Transform Between Images Using Rosenfeld-kak Histogram Matching Method., Prog. In. Color. Coat; 2013; Vol.6; No.1, 17-24.
- Zare, A.; Dehghan, N.; Payvandy, P.; Hadizadeh, M., K-mean Clustering Method for Grouping the Body Form., 8th National Conf. Text. Eng 2012, 2-3.
- Iranmanesh, N., Payvandy, P., K-mean Clustering Method to Influence the Factors for Buying Men's T-Shirts, 8th Natl. Conf. Text. Eng 2012, 3-4.
- Zarenejad, Z., Payvandy, P., Using K-Means Algorithm in Category of Clothing Design., The Sixth Iran. Data. Min. Conf 2012, 4.
- Shamsaei, R., Payvandy, P., Fatahi, S., Factorial Analysis and K-Means Clustering Methods for Extraction of Human Body Size Parameters and Shape Groupings., J. Text. Sci. Technol, 3, 3, 2014.
- Mazdak, Z., Payvandy, P., Using K-Means Clustering the Extraction and Classification of Sngshvr Jeans., The First Iranian Conf. Pattern. Recognit. Image. Anal 2013, 395-396.
- Zarenezhad, z., Hadizade, M., Payvandy, P., Mashrute, H., Garment Design Based on Similarity Principles and Interactive Genetic Algorithm., J. Text. Sci. Technol, 3, 4, 2, 2014.

Production Of Military Camouflage Based On Background Color By Using Image Processing And Interactive Genetic Algorithm

Zohre Montazeri¹, Pedram Payvandy^{2,3*}, Seyyed Javad Derakhshan

1. Department Fabric Designing, Yazd Branch, Islamic Azad University, Yazd, Iran

2. Associate Professor, Engineering faculty, Department Of Textile Engineering, Yazd University, Iran

3. Machine Vision in Textile & Apparel Industry Center of Excellence, Yazd University, Iran

Abstract

Military camouflage is important in the protection of personnel, shelters, and equipment from observation by enemy forces. It is challenging and time-consuming to design efficient camouflage patterns manually without extensive experience. The resulting manual patterns may also have low accuracy and effectiveness; thus, a computerized image processing software can be used to facilitate and speed-up the design of such patterns. To achieve this goal, meta-heuristic image processing algorithms can be employed. In this study, the K-Means clustering method and the interactive genetic algorithm were utilized for the first time to produce and optimize military camouflage images scored by expert observers. The input images were reduced to 10 colors by the K-Means clustering method and every pattern was reduced to 3-10 colors with regard to maximum printable colors on the fabric. The introduced algorithm replaced background colors with the ones existed in a pattern according to their redundancy. The camouflage patterns were produced by the interactive genetic algorithm and their suitability was evaluated by 30 military experts. 80% of the expert evaluators were satisfied with the generated camouflage patterns which showed the applicability of the proposed design.

Keywords

Camouflage pattern,
Military uniforms,
Image Processing,
K-Means Clustering,
Interactive Genetic
Algorithm

(*) Address Correspondence to P. Payvandy, Email: peivandi@yazd.ac.ir