مجله علوم و فناوری نساجی
سال سوم، شماره ۲، شماره پیاپی ۷
صفحه ۵۶-۴۷، ۱۳۹۲
ISSN: ۲۱۵۱-۷۱۶۲

استخراج پارامترهای پارچه از تصویر شبیه‌سازی شده با استفاده از روش الگوریتم ژنتیک

Derivation of Fabric Parameters from Simulated Imaging by Genetic Algorithm Method

فروزان فصاحت، پدرام پیوندی*

یزد، دانشگاه یزد، مجتمع فنی و مهندسی، دانشکده مهندسی نساجی، صندوق پستی ۷۴۱-۸۹۱۹۵

تاریخ دریافت: ۹۲/۰۵/۳۱ تاریخ پذیرش: ۹۲/۰۶/۲۰

چکیده

تشخیص صحیح طرح رنگ و بافت در پارچه با نخ‌های رنگی از مهم‌ترین نیازهای طراحان و تولیدکنندگان پارچه است. این مهم، امری زمان‌بر است و نیاز به دقت زیادی دارد. در این راستا، پردازش تصویر با استفاده از الگوریتم‌های فرابتکاری می‌تواند روش مفیدی را برای دستیابی به این هدف ارائه دهد. در این پژوهش، با کاربرد روشی جدید بر پایه الگوریتم ژنتیک، پارامترهای طرح رنگ، تعداد تکرار آن و طرح بافت به‌طور هم زمان از تصاویر پارچه‌های رنگی شبیه‌سازی شده با رایانه، استخراج شده است. این الگوریتم روی ۳۰ تصویر شبیه‌سازی شده پارچه با طرح‌های بافت، الگوهای رنگی و اندازه های متفاوت اجرا شده است. نتایج نشان می‌دهد، در همه تصاویر ارائه شده به جز تصاویر معیوب، مقدار برازندگی ٪۱۰۰ به‌دست آمده است. الگوریتم ارائه شده قابلیت تشخیص طرح رنگ صحیح، حتی با وجود ایراد را تا سه نخ در تصویر شبیه‌سازی شده دارد.

کلمات کلیدی
الگوریتم ژنتیک،
طرح رنگ،
تصویر شبیه‌سازی شده،
پارچه

مقدمه

امروزه دقت و سرعت در طراحی پارچه بسیار مهم است. تولیدکنندگان برای حفظ استمرار تولید و افزایش بازدهی ترجیح می‌دهند، از روش‌های کم‌هزینه و کارآمد برای استخراج پارامترهای پارچه مدنظر استفاده کنند. از آنجا که روش‌های دستی به‌ویژه برای استخراج طرح بافت و طرح‌بندی رنگ، دقت کم و امکان خطای زیادی دارد، در نتیجه روش‌های رایانه‌ای با استفاده از الگوریتم‌های جدید (فرابتکاری) می‌تواند کمک بزرگی برای تسهیل استخراج پارامترهای پارچه و افزایش سرعت در طراحی پارچه باشد. این الگوریتم‌ها به‌ویژه الگوریتم ژنتیک در صنعت نساجی کاربرد بسیاری دارد. از جمله این کاربردها در زمینه پوشاک می‌توان به چیدمان مارکر [۳-۱]، بهینه‌سازی خط تولید [۴،۵] و نرم‌افزارهای کمک طراحی لباس [۸-۶] اشاره کرد. همچنین، استفاده از این الگوریتم تحول بزرگی را در سرعت، دقت و بهبود روش‌های استخراج اطلاعات از پارچه ایجاد کرده است.

Lin در سال ۲۰۰۳ سامانه‌ای را بر پایه الگوریتم ژنتیک [۹] طراحی کرد. بر اساس این سامانه، مناسب‌ترین رابطه بین پارامترهای بافت را که یک طراح به آن نیاز دارد تا بدون آزمون‌های پیشرفته تولید به آن دست یابد، فراهم شده است. با استفاده از این سامانه یک طراح پارچه می‌تواند نمره نخ و تراکم تاری و پودی را که با عرض مدنظر و هزینه از پیش کنترل شده تطابق دارد، مشخص کند. پاسخ سریع این سامانه تولیدکننده را قادر می‌سازد که قابلیت‌های رقابتی آن را افزایش دهد. در سال ۲۰۰۸ نیز سامانه‌ای هوشمند به کمک رایانه (computer aided design , CAD) [۱۰] طراحی شد. این سامانه با استفاده از الگوریتم ژنتیک این امکان را فراهم کرده است تا طراح پارچه بتواند طرح‌های جدید را به شکل تصاویر شبیه‌سازی شده ایجاد کند. بدین

*مسئول مکاتبات، پیام‌نگار: peivandi@yazd.ac.ir

منظور، ابتدا با مشخص‌کردن ۸ طرح بافت پایه از سامانه، تعداد تار و پود، تک‌رنگ‌بودن یا متفاوت‌بودن رنگ نخ‌ها توسط طراح، به وسیله الگوریتم چند تصویر شبیه‌سازی شده پارچه با طرح و رنگ‌های متفاوت ایجاد می‌شود. سپس، از طراح می‌خواهد تا به هر تصویر بر اساس مقدار رضایت خود با عددی بین ۰ و ۱ امتیاز دهد. نسل جدید با انتخاب تصاویر نسل پیشین با بیشترین امتیاز به‌وجود می‌آید. این روند جست وجو با الگوریتم ژنتیک ادامه می‌یابد تا مطلوب‌ترین طرح پارچه از دید طراح به وسیله سامانه ایجاد شود.

در زمینه تشخیص پارامترهای پارچه به‌ویژه طرح بافت و طرح رنگ نخ‌های تار و پود، تاکنون مطالعه‌ای روی تصاویر شبیه‌سازی شده را Pan و همکاران انجام داده‌اند [۱۱]. در این پژوهش، تصویر شبیه‌سازی شده و طرح بافت از قبل مشخص بود و فقط طرح رنگ نخ‌های تار و پود با استفاده از الگوریتم ژنتیک از تصویر استخراج شد. در تابع برازندگی ارائه شده توسط Pan و همکاران [۱۱] به این نکته توجه نشد که ممکن است، تصویر ساخته شده و تصویر شبیه‌سازی شده دارای طرح بافت و طرح رنگ‌های تاری و پودی یکسانی باشند. اما، همانند نباشند. زیرا ممکن است، نقطه شروع رنگ‌بندی تاری یا پودی یا طرح بافت دو تصویر مانند هم نباشد. در پژوهش حاضر، هدف رفع ایراد تابع برازندگی و توسعه کار انجام شده توسط Pan و همکاران [۱۱] است.

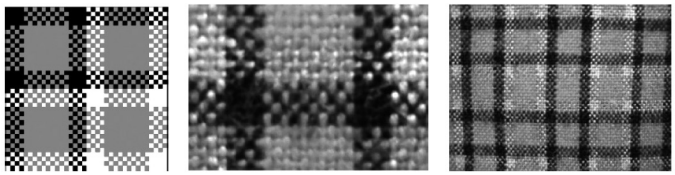
در واقع، بدون مشخص‌بودن طرح بافت و فقط با استفاده از تصویر شبیه‌سازی شده پارچه و الگوریتم فراابتکاری ژنتیک، می‌توان با دقت، پارامترهای طرح بافت پارچه و طرح‌بندی رنگ را حتی در صورت وجود بعضی فلوت‌های معیوب و طرح رنگ‌های پیچیده از تصاویر شبیه‌سازی شده، به‌طور صحیح استخراج کرد. الگوریتم ارائه شده این قابلیت را نیز دارد که در صورت وجود تکرار طرح‌بندی رنگ نخ‌های تار یا پود در تصاویر شبیه‌سازی شده، تعداد آن را مشخص کند.

شرح مسئله

در پژوهش حاضر، تصویر شبیه‌سازی شده پارچه اصلی با استفاده از برنامه‌نویسی در محیط نرم‌افزار MATLAB [۱۲] تولید شد. به عنوان مثال همان‌طور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود، تصویر واقعی یک پارچه رنگی و تصویر شبیه‌سازی شده متناظر آن نشان داده شده است. هدف، استخراج پارامترهای پارچه همچون طرح بافت، طرح‌بندی رنگ و تعداد تکرار آن در پارچه‌های رنگی به‌ویژه انواع پارچه‌های چهارخانه بافته‌شده با نخ‌های رنگی است. بدین منظور، عملیات‌های مختلف روی تصویر ساخته شده (شکل ۱- ج) به عنوان ورودی الگوریتم ژنتیک انجام شد تا بهترین طرح‌بندی رنگ و بافت مطابق با تصویر استخراج شود.

الگوریتم ژنتیک

یک الگوریتم مجموعه‌ای از مراحل برای حل یک مسئله است. الگوریتم ژنتیک یک روش حل مسئله است که از علم ژنتیک به عنوان مدل حل مسئله استفاده می‌کند. این الگوریتم بر اساس نظریه تکامل طبیعی داروین بنا شده است و فن جست‌وجو را برای یافتن راه‌حل‌های نزدیک به بهینه ارائه می‌کند که بر اساس تابع شایستگی یا هزینه مشخص می‌شوند. این ایده را در سال ۱۹۷۵ پروفسور Holland ارائه کرد. وی ایده استفاده از تکامل



(الف) (ب) (ج)

شکل ۱- تصویر: (الف) پارچه اصلی، (ب) بزرگ‌نمایی شده پارچه به مقدار ۱۰ برابر و (ج) شبیه‌سازی شده پارچه.

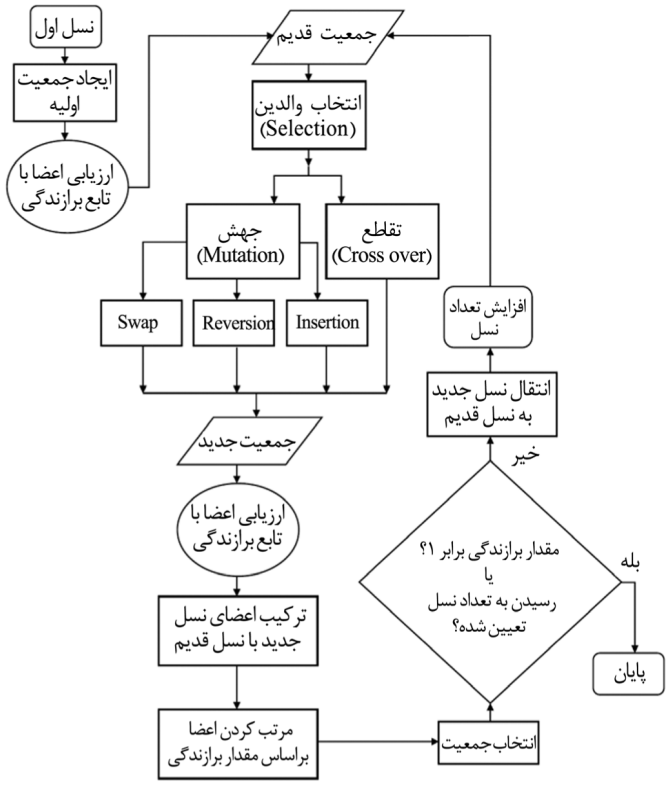
طبیعی در حل مسائل بهینه‌سازی را شرح داد که پایه‌ای برای الگوریتم ژنتیک محسوب می‌شد [۱۳]. به‌طور خلاصه، مراحل الگوریتم ژنتیک در نمودار جریان شکل ۲ نشان داده شده است.

کدگذاری

کدگذاری، فرایندی است که به واسطه آن، راه‌حل‌ها در فضای فیزیکی مسئله تبدیل به راه‌حل‌ها با کدهایی می‌شود که قابل استفاده در فرایند الگوریتم ژنتیک باشند [۱۳].

جمعیت اولیه

الگوریتم ژنتیک با یک جمعیت اولیه از راه‌حل‌ها شروع می‌شود. هر راه‌حل از طریق یک کروموزوم نشان داده می‌شود که با توجه به نوع مسئله تبدیل به کد شده است. تعداد جمعیت اولیه باید به اندازه‌ای باشد که امکان شکل‌گیری عملیات جابه‌جایی به وسیله الگوریتم ژنتیک در کل فضای



شکل ۲- نمودار جریان الگوریتم ژنتیک.

جست‌وجو وجود داشته باشد، همچنین تعداد زیاد راه‌حل‌ها باعث کندشدن الگوریتم می‌شود [۱۳].

تابع برازندگی

شانس انتخاب و بقای یک راه‌حل، متناسب با مقدار برازندگی آن است که از تابع برازندگی (هدف) به‌دست می‌آید. تابع برازندگی دارای دو نوع صعودی و نزولی است. متناسب با نوع مسئله، اگر هدف بیشینه‌کردن یک تابع باشد، هر چه مقدار تابع بیشتر باشد، برازندگی نیز بیشتر می‌شود و اگر هدف مقدار کمینه یک تابع باشد، هرچه مقدار تابع کمتر باشد، برازندگی بیشتر می‌شود [۱۳].

انتخاب والدین

فرایند انتخاب دو والد از جمعیت به‌منظور عمل تقاطع [۱۳] برای ایجاد فرزندان انجام می‌شود. روش‌های انتخاب والدین، به‌طورکلی به سه بخش دسته‌بندی‌می‌شوند:

الف) انتخاب تصادفی از بین همه اعضا با شانس یکسان،

ب) انتخاب بر اساس شایستگی یا رتبه و

ج) انتخاب رقابتی.

از انواع روش‌های انتخاب بر اساس شایستگی می‌توان به روش چرخ رولت و روش رتبه‌بندی اشاره کرد که روش چرخ رولت یکی از روش‌های متداول انتخاب در الگوریتم ژنتیک است.

تقاطع (دورگه‌شدن)

عملگر تقاطعی، فرایندی است که دو والد را درنظر می‌گیرد و بر اساس آن‌ها یک فرزند جدید تولید می‌کند. انواع عملگرهای تقاطعی عبارت از تقاطع تک نقطه‌ای، تقاطع دو نقطه‌ای و تقاطع یکنواخت است. در ادامه، هر کدام از عملگرها با مثال به طور مختصر توضیح داده می‌شود[۱۳].

تقاطع تک‌نقطه‌ای

در شکل۳، دو کروموزوم به‌طور تصادفی از یک نقطه شکسته و بخش‌های شکسته شده جابه‌جا می‌شوند و دو کروموزوم فرزند تولید می‌شود [۱۳].

تقاطع دونقطه‌ای

همان‌طورکه در شکل۴ نشان داده شده است، دو نقطه شکست در طول کروموزوم به‌طور تصادفی درنظر گرفته می‌شود و به شکل یک در میان بخش‌های کروموزوم والد به فرزندان منتقل می‌شود [۱۳].

والد ۱	10110 010
والد ۲	10101 111
فرزند ۱	10110 111
فرزند ۲	10101 010

شکل۳- نمونه‌ای از عملگر تقاطع تک‌نقطه‌ای.

تقاطع یکنواخت

در این حالت، بر اساس توزیع تصادفی مرزی مشخص می‌شود که یک ژن از کدام والد انتخاب شود. مطابق شکل ۵ اگر توزیع مرزی، ۱ را نشان داد، آن ژن از والد اول و اگر ۰ باشد، از والد دوم انتخاب می‌شود. این عمل برای تمام ژن‌های یک فرزند انجام می‌شود و برای فرزند دوم، عکس فرزند اول درنظر گرفته می‌شود [۱۳].

جهش

پس از تقاطع، کروموزوم‌ها تحت عملگر جهش قرار می‌گیرند. عملگر جهش با حفظ گوناگونی جمعیت، از افتادن الگوریتم در بهینه محلی جلوگیری می‌کند [۱۳]. انواع عملگرهای جهش عبارت از جهش معاوضه‌ای، جهش ارجاعی و جهش الحاقی که نحوه عملکرد آن‌ها به ترتیب در شکل‌های ۶ تا ۸ توضیح داده شده است.

جهش معاوضه‌ای

در جهش معاوضه‌ای (swap)، دو موقعیت تصادفی از یک کروموزوم انتخاب و ارزش‌های مرتبط آن‌ها با هم تعویض می‌شود [۱۳]. مطابق شکل۶، جای دو عدد مشخص‌شده به شکل کم‌رنگ با هم عوض شده است.

جهش ارجاعی

انتخاب دو موقعیت تصادفی از یک کروموزوم و به شکل معکوس نوشتن اعداد بین آن‌ها را جهش ارجاعی (reversion) گویند. در این نوع جهش،

والد ۱	110 110 101
والد ۲	011 011 001
فرزند ۱	110 011 101
فرزند ۲	011 110 001

شکل۴- نمونه‌ای از عملگر تقاطع دونقطه‌ای.

والد ۱	10110011
والد ۲	00011010
مقدار تصادفی	11010110
فرزند ۲	10011010
فرزند ۱	00110011

شکل۵- نمونه‌ای از عملگر تقاطع یکنواخت.

والد	341526
فرزند	346521

شکل۶- نمونه‌ای از جهش معاوضه‌ای.

والد	3 4 1 5 2 6
فرزند	3 4 6 2 5 1

شکل۷- نمونه‌ای از جهش ارجاعی.

والد	3 4 1 5 2 6
فرزند	3 4 5 2 6 1

یا

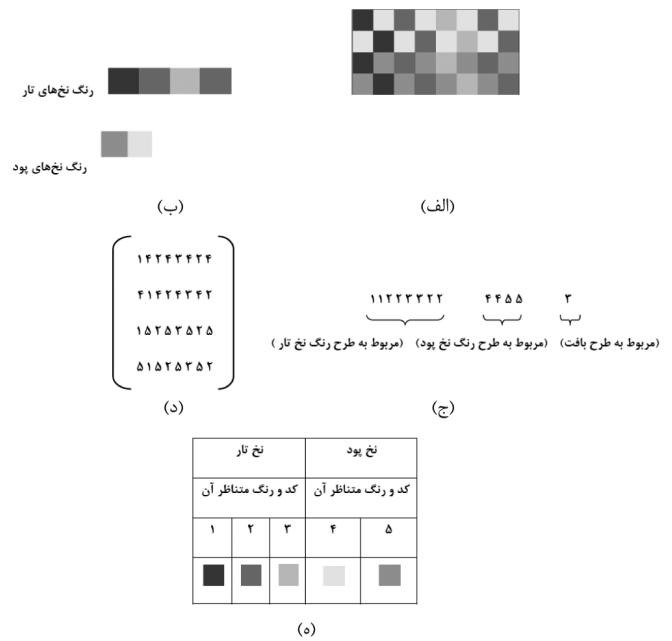
والد	3 4 1 5 2 6
فرزند	3 4 1 6 5 2

شکل۸- نمونه‌ای از جهش الحاقی.

مطابق شکل۷، دو نقطه به‌طور تصادفی در طول کروموزوم والد انتخاب شده و اعداد بین این دو نقطه به شکل معکوس از انتها به ابتدا نوشته می‌شوند.

جهش الحاقی

در جهش الحاقی (insertion)، دو نقطه از یک کروموزوم انتخاب می‌شود و موقعیت‌های آن‌ها تغییر می‌کند. مطابق شکل ۸، پس از انتخاب تصادفی دو نقطه از کروموزوم والد، نقطه اول به بعد از نقطه دوم یا برعکس منتقل می‌شود. الگوریتم ژنتیک یک رویه تکراری را برای تکامل جمعیت انجام می‌دهد [۱۳]. هر تکرار شامل مراحل انتخاب والدین، تولید مثل با استفاده از عملگرهای تقاطعی و جهش، ارزیابی فرزندان جدید تولید شده و جابه‌جایی نسل قدیم با نسل جدید است. الگوریتم زمانی متوقف



شکل۹- (الف) تصویرشبیه‌سازی‌شده پارچه، (ب) رنگ‌بندی تاری و پودی، (ج) کروموزوم راه‌حل، (د) ماتریس تصویر پارچه و (ه) رنگ تار و پود و کد متناظر آن.

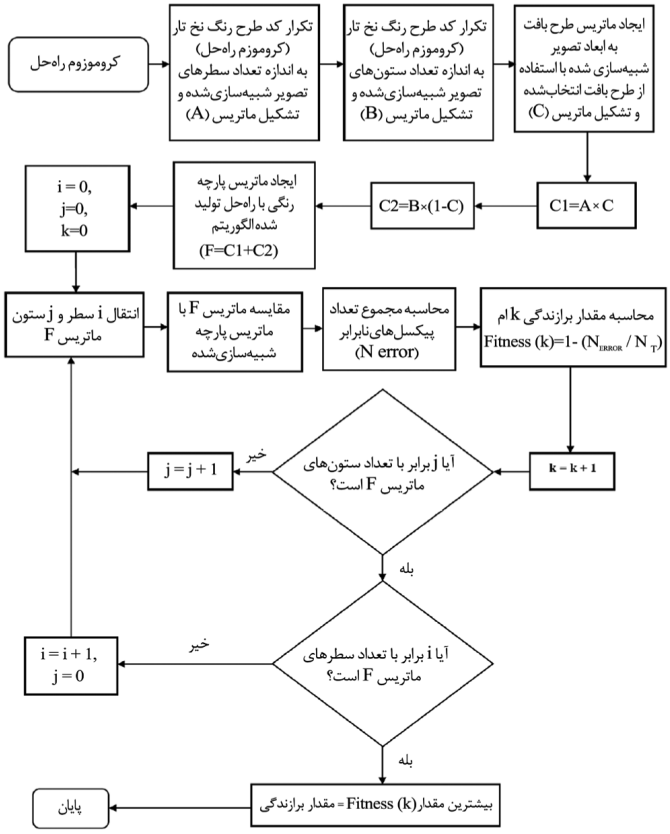
می‌شود که جمعیت به سمت راه حل بهینه (مقدار برازندگی معین شده) همگرا شود [۱۳] یا تعداد نسل از پیش معین شده برآورده شود.

روش کار

نحوه کدگذاری

برای حل مسئله با استفاده از الگوریتم ژنتیک، تصاویر و راه‌حل‌ها باید به کدهای قابل فهم به وسیله این الگوریتم تبدیل شوند. در واقع، هر راه‌حل (کروموزوم) با یک رشته که در برگیرنده اعداد مختلف هستند، تعریف می‌شود. به عنوان مثال، تصویر شبیه‌سازی شده پارچه با رنگ‌بندی تاری و پودی نشان داده شده در شکل ۹ را درنظر بگیرید. در تصویر شبیه‌سازی شده پارچه، هر کدام از نخ‌های تار و پود یک عدد را به خود اختصاص داده‌اند که با توجه به نقشه رنگ، هر عدد نشان‌دهنده رنگ آن نخ در تصویر است. گستره تغییرات طرح بافت نیز از ۱ تا ۱۸ در نظر گرفته شده است. هر کروموزوم نشان‌دهنده یک راه حل برای مسئله است و شامل سه ژن است که هر کدام، یک خصوصیت پارچه را دربرمی‌گیرد.

ژن اول مربوط به طرح رنگ نخ‌های تار، ژن دوم مربوط به طرح رنگ نخ‌های پود و نوع طرح بافت پارچه نیز در ژن سوم قرار می‌گیرد. تصویر پارچه شبیه‌سازی شده به شکل ماتریس در ابعاد ۴×۸ مطابق شکل ۹ وارد الگوریتم می‌شود. پس از اجرای الگوریتم، راه‌حل بهینه، شامل طرح رنگ نخ تار و طرح رنگ نخ پود و طرح بافت، به شکل کدهای نشان داده شده در شکل ۹ مشخص می‌شود.



شکل ۱۰- نمودار جریان محاسبه مقدار برازندگی هر راه‌حل.

نحوه تولید جمعیت اولیه

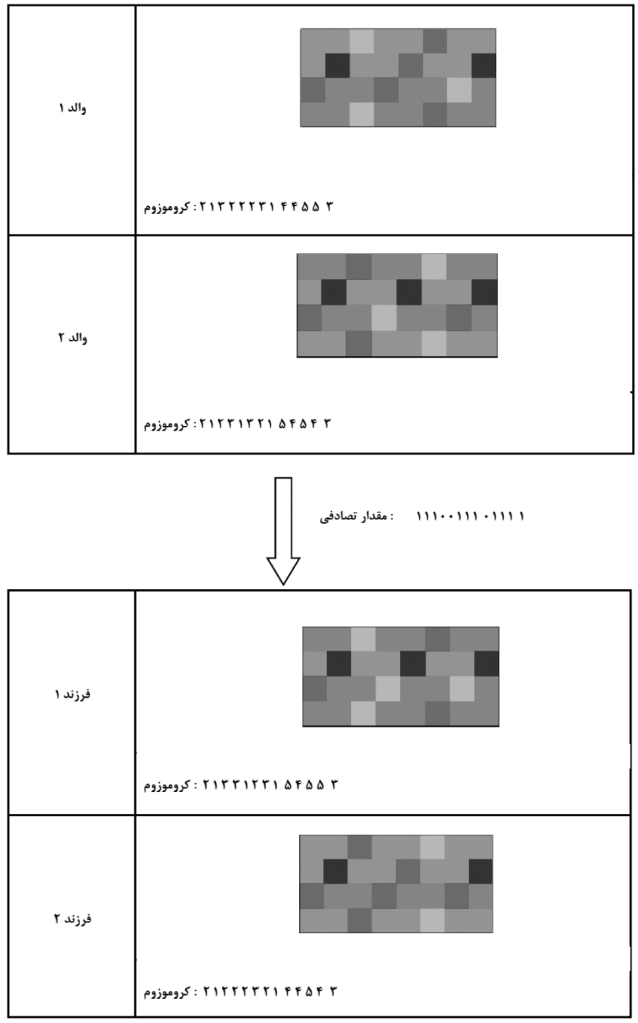
حـــدود تعداد جمعیت اولیه را می‌توان بـــا ۱۰ برابرکردن حاصل ضرب طول کرومـــوزوم تار در طول کروموزوم پود تخمین زد. با توجه به اینکه الگوریتم ژنتیک روشی بهینه‌سازی است، در این مسئله پس از چند مرتبه اجرای برنامه برای رسیدن به راه حل بهینه در زمان مطلوب، بهترین تعداد نسل و جمعیت اولیه انتخاب شدند. برای انتخاب والدین نیز از روش چرخ رولت استفاده شده است.

نحوه محاسبه تابع برازندگی

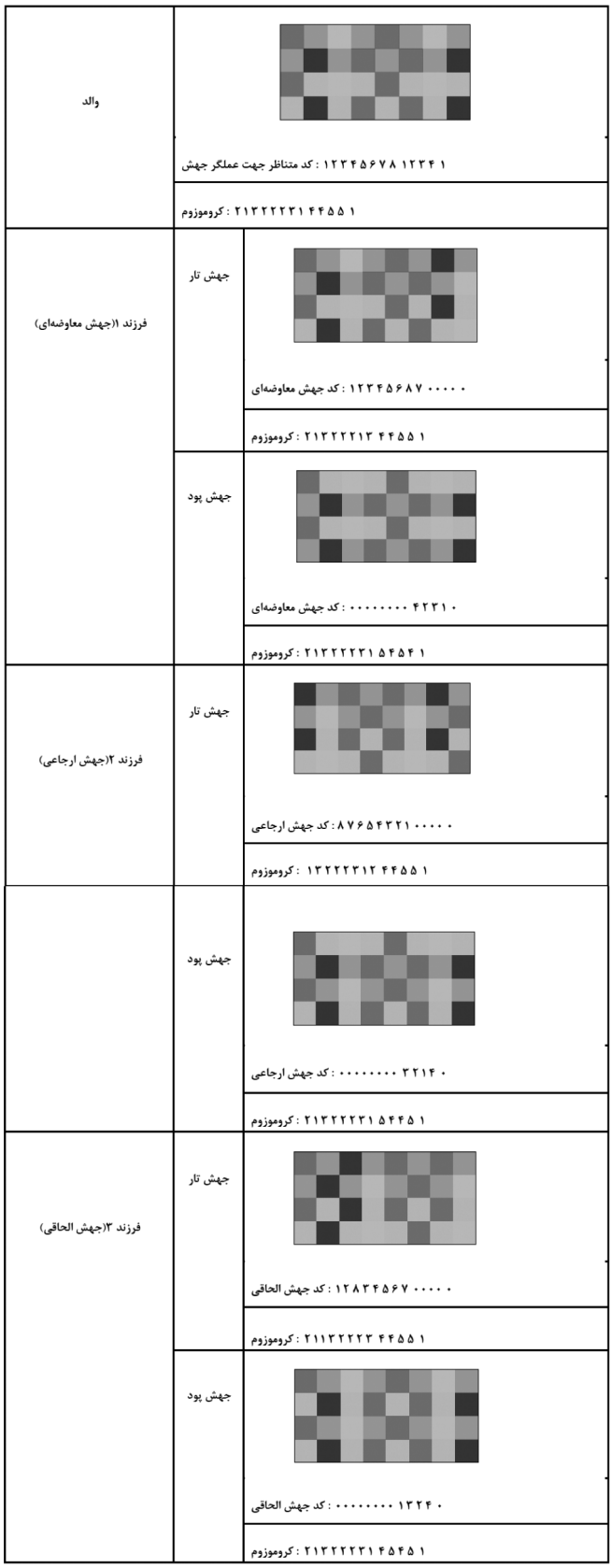
مقدار برازندگی هر راه حل به کمک الگوریتم نشـــان داده شـــده در شکل ۱۰ محاسبه می‌شود. در این الگوریتم، مقدار برازندگی از معادله (۱) حاصل می‌شود:

$$Fitness = 1-(N_{errors} / N_T) \quad (1)$$

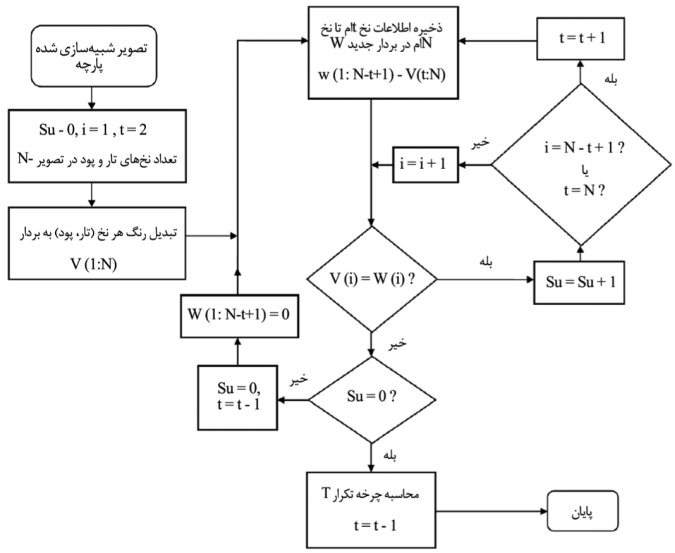
کـــه در آن، Fitness مقدار برازندگی محاسبه‌شـــده برای هر طرح‌بندی رنگ (راه‌حل)، N_{error} تعداد پیکســـل‌هایی از تصویر ساخته شده که کد رنگ آن با



شکل۱۱- نمونه‌ای از تصاویر پارچه شبیه‌سازی شده و کروموزوم‌های والد و فرزندان تحت عملگر تقاطعی یکنواخت.



شکل۱۲- نمونه‌ای از تصاویر پارچه شبیه‌سازی شده و کروموزوم‌های والد و فرزندان تحت سه نوع عملگر جهش.

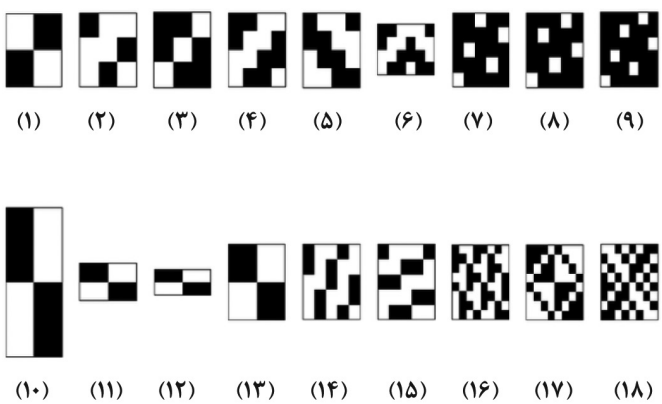


شکل۱۳- نمودار جریان تشخیص تکرار طرح‌بندی رنگ.

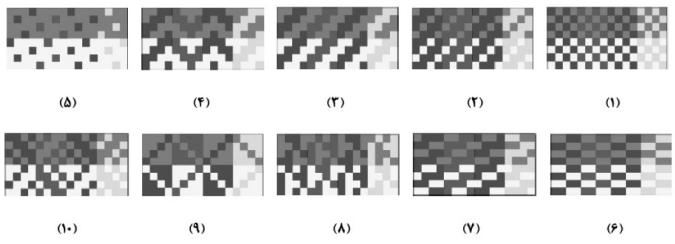
تصویر اصلی برابر نیست و N_T تعداد کل پیکسل‌های تصویر شبیه‌سازی شده پارچه است. در این تابع، مقدار بیشتر برازندگی برای یک کروموزوم نشان‌دهنده قوی‌تر بودن آن کروموزوم است.

مطابق شکل ۱۰، محاسبه مقدار برازندگی، کروموزوم راه‌حل، به عنوان ورودی تابع درنظر گرفته شده و بیشینه مقدار برازندگی محاسبه شده برای این راه‌حل به عنوان خروجی تابع و مقدار برازندگی نهایی گزارش می‌شود. فرایند انجام شده روی کروموزوم ورودی بدین ترتیب است:

ابتدا بخش طرح رنگ نخ تار کروموزوم که یک ماتریس سطری است، به اندازه تعداد سطرهای تصویر پارچه شبیه‌سازی شده تکرار شده که در نتیجه یک ماتریس به اندازه تصویر شبیه‌سازی ساخته می‌شود. ماتریس تشکیل شده (ماتریسA) فقط شامل رنگ نخ‌های تار است. این فرایند روی بخش طرح رنگ نخ پود نیز انجام شده با این تفاوت که ماتریس سطری کد رنگ نخ پود ابتدا به ماتریس ستونی تبدیل شده و تکرار به اندازه ستون‌های تصویر شبیه‌سازی انجام می‌شود. ماتریس (ماتریسB) فقط شامل رنگ نخ‌های پود است. طرح بافت انتخاب شده نیز به اندازه تصویر شبیه‌سازی تکرار شده تا ماتریس پارچه بدون رنگ و تنها دارای طرح بافت ایجاد شود. مطابق محاسبات نشان داده شده در



شکل۱۴- انواع طرح بافت استفاده شده در شبیه‌سازی پارچه‌ها.



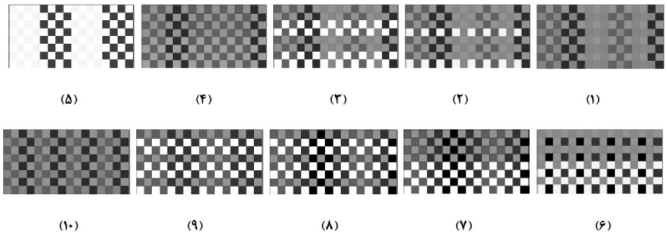
شکل۱۵- تصاویر شبیه سازی شده پارچه با طرح رنگ و اندازه یکسان و الگوی بافت متفاوت.

نمودار، ماتریس طرح بافت در ماتریس اول ضرب شده تا محل نخ‌های تار رنگی طبق طرح بافت مشخص شود. سپس، ماتریس طرح بافت (ماتریسC) مکمل شده (تبدیل ۱ به ۰ و برعکس) در ماتریس دوم ضرب شده تا محل نخ‌های پود رنگی طبق طرح بافت مشخص شود.

از جمع این دو ماتریس ایجاد شده، تصویر پارچه رنگی بر اساس کروموزوم ورودی ساخته می‌شود. در مرحله بعدی باید این ماتریس با ماتریس تصویر شبیه‌سازی شده مقایسه شود تا مقدار شباهت این دو ماتریس مشخص شود. اگر دو ماتریس دقیقاً شبیه به هم باشند، بدین معنی است که تصویر شبیه‌سازی شده دارای طرح رنگ نخ تار و نخ پود و طرح بافت مطابق با کروموزم ورودی است و برنامه به نتیجه مطلوب رسیده است.

جدول ۱- مشخصات و نتایج حاصل از عملکرد الگوریتم روی تصاویر با طرح رنگ و اندازه یکسان و طرح بافت متفاوت.

شماره تصویر	شماره طرح بافت	طرح رنگ تاری	طرح رنگ پودی	مقدار برازندگی	مدت زمان (s)
۱	۱	۱۱۱۱۳۳۳۳ ۱۱۱۱۲۲۲۲	۵۵۵۵ ۴۴۴۴	۱	۱۳۸/۶
۲	۲	۱۱۱۱۳۳۳۳ ۱۱۱۱۲۲۲۲	۵۵۵۵ ۴۴۴۴	۱	۱۲۰/۶
۳	۴	۱۱۱۱۳۳۳۳ ۱۱۱۱۲۲۲۲	۵۵۵۵ ۴۴۴۴	۱	۱۲۶
۴	۶	۱۱۱۱۳۳۳۳ ۱۱۱۱۲۲۲۲	۵۵۵۵ ۴۴۴۴	۱	۱۳۴/۸
۵	۸	۱۱۱۱۳۳۳۳ ۱۱۱۱۲۲۲۲	۵۵۵۵ ۴۴۴۴	۱	۲۵۱
۶	۱۱	۱۱۱۱۳۳۳۳ ۱۱۱۱۲۲۲۲	۵۵۵۵ ۴۴۴۴	۱	۱۳۹/۱
۷	۱۵	۱۱۱۱۳۳۳۳ ۱۱۱۱۲۲۲۲	۵۵۵۵ ۴۴۴۴	۱	۲۶۰/۳
۸	۱۶	۱۱۱۱۳۳۳۳ ۱۱۱۱۲۲۲۲	۵۵۵۵ ۴۴۴۴	۱	۱۲۰/۹
۹	۱۷	۱۱۱۱۳۳۳۳ ۱۱۱۱۲۲۲۲	۵۵۵۵ ۴۴۴۴	۱	۱۳۰/۵
۱۰	۱۸	۱۱۱۱۳۳۳۳ ۱۱۱۱۲۲۲۲	۵۵۵۵ ۴۴۴۴	۱	۲۶۹/۲



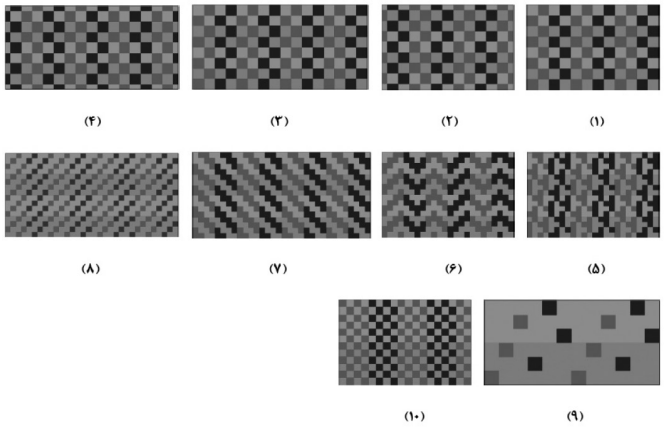
شکل۱۶- تصاویر شبیه‌سازی شده پارچه با طرح بافت و اندازه یکسان و طرح رنگ متفاوت.

برای مقایسه دو ماتریس باید به این نکته توجه داشت که ممکن است، دو ماتریس دارای طرح بافت و طرح رنگ‌های تاری و پودی یکسانی باشند، اما مانند هم نباشند. زیرا ممکن است، نقطه شروع رنگ‌بندی تاری، پودی یا طرح بافت دو ماتریس مانند هم نباشد.

پس لازم است، در تمام این حالت‌ها ماتریس ساخته‌شده با ماتریس تصویر شبیه‌سازی شده مقایسه شود و کمترین اختلاف به‌دست آمده در کل به عنوان خطا درنظر گرفته شود.

جدول ۲- مشخصات و نتایج حاصل از عملکرد الگوریتم روی تصاویر با طرح بافت و اندازه یکسان و طرح رنگ متفاوت.

شماره تصویر	شماره طرح بافت	طرح رنگ تاری	طرح رنگ پودی	مقدار برازندگی	مدت زمان (s)
۱	۱	۲۱۱۱۲۲۳۳ ۱۱۱۳۳۳۲۲	۴۵۴۵ ۴۵۴۵	۱	۱۲۲/۹
۲	۱	۲۱۱۱۲۲۳۳ ۱۱۱۳۳۳۲۲	۴۴۴۵ ۴۴۴۵	۱	۱۳۶/۱
۳	۱	۲۱۱۱۲۲۳۳ ۱۱۱۳۳۳۲۲	۴۴۵۵ ۴۴۵۵	۱	۱۴۰/۹
۴	۱	۲۱۱۱۲۲۳۳ ۱۱۱۳۳۳۲۲	۵۵۵۵ ۴۴۴۴	۱	۱۲۳
۵	۱	۱۱۱۱۲۲۲۲ ۱۱۱۱۲۲۲۲	۴۴۴۴ ۴۴۴۴	۱	۱۱۸/۸
۶	۱	۲۱۲۳۲۱۲۳ ۲۱۲۳۲۱۲۳	۵۵۵۵ ۴۴۴۴	۱	۱۳۲/۴
۷	۱	۳۳۲۲۲۳۳۱ ۲۲۲۳۳۱۱۱	۵۵۵۵ ۴۴۴۴	۱	۱۴۵/۵
۸	۱	۳۳۲۲۲۳۳۱ ۲۲۲۳۳۱۱۱	۵۵۴۵ ۴۵۵۴	۱	۱۴۷/۴
۹	۱	۲۲۲۲۱۱۱۱ ۲۲۲۲۱۱۱۱	۵۵۴۵ ۴۵۵۴	۱	۱۲۷/۷
۱۰	۱	۱۱۲۲۱۱۲۲ ۱۱۲۲۱۱۲۲	۴۵۴۵ ۴۵۴۵	۱	۱۳۶/۴



شکل۱۷- تصاویر شبیه‌سازی شده پارچه با طرح بافت و اندازه‌های متفاوت.

نحوه تقاطع (دورگه‌شدن)

در این مسئله، از عملگر تقاطعی یکنواخت استفاده شده است. در شکل۱۱، دو تصویر والد (تصویر شبیه‌سازی شده پارچه با طرح بافت یکسان شماره ۳ و کد متناظر آن) نشان داده شده است که تحت عملگر تقاطعی یکنواخت قرار گرفته و دو فرزند تولید شده است. در این حالت، هر کدام از قسمت‌های کد رنگ نخ‌های تار والدین با هم و کد رنگ نخ‌های پود تصاویر نیز با یکدیگر تحت عملیات دورگه‌شدن قرار گرفته است و تصاویر جدید به‌وجود آمده است. کد طرح بافت والدین به‌طور تصادفی انتخاب می‌شود که کد طرح بافت والد ۱ به فرزند اول و کد والد ۲ به فرزند دوم منتقل می‌شود.

نحوه جهش

در این مسئله، از سه نوع جهش معاوضه‌ای، ارجاعی و الحاقی استفاده شده است. شکل۱۲ نمونه‌ای از کروموزوم والد (تصویر شبیه‌سازی شده و کد متناظر آن) را نشان می‌دهد که تحت سه نوع جهش قرار گرفته و در هر جهش یک فرزند تولید شده است. هر نوع جهش به‌طور جداگانه روی کد رنگ نخ‌های تار و کد رنگ نخ‌های پود والد انجام می‌شود که در شکل۱۲ برای واضح‌تر نشان‌دادن، در جهش تار، فقط طرح رنگ نخ‌های تار و در جهش پود، فقط طرح رنگ نخ‌های پود تحت جهش قرار گرفته است. در این حالت، کد طرح بافت (در این شکل کد ۱) به‌طور تصادفی برای والد انتخاب می‌شود که همان کد به فرزند حاصل از جهش نیز منتقل می‌شود.

در الگوریتم ژنتیک ارائه شده در این مقاله، ابتدا تصاویر به روش مزبور کدگذاری شده و ۵۰۰ کروموزوم به عنوان جمعیت اولیه انتخاب شده است. پس از ارزیابی هر کدام از راه حل‌ها با تابع برازندگی، الگوریتم وارد حلقه تولید نسل با تعداد نسل ۶۰ شده است.

در این حلقه، ۰/۷ از تعداد جمعیت اولیه تحت عملگر تقاطعی قرار می‌گیرند. انتخاب والدین با استفاده از روش چرخ رولت انجام می‌شود که در هر بار تکرار حلقه تقاطع دو والد انتخاب شده و وارد عملگر تقاطعی یکنواخت می‌شوند.

جمعیت باقی‌مانده (۰/۳ از تعداد جمعیت اولیه) به سه بخش مساوی تقسیم شده است و هر کدام از سه نوع جهش معاوضه‌ای، ارجاعی و الحاقی به ترتیب روی بخش اول، دوم و سوم از جمعیت (هر بخش شامل ۰/۱ از جمعیت باقی‌مانده) انجام شده است.

جدول ۳- مشخصات و نتایج حاصل از عملکرد الگوریتم روی تصاویر با طرح بافت و اندازه‌های متفاوت.

شماره تصویر	اندازه تصویر	شماره طرح بافت	طرح رنگ تاری	طرح رنگ پودی	مقدار برازندگی	مدت زمان (s)
۱	۱۲×۸	۱۳	۱۱۲۲۱۱۲۲۱۱۲۲	۴۴۵۵۴۴۵۵	۱	۴۵۴
۲	۱۲×۸	۱۳	۲۲۱۱۲۲۱۱۲۲۱۱	۵۵۴۴۵۵۴۴	۱	۵۱۴/۵
۳	۱۶×۸	۱۳	۱۱۲۲۱۱۲۲۱۱۲۲۱۱۲۲	۴۴۵۵۴۴۵۵	۱	۶۵۶/۴
۴	۱۶×۸	۱۳	۲۲۱۱۲۲۱۱۲۲۱۱۲۲۱۱	۵۵۴۴۵۵۴۴	۱	۷۱۸/۵
۵	۲۴×۱۶	۱۶	۱۱۱۱۲۲۲۲...۱۱۱۱۲۲۲۲	۴۴۴۴۵۵۵۵۴۴۴۴۵۵۵۵	۱	۴۵۲/۴
۶	۲۴×۱۶	۶	۱۱۱۱۲۲۲۲...۱۱۱۱۲۲۲۲	۴۴۴۴۵۵۵۵۴۴۴۴۵۵۵۵	۱	۵۳۴/۲
۷	۳۲×۱۶	۵	۱۱۱۱۲۲۲۲...۱۱۱۱۲۲۲۲	۴۴۴۴۵۵۵۵۴۴۴۴۵۵۵۵	۱	۶۷۷/۴
۸	۳۲×۱۶	۳	۱۱۱۱۲۲۲۲...۱۱۱۱۲۲۲۲	۴۴۴۴۵۵۵۵۴۴۴۴۵۵۵۵	۱	۵۰۷/۱
۹	۱۲×۶	۹	۱۱۱۲۲۲۱۱۱۲۲۲	۴۴۴۵۵۵	۱	۶۲/۰۳
۱۰	۱۸×۱۲	۱	۱۱۱۱۲۲۲۲۱۱۱۱۲۲۲۲۱۱	۴۴۴۴۴۴۵۵۵۵۵۵	۱	۲۶۳/۲

پـــس از ارزیابی اعضای جمعیت جدید، دو جمعیت قدیم (اولیه) و جدید با هم ادغام شده‌اند و اعضا بر اساس مقدار برازندگی به ترتیب نزولی مرتب شده و انتخاب جمعیت اولیه برای ورود به نسل بعد انجام می‌شود.

اگر مقدار برازندگی یک راه‌حل برابر ۱ شود یا تعداد تولید نسل به مقدار معین شده برسد، الگوریتم متوقف شده و راه‌حل بهینه به شکل کد، بهترین طرح رنگ نخ‌های تار و پود را مطابق با تصویر ورودی نشـــان می‌دهد. در غیر این حالت، افزایش تعداد نسل انجام شده و حلقه تولید نسل تکرار می‌شود.

روش تشخیص تکرار طرح‌بندی رنگ

پس از اجرای الگوریتم ژنتیک، تشخیص تکرار طرح‌بندی رنگ موجود در تصویر از راه نمودار جریان نشان داده شده در شکل۱۳ و با دو فرض درنظر گرفته شده انجام‌می‌شود:

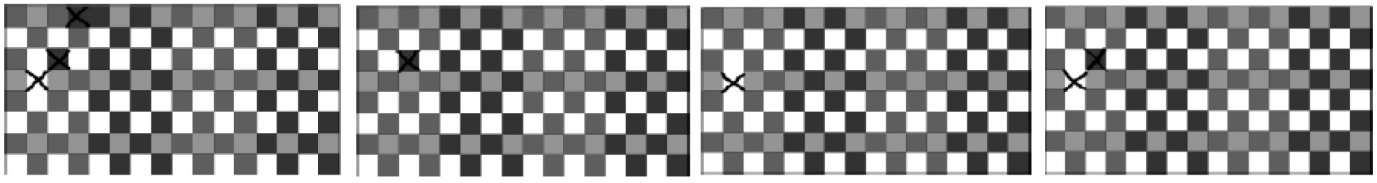
۱- هیچ اشـــتباهی در طرح‌بندی رنگ تشخیص داده‌شده با الگوریتم ژنتیک وجود ندارد.

۲- حداقل یک چرخه کامل از طرح‌بندی در تصویر وجود دارد [۱۱].

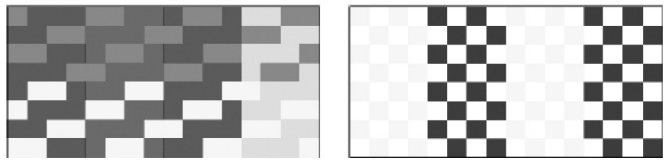
نتایج و بحث

در طراحی و شبیه‌سازی پارچه‌ها از ۱۸ نوع طرح بافت مختلف اعم از ساده و پیچیده استفاده شده است که در شکل ۱۴ نشان داده شده است.

چگونگی عملکرد الگوریتم برای ۳۰ تصویر شبیه‌سازی شده پارچه در سه



شکل ۱۸- تصاویر شبیه‌سازی شده پارچه با یک تا سه عیب در رنگ نخ‌های تار و پود.



(الف) (ب)

شکل ۱۹- نمونه‌ای از تصاویر شبیه‌سازی شده پارچه با تکرار طرح رنگ متفاوت.

مرحله بررسی شده است. در مرحله اول، ۱۰ تصویر با طرح رنگ و اندازه یکسان در تراکم تار ۱۶ و پود ۸ و طرح بافت متفاوت ایجاد شده است (شکل۱۵). الگوریتم روی هر کدام از تصاویر اجرا شده و مشخصات و نتایج حاصل از هر تصویر در جدول ۱ خلاصه شده است.

نتایج این مرحله نشان می‌دهد، تصاویر با طرح بافت‌های پیچیده برای مثال طرح‌های بافت ۱۶ و ۱۷(طرح گاباردین و ستاره‌ای) هیچ اثری بر عملکرد سامانه ندارند و جواب بهینه با همان دقت و مدت زمان اجرای برنامه برای طرح بافت‌های ساده مانند طرح تافته و سرژه (طرح‌های بافت ۱و۲) حاصل شده است.

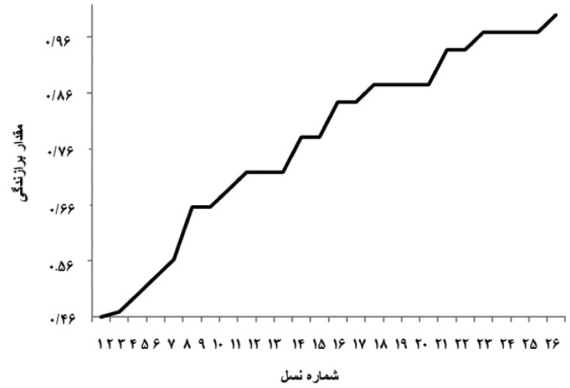
در مرحله دوم، ۱۰ تصویر پارچه با اندازه یکسان ۸×۱۶، طرح بافت یکسان و الگوهای رنگ متفاوت شبیه‌سازی (شکل۱۶) و نتایج در جدول ۲ خلاصه شده است.

در این مرحله، الگوهای رنگ متفاوت با تغییر طرح رنگ نخ‌های تار و پود ایجاد شده است. بیشینه مقدار برازندگی حاصل از تمام تصاویر نشان می‌دهد، الگوهای رنگ متفاوت به‌درستی به وسیله این الگوریتم شناسایی شده‌اند. شماره نسل به‌دست آمده برای الگوهای رنگ یکسان تا حدودی برابر است. برای مثال، در شکل‌های ۲ و ۳، طرح رنگ نخ تار یکسان است و فقط طرح رنگ نخ پود تغییر می‌کند که به ترتیب در شماره نسل ۲۹ و ۳۰ مقدار برازندگی ۱ حاصل شده است. همچنین در شکل‌های ۷ و ۸ طرح رنگ نخ تار یکسان و طرح رنگ نخ پود متفاوت است. اما، مدت زمان رسیدن الگوریتم به جواب بهینه برای هر دو تقریباً یکسان است.

در مرحله سوم، ۱۰ تصویر پارچه شبیه‌سازی شده با اندازه‌ها و طرح بافت‌های مختلف ایجاد شده است. در شکل۱۷، تصاویر (۲) و (۴)، به ترتیب از انتقال تصاویر (۱) و (۳) حاصل شده است. تصویر (۲) از انتقال ۱۳سطر و ۵ ستون و تصویر (۴) از انتقال ۷ سطر و ۳ ستون ایجاد شده است. مقدار انتقال تصاویر به‌طور تصادفی انتخاب شده است و سایر تصاویر بدون انتقال هستند. نتایج در جدول ۳ ارائه شده است.

نتایج حاصل از این مرحله نشان می‌دهد، تفاوت اندازه تصویر اثری در رسیدن الگوریتم به بیشینه جواب بهینه نداشته است و فقط مدت زمان اجرای برنامه برای تصاویر مختلف تغییر می‌کند که با توجه به اندازه تصاویر اجتناب‌ناپذیر است.

با افزایش ابعاد یک تصویر، تعداد تار و پود و در نتیجه طول کروموزوم نیز افزایش می‌یابد و جست‌وجو با الگوریتم باید در فضای پاسخ بزرگ‌تری انجام شود، به همین علت در اکثر تصاویر با ابعاد بزرگ‌تر، زمان اجرای برنامه بیشتر از تصاویر با ابعاد کوچک‌تر شده است. البته زمان اجرای برنامه به قابلیت الگوریتم در رسیدن به جواب نهایی نیز بستگی دارد. به همین علت در بعضی از تصاویر کوچک‌تر مانند تصویر (۴)، الگوریتم زمان بیشتری را صرف جست‌وجو در فضای پاسخ‌ها کرده است و زمان اجرای برنامه طولانی‌تر از تصاویر بزرگ‌تر شده است.



شکل۲۰- نمودار مقدار برازندگی هر نسل بر حسب شماره نسل (شکل ۱۹-ب).

همچنین، دو تصویر انتقال‌یافته به شکل سطری و ستونی هیچ اثری بر تشخیص صحیح طرح بافت و رنگ پارچه ندارند و فقط مدت زمان اجرای برنامه در این تصاویر با تصویر اصلی متناظر آن‌ها که از ابتدای طرح آغاز شده است، به مقدار یک تا دو دقیقه تفاوت دارد.

علت ایجاد تصاویر مزبور این است که امکان دارد، بعضی از تصاویر پارچه، از ابتدای طرح‌بندی رنگ و بافت شروع نشده باشند. بنابراین، الگوریتم ارائه شده این قابلیت را دارد که طرح رنگ و بافت پارچه‌ها را به‌درستی شناسایی کند.

الگوریتم روی تصاویر معیوب نیز اجرا شده است. همان‌طورکه در شکل ۱۸ نشان داده‌شده است، در بعضی از تصاویر یک نخ تار یا پود و در تصاویر دیگر دو تا سه نخ دارای رنگ اشتباه (مشخص‌شده با علامت ×) هستند. نتایج نشان می‌دهد، طرح رنگ این تصاویر به‌درستی تشخیص داده شده است. اما مقدار برازندگی حاصل، از ۰/۹۷ در تصویر با سه عیب تا ۰/۹۹در تصویر با یک عیب تغییر می‌کند. علت آن را می‌توان نبود طرح بافت صحیح در تصویر اصلی بیان کرد. با اجرای الگوریتم تشخیص تکرار طرح‌بندی رنگ در تصاویر زیر، دو تکرار طرح رنگ برای شکل ۱۹- الف و یک تکرار طرح رنگ برای شکل ۱۹- ب حاصل شده است. در انتهای هر بار اجرای برنامه، افزون بر نتایج مقدار برازندگی، طرح رنگ نخ‌های تار و پود و تعداد تکرار آن، یک نمودار، مانند شکل ۲۰ نشان داده می‌شود. این نمودار نمایانگر روند اجرای برنامه است.

با چند مرتبه اجرای برنامه نتایج مشابهی حاصل می‌شود. طرح رنگ پارچه‌های شبیه‌سازی شده با طرح بافت‌های پیچیده‌تر همچون مشتقات بافت‌های سرژه، ساتین، طرح‌های جناقی، ستاره‌ای و گاباردین با تعداد بیشتر رنگ‌ها و تکرار طرح بافت آن، با دقت و سرعت به کمک این برنامه قابل تشخیص است. همچنین، وجود دو تا سه نخ با رنگ نادرست در تصویر، اثری در تشخیص صحیح طرح رنگ ندارد. بنابراین، الگوریتم ژنتیک ارائه شده این قابلیت را دارد تا طرح رنگ، بافت و تکرار طرح در تصاویر پارچه شبیه‌سازی شده در ابعاد گوناگون را به‌طور ٪۱۰۰ پیش‌بینی کند.

نتیجه‌گیری

در این مقاله، از الگوریتم ژنتیک برای تشخیص طرح رنگ و بافت پارچه‌های تولید شده از نخ‌های رنگی با طرح‌ها و رنگ‌های گوناگون استفاده شده است. با توجه به اینکه الگوریتم ژنتیک روش بهینه‌سازی است، می‌توان با

چند مرتبه اجرای برنامه یا تغییر تعداد جمعیت اولیه و تولید نسل، طرح رنگ بهینه را در تصاویر با ابعاد گوناگون استخراج کرد. نتایج نشان می‌دهد، طرح رنگ و بافت پارچه‌های شبیه‌سازی شده با رنگ‌ها و بافت‌های گوناگون به‌راحتی و به‌طور ٪۱۰۰ به کمک روش ارائه شده در این مقاله قابل تشخیص است. همچنین، وجود تعدادی نخ با رنگ معیوب، اثری در تشخیص صحیح طرح رنگ نداشته است. در این حالت، مقدار برازندگی متناسب با تعداد عیب موجود در تصویر، از ٪۹۷تا ٪۹۹ تغییر می‌کند و نتیجه خروجی الگوریتم ژنتیک، طرح رنگ صحیح است.

مراجع

1. Wang W.K. and Leung S.Y.S., A Hybrid Planning Process for Improving Fabric Utilization, *Text. Res. J.,* 0, 1-16, 2006.
2. Abeysooria R.P. and Fernando T.G.I., Canonical genetic algorithm to optimize cut order plan solutions in apparel manufacturing, *J. Emerge Trend. Comput. Inform. Sci.* (cis), 3, 150-154, 2012.
3. Abeysooria R.P. and Fernando T.G.I., Hybrid approach to optimize cut order plan solutions in apparel manufacturing, *J. Emerge Trend. Comput. Inform. Sci.* (cis), 2, 348-353, 2012.

۴. بهادر نجف‌آبادی م.، متوازن‌سازی خط دوزندگی با استفاده از الگوریتم ژنتیک و شبکه عصبی مصنوعی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد مهندسی نساجی، دانشکده مهندسی نساجی، دانشگاه یزد، ۱۳۹۱.

5. Payvandy P., Line balancing in the apparel industry using genetic algorithm, International Conference of Fuzzy Information and Engineering, Amol, Iran, 2010.

۶. زارع نژاد ز.، سامانه طراحی لباس با استفاده از الگوریتم تکاملی و شباهت، پایان‌نامه کارشناسی ارشد مهندسی نساجی، دانشکده مهندسی نساجی، دانشگاه یزد، ۱۳۹۱.

۷. براری و.، سامانه کمک طراحی لباس با استفاده از الگوریتم ژنتیک و منطق فازی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد مهندسی نساجی، دانشکده مهندسی نساجی، دانشگاه یزد، ۱۳۹۰.

8. Barari V., Payvandy P., and Hadizadeh M., Designing fashion using interactive genetic algorithm, International Conference of Fuzzy Information and Engineering, Amol, Iran, 2010.
9. Lin J., A genetic algorithm for searching weaving parameters for woven fabrics, *Text. Res. J.*, 73, 105-112, 2003.
10. Lin J., A ga-based search approach to creative weave structure design, *J. Inform. Sci. Engi.,* 24, 949-963, 2008.
11. Pan R., Gao W., Liu, J., and Wang H., Genetic algorithm-based detection of the layout of color yarns, *J. Text. Inst.*, 102, 172-179, 2009.
12. MATLAB and Simulink for Technical Computing, www.mathworks.com (Last Visited 30 September 2010).

۱۳. فتاحی پ.، *الگوریتم‌های فرا ابتکاری*، دانشگاه بوعلی سینا، ۱۳۸۸.

Journal of
Textile Science
and Technology
Vol. 3, No. 2, 47-56
Summer 2013
ISSN: 2151-7162

Derivation of Fabric Parameters from Simulated Imaging by Genetic Algorithm Method

F. Fasahat and P. Peivandi*

Department of Textile Engineering, Faculty of Engineering, Yazd University, P.O. Box: 89195-741, Yazd, Iran

Received 22 August 2013; Accepted 11 September 2013

Abstract

Detecting correct color and weave patterns in colored yarn fabrics is one of the most important demands of fabric designers and manufacturers; it is time consuming and acquires high working precision. In this regard, image processing of metaheuristic algorithms can present a useful method for achieving this point. In this research, a novel method, based on genetic algorithm, has been applied to distinguish fabric parameters of color pattern, its period number and weave pattern simultaneously. The parameters have been extracted from the fabric images simulated manually by the computer. The algorithm has been performed on 30 simulated fabric images with different weave and color patterns in variable sizes. Results indicate that in all the images except the defective ones, the fitness values of 100% have been obtained. In spite of existing maximum 3 faults in the simulated image, the presented algorithm is capable of detecting correct color patterns

Keywords

genetic algorithm,
color pattern,
simulated image,
fabric

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