بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه یزد

دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

گروه مهندسی مخابرات

پایان نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

مهندسی برق (مخابرات)

بهبود الگوریتم‌های حوزه مکان و فرکانس جهت آشکارسازی عیوب بافت انواع منسوجات

استاد راهنما: دکتر سید محمد تقی المدرسی

استاد مشاور: دکتر محمد تقی صادقی

پژوهش و نگارش: علی ابریشمی مقدم

بهمن ۱۳۹۱

تشکر و قدردانی

سپاس بی کران پروردگار یکتا را که هستی‌مان بخشید و به طریق علم رهنمونمان شد و به همنشینی رهروان دانش مفتخرمان نمود و خوشه‌چینی از معرفت را روزیمان ساخت. اکنون در آستانه راهی نو بر خود لازم می دانم سپاس‌گزار تمام عزیزانی باشم که در انجام این پروژه یاریم نمودند. صمیمانه از استاد بزرگوارم جناب آقای دکتر سید محمد تقی المدرسی که با رهنمودهای ارزنده خود راه‌گشایم بوده‌اند سپاس‌گزارم. همچنین از رهنمودها و حمایت‌های دلسوزانه استاد مشاورم جانب آقای دکتر محمد تقی صادقی و نیز از پدر و مادر عزیزم که همانند تمام روزهای گذشته با صبر و حوصله در کنارم بودند و همواره مشوق و پشتیبانم بوده‌اند تشکر و قدردانی می‌نمایم.

چکیده

امروزه با هدف بالا بردن کیفیت محصولات نهایی، در خطوط تولید، از سیستم‌های بازبینی خودکار بهره گرفته می‌شود. این امر با افزایش سرعت و دقت بازبینی محصولات، توسط این سیستم‌ها انجام می‌شود.

در این تحقیق یک روش جدید آشکار سازی عیوب، برای پارچه‌های طرح‌دار و بدون طرح با استفاده از تبدیلات حوزه مکان و فرکانس، و روش‌های شناسایی آماری الگو و همچنین یک دسته بندی جدید، که کلیه روش‌های تشخیص خودکار عیوب را به دو دسته "برجسته ساز عیوب" و "جستجوگر عیوب " تقسیم می‌کند، ارائه می‌شود. روش مورد استفاده در این تحقیق مربوط به دسته جستجوگر عیوب است، که بر خلاف روش‌های پیشین بر روی تصاویر مربوط به پارچه‌های طرح دار و بدون طرح به خوبی عمل می‌کند. در این روش با داشتن دانش قبلی در مورد نوع عیوب، در مرحله استخراج ویژگی با استفاده از تبدیل موجک بسته‌ای و یا فیلتر گابور، ضرایبی که مربوط به ویژگی عیوب می‌باشند را جدا می‌کنیم و سپس به این فضای ویژگی جهت کاهش ابعاد و طبقه بندی بهتر، PCA و LDA اعمال می‌کنیم. در نهایت در مرحله طبقه بندی با استفاده از روش KNN، تصاویر را به دو دسته عیب‌دار و بدون عیب تقسیم می‌کنیم. این روش، خطای آشکارسازی را برای پارچه‌های طرح‌دار به شدت کاهش می‌دهد. با به کار گیری این روش‌ها خطای طبقه بندی بین ۱۵ تا ۲۰ درصد، نسبت به روش مشابه کاهش پیدا کرده و در برخی موارد خطا به صفر رسیده است. همچنین به دلیل کاهش مرتبه محاسباتی سرعت پردازش تصاویر به مراتب بیشتر از روش‌های قبلی می‌باشد.

فهرست مطالب

فصل ۱: مقدمه

۱-۱- مقدمه ۲

فصل ۲: سیستم خودکار شناسایی آسیب

۲-۱- مقدمه: ۶

۲-۲- انواع آسیب ناشی از بافت ۶

۲-۲-۱- پارگی تار ۶

۲-۲-۲- پارگی پود ۷

۲-۲-۳- سوراخ ها ۷

۲-۲-۴- نخ شناور ۷

۲-۲-۵- تار دوتایی ۸

۲-۲-۶- پود دوتایی ۸

۲-۲-۷- کاهش تراکم ۹

۲-۲-۸- افزایش تراکم ۹

۲-۳- سیستم‌های غیر خودکار ۱۰

۲-۴- سیستم‌های خودکار ۱۱

۲-۴-۱- بخش تهیه تصاویر ۱۲

۲-۴-۲- بخش نور پردازی ۱۳

۲-۴-۳- بخش پردازشی ۱۳

۲-۴-۴- سیستم محرکه ۱۴

۲-۴-۵- شمارنده ۱۴

۲-۵- بررسی سیستم خودکار Cyclops ۱۵

۲-۶- بررسی سیستم خودکار IQ-TEX ۱۷

۲-۷- نتیجه گیری ۱۸

فصل ۳:مروری بر کارهای گذاشته

۳-۱- مقدمه ۲۰

۳-۲- روش‌های آماری ۲۰

۳-۲-۱- آستانه گذاری ۲۱

۳-۲-۲- عملگرهای ریخت شناسی ۲۱

۳-۲-۳- آشکار ساز لبه ۲۲

۳-۲-۴- همبستگی متقابل ۲۲

۳-۲-۵- ماتریس هم رخداد ۲۲

۳-۲-۶- مبدل‌های خطی محلی ۲۳

۳-۳- روش‌های طیفی ۲۳

۳-۳-۱- تبدیل موجک گسسته ۲۳

۳-۳-۲- تبدیل فوریه گسسته ۲۴

۳-۳-۳- فیلتر گابور ۲۴

۳-۴- روش‌های مبتنی بر مدل ۲۴

۳-۴-۱- مدل تصادفی گوسی مارکوف ۲۵

۳-۵- روش‌های مبتنی بر آموزش ۲۵

۳-۵-۱- شبکه عصبی ۲۵

۳-۶- نتیجه گیری ۲۶

فصل ۴:بررسی الگوریتم‌های حوزه مکان و فرکانس

۴-۱- مقدمه ۲۸

۴-۲- فیلتر گابور ۲۸

۴-۲-۱- تابع سینوسی مختلط[۲۰] ۲۹

۴-۲-۲- پوش گوسی[۲۰] ۳۱

۴-۲-۳- تابع گابور مختلط[۲۰] ۳۱

۴-۳- آشکارسازی عیوب با استفاده از فیلتر گابور ۳۳
۴-۳-۱- آشکارسازی همراه با ناظر ۳۴
۴-۳-۲- آشکارسازی بدون ناظر ۳۷
۴-۴- تبدیل موجک ۴۰
۴-۴-۱- آنالیز چند دقتی ۴۳
۴-۴-۲- توابع مقیاس بندی ۴۴
۴-۴-۳- توابع موجک ۴۵
۴-۴-۴- بسط سری موجک[۱۸] ۴۷
۴-۴-۵- تبدیل موجک گسسته[۱۸] ۴۷
۴-۴-۶- تبدیل موجک سریع[۱۸] ۴۸
۴-۴-۷- تبدیل معکوس موجک سریع[۱۸] ۵۰
۴-۴-۸- تبدیل موجک در دو بعد[۱۸] ۵۴
۴-۵- آشکار سازی با استفاده از تبدیل موجک ۵۷
۴-۵-۱- بررسی الگوریتم ۵۸
۴-۶- تبدیل موجک بسته‌ای ۶۲
۴-۷- آشکار سازی با استفاده از تبدیل موجک بسته‌ای ۶۵
۴-۷-۱- بررسی الگوریتم ۶۶
۴-۸- نتیجه گیری ۶۸

فصل ۵:روش پیشنهادی برای آشکار سازی عیوب

۵-۱- مقدمه ۷۰
۵-۲- دسته بندی روش‌های آشکار سازی ۷۰
۵-۳- روش‌های پیشنهادی ۷۱
۵-۳-۲- استخراج ویژگی ۷۲
۵-۳-۳- بهبود ویژگی ۷۴

۵-۳-۴- کاهش ویژگی ۷۵
۵-۳-۵- طبقه بندی ۷۵
۵-۴- نتیجه گیری ۷۵

فصل ۶:نتایج و مقایسه روش‌ها

۶-۱- مقدمه ۷۸
۶-۲- روش‌های مبتنی بر برجسته سازی عیوب ۷۹
۶-۳- روش‌های مبتنی بر جستجوی عیوب ۷۹
۶-۴- نتیجه گیری ۸۴
۶-۵- پیشنهادات ۸۵
مراجع ۸۷

فهرست اشکال

شکل (۲-۱) حذف نخ تار[۹] ۶

شکل (۲-۲) حذف نخ پود[۹] ۷

شکل (۲-۳) به وجود آمدن سوراخ در اثر پارگی نخ‌های تار و پود[۹] ۷

شکل (۲-۴) نخ شناور در اثر بافت نشدن تار یا پود[۹] ۸

شکل (۲-۵) تار دوتایی[۹] ۸

شکل (۲-۶) پود دوتایی[۹] ۹

شکل (۲-۷) کاهش تراکم[۹] ۹

شکل (۲-۸) افزایش تراکم[۹] ۱۰

شکل (۲-۹) میز بازرسی غیر خودکار ۱۰

شکل (۲-۱۰) اجزای یک نمونه سیستم خودکار[۱۰] ۱۱

شکل (۲-۱۱) دوربین‌های با قابلیت تصویربرداری یک بعدی و دو بعدی ۱۲

شکل (۲-۱۲) مراحل پردازش در رایانه میزبان ۱۴

شکل (۲-۱۳) اجزاء مختلف سیستم Cyclops ۱۵

شکل (۲-۱۴) سیستم های نصب شده در کارگاه بافندگی ۱۶

شکل (۲-۱۵) سیستم خودکار IQ-TEX ۱۷

شکل (۳-۱) دسته بندی روش‌های شناسایی عیوب ۲۰

شکل (۴-۱) اتم مکان فرکانس برای فیلتر گابور ۲۸

شکل (۴-۲) قسمت‌های حقیقی و موهومی تابع سینوسی مختلط[۲۰] ۳۰

شکل (۴-۳) تابع گوسی جهت دار[۲۰] ۳۱

شکل (۴-۴) قسمت‌های حقیقی و موهومی تابع گابور با جهت ۴۵ درجه[۲۰] ۳۲

شکل (۴-۵) پاسخ فرکانسی یک تابع گابور با زاویه ۴۵ درجه[۲۰] ۳۳

شکل (۴-۶) پاسخ فرکانسی یک نمونه از فیلترهای بانک فیلتر گابور ۳۴

شکل (۴-۷) یک بانک فیلتر با ۳ مقیاس و ۶ جهت[۲] ۳۵

شکل (۴-۸) نتایج حاصل از به کار گیری فیلتر بهینه برای پارچه بدون طرح ۳۶
شکل (۴-۹) نتایج حاصل از به کار گیری فیلتر بهینه برای پارچه طرح دار ۳۷
شکل (۴-۱۰) استفاده از بانک فیلتر گابور برای آشکارسازی عیوب[۲] ۳۸
شکل (۴-۱۱) نتایج حاصل از به کار گیری بانک فیلتر گابور برای پارچه بدون طرح ۳۹
شکل (۴-۱۲) نتایج حاصل از به کار گیری بانک فیلتر گابور برای پارچه طرح دار ۴۰
شکل (۴-۱۳) پنجره بندی زمان فرکانس. تصویر سمت راست تقسیمات مربوط به تبدیل فوریه زمان کوتاه است و تصویر سمت چپ تقسیمات مربوط به تبدیل موجک است. ۴۱
شکل (۴-۱۴) تصویر سمت راست یک موجک daubechies پیوسته و تصویر سمت چپ یک موج سینوسی با فرکانس ثابت ۴۲
شکل (۴-۱۵) فضای V_2 و زیرفضاهای آن[۱۸] ۴۶
شکل (۴-۱۶) بانک فیلتر دو مرحله‌ای برای استخراج ضرایب تبدیل موجک[۱۸] ۵۰
شکل (۴-۱۷) پهنای فیلترها ۵۰
شکل (۴-۱۸) مراحل تجزیه و ترکیب تبدیل موجک[۱۸] ۵۱
شکل (۴-۱۹) فیلترهای تجزیه و ترکیب دو تعامدی با طول ۱۲ ..... ۵۳
شکل (۴-۲۰) فیلترهای ترکیب و تجزیه Daubechies با طول ۲۰ ..... ۵۴
شکل (۴-۲۱) الف) بانک فیلتر تجزیه ب) بانک فیلتر ترکیب ج)حاصل تجزیه یک تصویر به زیر تصاویر مربوطه[۱۸] ۵۶
شکل (۴-۲۲) پهنای باند فیلترها در حالت دو بعدی برای تجزیه یک مرحله‌ای[۱۸] ۵۷
شکل (۴-۲۳) نتایج حاصل از به کار گیری تبدیل موجک برای پارچه بدون طرح ۶۱
شکل (۴-۲۴) نتایج حاصل از به کار گیری تبدیل موجک برای پارچه طرح دار ۶۱
شکل (۴-۲۵) قسمتی از تصویر بزرگ شده شکل (۴-۲۳) ۶۲
شکل (۴-۲۶) تبدیل موجک یک بعدی سه مرحله‌ای[۱۸] ۶۳
شکل (۴-۲۷) تجزیه موجک بسته‌ای در حالت یک بعدی [۱۸] ۶۴
شکل (۴-۲۸) پهنای باند فیلترها دار حالت دو بعدی برای تجزیه موجک بسته‌ای یک مرحله‌ای ۶۵

شکل (۴-۲۹) مراحل جداسازی تصاویر آسیب دار و بدون آسیب.....۶۷
شکل (۵-۱) مراحل آشکار سازی تصاویر آسیب دار.....۷۲
شکل (۵-۲) جدا سازی مؤلفه های عمودی.....۷۳
شکل (۵-۳) جدا سازی مؤلفه های افقی.....۷۳
شکل (۵-۴) جدا سازی مؤلفه های افقی و عمودی با استفاده از بانک فیلتر ۳×۶.....۷۴
شکل (۶-۱) تعدادی از تصاویر مربوط به پارچه‌های طرح دار و بدون طرح به همراه سه نوع از آسیب‌هایشان.....۷۸
شکل (۶-۲) نتایج حاصل از به کارگیری الگوریتم مربوط به مرجع [۱۷] برای پارچه‌های شکل (۶-۱) . A) طرح الف. B) طرح ب. C) طرح ج.....۸۰
شکل (۶-۳) نتایج حاصل برای طرح الف.....۸۱
شکل (۶-۴) نتایج حاصل برای طرح ب.....۸۲
شکل (۶-۵) نتایج حاصل برای طرح ج.....۸۲
شکل (۶-۶) نتایج حاصل برای طرح الف.....۸۳
شکل (۶-۷) نتایج حاصل برای طرح ب.....۸۳
شکل (۶-۸) نتایج حاصل برای طرح ج.....۸۴

فصل ۱:

مقدمه

۱-۱- مقدمه

تشخیص خودکار عیوب در فرآیندهای صنعتی موضوعی مورد علاقه برای صاحبان صنایع و موضوعی مورد بحث در سطح دانشگاهی است. از جمله این صنایع، می‌توان به صنعت کاشی و سرامیک، کاغذ، چوب، نساجی، فولاد، غذایی و ... اشاره کرد. یکی از صنایعی که در این بخش به شدت احساس نیاز می‌کند، صنعت نساجی می‌باشد. تنوع زیاد محصولات در این صنعت و تقاضای زیاد برای آن نیازمند افزایش تولید و بهبود کیفیت است. این افزایش تولید نیازمند ابزاری است که در سریع‌ترین زمان باکیفیت‌ترین محصول را تولید کند. داشتن محصول با کیفیت در کنار افزایش تولید موجب مطرح شدن بحث خودکار سازی بخش کنترل کیفیت شده است. سیستم‌های کنترل کیفیت خودکار باعث کاهش هزینه نیروی انسانی شده و علاوه بر ایجاد کنترل بهتر بر کیفیت محصولات، راندمان تولید را نیز افزایش می‌دهد. به عنوان مثال وجود عیب در پارچه ۴۵ تا ۶۵ درصد از بهای آن می‌کاهد [۱]. هم اکنون در کارخانه‌هایی که کنترل کیفیت توسط عامل انسانی انجام می‌شود یک میز بررسی وجود دارد که پارچه با عرض ۱/۱ تا ۳ متر، با سرعت تقریبی ۰/۷۵ تا ۱ متر در ثانیه رول می‌شود. علت وجود این میز سرعت کم دستگاه بافندگی و شرایط نامناسب محیط، برای نیروی انسانی است [۲].

با بررسی‌هایی که انجام شد، مشخص گردید با وجود تحقیقات زیاد در زمینه آشکارسازی عیوب پارچه، آشکارسازی عیوب پارچه‌های طرح دار کمتر مورد توجه قرار گرفته و بیشتر الگوریتم‌های پیشنهادی برروی پارچه‌های ساده و بدون طرح آزمایش شده‌اند. الگوریتم‌های ارائه شده را می‌توان به چهار دسته آماری[۱]، ساختاری[۲]، مبتنی بر فیلتر و مبتنی بر مدل تقسیم کرد[۳].

یک فرآیند پردازشی برای بازبینی خودکار شامل پردازش بافت[۳] و رنگ تصویر به همراه یک طبقه بندی کننده الگو[۴] است. همچنین کل سیستم شناسایی عیوب را می‌توان به بخش‌های مکانیکی، نور پردازی، عکس برداری، پردازشی و نمایشگر تقسیم کرد. در این پایان نامه با توجه به ماهیت تحقیقاتی بودن آن به بخش پردازشی توجه شده و با توجه به هدف نهایی که شناسایی

---

[1] Statistical
Structural [2]
Texture [3]
[4] Pattern

عیوب ناشی از فرآیند بافت پارچه است در مرحله پردازش، با بررسی تصویر غیر رنگی فقط بافت تصویر مورد پردازش قرار می‌گیرد و اطلاعات رنگ حذف می‌شود. دلیل این امر این است که پارچه‌های تولیدی در کارخانه‌های بافندگی پس از بافت به بخش تکمیل و رنگریزی منتقل می‌شوند. در این بخش عیوبی مانند لکه‌های روغنی یا رنگی از بین می‌روند و محصول نهایی در این بخش را می‌توان برای اطمینان از کیفیت رنگ مورد پردازش قرار داد ولی این کار برای بخش بافندگی بنا به دلیلی که ذکر شد ضروری نیست.

از کارهای انجام شده برروی پارچه‌های بدون طرح می‌توان به تبدیل فوریه [۱]، فیلتر گابور [۲]، مدلسازی [۴] و شبکه عصبی [۵] اشاره کرد و برای منسوجات طرح‌دار می‌توان به روش‌های تبدیل موجک[1] [۶] ، LBP[2] [۷] و همبستگی [۸] اشاره کرد. همان طور که قبلا اشاره شد تمرکز این پایان نامه بر روی آشکارسازی عیوب پارچه‌های طرح دار است. طبیعی است که الگوریتم نهایی باید بر روی پارچه‌های بدون طرح هم به خوبی عمل کند. در مقایسه با روش‌هایی که در بالا به آن‌ها اشاره شد، روش‌های حوزه مکان فرکانس ویژگی بافت تصویر را در دو حوزه مکان و فرکانس با هم در نظر می‌گیرند. مثلاً روش تبدیل فوریه فقط ویژگی‌های حوزه فرکانس را استخراج می‌کند و روش LBP فقط مربوط به خواص مکانی پیکسل‌ها[3] است. با توجه به این خاصیت روش‌های حوزه مکان و فرکانس، تمرکز این پایان نامه بر روی این روش‌ها است. سه تبدیلی که در این حوزه برای پردازش و استخراج ویژگی[4] بافت تصویر مورد استفاده قرار می‌گیرند عبارت اند از :

- تبدیل موجک
- فیلتر گابور[5]
- تبدیل موجک بسته‌ای[6]

در کار پیش رو با به کارگیری تبدیل موجک بسته‌ای بردار ویژگی را استخراج می‌کنیم و سپس ابعاد فضای ویژگی را کاهش می‌دهیم و در نهایت تصاویر مورد پردازش را به دو دسته

[1] Wavelet Transform
[2] Local Binary Pattern
[3] Pixel
[4] Feature Extraction
[5] Gabor Filter
[6] Wavelet Packet

آسیب‌دار و بدون آسیب طبقه بندی می‌کنیم. در ادامه این فصل انواع خطاهایی کـه ناشـی از بافـت پارچه می‌باشند را بررسی می‌کنم. در فصل دوم اجزائ مختلـف یـک سیسـتم شناسـایی آسـیب را بررسی می‌کنیم. در فصل سوم نگاهی به کارهای انجام شده می‌انـدازیم و در فصـل چهـارم نگـاهی دقیقتر به روش‌های حوزه مکان و فرکانس که تاکنون انجام شده می‌اندازیم. در فصـل پـنجم روش پیشنهادی خود که مبتنی بر تبدیل موجک بسته‌ای و فیلتـر گـابور اسـت بررسـی مـی‌کنـیم و در نهایت در فصل ششم به بیان نتایج حاصل و مقایسه آن‌ها با روش‌های دیگر می‌پردازیم.

فصل ۲:
سیستم خودکار شناسایی آسیب

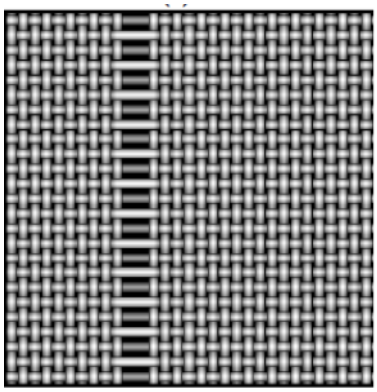
۲-۱- مقدمه:

در این فصل ابتدا به بررسی انواع مختلف عیوب ایجاد شده در مرحله بافت پارچه می‌پردازیم و سپس سیستم‌های شناسایی عیوب پارچه را بررسی می‌کنیم. ساختار این سیستم‌ها شباهت زیادی با یکدیگر دارند. به طور کلی سیستم‌ها را به دو دسته خودکار و غیر خودکار تقسیم میکنیم و به بررسی اجزاء هر یک می‌پردازیم. سیستم‌های خودکار را همچنین می‌توان به دو دسته in-line و off-line تقسیم کرد. دسته اول بر روی ماشین بافندگی نصب می‌شوند و پارچه را بلافاصله بعد از بافت بررسی می‌کنند. دسته دوم پارچه را بعد از اتمام بافت بررسی می‌کنند. در انتهای این فصل دو نمونه از سیستم‌های بازرسی خودکار موجود در بازار را معرفی می‌کنیم.

۲-۲- انواع آسیب ناشی از بافت

۲-۲-۱- پارگی تار[1]

اگر یک نخ تار به هنگام بافت پارچه، صرف نظر از طول آن حذف شده باشد به این آسیب، پارگی تار گفته می‌شود.

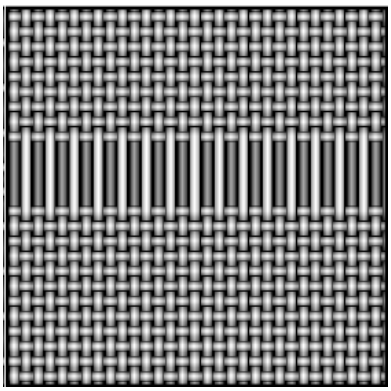


شکل (۲-۱) حذف نخ تار[۹]

[1] Warp

۲-۲-۲- پارگی پود[1]

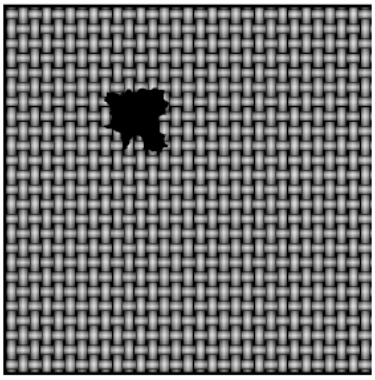
اگر یک نخ پود به هنگام بافت پارچه، صرف نظر از طول آن حذف شده باشد به این آسیب، پارگی پود گفته می‌شود.



شکل (۲-۲) حذف نخ پود[۹]

۲-۲-۳- سوراخ ها

وجود یک سوارخ هر چند کوچک در پارچه. این یکی از رایج ترین آسیب‌ها است.



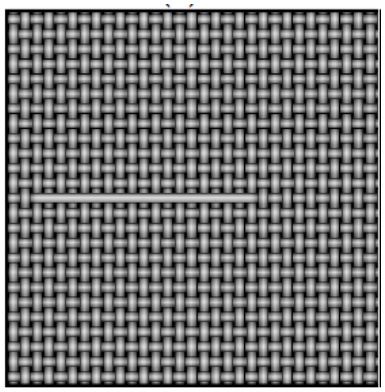
شکل (۲-۳) به وجود آمدن سوراخ در اثر پارگی نخ‌های تار و پود[۹]

۲-۲-۴- نخ شناور[2]

این نوع خطا زمانی به وجود می‌آید که یک نخ تار یا پود بر روی سطح پارچه شناور باشد

[1] Woof(weft)
[2] Float

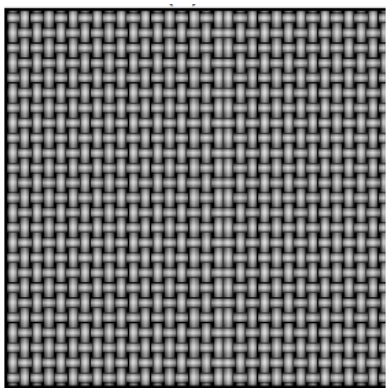
یعنی در پارچه بافت نشده باشد.



شکل (۲-۴) نخ شناور در اثر بافت نشدن تار یا پود[۹]

۲-۲-۵- تار دوتایی

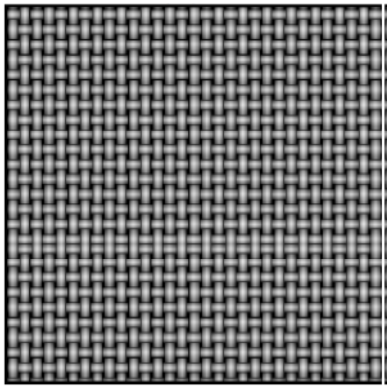
زمانی که دو نخ تار با هم در یک مرحله بافت شوند این آسیب به وجود می‌آید.



شکل (۲-۵) تار دوتایی[۹]

۲-۲-۶- پود دوتایی

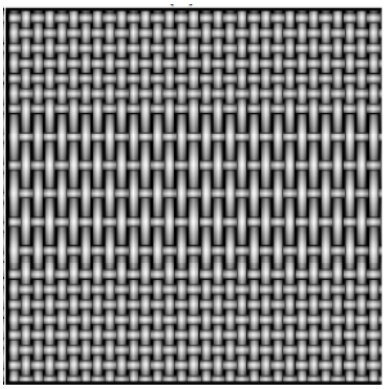
زمانی که دو نخ پود با هم در یک مرحله بافت شوند این آسیب به وجود می‌آید.



شکل (۲-۶) پود دوتایی[۹]

۲-۲-۷- کاهش تراکم[1]

وقتی نخ‌های پود با فاصله بافت شوند چگالی نخ‌ها کاهش می‌یابد و تراکم پارچه کم می‌شود.



شکل (۲-۷) کاهش تراکم[۹]

۲-۲-۸- افزایش تراکم[2]

وقتی نخ‌های پود با فاصله خیلی کم در قسمتی از پارچه بافت می‌شوند تراکم یـا چگـالی آن ها به صورت غیر عادی افزایش می‌یابد.

[1] Irregular Weft Density (insufficient)
[2] Irregular Weft Density (excessive)