بسم الله الرحمن الرحیم

دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

پایان نامه

برای اخذ درجه کارشناسی ارشد

مهندسی برق – مخابرات

روش‌های شناسایی عیوب فرش توسط الگوریتم‌های پردازش تصویر و شبکه‌های عصبی

استاد راهنما: دکتر سید محمد تقی المدرسی

استاد مشاور: دکتر اسفندیار اختیاری

پژوهش و نگارش: مهدی صادقی کبودیان

اسفند ماه ۸۸

تقدیر و تشکر

سپاس خدایی را که همواره بزرگترین یاریگرم بوده است و با لطف بی کرانش مسیر زندگی‌ام را روشن نموده است. تمام آنچه دارم و هستم وامدار دستان پر تلاش و چشمان مهربان پدر و مادر عزیزم است که هرگز قادر به سپاسگذاری نخواهم بود. حاصل تمام تلاش ها و موفقیت‌هایم در طول انجام این پروژه، مدیون جناب آقای دکتر سید محمد تقی المدرسی است که همواره با راهنمایی‌های ارزنده، افقی باز در برابر دیدگانم گشودند. همچنین از رهنمودها و حمایت‌های دلسوزانه استاد مشاورم جناب آقای دکتر اسفندیار اختیاری کمال تشکر و قدردانی را دارم.

با سپاس از زحمات جناب آقای دکتر قاسم میرجلیلی و جناب آقای دکتر مسعود آقا بزرگی که به عنوان متخصص و صاحب نظر دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر داوری پایان نامه را برعهده گرفتند.

در پایان از مهندس مشروطه که خالصانه مرا در به پایان رساندن این پایان‌نامه یاری دادند، کمال تشکر را دارم.

چکیده

امروزه با هدف بالابردن راندمان خطوط تولید محصولات، از سیستمهای بازبینی خودکار بهره گرفته می‌شود. بازبینی و شناسایی محصولات یکی از بخش های مهم این سیستم می‌باشد که کیفیت تولید محصولات را با هدف کاهش هزینه و افزایش سرعت تولید تضمین می کند. با توجه به گسترش صنعت فرش ماشینی در ایران و افزایش تولید و تنوع محصولات آن، نیاز به سیستمی خودکار جهت شناسایی عیوب فرش بسیار ضروری به نظر می‌رسد.

در این تحقیق یک سامانه خودکار شناسایی عیوب برای فرش ارائه می‌شود. برای تشخیص عیوب فرش ، از اطلاعات رنگ استخراج شده فرش بر اساس فضای رنگی CIELAB استفاده شده است. چهار عیب عمده فرش که در این پژوهش مد نظر بوده اند، عبارتند از: حلقه شدن نخ خاب در پشت فرش- بافت رفتن پود کلفت- پرز پشت فرش- خالی بافی طولی نخ خاب. برای شناسایی این عیوب دو روش پیشنهاد شده است: ۱- روش بهینه شده مبتنی بر تصمیم گیری محلی در فضای CIELAB، ۲- تلفیق تصاویر شاخص دار با روش قبل. از تصاویر شاخص دار به منظور کاهش حجم محاسبات استفاده شده است. نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که کارایی الگوریتم استفاده از تصاویر شاخص‌دار در مقایسه با روش اول از نظر زمان پردازش و دقت شناسایی بهبود قابل توجهی یافته است. زمان پردازش بین ۱۰ تا ۵۰ درصد کاهش یافته است و دقت شناسایی در حدود ۲ تا ۵ درصد بهبود یافته است.

فهرست موضوعات

فهرست موضوعات ..... أ
فهرست جداول ..... ت
فهرست اشکال ..... ث
۱- فصل اول: مقدمه ۱
۱-۱- مقدمه ۱
۲- فصل دوم: سیستم شناسایی عیوب فرش ۵
۲-۱- مقدمه: سیستم شناسایی(اصول و بخش‌ها) ۵
۲-۱-۱- بخش تهیه تصاویر از خطوط تولید ۶
۲-۱-۲- بخش پردازش اولیه و بهبود تصاویر ورودی ۱۱
۲-۱-۳- بخش استخراج بردار ویژگی ۱۱
۲-۱-۴- بخش تصمیم گیری و پردازش نهایی ۱۲
۲-۱-۵- پس پردازش تصاویر عیوب مشخص شده: ۱۳
۲-۲- سیستم شناسایی عیوب فرش ۱۳
۲-۲-۱- بخش تهیه بانک داده و تصاویر فرش ۱۴
۲-۲-۲- پردازش‌های اولیه بر روی بانک تصاویر ۱۴
۲-۳- جمع بندی ۱۶
۳- فصل سوم: مروری بر کارهای گذشته در صنعت پارچه و کاشی- سرامیک ۱۷
۳-۱- مقدمه ۱۷
۳-۲- روش‌های شناسایی عیوب پارچه و سرامیک ۲۰
۳-۲-۱- مقدمه‌ای بر پارچه ۲۰
۳-۲-۲- مقدمه‌ای بر کاشی- سرامیک ۲۰
۳-۲-۳- تصاویر رنگی و علت استفاده از آن ۲۲
۳-۲-۴- تصاویر خاکستری و علت استفاده از آن ۲۲
۳-۲-۵- روش‌های شناسایی ۲۳
۳-۳- نتیجه گیری فصل سوم ۳۳
۴- فصل چهارم: معرفی روش‌های پیشنهاد شده در خصوص شناسایی عیوب فرش و بررسی نتایج آن ۳۵
۴-۱- مقدمه ۳۵

۴-۲- روش‌های پیشنهادی ۳۶
۴-۲-۱- مقدمه ۳۶
۴-۲-۲- روش اول: مقایسه تصاویر در فضای رنگی CIELAB ۳۶
۴-۳- روش دوم: استفاده از تصاویر شاخص دار ۴۰
۴-۴- روش بدست آوردن رنگ‌های مرجع ۴۳
۴-۴-۱- روش پیش فرض ۴۴
۴-۴-۲- روش‌های خودکار ۴۴
۴-۵- اثر پردازش ریخت شناسی ۴۷
۴-۶- نتایج آزمایشات و مقایسه روش‌ها ۴۹
۵- فصل ۵ : نتیجه گیری و پیشنهادات ۵۶
۵-۱- نتیجه گیری ۵۶
۵-۲- پیشنهادات ۵۷
۶- فصل ۶ : ضمیمه ۱ ..... ۵۹
۶-۱- فضاهای رنگی ۵۹
۶-۱-۱- فضای رنگی RGB ۵۹
۶-۱-۲- فضای رنگی CIE XYZ ۶۱
۶-۱-۳ فضای رنگی CIELAB ۶۲
۶-۱-۴- فضای رنگی CIELUV ۶۴
۶-۱-۵- نتیجه گیری بر اساس فضاهای رنگی ۶۵
۷- فصل ۷ : ضمیمه ۲ ..... ۶۶
نمونه نتایج روش‌های ارائه شده بر روی عیوب فرش ۶۶
۸- فهرست منابع و ماخذ ۷۹

۱- فصل اول

مقدمه

۱-۱- مقدمه

در دنیای امروز صنایع تولید فرش جایگاه مناسبی پیدا کرده‌اند. میزان تنوع در طرح و رنگ تولید فرش براساس نیاز مشتری روز به روز در حال افزایش است. این افزایش تولید نیاز به ابزاری دارد که به‌تواند در سریع ترین زمان بهترین محصول را تولید کند. از این رو نیاز به دستگاه‌های تمام خودکار در این صنعت رو به افزایش است. داشتن محصولات با کیفیت در کنار افزایش سرعت تولید مورد نظر مدیریت این صنایع می‌باشد. ابزار کنترل کیفیت یکی از امکاناتی است که می‌تواند صنایع را به این هدف نزدیک کند. سیستم‌های کنترل کیفیت خودکار باعث کاهش هزینه‌های نیروی انسانی شده علاوه بر ایجاد کنترل بهتر بر کیفیت محصول راندمان تولید را نیز افزایش خواهد داد. با توجه به بررسی‌های انجام شده در صنعت فرش و دیده شدن نیاز این صنعت به

سیستم‌های کنترل کیفیت خودکار به جای روش‌های سنتی در این پایان‌نامه یک سیستم شناسایی عیوب خودکار فرش با توجه به روش‌های پردازش تصویری ارائه می‌شود. در این صنایع در حال حاضر این سیستم کنترل کیفیت توسط ناظر انسانی انجام می‌شود که برای ایجاد حجم بالای تولید به عنوان یک گلوگاه دیده می‌شود و افزایش تعداد ناظر انسانی نیز هزینه‌های تمام شده را افزایش خواهد داد که این امر مطلوب مدیران صنایع در راستای افزایش تولید و کاهش هزینه‌های تمام شده برای ایجاد مزیت رقابتی نیست. لذا سعی در ایجاد یک سیستم شناسایی عیوب اتوماتیک کرده به بررسی روش‌های موجود در مقالات پرداختیم. با بررسی‌های انجام شده دیده شد که در زمینه محصول فرش مقالات ارائه شده و کارهای تحقیقاتی کمی صورت گرفته لذا به بررسی روش‌های انجام شده بر روی محصولات مشابه پرداختیم. از جمله این محصولات مشابه می‌توان به پارچه- پول چاپی- کاشی سرامیک- مدارهای چاپی- پلاستیک و ... اشاره کرد. که در اینجا دو صنعت تولید پارچه و صنعت تولید کاشی- سرامیک که شباهت بیشتری داشتند بررسی می‌شوند. تحقیقات وسیعی از دهه ۸۰ به بعد در این زمینه‌ها صورت گرفته و محققان زیادی در این دو زمینه به بررسی روش‌ها و راه کارهای مختلف پرداخته‌اند. این روش‌ها نیز با توجه به متنوع بودن محصولات پارچه و کاشی- سرامیک خود به بخش‌های مختلفی دسته بندی می‌شوند. به عنوان مثال براساس طرح- رنگ- نوع بافت و مکانیزم تولید- مواد اولیه روش‌های شناسایی عیوب دسته بندی می‌شوند. روش‌های ارائه شده نیز با توجه به انواع روش‌های پردازش سیگنال و بخصوص روش‌های پردازش تصویر به بخش‌های مختلفی تقسیم می‌شوند این روش‌ها شامل روش‌های آماری- طیفی- مبتنی بر آموزش می‌شوند. البته باید گفت که سیستم شناسایی عیوب یک مجموعه کامل شامل بخش‌های مکانیکی- اپتیکی و الکترونیکی است که برای راه اندازی یک سیستم کامل نیاز به تمام موارد می‌باشد. اما در مقالات با توجه به ماهیت تحقیقاتی بودن آن‌ها بخش‌هایی که پردازش عیوب را انجام می‌دهند بیشتر بررسی شده‌اند. در این پایان‌نامه با توجه به بخش‌های یک سیستم شناسایی عیوب مطالعات لازم صورت گرفته، بعد از بررسی روش‌های کاراتر انتخاب شده‌است.

یک سیستم شناسایی شامل بخش‌های زیر می‌باشد:

- بخش گرفتن تصاویر مورد نیاز
- بخش پردازش اولیه تصاویر
- بخش استخراج ویژگی‌های لازم
- بخش تصمیم گیری و شناسایی عیوب

که در هر کدام از این بخش‌ها محققین بررسی کرده و روش‌هایی را ارائه داده‌اند.

فرش یک نوع خاص از منسوجات می‌باشد که ویژگی‌های مخصوص به خود را دارد. این ویژگی‌ها سبب شده فرش و تولید آن به یک صنعت کاملا مجزا تبدیل گردد و ابزارهای تولید آن از ابزارهای تولید پارچه دیگر منسوجات متمایز گردد. عیوب فرش نیز در نتیجه مختص فرش می‌باشد و براساس ایرادهای دستگاه بافنده و مواد اولیه نامرغوب ایجاد می‌شود. این عیوب بسته به نوع آن بر روی طرح و نقش فرش یا بر روی ساختار فرش ایجاد می‌شوند. بعضی از عیوب نیز مربوط به کیفیت مواد اولیه فرش می‌باشند. از نظر خریدار فرش عیوبی که از نظر ظاهری نمایان می‌شود مهم بوده و این عیوب درجه کیفیت فرش را کاهش می‌دهند. برای رفع این عیب در صنایع فرش بخشی تخصیص داده شده که فرش‌های تولید شده را بازبینی می‌کند و عیوب را شناسایی کرده سعی در رفع آن‌ها می‌نماید. با توجه به این‌که این عیوب به صورت ظاهری توسط نیروی انسانی متخصص شناسایی می‌شوند لذا سعی بر آن است که با استفاده از روش‌های پردازش تصویر بر روی تصاویر معیوب به‌توان عمل مشابهی را انجام داد. پس از بررسی عیوب فرش و علت وقوع آن‌ها روش‌های مشابه در صنایع دیگر را با توجه به ویژگی‌های فرش پیاده سازی کرده و روش‌های موثر از نظر دقت و سرعت را انتخاب نمودیم. با توجه به این‌که اکثر عیوب فرش تغییراتی در طرح و رنگ الگو فرش می‌دهد لذا به سراغ روش‌های مبتنی بر رنگ و طرح رفته و بیشتر برروی آن‌ها بررسی کردیم. در بین این روش‌ها روش‌های مبتنی بر فضاهای رنگی CIELAB و CIELUV[1] نتایج موثری در شناسایی عیوب نشان دادند. این روش‌ها براساس

[1] این فضاهای رنگ بر اساس خواص یکنواختی توزیع رنگ ایجاد شده اند که در ضمیمه به توضیح آنها پرداخته ایم.

ویژگی‌های فرش بهینه شده بر اساس آن‌ها یک سیستم شناسایی عیوب خودکار ارائه گردیده‌است. این سیستم همانند یک سیستم شناسایی عیوب عمومی دارای بخش‌های مختلفی است که هر بخش سعی در انتخاب بهترین روش‌ها از نظر کارایی و دقت و سرعت شده‌است. برای این سیستم شناسایی و ارائه نتایج نیاز به یک مجموعه از بانک تصاویر عیوب فرش بوده که این بانک تصاویر از روی محصولات کارخانه تولید فرش نگین زمرد یزد تهیه گردیده‌است. به علت متنوع بودن عیوب در این پایان‌نامه سعی در شناسایی عیوب خاص لوپ زدگی نخ خاب در پشت فرش- بافت رفتن پود کلفت- پرز پشت فرش- خالی بافی طولی نخ خاب شده‌است. البته روش مبتنی بر رنگ مجموعه وسیعی از عیوب را پوشش می‌دهد. به علت این‌که بافت‌های فرش از پشت فرش بهتر دیده می‌شوند و تمایز بین طرح راحت‌تر است تصاویر گرفته شده در آزمایشات از پشت فرش بوده‌است. در این پایان‌نامه در فصل دوم به معرفی اجزاءی سیستم شناسایی عیوب می‌پردازیم و این بخش‌ها را توضیح خواهیم داد و روش‌های انتخابی برای سیستم شناسایی خود را ذکر می‌کنیم. در بخش سوم به بررسی روش‌های معرفی شده برروی صنایع پارچه و کاشی خواهیم پرداخت و از بین این روش‌ها با توجه به ویژگی‌های فرش روش‌های کاربردی برای فرش را انتخاب خواهیم کرد. در بخش چهارم به بررسی روش‌های پیشنهادی خود که مبتنی بر فضای رنگی CIELAB می‌باشد می‌پردازیم و نتایج آزمایشات و نحوه کار این روش‌ها را به تفضیل بیان می‌کنیم. در فصل پنجم به بیان نتیجه گیری نهایی پرداخته و مزایا سیستم شناسایی خود را بیان کرده و برای کارهای آینده به بیان ایده‌ها و نظرات خواهیم پرداخت.

۲- فصل دوم

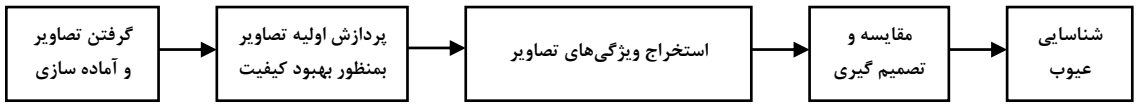
سیستم شناسایی عیوب فرش

۲-۱- مقدمه: سیستم شناسایی(اصول و بخش‌ها)

در ابتدا نگاهی به سیستم‌های شناسایی می‌اندازیم. ساختار سیستم شناسایی عیوب از یک استاندارد برخوردار است. این ساختار شامل بخش‌هایی است که عضو لاینفک آن بشمار می‌آیند. محققان در بخش‌های مختلف به ارائه راه حل‌های جدید پرداخته و الگوریتم‌های مورد استفاده را بهبود بخشیدند. شکل (۲-۱) ساختار یک سیستم شناسایی عیوب را نشان می‌دهد

این سیستم شامل بخش‌های زیر است:

- بخش تهیه تصاویر از خط تولید
- بخش پردازش اولیه و بهبود تصاویر ورودی
- بخش استخراج بردار ویژگی



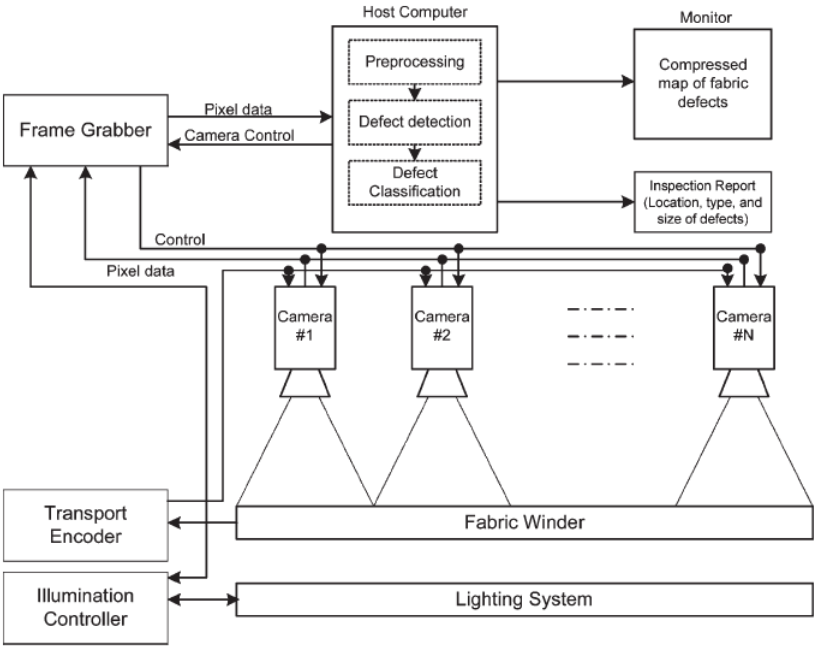
شکل ۲-۱: ساختار سیستم شناسایی کلی عیوب

- بخش پردازش نهایی و استخراج عیوب
- پس پردازش تصاویر عیوب مشخص شده

در هر کدام از بخش‌های فوق روش‌ها و تجهیزات مختلفی کاربرد دارند. بر حسب نوع محصول و ویژگی‌های آن و نوع عیب و ساختار آن می‌توان آن‌ها را تغییر داد یا از روشی جایگزین روش دیگر استفاده کرد. در ادامه به توضیح این بخش‌ها به طور کلی خواهیم پرداخت.

۲-۱-۱- بخش تهیه تصاویر از خطوط تولید

این بخش پیچیدگی‌ها و جزئیات بسیاری دارد و تنها بخشی است از یک سیستم که به تجهیزات اپتیکی مکانیکی مربوط می‌شود. سیستم کار به طور کلی به این صورت است که دوربین‌ها بر روی یک سیستم مکانیکی که محل عبور محصولات در لحظه نظارت هستند سوار می‌شوند. این دوربین به رابط انتقال دهنده تصاویر و رابط به رایانه محل پردازش تصاویر متصل است. یک سیستم هماهنگ کننده گرفتن تصاویر نیز بر این بخش مکانیکی الکترونیکی اپتیکی نظارت می‌کند، که می‌تواند در همان رایانه پردازش تصاویر قرار گیرد و سیگنال‌های کنترلی را ارسال نماید. وظیفه این سیستم تهیه تصاویر مطلوب و مناسب کار پردازش از سطوح محصولات بوده که باید در شرایط نوری مناسب و با دقت بالا صورت گیرد. شکل (۲-۲) یک سیستم تهیه تصاویر را نشان می‌دهد.



شکل۲-۲ : شمایی از یک سیستم گرفتن تصاویر خودکار[۱]

این تصاویر بسته به نوع محصول می‌بایست از رو یا پشت و جهات دیگر محصول گرفته شود بر حسب نیاز به قسمت‌های لازم تقسیم شود و بر حسب مختصات دوربین و زمان عکسبرداری برچسب بخورد.

این تصاویر می‌تواند بر حسب نیاز رنگی و خاکستری باشد و یا با دوربین خاص تصاویر مادون قرمز گرفته شده باشد. روش عکسبرداری نیز می‌تواند موازی باشد یعنی از چند دوربین و یک هماهنگ کننده استفاده شود، یا یک دوربین که بر روی کل محصول حرکت می‌کند، یا کل آن را پوشش می‌دهد، استفاده می‌شود. نوع دوربین و کیفیت و سرعت گرفتن تصاویر آن و فاصله دوربین تا محصول نیز از جمله مواردی است که بسته به نوع عیب و محصول متنوع خواهد بود. بسته به تمام پارامترهای فوق و انواع عیوب نیاز به هماهنگی دقیق این بخش‌ها با هم می‌باشد تا به‌توان عکس‌های مطلوب و مورد نیاز مراحل بعدی یا به اصطلاح بانک داده تصویری سیستم شناسایی عیوب را تهیه کرد. این بخش‌ها مورد توجه محققین بوده‌اند و برای آن‌ها در صنایع مختلف روش‌های بهینه آن صنعت را معرفی کرده‌اند.

یکی دیگر از مسائل مهم این بخش نورپردازی لازم در محیط عکسبرداری می‌باشد. وجود نور مناسب و کافی می‌تواند در تهیه یک عکس مطلوب کمک کند. استفاده از تجهیزات نور پردازی و ایزوله کردن محیط عکس برداری از نور محیط روش‌هایی بوده‌اند که در مقالات بکار رفته‌اند. در این بخش به بررسی بخش‌های این سیستم بطور خلاصه خواهیم پرداخت.

۲-۱-۱-۱- سیستم نور رسانی

کیفیت سیستم نوری نقش مهمی را در ساده سازی بازشناسی عیوب از تصاویر گرفته شده ایفا می‌کند. کیفیت تصاویر شدیداً به مقدار و نوع روشنایی محیط تصویر برداری بستگی دارد. بسته به نوع محصول و عیب آن روش‌های نور پردازی محیط دسته بندی می‌شوند. دو نوع معمول از نور پردازی این سیستم‌ها عبارتند از [۲]:

- مستقیم
- غیر مستقیم

در روش اول نور مستقیم بر سطح تابیده و باعث درخشندگی سطح محصول می‌شود که در بعضی سیستم‌ها مطلوب نیست. از این رو، برای نورپردازی از روش غیرمستقیم استفاده می‌شود. در این روش نور پس از انعکاس به سطح محصول می‌رسد تا به تمام نقاط محصول نور یکنواخت برسد. می‌توان از روش‌های کنترلی مثل کنترل فازی برای کنترل میزان شدت روشنایی محیط استفاده کرد[۳].

۲-۱-۱-۲- دوربین

دوربین‌های متنوعی از لحاظ سنسور، کیفیت ، سرعت عکسبرداری و دقت و بقیه‌ی مشخصات در انواع ماشین‌های نظارتی به کار گرفته شده‌اند[۴]. کیفیت دوربین به تعداد پیکسل‌های سنسورهای نوری درون دوربین و بیشترین وسعت دید دوربین[1] مربوط می‌شود. دو

[1] Object field of view

روش برای تصویر برداری وجود دارد: یکی تصویر برداری خطی و دیگر تصویر برداری ناحیه‌ای. روش خطی از یک آرایه دوربین(سنسور نوری) استفاده می‌کند و کیفیت تصویر برداری آن تابعی از سرعت حرکت محصول و نرخ سرعت تصویر برداری دوربین می‌باشد. سیستم‌های جدید و نوین از این دست معمولاً کیفیت تصاویر خوبی را تأمین می‌کنند و می‌توانند بخش بزرگی از سطح محصول را در یک خط تصویر برداری نظارت کنند. یک سیستم همزمان کننده دوربین‌های خطی برای این چنین سیستمی همواره لازم است تا از همزمانی سرعت عبور محصول و سیستم عکسبرداری مطمئن شود[۵]. عیب تصویر برداری ناحیه‌ای این است که تصویر کاملی از سطح به ما نمی دهد و نیاز به یک سیستم خارجی دارد که از مجموعه‌های تصاویر گرفته شده توسط مجموعه ی دوربین‌ها یک تصویر کامل بسازد و کیفیت تصویر در هر دو جهت عمودی و افقی به سرعت موضوع عکسبرداری و سرعت دوربین در گرفتن تصاویر بستگی دارد. قیمت یک مجموعه دوربین که به صورت آرایه خطی چیده شده باشند، به نسبت دوربین‌های تصویر برداری محلی بالاتر است. سنسورهای نوری مورد استفاده در دوربین‌ها از نوع CMOS یا از نوع CCD می باشند. اگر چه سنسورهای CMOS به صورت معمول حساسیت کمتری نسبت به نوع CCD دارند، سیستم بازبینی مبتنی بر آن‌ها به صورت تصویربرداری محلی [۶] و سیستم آرایه خطی با تأخیر زمانی مورد توجه محققین بوده است [۳, ۷]. CMOS مصرف کمتر و قیمت پایین تری نسبت به نوع CCD دارد.

۲-۱-۱-۳- سیستم هماهنگ کننده تصویر برداری

این سیستم برای ایجاد پالس یکسان برای دوربین‌ها به کار می رود. تنظیم کننده سیستم مستقیماً به سیستم حرکت دهنده محصول روی خط تولید متصل است. در سیستم‌های خطی کیفیت این سیستم (به طور مثال تعداد پالس‌ها در هر دور) مشخص کننده‌ی کیفیت پیکسل تصویر است. سیستم‌های خطی می توانند تصاویر پشت سر هم با هر سرعتی را بگیرند، فقط کافی است که نرخ اسکن با سرعت خط تولید در سیستم هماهنگ کننده کنترل شود.

۲-۱-۱-۴- سیستم جمع کننده‌ی فریم تصاویر

تصاویر گرفته شده توسط دوربین‌ها توسط این بخش به تصاویر دیجیتالی تبدیل می‌شوند. روش معمول آن این است که یک واحد جمع کننده داشته باشیم و یک واحد تفکیک کننده تصاویر دوربین‌ها، سیگنال تصویر از واحد تفکیک کننده تصاویر دوربین‌ها به جمع کننده ارسال می‌گردد. روش گران تر این است که برای هر دوربین یک واحد جمع کننده تصاویر قرار دهیم[۶]. فقط زمانی که از چند پروسسور استفاده می شود می‌توان یک پردازش موازی روی تصاویر دوربین‌ها انجام داد. خروجی این بخش طریق پورت‌های خود رایانه یا مبدل پورت‌های صنعتی، به رایانه منتقل می‌شود.

۲-۱-۱-۵- رایانه میزبان

عملکرد این رایانه به دو دسته عمده تقسیم می شود:

۱- نورپردازی دوربین‌ها و کنترل آن‌ها: دوربین‌ها و تنظیمات آن‌ها معمولاً توسط رایانه به صورت دستی یا به هنگام روشن کردن سیستم از طریق یک رابط گرافیکی (GUI) انجام می‌شود. همچنین مقدار روشنایی محیط عکسبرداری معمولاً توسط رایانه کنترل می‌شود.

۲- کنترل سیستم: معمولاً تمام ورودی و خروجی‌های مربوط به کنترل و عملکرد کل سیستم نظارت توسط رایانه میزبان تأمین می شود که شامل برنامه هماهنگ کننده گرفتن تصاویر و در صورت نیاز مرتب کردن آن‌ها می‌شود.

سرعت پردازش یک رایانه معمولی و همه‌کاره معمولاً برای پردازش تمام تصاویر گرفته شده در سرعت‌های ۱۵ تا ۲۰ متر بر دقیقه به بالا ناکافی است، در نتیجه در سیستم‌های اتوماتیک نظارت معمولاً از یک پردازنده‌ی جدا برای بررسی و پردزاش عیوب و شناسایی آن‌ها استفاده می شود. هر کدام از این پروسسورها معمولاً یک پردازنده DSP مکمل (پردازنده‌ی DSP مثل

TMS320C40 [۷] و AT&T32C [۸]) برای پردازش زمان واقعی عیوب توسط الگوریتم‌های پیچیده ی شناسایی عیب‌ها نیاز دارند.

۲-۱-۲- بخش پردازش اولیه و بهبود تصاویر ورودی

تصاویر مرحله قبل بسته به نوع استفاده و کیفیت تصویر که ناشی از شرایط عکسبرداری می‌باشد، نیاز به یک سری روش‌های عمومی پردازش تصویر برای پردازش اولیه خواهند داشت و بسته به شرایط یک یا چند نوع آن بر روی تصاویر بکار خواهد رفت. هدف از این بخش بهبود تصاویر برای مرحله استخراج بردار ویژگی می‌باشد. بطوری که هم کیفیت لازم تصاویر حفظ شود و هم اطلاعات اضافی از بین روند. برخی از این روش‌ها را می‌توان به صورت زیر نام برد[۹].

- فیلتر کردن نویز تصاویر توسط فیلتر مدین- میانگین- یا فیلترهای خاص دیگر.
- بهبود روشنایی تصویر توسط یکنواخت سازی هیستوگرام و یا استفاده از پارامترهای گاما تصاویر.
- کاهش اطلاعات اضافی تصاویر توسط چندی کردن تصاویر به رنگ‌های کمتر یا سطوح خاکستری کمتر.
- و...

در مجموع می‌توان گفت که این بخش از اهمیت خاصی برخوردار است. زیرا در بخش‌های بعدی می‌تواند نتایج کار را بهبود بخشیده، سرعت و دقت سیستم شناسایی را ارتقاء دهد.

۲-۱-۳- بخش استخراج بردار ویژگی

این بخش وظیفه به دست آوردن ویژگی‌های لازم از تصاویر برای تشخیص صحیح عیوب را دارا می‌باشد. روش‌های مختلفی برای به دست آوردن بردار ویژگی و بهینه کردن آن گزارش شده‌است. این روش‌ها با توجه به ماهیت عیوب و نوع تصاویر گرفته شده انتخاب می‌شوند. هر مقدار تفکیک این ویژگی‌ها بهتر باشد در بخش بعدی نتیجه گیری دقت بیشتری خواهد داشت.

درحقیقت کارهای اصلی انجام شده برای تعیین عیوب در این بخش صورت می‌گیرد. مطالب گفته شده در فصل سوم در ارتباط با پارچه و کاشی- سرامیک و روش‌های گفته شده بیشتر در این بخش بکار می‌روند. روش‌های آماری، روش‌های طیفی، روش‌های مبتنی بر رنگ- روش‌های مبتنی بر مدل و به نوعی روش‌های مبتنی بر آموزش هر کدام به نوعی بخش اصلی پردازش آن‌ها جزء این بخش به حساب می‌آید.

روش کار بدین صورت است که با توجه به بررسی مشخصات عیب و ویژگی آن یک روش یا تلفیق چند روش به کار می‌رود تا به‌توان ویژگی‌های تصاویر سالم و معیوب را استخراج کرد. این استخراج باید بگونه‌ای باشد که، وجه تمایزی بین تصاویر سالم و عیوب ایجاد کند.

۲-۱-۴- بخش تصمیم گیری و پردازش نهایی

هنر این بخش دسته بندی مناسب بر روی ویژگی‌هایی است که در قسمت قبل بدست می‌آید. بیشتر بحث این قسمت بر روی روش‌های مقایسه و دسته بندی است، که به صورت خودکار محل عیب و یا نوع عیب را تشخیص دهد. روش‌های دسته بندی و تصمیم‌گیری مثل: منطق فازی [۱۰]- شبکه عصبی[۱۱]- معیار فاصله و حد آستانه[۱۲] و معیار همبستگی[۱۳] ازاین جمله‌اند.

این مقایسه‌ها بیشتر به دو صورت انجام می‌شود یا مقایسه‌ها بین دو داده مرجع و تست صورت می‌گیرند یا بر اساس روش‌های آموزشی تعدادی داده به عنوان مرجع برای آموزش به‌کار می‌رود. اهمیت این بخش بر دو پارامتر دقت و سرعت می‌باشد که همواره چالشی برای تحقیق بوده‌است. بطور کلی می‌توان گفت دقت بالاتر زمان پردازش را زیاد می‌کند. اما محققین سعی کرده‌اند روش‌هایی ارائه نمایند که علاوه بر دقت بالا سرعت خوبی هم داشته باشند.

مطلوب سیستم‌های زمان واقعی، سرعت بالا می‌باشد پس باید به دنبال روش‌هایی بود که این زمینه را محقق سازند.

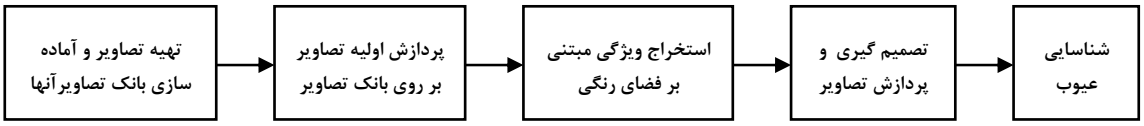
۲-۱-۵- پس پردازش تصاویر عیوب مشخص شده:

نواحی مشخص شده به عنوان عیب در اکثر موارد با مقداری خطا همراه است از این رو برای استفاده بهتر از سیستم شناسایی یک مجموعه روش‌های پس پردازش وجود دارند که می‌توانند نواحی عیوب را نمایان تر نمایند. فیلترهای میانگین و مدین[۹] و عملگرهای ریخت شناسی[۱۴] از این دسته‌اند.

در این بخش بعد از معرفی کلی سیستم خود را توضیح داده به طور جزئی تر روش‌های انتخابی بهتر برای سیستم شناسایی خودرا معرفی می‌نماییم.

۲-۲- سیستم شناسایی عیوب فرش

با توجه به بررسی‌های انجام شده در زمینه فرش و مکانیزم تولید آن در کارخانه فرش یک سیستم شناسایی ارائه کرده و سعی در استفاده از روش‌هایی کرده‌ایم که به ساختار فرش و ویژگی‌های آن نزدیک باشد. این سیستم همان طور که در بلوک دیاگرام شکل(۲-۳) دیده می‌شود شامل بخش‌های زیر است:



شکل ۲-۳: ساختار سیستم شناسایی کلی عیوب

- بخش تهیه تصاویر و تهیه بانک داده فرش
- پردازش‌های اولیه بر روی بانک تصاویر
- استخراج ویژگی مبتنی بر فضای رنگی
- تصمیم گیری و پردازش تصاویر
- تشخیص نواحی معیوب

سیستم شناسایی عیوب فرش با توجه به خط تولید فرش ماشینی در کارخانه فرش و ساختار فرش پیاده سازی شده‌است. برای طراحی این سیستم لازم است که بخش‌های آن به دقت

مورد بررسی قرار گیرند. در دو بخش اول این سیستم برای آماده سازی تصاویر مناسب برای پردازش مواردی مدنظر قرار گرفته که در ادامه به توضیح آن‌ها خواهیم پرداخت. در فصل چهارم به اجزاء سه بخش بعدی این سیستم پرداخته و روش‌های پیشنهادی خود را برای استخراج ویژگی‌های لازم و تصمیم‌گیری نواحی معیوب فرش معرفی خواهیم نمود.

۲-۲-۱- بخش تهیه بانک داده و تصاویر فرش

در این سیستم شناسایی با توجه به ابعاد فرش و مکانیزم خطوط تولید آن و با توجه به توضیحات داده شده در بخش (۲-۱-۱) از یک دوربین D3000 Nicon با دقت ۱۰ مگاپیکسل برای گرفتن تصاویر استفاده شده‌است. برای بدست آوردن تصاویر با شدت نور یکسان محیط عکس برداری نسبت به نور اطراف ایزوله شده و با نور یکنواخت فلورسنت پوشش داده شده‌است. به دلیل این‌که این از پشت فرش پایل‌های درگیر بین تار و پود به خوبی دیده می‌شوند و وجود عیب در بافت آن‌ها بخوبی نمایان است، تصاویر گرفته شده از پشت فرش می‌باشد. تصاویر به دست آمده را به بخش‌های ۲۵۶×۲۵۶ پیکسل تقسیم کرده بطوری که هر بخش ابعاد ۳×۳ سانتیمتر از فرش را در بر گیرد. تصاویر به دست آمده بر اساس موقعیت دوربین بر چسب خورده در بانک ذخیره می‌گردند.

۲-۲-۲- پردازش‌های اولیه بر روی بانک تصاویر

در سیستم ارائه شده از روش چندی کردن رنگ‌های تصاویر به ۲۵۶ رنگ برای کاهش محاسبات استفاده کردیم. شکل(۲-۴) نشان دهنده تأثیرات این روش بر روی تصویر ورودی آن می‌باشد.