

الحمد لله
الحمد لله



دانشکده مهندسی مکانیک

گروه: مهندسی مکاترونیک

پایان نامه ارشد کارشناسی ارشد

تشخیص اشتباهات مونتاژی در بردهای الکترونیکی DIP با استفاده از پردازش تصویر

عباس تراکمه

استاد راهنما:

دکتر علیرضا احمدی فرد

شهریور ۱۳۹۳



دانشکده: مهندسی مکانیک

گروه: مهندسی مکاترونیک

پایان نامه کارشناسی ارشد آقای عباس تراکمه

تحت عنوان:

تشخیص اشتباهات مونتاژی در بردهای الکترونیکی DIP با استفاده از پردازش تصویر

در تاریخ توسط کمیته تخصصی زیر جهت اخذ مدرک کارشناسی ارشد مهندسی مکاترونیک
مورد ارزیابی و با درجه مورد پذیرش قرار گرفت.

امضاء	اساتید مشاور	امضاء	اساتید راهنما
	نام و نام خانوادگی :		نام و نام خانوادگی : علیرضا احمدی فرد

امضاء	نماینده تحصیلات تکمیلی	امضاء	اساتید داور
	نام و نام خانوادگی :		نام و نام خانوادگی : امیر جلالی
	مهدی بامداد		نام و نام خانوادگی : هادی گرایلو

چکیده

اتوماسیون صنعتی یکی از مقوله‌های مهم در میزان تولیدات صنعتی، تداوم، ثبات و کنترل کیفیت محصولات است. افزایش حجم تولید برای هر تولید کننده‌ای به معنی افزایش نیروی انسانی، تجهیزات و دیگر هزینه‌ها است. از این رو تولیدکننده‌ها برای انجام فرایند تولید همواره مایل به جایگزینی دستگاه‌های خودکار به جای نیروی انسانی هستند. به این دلیل که تجهیزات و دستگاه‌های خودکار سرعت و بازده بیشتری نسبت به نیروی انسانی دارند. این تفاوت در زمینه‌ی کنترل کیفیت بسیار مشهود و قابل ملاحظه است و دلیل اصلی آن عدم خستگی تجهیزات خودکار به دلیل کار مداوم است که همین امر میزان خطا در تشخیص عیب‌های احتمالی محصولات خروجی را به شدت کاهش می‌دهد.

تحقیق حاضر تشخیص عیب‌های مونتاژی در بردهای الکترونیکی^۱ DIP به کمک پردازش تصویر است. این عیب‌ها شامل عدم وجود یک قطعه، جهت اشتباه برای قطعاتی که جهت آن‌ها در مدار مهم است و مقدار مقاومت‌های الکتریکی است.

در ابتدا تصویری از یک برد سالم تهیه و مختصات محلی هر قطعه در برد استخراج می‌شود و از آن به عنوان مرجع محل هر قطعه استفاده می‌شود. هنگام ارزیابی یک برد ورودی، از آن تصویری تهیه می‌شود سپس تصویر به وسیله‌ی علامت‌های خاصی که روی برد تعبیه شده است، به کمک الگوریتم هاف به برد مرجع بازنشانی می‌شود تا اصطلاحاً تصویر دو برد دقیقاً روی یکدیگر قرار گیرند. بعد از آن برای بررسی هر قطعه از مختصات محلی آن که از پیش تعریف شده است استفاده می‌کنیم. پس از آنکه تصویر هر قطعه استخراج شد بسته به نوع قطعه ویژگی‌های مربوط به آن نیز استخراج می‌شود. این ویژگی‌ها شامل رنگ و سایر ویژگی‌های شکلی است. با استخراج این ویژگی‌ها و مقایسه‌ی آن با ویژگی‌های هدف قادر به تشخیص عیب احتمالی در مونتاژ قطعات خواهیم بود.

^۱ Dual In-line Package

در این تحقیق برد الکترونیکی یکی از محافظ‌های الکتریکی شرکت ارم ترونیک شیراز مورد بررسی قرار گرفته است. ۳۰ تصویر از این برد تهیه شده و به عنوان پایگاه داده مورد استفاده قرار گرفته است. ویژگی‌های استخراج شده و روش‌های پیشنهادی برای تشخیص عیب‌ها و مغایرت‌ها برای تمامی قطعات به غیر از مقاومت‌ها نتایج صددرصدی را به همراه داشته که برای مقاومت‌ها این نتایج به ۸۵ درصد تقلیل یافته و دلیل آن وجود رنگ قهوه‌ای در نوارهای رنگی مقاومت و شباهت آن با رنگ پس زمینه‌ی خود مقاومت و رنگ برد بوده است.

کلمات کلیدی: بردهای الکترونیکی مونتاژ دستی، پردازش تصویر، بینایی ماشین، عیب یابی،

اتوماسیون صنعتی، شبکه عصبی

تقدیر و تشکر

با سپاس از استاد گرانقدرم جناب آقای دکتر احمدی فرد که راهنمایی‌ها و صبوری‌هایشان در این راه، قوّت قلبمان بود. باشد که انجام این تحقیق و فعالیت‌های علمی و اقتصادی آینده، سپاسی باشد از اهداف مقدس آموزش ایشان.

تعهدنامه

اینجانب عباس تراکمه دانشجوی دوره‌ی کارشناسی ارشد رشته‌ی مهندسی مکترونیک دانشکده‌ی مهندسی مکانیک دانشگاه شاهرود نویسنده‌ی پایان‌نامه‌ی تشخیص اشتباهات مونتاژی در بردهای الکترونیکی DIP با استفاده از پردازش تصویر تحت راهنمایی دکتر علیرضا احمدی فرد متعهد می‌شوم.

- تحقیقات در این پایان‌نامه توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار است.
- در استفاده از نتایج پژوهش‌های محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است.
- مطالب مندرج در پایان‌نامه تاکنون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه نشده است.
- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه شاهرود می‌باشد و مقالات مستخرج با نام «دانشگاه شاهرود» و یا «Shahrood University» به چاپ خواهد رسید.
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان‌نامه تأثیرگذار بوده‌اند در مقالات مستخرج از پایان‌نامه رعایت می‌گردد.
- در کلیه‌ی مراحل انجام این پایان‌نامه، در مواردی که از موجود زنده (یا بافت‌های آن‌ها) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است.
- در کلیه‌ی مراحل انجام این پایان‌نامه، در مواردی که به حوزه‌ی اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است اصل رازداری، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است.

تاریخ

امضای دانشجو

مالکیت نتایج و حق نشر

- کلیه‌ی حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج، کتاب، برنامه‌های رایانه‌ای، نرم افزارها و تجهیزات ساخته شده) متعلق به دانشگاه شاهرود می‌باشد. این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود.
- استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان‌نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی‌باشد.

فهرست مطالب

۱	مقدمه و مرور کارهای گذشته.....	۲
۱-۱	تعریف مسئله.....	۲
۲-۱	ضرورت و کاربردها.....	۳
۳-۱	چالش ها.....	۴
۴-۱	کارهای گذشته	۵
۲	تئوری ها	۱۲
۱-۲	ثبت و درج تصویر	۱۲
۱-۱-۲	سیستم های تک سنسوری	۱۲
۲-۱-۲	سیستم های با ردیفی از سنسورها.....	۱۳
۳-۱-۲	تصویر برداری به کمک آرایه های از سنسورها.....	۱۴
۲-۲	فضای رنگ RGB.....	۱۴
۳-۲	فضای رنگ HSI.....	۱۶
۴-۲	تبدیل رنگها از RGB به HSI.....	۱۸
۵-۲	باز نشانی تصویر	۱۹
۶-۲	بهبود کیفیت تصویر	۲۱
۱-۶-۲	سطوح روشنایی	۲۱
۲-۶-۲	هیستوگرام تصویر	۲۲
۳-۶-۲	مات کردن تصویر	۲۳
۷-۲	گسترش باینری مورفولوژیکی	۲۴
۸-۲	سایش باینری مورفولوژیکی	۲۵

۲-۹ شبکه عصبی پرسپترون چندلایه.....	۲۵
۲۹-۱ مقدمه.....	۲۵
۲-۹-۲ آموزش پرسپترون.....	۲۷
۲-۹-۳ پرسپترون چندلایه.....	۲۹
۲-۹-۴ الگوریتم پس انتشار خطا.....	۳۲
۳ روش پیشنهادی.....	۳۵
۳-۱ مقدمه.....	۳۶
۳-۲ پیش پردازش.....	۳۷
۳-۳ مقاومت‌ها.....	۴۱
۳-۳-۱ استخراج عدد مقاومت.....	۴۱
۳-۴ بررسی عدم وجود مقاومت.....	۴۸
۳-۵ ترانزیستور.....	۵۰
۳-۵-۱ وجود یا عدم وجود ترانزیستور.....	۵۰
۳-۵-۲ جهت ترانزیستور.....	۵۰
۳-۶ قطعه رله.....	۵۲
۳-۶-۱ وجود یا عدم وجود قطعه رله.....	۵۲
۳-۶-۲ جهت رله.....	۵۲
۳-۷ دیودهای LED.....	۵۳
۳-۷-۱ وجود یا عدم وجود LED.....	۵۳
۳-۸ دیود یکسوساز.....	۵۴
۳-۸-۱ وجود یا عدم وجود دیود یکسوساز.....	۵۴
۳-۸-۲ تشخیص جهت دیود.....	۵۶

۵۷.....	۳-۹ دیود زینر.....
۵۷.....	۳-۹-۱ وجود یا عدم وجود دیود زینر.....
۵۸.....	۳-۹-۲ جهت دیود زینر.....
۵۹.....	۳-۱۰ تراشه (IC).....
۵۹.....	۳-۱۰-۱ وجود یا عدم وجود تراشه.....
۶۰.....	۳-۱۰-۲ جهت تراشه.....
۶۱.....	۳-۱۱ خازن الکترولیتی.....
۶۵.....	۳-۱۲ خازن های سرامیکی.....
۶۸.....	۴ نتایج تجربی.....
۷۰.....	۴-۱ مقدمه.....
۷۰.....	۴-۲ مقاومت.....
۷۱.....	۴-۳ ترانزیستور.....
۷۲.....	۴-۴ دیودهای LED.....
۷۴.....	۴-۵ دیود یکسوساز.....
۷۴.....	۴-۶ دیود زینر.....
۷۵.....	۴-۷ خازن الکترولیتی.....
۷۶.....	۴-۸ تراشه.....
۷۷.....	۴-۹ سایر قطعات.....
۷۸.....	۵ نتیجه گیری و پیشنهاد کارهای آتی.....
۸۰.....	۵-۱ نتیجه گیری.....
۸۱.....	۵-۲ پیشنهاد کارهای آتی.....

فهرست اشکال

- شکل ۱-۱ پنهان شدن قطعات کوچک زیر قصعات بزرگتر..... ۴
- شکل ۱-۲ تصویر برداری با یک سنسور..... ۱۳
- شکل ۲-۲ تصویر برداری با ردیفی از سنسورها..... ۱۳
- شکل ۳-۲ تصویر برداری با آرایه‌ای از سنسورها..... ۱۴
- شکل ۴-۲ مکعب رنگی RGB..... ۱۵
- شکل ۵-۲ مکعب رنگی ۲۴ بیتی..... ۱۶
- شکل ۶-۲ پرده ی رنگ و اشباع در فضای رنگ HSI ۱۷
- شکل ۷-۲ نمایش مولفه‌های رنگ در فضای رنگ HSI..... ۱۸
- شکل ۸-۲ نمایش دو تصویر متفاوت از یک منظره..... ۲۰
- شکل ۹-۲ نمایش نقاط قابل انطباق در دو تصویر..... ۲۰
- شکل ۱۰-۲ بازنشانی دو تصویر..... ۲۱
- شکل ۱۱-۲ نمایش هیستوگرام چند تصویر..... ۲۲
- شکل ۱۲-۲ دو فیلتر میانگین متداول..... ۲۳
- شکل ۱۳-۲ مات کردن تصویر توسط یک پنجره ی 9×9 ۲۳
- شکل ۱۴-۲ گسترش باینری مورفولوژیکی..... ۲۴
- شکل ۱۵-۲ سایش باینری مورفولوژیکی..... ۲۵
- شکل ۱۶-۲ ساختار شبکه‌ی عصبی پرسپترون چند لایه..... ۲۹
- شکل ۱۷-۲ نمایش کمینه‌ی کلی و کمینه‌ی محلی..... ۳۰

- شکل ۲-۱۸ شکل کلی آموزش شبکه عصبی با ناظر..... ۳۱
- شکل ۳-۱ فلوچارت بررسی یک برد..... ۳۷
- شکل ۳-۲ بریدن قسمت های اضافی تصویر ورودی..... ۳۸
- شکل ۳-۳ شماره گذاری قطعات..... ۳۸
- شکل ۳-۴ نحوه ی ذخیره ی بردار مختصات محلی قطعات..... ۳۹
- شکل ۳-۵ سه نقطه ی مرجع که برای عملیات بازنشانی مورد استفاده قرار می گیرند..... ۳۹
- شکل ۳-۶ نمایش همزمان یک برد قبل و بعد از عملیات بازنشانی..... ۴۰
- شکل ۳-۷ چرخش ۹۰ درجه ی مقاومت های افقی و عملیات مات کردن..... ۴۱
- شکل ۳-۸ قانون نوارهای رنگی مقاومت..... ۴۲
- شکل ۳-۹ ساختار شبکه ی عصبی MLP استفاده شده برای آموزش رنگ ها..... ۴۳
- شکل ۳-۱۰ نمایش NI ها از N0 تا N9 برای قطعه ی شماره ۳۳..... ۴۵
- شکل ۳-۱۱ استفاده از سطوح روشنایی افقی برای یافتن مکان نوارهای رنگی..... ۴۶
- شکل ۳-۱۲ تعداد پیکسل های رنگ های هدف، اطراف هر ارتفاع مشکوک..... ۴۷
- شکل ۳-۱۳ استخراج عدد مقاومت و مقایسه با هدف..... ۴۸
- شکل ۳-۱۴ تشخیص عدم وجود مقاومت..... ۴۹
- شکل ۳-۱۵ استخراج بدنه ی ترانزیستور..... ۵۰
- شکل ۳-۱۶ تشخیص جهت ترانزیستور..... ۵۱
- شکل ۳-۱۷ روند تشخیص وجود یا عدم وجود قطعه رله..... ۵۲
- شکل ۳-۱۸ تشخیص جهت رله..... ۵۳

- شکل ۳-۱۹ دیودهای LED استفاده شده در برد مورد بررسی ۵۴
- شکل ۳-۲۰ تصویر یک دیود استفاده شده در برد مورد بررسی ۵۴
- شکل ۳-۲۱ تشخیص وجود یا عدم وجود دیود ۵۶
- شکل ۳-۲۲ تشخیص جهت دیود ۵۶
- شکل ۳-۲۳ روند تشخیص نوار سیاه رنگ دیود زینر که برای تشخیص وجود یا عدم وجود
قطعه مورد استفاده قرار می‌گیرد ۵۸
- شکل ۳-۲۴ روند تشخیص جهت دیود زینر ۵۹
- شکل ۳-۲۵ تصویر تراشه‌ی استفاده شده در برد مورد بررسی ۶۰
- شکل ۳-۲۶ روند تشخیص جهت تراشه ۶۰
- شکل ۳-۲۷ خازن‌های الکتrolیتی استفاده شده در برد مورد بررسی ۶۱
- شکل ۳-۲۸ موقعیت قطعه‌ی شماره‌ی ۱۴ در چند تصویر ۶۲
- شکل ۳-۲۹ استخراج نوار دور خازن برای استفاده در تشخیص جهت ۶۳
- شکل ۳-۳۱ تصویر خازن‌های سرامیکی استفاده شده در برد مورد بررسی ۶۶
- شکل ۳-۳۳ تشخیص وجود یا عدم وجود قطعه‌ی شماره‌ی ۶ ۶۷
- شکل ۳-۳۴ تشخیص وجود یا عدم وجود قطعه‌ی شماره‌ی ۲۰ ۶۷
- شکل ۴-۱ استخراج رنگ قهوه‌ای در تصویر یک مقاومت ۷۱
- شکل ۴-۲ روند بررسی سه ترانزیستور ۷۲
- شکل ۴-۳ روند تشخیص یک عیب مونتاژی در LED ۷۳
- شکل ۴-۴ (الف) بررسی احتمال وجود LED سبز (ب) بررسی احتمال وجود LED زرد ۷۳

۷۴	 شکل ۴-۵ روند تشخیص جهت دیود شماره‌ی ۱۱ در تصویر ۱۹
۷۵	 شکل ۴-۶ روند تشخیص جهت برای دو دیود زینر
۷۶	 شکل ۴-۷ روند بررسی چهار خازن الکتrolیتی
۷۷	 شکل ۴-۸ بررسی دو تراشه

فصل اول

مقدمه و مرور کارهای گذشته

۱ مقدمه و مرور کارهای گذشته

در این فصل روند کلی تحقیق، اهداف، کاربردها، چالش‌های موجود و تحقیقات گذشته‌ای که در این زمینه صورت گرفته است را بیان می‌کنیم.

۱-۱ تعریف مسئله

کنترل کیفیت همواره متضمن ورود یک محصول بی‌عیب و با کیفیت به بازار مصرف و در نتیجه متضمن اعتبار یک شرکت تولیدی بوده است. این کنترل کیفیت هنوز هم در بسیاری از صنایع توسط نیروی انسانی صورت می‌گیرد ولی در صنایعی همچون صنایع الکترونیک اعم از تولید قطعات الکترونیکی و یا مونتاژ بردهای الکترونیکی توسط سیستم‌های پردازش تصویر انجام می‌شود. در این سیستم عامل مشاهده کننده یک دوربین دیجیتال است و عامل هوشمند و تصمیم گیرنده یک نرم افزار کامپیوتری است که با پردازش تصویر ورودی و مقایسه با هدف، قادر به تشخیص عیوب مونتاژی و تصمیم‌گیری خواهد بود.

بردهای الکترونیکی به دو روش DIP و SMD^۱ مونتاژ می‌شوند. مونتاژ بردهای SMD توسط دستگاه‌های تمام خودکار انجام می‌شود ولی مونتاژ بردهای DIP به ندرت با دستگاه‌های خودکار و غالباً توسط نیروی انسانی صورت می‌گیرد. به این صورت که کارگر مونتاژکار تک تک قطعات را با دست روی برد قرار می‌دهد به صورتی که پایه‌ی قطعات از سمت دیگر برد بیرون بزند. سپس برد را روی حوضچه‌ای از قلع مذاب شناور می‌کنند تا پایه‌ی قطعات لحیم کاری شود. در این فرایند همواره اشتباهات انسانی رخ می‌دهد که معمولاً شامل موارد زیر است.

^۱ Surface Mount Device

1. عدم وجود قطعه

یعنی کارگر فراموش کرده قطعه‌ای را سرجای خودش قرار دهد و عملاً جای آن قطعه روی برد خالی است.

۲. جهت اشتباه

برخی قطعات مانند دیودها و خازن‌ها دارای جهت می‌باشند و جهت قرارگیری آنها روی برد مهم است و کارگر ممکن است قطعه را در جهت نادرست قرار داده باشد.

۳. جابجایی قطعات

به عنوان مثال ممکن است در محلی که باید یک مقاومت $1\text{ K}\Omega$ قرار گیرد به اشتباه یک مقاومت $10\text{ K}\Omega$ قرار گرفته باشد یا به جای یک LED قرمز یک LED سبز مونتاژ شده باشد.

سیستم پردازش تصویر حاصل از این تحقیق قادر به تشخیص این اشتباهات و محل آن بر روی برد می‌باشد.

۲-۱ ضرورت و کاربردها

هرچند تولید بردهای DIP در تمامی کشورهای صنعتی دنیا منسوخ شده است ولی در کشور ما هنوز بسیاری از محصولات شرکت‌های الکترونیکی همچنان با همین روش تولید می‌شوند. این سیستم می‌تواند در تمامی خطوط تولید بردهای DIP که در تولید لوازم الکتریکی منزل و خودرو مورد استفاده قرار می‌گیرد به کار گرفته شود.

۱-۳ چالش ها

به طور کلی انجام پروژه‌های پردازش تصویر دچار چالش‌های متداولی است که ما نیز در انجام این تحقیق با آن‌ها روبه‌رو بوده‌ایم که در زیر به صورت موردی به آن‌ها اشاره شده است.

۱. نویزهای ناشی از انعکاس تصویر قطعات روی یکدیگر

۲. افتادن سایه‌ی قطعات بزرگتر بر روی قطعات کوچکتر

۳. پنهان شدن بعضی قطعات زیر قطعات بزرگتر

به عنوان مثال قطعه‌ی مشخص شده در شکل ۱-۱، یک مقاومت است که در بسیاری از تصاویر در زیر خازن عدسی پنهان است. از این رو از بررسی این قطعه خودداری کرده‌ایم.



شکل ۱-۱ پنهان شدن قطعات کوچک زیر قطعات بزرگتر

۴. استاندارد نبودن رنگ قطعات

۵. تشابه رنگ قهوه‌ای برخی از نوارهای رنگی مقاومت به رنگ پس زمینه‌ی خود مقاومت و رنگ برد

۶. چرخش برد و چرخش قطعات در جای خود

۷. تغییر فاصله‌ی دوربین از برد

۸. تغییر روشنایی محیط

۹. عدم توانایی در تشخیص عیب‌های لحیم کاری

در این تحقیق چون از یک دوربین که تصاویر را از بالای برد تهیه می‌کند استفاده شده لذا قادر به دیدن و تشخیص عیب‌هایی که مربوط به لحیم کاری پایه‌ی قطعات می‌شود و در پشت برد قرار دارد نیستیم.

در ادامه در فصل ۲ تئوری‌های استفاده شده در این تحقیق را شرح خواهیم داد. در فصل ۳ روش‌های پیشنهادی در پردازش تصاویر و عیب‌یابی تک تک قطعات به تفصیل مورد بررسی قرار خواهد گرفت. در فصل ۴ نیز نتایج تجربی حاصل از تحقیق شرح داده می‌شود و در نهایت در فصل ۵ نتیجه گیری‌های حاصل از تحقیق حاضر بیان شده و پیشنهادهایی جهت کارهایی که در آینده می‌تواند باعث بهبود نتایج این تحقیق شود ارائه شده است.

۴-۱ کارهای گذشته

در سال ۱۹۷۶، فرازی^۱ [1] و همکارش به کمک یک اسکن پرتو لیزر، روشی را برای تشخیص عیب‌های سیم کشی‌های رو سطح بردهای الکترونیکی ارائه دادند. آن‌ها اشعه‌ی لیزر را در یک الگوی شطرنجی با فرکانس ۶۰ تصویر بر ثانیه به سطح برد تابانده و سپس پرتوهای برگشتی را مورد بررسی قرار دادند. سیستم حاصل از این تحقیق پس از یافتن محل عیب، با یک ماژیک محل عیب را علامتگذاری می‌کند. این سیستم قادر به تشخیص عیب در محل سوراخ‌ها، دندان‌ه شدن سیم کشی، وجود خش و تغییر رنگ طلایی سیم‌هاست.

^۱ Frazee

در سال ۲۰۰۱ گورا^۱ [2] و همکارش تکنیکی برای واریسی خودکار بردهای SMD در حالت سه بعدی ارائه دادند. آنها بر این اعتقاد بودند که اطلاعات به دست آمده از سنسورهای دو بعدی همیشه برای پی بردن به شرایط قطعات کافی نیستند. آنها با استفاده از یک دوربین و یک فرستنده-گیرنده^۲ اشعه‌ی لیزر که با راستای دوربین زاویه دارد، عکس‌های سه بعدی تهیه کردند. سپس توسط فیلتر میانه^۳ نویزهای موجود در تصویر را از بین بردند. برای جدا کردن قطعات از پس زمینه از این نکته استفاده کردند که فضایی که توسط قطعات اشغال می‌شود کمتر از فضای پس زمینه‌ی برد است. در این تحقیق به این روش LUT^۴ گفته می‌شود. در روش ارائه شده سه خطا در واریسی ۴۸۴۰ قطعه مشاهده شده است که حدود ۰.۰۶ درصد است. این روش تنها قادر به تشخیص وجود و عدم وجود قطعه در یک محل است و نمی‌تواند نوع یک قطعه و یا جهت آن را تشخیص دهد. این روش نیاز به تجهیزات زیادی دارد.

در سال ۲۰۰۱، بویر^۴ [3] و همکارانش به کمک روش تصویر برداری SQUIT سعی بر تشخیص عیب‌های موجود در ساختار نیمه‌هادی و یفر کردند. تصویر برداری SQUIT امکان تصویر برداری غیر مخرب از نیمه‌هادی‌ها و قطعات فتو ولتائیک را فراهم می‌کند. آنها از یک مغناطیس سنجش dc با نویز پایین که در حلقه‌ی شار قفل شده^۵ در محدوده‌ی ۴,۲K کار می‌کند استفاده کردند. نتایج تجربی حاصل از این تحقیق از لحاظ کمی و کیفی بسیار بهتر از دیگر تحقیق‌هایی نظیر اشعه‌ی X بوده است.

در سال ۲۰۰۱، کاو چاو لین^۶ [4] و همکارانش روشی را ارائه دادند که در آن با استفاده از تصویر پرتوهای ماوراء بنفش ساطع شده از سطح برد الکترونیکی، به عیب‌یابی قطعات می‌پردازند. هرکدام از قطعات الکترونیکی وقتی در مدار قرار می‌گیرند به درجه حرارت معینی می‌رسند. آنها

^۱ E.Guerra

^۲ Median Filter

^۳ Look-Up Table

^۴ boyer

^۵ flux-locked loop

^۶ Kuo Chao Lin

تصویر حرارتی تهیه شده از برد را مورد پردازش قرار دادند و با مقایسه با تصویر حرارتی یک برد سالم قادر به تشخیص محل عیب شدند.

در سال ۲۰۰۱، بکاوو^۱ [5] و همکارانش با استفاده از امواج فرا صوت با فرکانس ۱۰۰ MHz - ۱۰ سعی در تشخیص محل عیب در قطعات الکترونیکی کردند. آن ها پس از انتشار این امواج و دریافت بازتاب آن، سیگنال دریافتی را در مرحله‌ی اول توسط یک الگوریتم فیلتر وینر^۲ پردازش کرده و در مرحله‌ی بعد با یک الگوریتم عددی بر پایه‌ی تبدیل موجک^۳ پردازش نهایی کرده‌اند.

در سال ۲۰۰۲ آقای یوشی‌هیرو^۴ [6] و همکارانش روشی را برای تشخیص نوارهای رنگی مقاومت ارائه دادند. در این تحقیق از تصویر یک مقاومت الکتریکی بر روی یک پس زمینه با رنگ ثابت استفاده شده است. برای جدا کردن بدنه‌ی قطعه از پس‌زمینه چهار نقطه روی پس‌زمینه انتخاب و میانگین آن ها را به عنوان رنگ پس زمینه انتخاب کرده‌اند. مقادیر این رنگ را در تصویر صفر قرار داده و سپس تصویر را به فضای سطح خاکستری برده‌اند. با تهیه‌ی هیستوگرام افقی و عمودی از تصویر و آستانه-گذاری، بدنه‌ی اصلی مقاومت را استخراج نموده‌اند. تصویر به دست آمده فقط شامل نوارهای رنگی و رنگ پس زمینه‌ی مقاومت است. همان روندی که برای حذف پس زمینه‌ی تصویر انجام شد در اینجا نیز برای حذف رنگ پس زمینه‌ی مقاومت انجام داده‌اند. تصویر حاصل، یک تصویر با پس زمینه‌ی سیاه است که شامل نوارهای رنگی است. با تهیه‌ی هیستوگرام از تصویر سطح خاکستری این تصویر در راستای افق و استخراج قله‌های آن مکان نوارهای رنگی در تصویر را بدست آورده‌اند. سپس با بررسی رنگ موجود در آن مکان و ترتیب آن ها عدد مقاومت را در بدست آورده‌اند. تصویر مورد استفاده در این روش یک تصویر بسیار ایده‌آل است با یک پس زمینه با رنگ ثابت. در صورتی که در واقعیت مقاومت

^۱ Bechou

^۲ Wiener filter

^۳ wavelet transform

^۴ Yoshihiro

بر روی بردی با جزئیات بیشتر و تفاوت رنگ‌های متنوع تری بر روی پس زمینه قرار می‌گیرد.

در سال ۲۰۰۸، هانگ ژیو^۱ [7] و همکارانش یک سیستم تطبیقی پیشنهاد دادند که رابطه‌ای میان تشخیص عیب‌های قطعات الکترونیکی و ویژگی‌هایی از بافت سطحی تصویر بیان می‌کرد. این سیستم از استخراج ویژگی تبدیل موجک استفاده می‌کند و تابع موجک به عنوان تابع عضویت فازی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

در سال ۲۰۰۹ سانداراج^۲ [8] جهت تشخیص کمبود یا جابجایی یک قطعه بر روی برد از روش مقایسه‌ی پس زمینه استفاده کرد. در این روش تصویری از برد کاملاً سالم به عنوان پس زمینه انتخاب می‌شود. جهت تشخیص محل عیب، ماتریس مقادیر هر تصویر را از تصویر پس زمینه کم می‌کنند تا در نقاطی که عیبی وجود دارد پیکسل‌ها مقادیر عددی قابل ملاحظه‌ای بگیرند و در بقیه‌ی نقاط مقادیر نزدیک به صفر قرار گیرد. سرعت عملکرد این روش 20Hz معادل با ۲۰ برد بر ثانیه است که نسبت به پردازش پیکسل به پیکسل سرعت بالایی است. این روش وقتی مفید است که نوع قطعات و رنگ آن‌ها ثابت باشد. یکی دیگر از محدودیت‌های این روش وقتی است که رنگ یک قطعه شبیه رنگ برد باشد. در این تحقیق اثر چرخش برد در نظر گرفته نشده است. همچنین در تشخیص قطعاتی که جهت آن‌ها در مدار مهم نیست، مانند مقاومت‌ها، دچار مشکل می‌شود.

در سال ۲۰۱۰، ژو زنگ^۳ [9] و همکارانش برای تشخیص موقعیت قطعات بر روی برد از تشخیص ناحیه‌هایی با روشنایی بالا کمک گرفتند. این نواحی در بردهای SMD معمولاً شامل نوشته‌های روی برد، سوراخ‌ها و قسمت‌هایی است که لحیم وجود دارد. از آنجا که نوشته‌ها و سوراخ‌ها جزء

^۱ Huang Zhihui

^۲ K.Sundaraj

^۳ Zhou Zeng

مناطق مورد نظر نیستند، با توجه به خصوصیات رنگ همسایگی آن‌ها، این مناطق را از لیست مناطق مورد نظر حذف کرده‌اند. سپس از مناطق باقیمانده که همگی محل اتصال قطعات به برد هستند جهت تشخیص قطعات استفاده کرده‌اند. از این روش در تشخیص قطعات بر روی بردهای مونتاژ دستی نمی‌توان استفاده کرد. به این دلیل که در این نوع بردها قطعات روی برد قرار می‌گیرند و پایه‌ی قطعات در پشت برد لحیم می‌شوند.

در سال ۲۰۱۰، آبریل^۱ [10] و همکارانش روشی جدید برای تشخیص عیب‌های ظاهری در قطعات الکترونیکی ارائه دادند. آن‌ها به جای استفاده از تصاویر سیاه و سفید، از تصویر رنگی برای تشخیص این عیوب در قطعات الکترونیکی استفاده کردند.

در سال ۲۰۱۰، جینگ یانگ^۲ [11] و همکارانش روشی را برای تشخیص عیب‌های موجود در لحیم کاری بردهای مونتاژ سطحی ارائه کردند. در بسیاری از این بردها پایه‌ی قطعات و در نتیجه محل لحیم کاری در زیر قطعه قرار دارد و از این رو این قسمت قابل مشاهده نیست. آن‌ها برای تشخیص عیب‌های احتمالی در این نقاط از پرتوهای لیزر استفاده کردند و نشان دادند که استفاده از این امواج نتایج بهتری نسبت به عکس برداری توسط پرتوهای اشعه‌ی X دارد.

در سال ۲۰۱۲، رویز^۳ [12] و همکارانش روشی را برای بهبود تکنیک کنترل کیفیت "پراکندگی رامان"^۴ ارائه دادند. آن‌ها در این تحقیق نشان دادند که روش‌های نوری برای کاربردهای واریسی در لحظه بسیار مناسب‌تر از روش‌های دیگر است.

در سال ۲۰۱۲، ما کن^۵ [13] و همکارانش تحقیقی را ارائه دادند که در آن ساختمان سیستم

^۱ Abrial. P

^۲ Jing Yang

^۳ Ruiz

^۴ Raman scattering

^۵ Ma Can

ربات، سیستم کنترل الکترونیکی، طراحی و اجرای سیستم تصویربرداری، نرم افزار و یک الگوریتم سریع تکرار شونده که بر اساس یک الگوی از پیش تعریف شده عمل می کند را شرح دادند. کاربرد این سیستم در واریسی خودکار تولید بردهای مدار چاپی و کنترل کیفیت مراحل تولید آن بود.

فصل دوم

توسری

۲ تئوری ها

۱-۲ ثبت و درج تصویر^۱

بسته به نوع (طول موج) به کار رفته برای تصویر برداری و انرژی نور بازتابیده شده یا عبور کرده از میان شیء، سنسورهای تصویر برداری و ساختار آن متفاوت می‌باشند. دستگاه‌های تصویر برداری به لحاظ ساختار به سه دسته‌ی مهم تقسیم می‌شوند:

۱. سیستم های تک سنسوری

۲. سیستم های با ردیفی از سنسورها

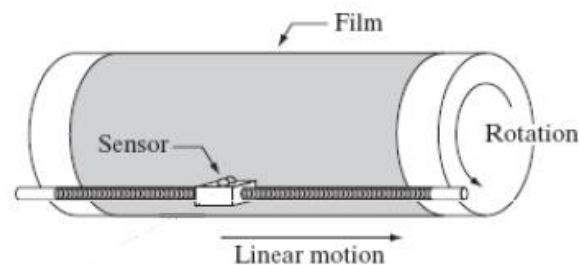
۳. سیستم های با آرایه‌ی سنسوری

۱-۱-۲ سیستم های تک سنسوری

معمول‌ترین این سنسورها فتو دیودها هستند که از نیمه‌هادی سیلیکون ساخته می‌شوند. ولتاژ خروجی این سنسورها متناسب با نور تابیده با آن است. برای بالا بردن حساسیت سنسور به یک طول موج خاص از یک فیلتر در مقابل سنسور استفاده می‌شود. مثلاً گذاشتن یک فیلتر برای گذر دهی نور سبز حساسیت سنسور را به نور سبز بالا می‌برد. برای تصویر برداری دو بعدی با استفاده از این سنسور،

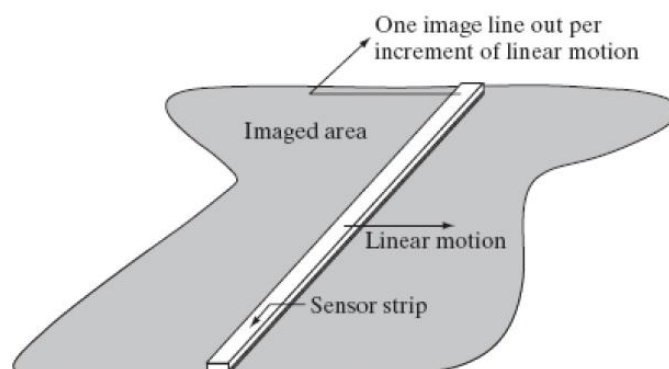
^۱ Image Sensing and Acquisition

می‌بایست سنسور در جهت x و y ناحیه‌ی تصویر برداری را جاروب کند (شکل ۱-۲).



شکل ۱-۲ تصویر برداری با یک سنسور

۲-۱-۲ سیستم‌های با ردیفی از سنسورها



شکل ۲-۲ تصویر برداری با ردیفی از سنسورها

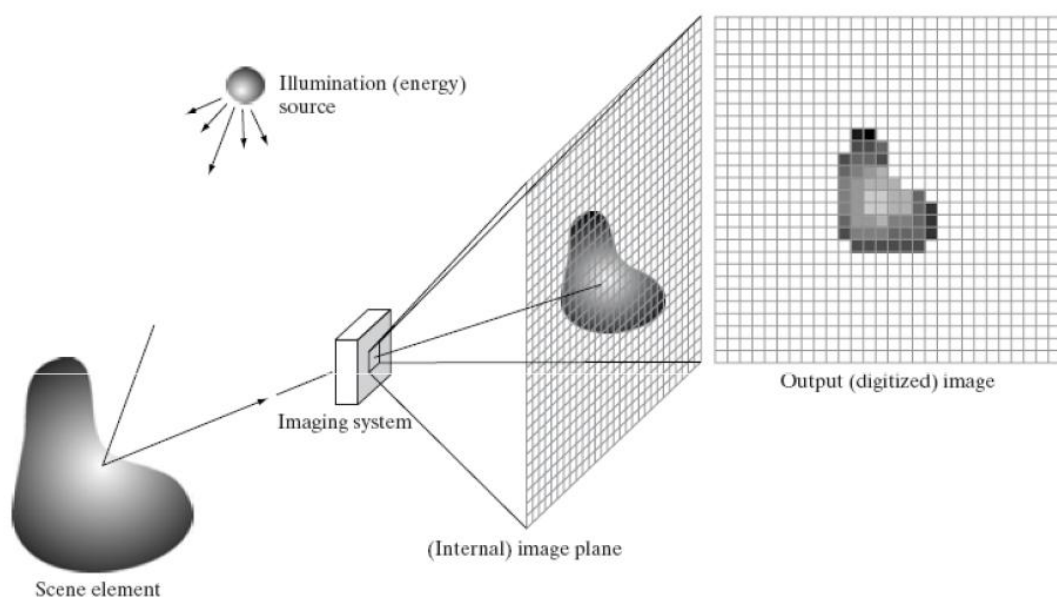
استفاده از نواری از سنسورهای تکی در یک ردیف، برای تصویر برداری متداول‌تر از سیستم‌های تک سنسوری می‌باشد. در این روش امتداد ردیف سنسورها یک بعد تصویر برداری و حرکت این ردیف در راستای دیگر، بعد دیگر تصویر برداری را تشکیل می‌دهد. این روش در اکثر اسکنرهای بستر تخت^۱

^۱ Flat Bed

مورد استفاده قرار می‌گیرد. تعداد سنسورهای هر ردیف حدود ۴۰۰۰۰ یا بیشتر ممکن است باشد.

۳-۱-۲ تصویر برداری به کمک آرایه‌ای از سنسورها

در این مکانیزم سنسورها در یک آرایه‌ی دو بعدی قرار می‌گیرند. این مکانیزم متداول در دوربین‌های دیجیتال، وسایل تصویربرداری طیف الکترومغناطیسی و خیلی از وسایل سنسوری التراسوند است. سنسور متعارف این مکانیزم^۱ CCDها هستند.



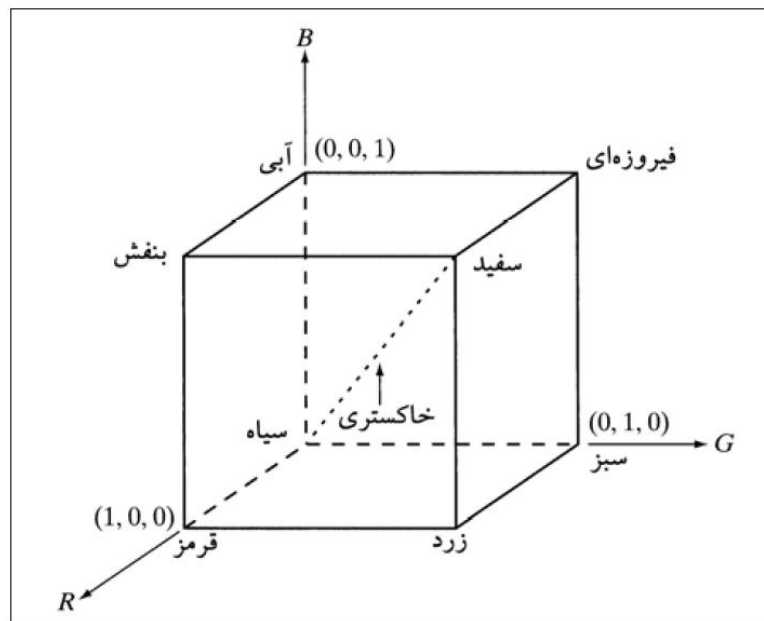
شکل ۳-۲ تصویر برداری با آرایه‌ای از سنسورها

۲-۲ فضای رنگ RGB

در فضای رنگ RGB هر رنگ به صورت مولفه‌های طیفی اولیه‌ی قرمز، سبز و آبی ظاهر می‌شود. این مدل مبتنی بر سیستم مختصات دکارتی است. زیرفضای رنگی مورد علاقه، مکعبی است که در شکل ۲-۲ نشان داده شده است که در آن مقادیر اولیه‌ی R و G و B در گوشه‌ها قرار دارند. رنگ‌های ثانویه فیروزه‌ای، بنفش و زرد در سه گوشه‌ی دیگر واقع اند. سیاه در مبدأ قرار دارد و سفید در دورترین گوشه از مبدأ واقع است. در این مدل، سطح خاکستری از سیاه به سفید در امتداد خطی که این دو نقطه را به

^۱ Charge-Coupled Devices

هم متصل می کند قرار دارد. رنگ‌های مختلف در این مدل، نقاطی در داخل یا روی مکعب هستند و توسط بردارهایی تعریف می‌شوند که از مبدأ عبور می‌کند. برای سهولت، فرض می‌شود که مقادیر رنگ طوری نرمال شدند که مکعب نشان داده شده در شکل ۲-۴ مکعب واحدی است. یعنی فرض می‌شود تمام مقادیر R و G و B در بازه ی [0 1] هستند. اگر هر کدام از تصویرهای قرمز، سبز و آبی یک تصویر ۸ بیتی باشند در این شرایط هر پیکسل رنگ RGB دارای عمق ۲۴ بیت است (شکل ۲-۵).



شکل ۲-۴ مکعب رنگی RGB

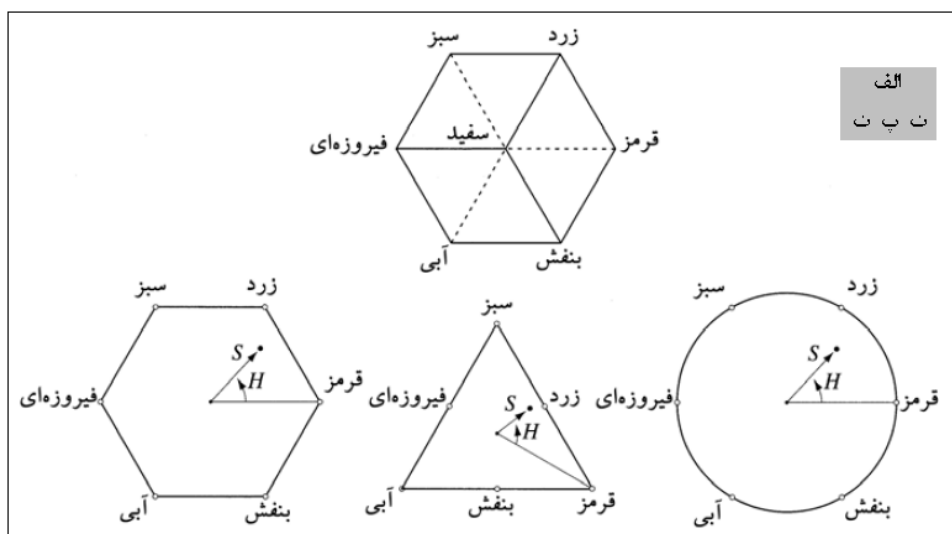


۲-۳ فضای رنگ HSI

فضای رنگ RGB برای پیاده سازی سخت افزاری ایده آل هستند. علاوه بر این به خوبی با این حقیقت تطبیق دارد که چشم انسان رنگ‌های اولیه‌ی قرمز، سبز، و آبی را به خوبی درک می‌کند. اما این فضای رنگ برای توصیف رنگ‌ها بر اساس تفسیر انسان مناسب نیستند. به عنوان مثال، فرد نمی‌تواند با مشخص کردن درصد رنگ‌های اولیه یک اتومبیل، رنگ آن را تجسم کند. علاوه بر این، تصاویر رنگی را مرکب از سه تصویر اولیه نمی‌دانیم که با هم ترکیب می‌شوند تا یک تصویر را به وجود آورند.

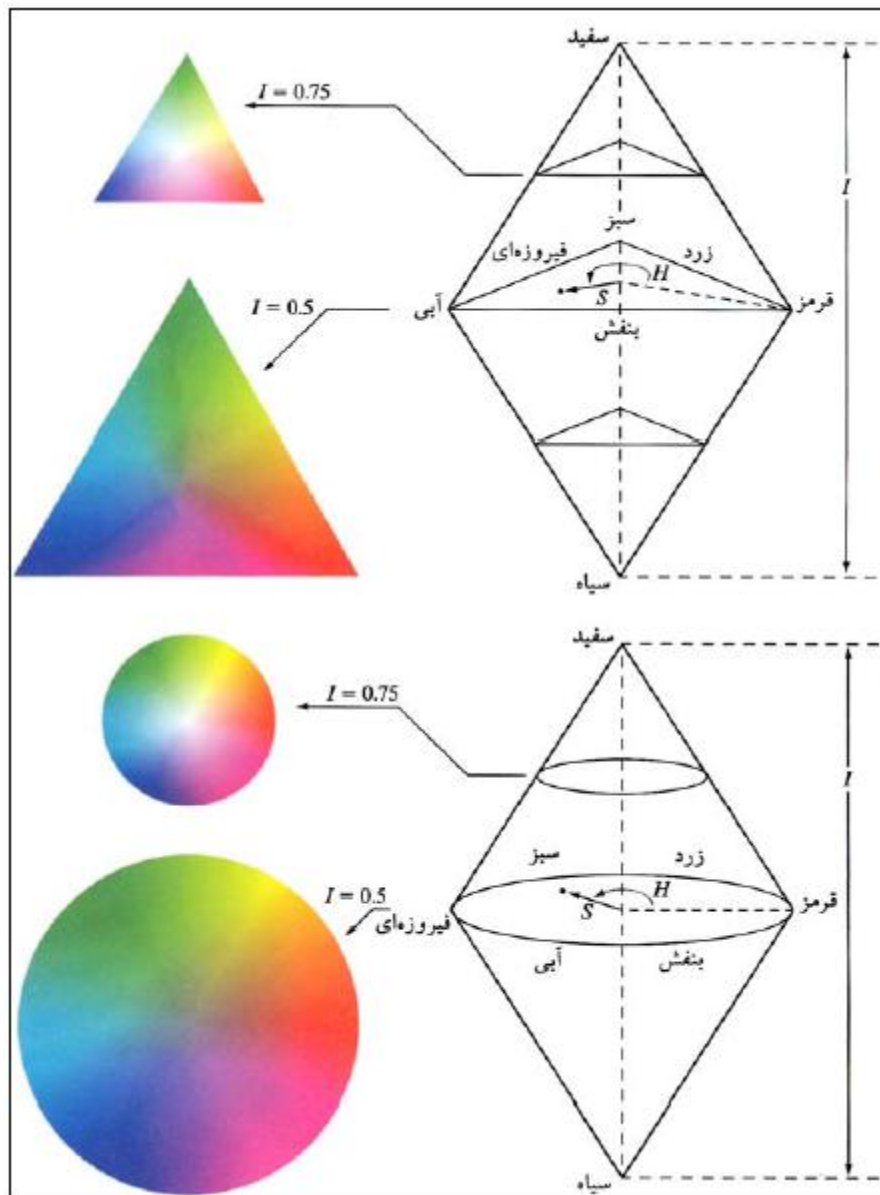
وقتی انسان یک شیء رنگی را می‌بیند، آن را با پرده رنگ، اشباع، و روشنی توصیف می‌کند. پرده رنگ، صفت رنگ است که رنگ خالص زرد، سبز، یا قرمز خالص را توصیف می‌کند، در حالی که اشباع، معیاری از درجه رقیق شدن رنگ خالص توسط نور سفید است. روشنی، توصیفگری ذهنی است که اندازه گیری آن در عمل غیرممکن است. روشنی، فرضیه رنگینگی شدت را دربر می‌گیرد و یکی از عوامل مهم در توصیف حس کردن رنگ است. می‌دانیم که شدت سطح خاکستری مفیدترین توصیفگر تصاویر تک رنگ است. این کمیت، قابل اندازه گیری و تفسیر است. مدلی که در حال ارائه آن هستیم، یعنی مدل رنگ HSI مولفه‌های شدت را از اطلاعات حامل رنگ (پرده رنگ و اشباع) در تصویر رنگی، تفکیک می‌نماید. در نتیجه فضای HSI ابزار ایده‌آلی برای تولید الگوریتم‌های پردازش تصویر بر اساس توصیف‌گرهای رنگی است که برای انسان، طبیعی و شهودی است.

پرده ی رنگ و اشباع در مدل رنگ HSI در شکل ۲-۶ نشان داده شده است. زاویه از محور قرمز، رنگ و طول بردار، مقدار اشباع را مشخص می‌کند.



شکل ۶-۲ پرده ی رنگ و اشباع در فضای رنگ HSI

شدت رنگ ها در هر یک از صفحات توسط مکان صفحه در محور عمودی مشخص می شود (شکل ۲-۷).



شکل ۲-۷ نمایش مولفه‌های رنگ در فضای رنگ HSI

۲-۴ تبدیل رنگها از RGB به HSI

محاسبات از RGB به HSI و برعکس، بر حسب بیت‌ها انجام می‌گیرد. اگر تصویری در فضای RGB داشته باشیم، مولفه‌ی H هر پیکسل با استفاده از معادله‌ی زیر به دست می‌آید

$$H = \begin{cases} \theta & \text{اگر } B \leq G \\ 360 - \theta & \text{اگر } B > G \end{cases}$$

که θ از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید

$$\theta = \cos^{-1} \left\{ \frac{\frac{1}{2}[(R-G)+(R-B)]}{[(R-g)^2+(R-B)(G-B)]^{1/2}} \right\}$$

مولفه‌ی اشباع به صورت زیر به دست می‌آید

$$S = 1 - \frac{3}{(R+G+B)} [\min(R, G, B)]$$

و سرانجام مولفه‌ی شدت به صورت زیر به دست می‌آید:

$$I = \frac{1}{3}(R + G + B)$$

۲-۵ باز نشانی تصویر^۱

بازنشانی تصویر عملیاتی است برای منطبق سازی دو یا چند تصویر مختلف که از یک منظره تهیه شده است. در این عملیات یک تصویر را به عنوان تصویر مرجع در نظر گرفته و تصاویر دیگری که باید بر این تصویر منطبق شوند را تصویر ورودی می‌نامند. هدف از بازنشانی تصویر، هم تراز کردن تصویر ورودی در راستای تصویر مرجع توسط یک تبدیل فضایی است. تغییرات تصویر وردی بعد از عملیات بازنشانی ممکن است چرخش یا تغییر در چشم‌انداز^۲ آن باشد به عنوان مثال در شکل ۲-۸ دو تصویر متفاوت از یک منظره نمایش داده شده است. با نگاه اولیه به تصاویر، آنچه مسلم است این است که هر دو، تصویر یک منظره هستند ولی با دو زاویه‌ی تصویر برداری متفاوت. برای انجام عملیات بازنشانی به حداقل سه نقطه‌ی مرجع روی هر برد نیاز داریم. این نقاط نقاطی هستند که از انطباق آن‌ها بر روی یکدیگر مطمئن

^۱ Image Registration

^۲ Perspective

هستیم. به عنوان مثال شکل ۲-۹ این سه نقطه را برای تصاویر شکل ۲-۸ نشان می‌دهد. این نقاط یکتا نیستند و می‌توانند هر نقطه‌ی قابل انطباق دیگری بر روی تصاویر باشند.



شکل ۲-۸ نمایش دو تصویر متفاوت از یک منظره



شکل ۲-۹ نمایش نقاط قابل انطباق در دو تصویر

پس از یافتن این سه نقطه که روش‌های یافتن آنها خود بحث مفصلی را می‌طلبد، به کمک تبدیلات فضایی، تصویر وردی بر تصویر مرجع بازنشانی می‌شود. معروف‌ترین این تبدیلات تبدیل افاین^۱ است.

^۱ Affine Transform

در شکل ۲-۹ تصویر سمت راست به عنوان تصویر مرجع در نظر گرفته شده و تصویر سمت چپ را بر آن منطبق کرده‌ایم. حاصل این عملیات در شکل ۲-۱۰ قابل مشاهده است.



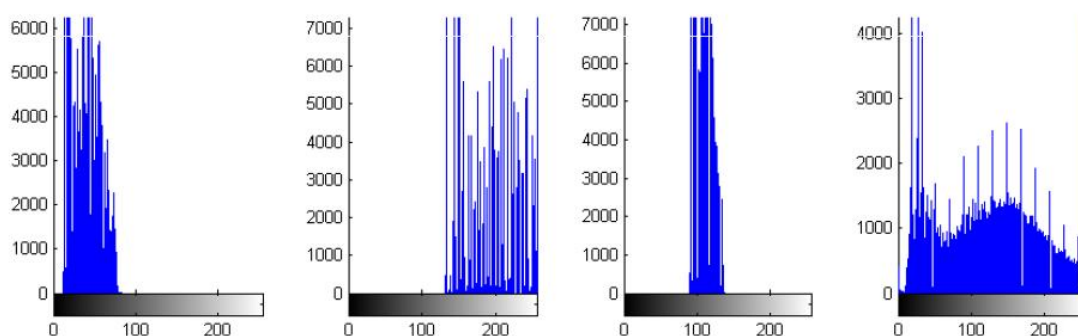
شکل ۲-۱۰ بازنشانی دو تصویر

۲-۶ بهبود کیفیت تصویر

۲-۶-۱ سطوح روشنایی

میزان روشنایی هر پیکسل در تصویر دیجیتال یک مقدار مثبت در محدوده‌ی $[0, L_{max}]$ است. L_{max} مقدار روشنایی بیشترین سطح روشنایی تصویر است. به عنوان مثال یک تصویر سطح خاکستری می‌تواند شامل ۲۵۶ سطح روشنایی باشد که در این صورت مقدار L_{max} برابر ۲۵۶ است.

۲-۶-۲ هیستوگرام تصویر



شکل ۲-۱۱ نمایش هیستوگرام چند تصویر

هیستوگرام یک تصویر دیجیتال با سطوح خاکستری در محدوده‌ی $[0 \ L-1]$ یک تابع گسسته به صورت $h(r_k) = n_k$ می‌باشد که r_k ، k امین سطح روشنایی و n_k تعداد پیکسل‌هایی در تصویر که سطح روشنایی مذکور را دارند را بیان می‌کند. متداول است که هیستوگرام را به تعداد کل پیکسل‌ها در تصویر نرمالیزه کنند. در این صورت هیستوگرام نرمالیزه شده به صورت $p(r_k) = n_k/n$ تعریف می‌شود. هیستوگرام در کاربردهای متنوع پردازش تصویر از جمله بهبود کیفیت تصاویر، ناحیه بندی تصویر و فشرده‌سازی به کار می‌رود.

۲-۶-۳ مات کردن^۱ تصویر

از این روش برای مات کردن تصویر و حذف نویز استفاده می‌شود. این عمل باعث حذف تغییرات شدید و ناگهانی تصویر در یک ناحیه می‌شود. ساده‌ترین روش برای این کار استفاده از یک فیلتر میانگین^۲ است. این فیلتر از کانالو کردن یک پنجره‌ی مربعی با اندازه‌ی فرد که به آن ماسک می‌گوییم بر روی تصویر عمل می‌کند. شکل ۲-۱۲ دو پنجره‌ی 3×3 متداول برای این کار را نشان می‌دهد. شکل ۲-۱۳ مات کردن یکی از تصاویر ناسا را توسط یک فیلتر 9×9 نشان می‌دهد.

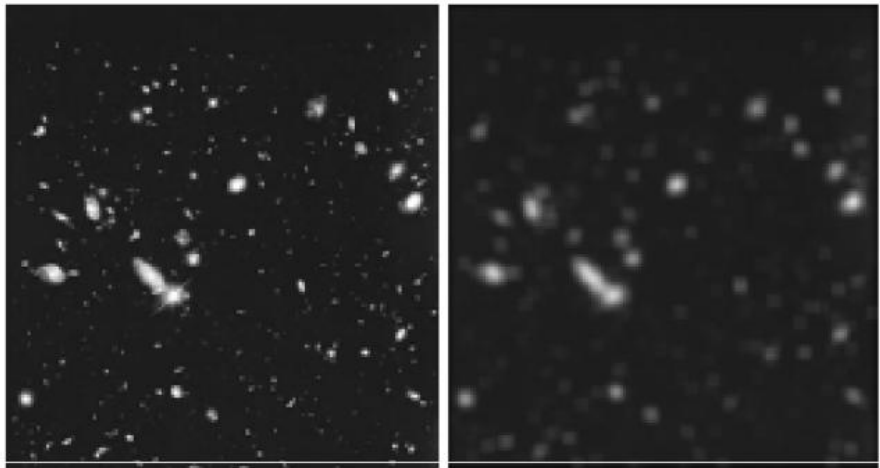
$\frac{1}{9} \times$

1	1	1
1	1	1
1	1	1

$\frac{1}{16} \times$

1	2	1
2	4	2
1	2	1

شکل ۲-۱۲ دو فیلتر میانگین متداول



شکل ۲-۱۳ مات کردن تصویر توسط یک پنجره‌ی 9×9

^۱ Blurring

^۲ Averaging Filter

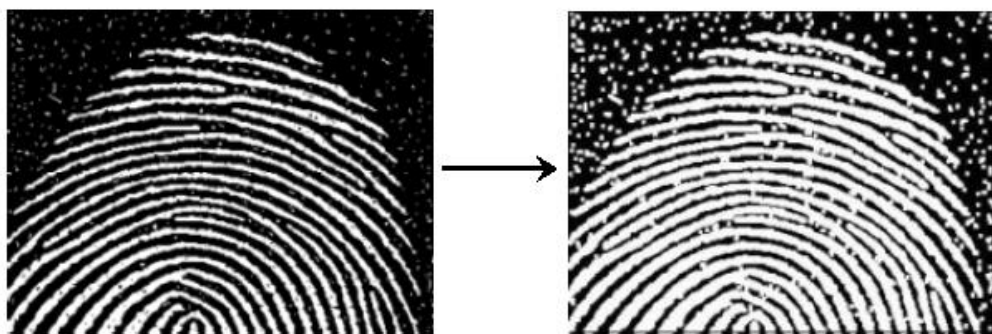
فیلترهای اشاره شده فیلتر خطی بودند. برای انجام عمل مات کردن از فیلترهای غیر خطی نیز استفاده می‌شود که معروف ترین آن فیلتر میانه^۱ است.

۷-۲ گسترش باینری مورفولوژیکی

همانطور که از نام عملگر پیداست، این عملگر باعث گسترش نقاط در تصویر می‌شود. در عملگر گسترش نیز از یک ماسک همانند آنچه که در عملیات مات کردن ذکر شد استفاده می‌کنیم. در اینجا به جای ماسک به آن عنصر ساختمانی می‌گوییم که مقادیر عنصر ساختمانی می‌تواند ۱ یا صفر باشد. گسترش تصویر به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$A \oplus B = \{w | \text{reflection}(B) \cap A \neq \text{NULL}, w \in A\}$$

در اینجا reflection عنصر ساختمانی B را حول مرکز خود قرینه می‌کند. به عبارت دیگر گسترش A با عنصر ساختمانی B بدین معنی است که اگر عنصر ساختمانی B را روی پیکسل‌های A حرکت دهیم و در هر بار حرکت اشتراک عنصر ساختمانی با محدوده‌ی زیر عنصر ساختمانی در تصویر A تهی نباشد، مقدار پیکسل مرکزی که عنصر ساختمانی بر روی آن قرار گرفته است برابر ۱ خواهد شد. شکل ۱۴-۲ خروجی تصویر پس از گسترش با عنصر ساختمانی ۳*۳ تمام ۱ را نشان می‌دهد.



شکل ۱۴-۲ گسترش باینری مورفولوژیکی

^۱ Median Filter

۸-۲ سایش باینری مورفولوژیکی

همانطور که از نام عملگر پیداست ، این عملگر باعث سایش نقاط در تصویر م شود .همانند عملگر گسترش، درعملگر سایش نیز از یک عنصر ساختمانی استفاده می‌کنیم که مقادیر عنصر ساختمانی ۱ یا صفر می تواند باشد. به ازای هر پیکسل، مرکز عنصر ساختمانی را روی پیکسل قرار داده و عملگر سایش را با توجه به مقادیر عنصر ساختمانی در مورد آن پیکسل اعمال می کنیم. سایش تصویر A با عنصر ساختمانی B به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$A \ominus B = \{w | (B) \subseteq A, w \in A\} \quad (۶-۲)$$

شکل ۱۵-۲ خروجی تصویر بعد از سایش با عنصر ساختمانی ۳×۳ تمام ۱ را نشان می دهد.



شکل ۱۵-۲ سایش باینری مورفولوژیکی

۹-۲ شبکه عصبی پرسپترون چندلایه

۱-۹-۲ مقدمه

اولین کارهای مربوط به شبکه‌های عصبی به سال ۱۹۴۳ برمی‌گردد، زمانی که یک فیزیولوژیست

اعصاب به نام مک کلا^۱ و یک ریاضیدان به نام پیتس^۲ رساله خود را در مورد نحوه عملکرد احتمالی نرون‌ها در مغز منتشر کردند. از آن زمان تا سال حدود ۱۹۵۹ این موضوع مورد توجه مهندسين قرار نگرفت. اما در این سال از شبکه عصبی به عنوان فیلتر تطبیقی در خطوط تلفن مورد استفاده قرار گرفت که اولین استفاده شبکه عصبی در دنیای واقعی نیز بود. در سال ۱۹۶۲ رزنبلات^۳ مفهوم پرسپترون تک لایه را به عنوان ابزاری مفید در دسته‌بندی مجموعه‌ای از داده‌ها به دو کلاس معرفی و برای قانون آموزش پرسپترون، اثبات پایداری ارائه نمود.

در سال ۱۹۶۹، مینسکی^۴ و پیرت^۵ در رساله‌شان و کتابی به نام پرسپترون نشان دادند که شبکه عصبی (تک لایه) در جداسازی مجموعه داده‌هایی که به صورت غیرخطی جدا پذیرند ضعیف عمل می‌کند حتی در مورد داده‌هایی که توابع ساده‌ای مانند XOR (یای انحصاری) را نمایش می‌دهند. مینسکی و پیرت ضعف‌های دیگری از شبکه عصبی را نیز نشان دادند. آن‌ها همچنین (به اشتباه) اظهار داشتند که چند لایه کردند شبکه عصبی، تأثیری در حل محدودیت‌های گفته‌شده ندارد، هرچند در ادامه تأکید کردن که پژوهش در این زمینه ارزشمند است. این امر موجب شد پژوهش و سرمایه‌گذاری در زمینه شبکه عصبی به شدت کاهش یابد.

در سال ۱۹۸۲، هاپفیلد^۶ نمونه‌ای مبتنی بر اتصال دو طرفه نرون‌ها ارائه کرد و همچنین در این سال برگزاری اجلاس آمریکایی-ژاپنی با عنوان شبکه عصبی همیاری/رقابتی در کیوتوی ژاپن، باعث علاقه دوباره به شبکه عصبی شد. شبکه عصبی از این شروع مجدد پژوهش‌ها تا به حال، پیشرفت‌های چشمگیری داشته است. نمونه‌های مختلف و روش‌های آموزش متنوعی معرفی و توسعه داده شدند و شبکه‌های عصبی در کاربردهای تشخیص الگو، تقریب توابع و مدل‌سازی سیستم دینامیکی خطی و

^۱ McCulloch

^۲ Pitts

^۳ Rosenblatt

^۴ Minsky

^۵ Papert

^۶ Hopfield

غیرخطی و .. مورد استفاده قرار گرفتند. در [14] گردآوری خوبی در زمینه تاریخچه شبکه عصبی انجام شده است.

در طراحی سیستم تشخیص الگو که با داده طراحی می‌شوند، عموماً از سه مجموعه جدا از هم استفاده می‌شود. این مجموعه شامل داده‌های ورودی و خروجی مطلوب سیستم بوده و هر یک متناظر با قسمتی از فرآیند یادگیری، نام‌گذاری شده و به ترتیب عبارت‌اند از:

الف) مجموعه آموزش^۱: این مجموعه بزرگ‌ترین مجموعه است و از آن برای به دست آوردن پارامترهای نمونه استفاده می‌شود.

ب) مجموعه آزمون^۲: از این مجموعه برای تنظیم پارامترهای طراحی و نیز برای آزمودن و جلوگیری از یادگیری بیش از حد^۳ نمونه استفاده می‌شود. این مجموعه آموزش بسیار کوچک‌تر است.

ج) مجموعه اعتبارسنجی^۴: از این مجموعه در حین طراحی، هیچ استفاده نمی‌شود. بنابراین داده‌های این مجموعه معیار مناسبی برای اعتبارسنجی نهایی نمونه (بررسی قابلیت تعمیم نمونه) حاصل است.

۲-۹-۲ آموزش پرسپترون

یکی از روش‌های آموزش پرسپترون، الگوریتم همگرایی پرسپترون است. در حالت کلی، پرسپترون دارای m ورودی به صورت $x = [1, x_1, x_2, \dots, x_m]^T$ و بردار وزن‌ها و بایاس به صورت $w = [w_0, w_1, \dots, w_m]^T$ است. دو کلاس c_1 و c_2 به صورت خطی جدا پذیر باشند، در آن صورت بردار وزنی w از دو رابطه زیر تعیین می‌گردد:

^۱ Training Set

^۲ Test Set

^۳ Overlearnin

^۴ Validation Set

$w^T x \geq 0$ برای همه ورودی‌های x که به کلاس c_1 تعلق دارند.

$w^T x < 0$ برای همه ورودی‌های x که به کلاس c_2 تعلق دارند.

در این صورت رابطه $w^T x = 0$ در فضای m بعدی، یک ابر صفحه را ایجاد می‌کند که به عنوان جداکننده دو کلاس عمل می‌کند.

هسته الگوریتم همگرایی پرسپترون برای آموزش وزن‌های پرسپترون دارای دو گام است:

(۱) اگر $\hat{w}_i$ عضو داده‌های آموزشی، x_i ، به وسیله بردار وزن w_i که در $\hat{w}_i$ تکرار الگوریتم

محاسبه شده‌اند، درست دسته‌بندی شود (یعنی خروجی پرسپترون به ازای ورودی x_i ، t_i

شود)، هیچ تصحیحی بر روی w_i انجام نمی‌گیرد:

$w_{i+1} = w_i$ اگر $w^T x_i \geq 0$ و x_i به کلاس c_1 تعلق داشته باشد.

$w_{i+1} = w_i$ اگر $w^T x_i < 0$ و x_i به کلاس c_2 تعلق داشته باشد.

(۲) در غیر این صورت وزن‌ها با رابطه زیر به‌روز می‌شوند:

$w_{i+1} = w_i - \eta_i x_i$ اگر $w^T x_i \geq 0$ و x_i به کلاس c_2 تعلق داشته باشد.

$w_{i+1} = w_i + \eta_i x_i$ اگر $w^T x_i < 0$ و x_i به کلاس c_1 تعلق داشته باشد.

η_i نرخ آموزش نام دارد و وظیفه آن کنترل وزن‌ها در تکرار $\hat{w}$ است.

برای بیان ساده‌تری از قوانین آموزش فوق، شکلی از قانون آموزش تصحیح خطا^۱ که به قانون دلتا

معروف است به صورت زیر نشان داده می‌شود:

$$w_{i+1} = w_i + \Delta w_i = w_i + \eta_i(t_i - y_i)x_i$$

که در آن y_i خروجی پرسپترون در تکرار $\hat{w}$ است. پارامتر η یک ثابت مثبت در بازه $0 < \eta < 1$

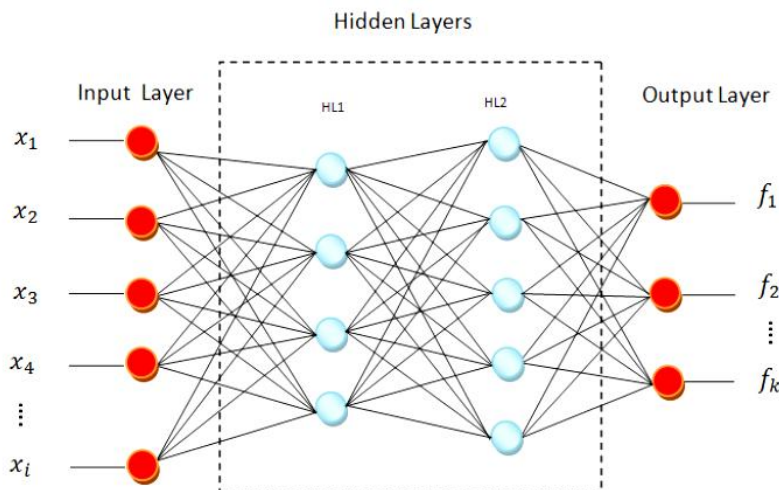
است. اختلاف $t_i - y_i$ را خطا گویند، در قانون آموزش وقتی خطای $e = t - y$ مثبت است، مقدار

^۱ Error Correction

$a(w^T x)$ را با افزایش بردار w افزایش می‌دهد تا خطا کاهش یابد.

۳-۹-۲ پرسپترون چندلایه^۱

با توجه به اینکه پرسپترون تک لایه تنها قادر به جداسازی کلاس‌هایی است که به صورت خطی جدا پذیر هستند، برای جداسازی کلاس‌هایی که دارای مرزهای غیرخطی هستند (به صورت غیرخطی جدا می‌شوند) یا کلاس‌هایی که داده‌های آن‌ها دارای هم پوشانی است به لایه‌های بیشتری نیاز داریم. شکل (۱۶-۲) یک شبکه دو لایه (یک لایه میانی و یک لایه خروجی) را نشان می‌دهد. لایه یا لایه‌های میانی به طور مستقیم از محیط خارج ورودی دریافت نکرده و به دنیای خارج نیز مستقیماً خروجی نمی‌دهد. به همین دلیل به این لایه‌ها، لایه‌ی پنهان^۲ نیز می‌گویند.



شکل ۱۶-۲ ساختار شبکه‌ی عصبی پرسپترون چند لایه

در این نوع شبکه‌ها معمولاً هر گره به تمامی گره‌های لایه بعدی متصل است که به این حالت اتصال کامل^۳ گفته می‌شود. همچنین همه مسیرها در جهت ورودی به خروجی است و مسیر برگشتی وجود ندارد به همین دلیل به این نوع شبکه‌ها پیش خور گفته می‌شود.

^۱ Multi Layer Perceptron (MLP)

^۲ Hidden Layer

^۳ Fully Connected

برای آموزش شبکه عصبی MLP، در واقع به حل یک مسئله بهینه‌سازی می‌پردازیم. برای این منظور باید تابع هزینه را به صورت زیر تعریف کنیم، هدف نهایی آموزش تصحیح خطا، کم کردن تابع هزینه‌ای است که بر اساس خطای شبکه (اختلاف خروجی شبکه و مقدار t_i) تعریف می‌شود. یک تابع هزینه‌ای که به صورت معمول مورد استفاده قرار می‌گیرد مجموع مربعات خطا است:

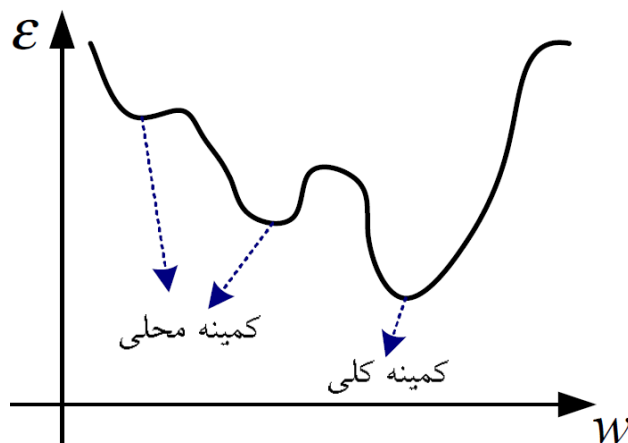
$$\epsilon(w) = \frac{1}{2} \sum e_r^2$$

اندیس r ، نشان‌دهنده مجموع بر روی همه r خروجی شبکه است. نمودار تابع هزینه بر حسب وزن‌ها یک ابررویه است که رویه خطا نامیده می‌شود.

بسته به نوع تابع محرک در شبکه دو حالت ممکن است به وجود آید:

اگر در شبکه فقط از نرون‌های خطی استفاده شده باشد: رویه خطا، یک تابع کاسه‌ای شکل و دارای یک کمینه است.

اگر شبکه از نرون‌های غیرخطی هم استفاده کند: رویه خطا یک (یا چند) کمینه کلی دارد و کمینه (های) محلی است. یک نمونه از این حالت در شکل آورده شده است.



شکل ۱۷-۲ نمایش کمینه‌ی کلی و کمینه‌ی محلی

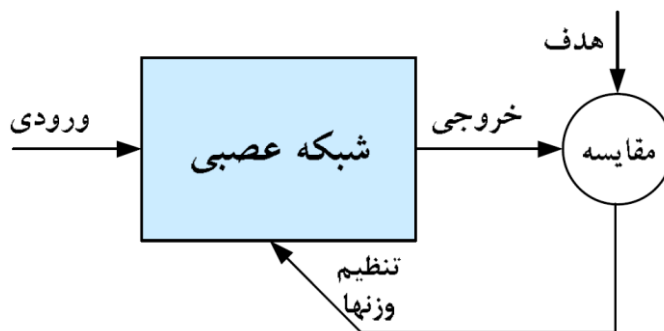
به دست آوردن کمینه تابع هزینه برای آموزش بسیاری از شبکه‌ها کار ساده‌ای نیست و معمولاً از

روش‌های بر پایه تکرار گرادیان یا الگوریتم‌های جستجوی هوشمند استفاده می‌شود. ویژگی یک الگوریتم مناسب، همگرایی، سرعت همگرایی، ترفند برای گیر نکردن در بهینه‌های محلی و حجم محاسبات کم است.

روش‌های آموزش از یک دیدگاه به دو دسته عمده تقسیم می‌شوند:

(۱) آموزش با ناظر: در این روش نمونه‌های آموزشی به شبکه اعمال شده و خروجی حاصل توسط سیستم یادگیری با خروجی مطلوب مقایسه می‌شود. از سیگنال خطای حاصل جهت تصحیح پارامترهای شبکه استفاده می‌شود. شکل ۲-۱۸ نمونه‌ای از ساختار کلی آموزش با ناظر را نشان می‌دهد

(۲) آموزش بدون ناظر: در این حالت خروجی مطلوب در دست نیست. پارامترهای سیستم با توجه به پاسخ سیستم و شاخص‌های اجرایی تعیین شده مانند شباهت در پاسخ، اصلاح و تنظیم می‌شود.



شکل ۲-۱۸ شکل کلی آموزش شبکه عصبی با ناظر

همچنین به طور کلی پنج قاعده عمده برای یادگیری وجود دارد:

۱. یادگیری تصحیح خطا^۱

۲. یادگیری بر مبنای حافظه^۲

^۱ Error-Correction Learning

^۲ Memory-Based Learning

۳. یادگیری هب^۱

۴. یادگیری رقابتی^۲

۵. یادگیری بولتزمن^۳

در آموزش شبکه‌های MLP به کاررفته در شناسایی الگو، اغلب از الگوریتم پس انتشار خطا^۴ استفاده می‌شود که از دسته قواعد یادگیری تصحیح خطا است.

۲-۹-۴ الگوریتم پس انتشار خطا

الگوریتم پس انتشار خطا روش یادگیری با ناظر است. در این الگوریتم وزن‌های لازم برای یک شبکه‌ی چند لایه پیدا می‌کند. این الگوریتم از شیب نزول برای کمینه کردن خطا، مربع اختلاف بین خروجی شبکه و تابع هدف استفاده می‌کند.

ابتدا به تعریف E ، جمع خطای تمامی خروجی‌ها می‌پردازیم:

$$E(\vec{w}) \equiv \frac{1}{2} \sum_{d \in D} \sum_{K \in \text{outputs}} (t_{kd} - o_{kd})^2$$

که در آن outputs مجموعه‌ی تمامی خروجی‌های شبکه، t_{kd} مقدار تابع هدف و o_{kd} خروجی شبکه برای k امین خروجی و d امین نمونه است.

در ادامه به بیان الگوریتم BP برای شبکه‌های یک سویه می‌پردازیم، که از دو لایه واحد سیگموئید تشکیل شده‌اند و هر واحد در هر لایه به تمامی واحدهای قبلی متصل است.

هر نمونه آموزشی به صورت زوج مرتب $(\vec{x}, \vec{t})$ مشخص می‌شود که در آن بردار مقدارهای

^۱Hebbian Learning

^۲Competitive Learning

^۳Boltzman Learning

^۴Back Propagation (BP)

ورودی شبکه و $\vec{t}$ مقادیر تابع هدف است. η ضریب یادگیری است، n_{in} تعداد ورودی‌های شبکه، n_{out} تعداد خروجی‌های شبکه و n_{hidden} تعداد واحدهای پنهان شبکه هستند.

۱. پیش‌خورد^۱: $\vec{t}$ را به ورودی داده و خروجی o_u را برای هر خروجی u دریافت می‌کنیم،

همچنین خطاها را خلاف جهت شبکه در میان شبکه پخش می‌کنیم

۲. شیب نزولی^۲: برای هر خروجی k مقدار δ_k را از رابطه زیر به دست می‌آوریم:

$$\delta_k \leftarrow o_k(1 - o_k)(t_k - o_k)$$

۳. برای هر واحد پنهان h مقدار زیر را به دست می‌آوریم:

$$\delta_k \leftarrow o_h(1 - o_h) \sum_{k \in \text{output}} w_{kh} \delta_k$$

۴. هر وزن را مطابق رابطه زیر تغییر می‌دهیم:

$$w_{ji} \leftarrow w_{ji} + \Delta w_{ji}, \Delta w_{ji} = \eta \delta_j y_j$$

^۱ Feed Forward

^۲ Gradient Descen

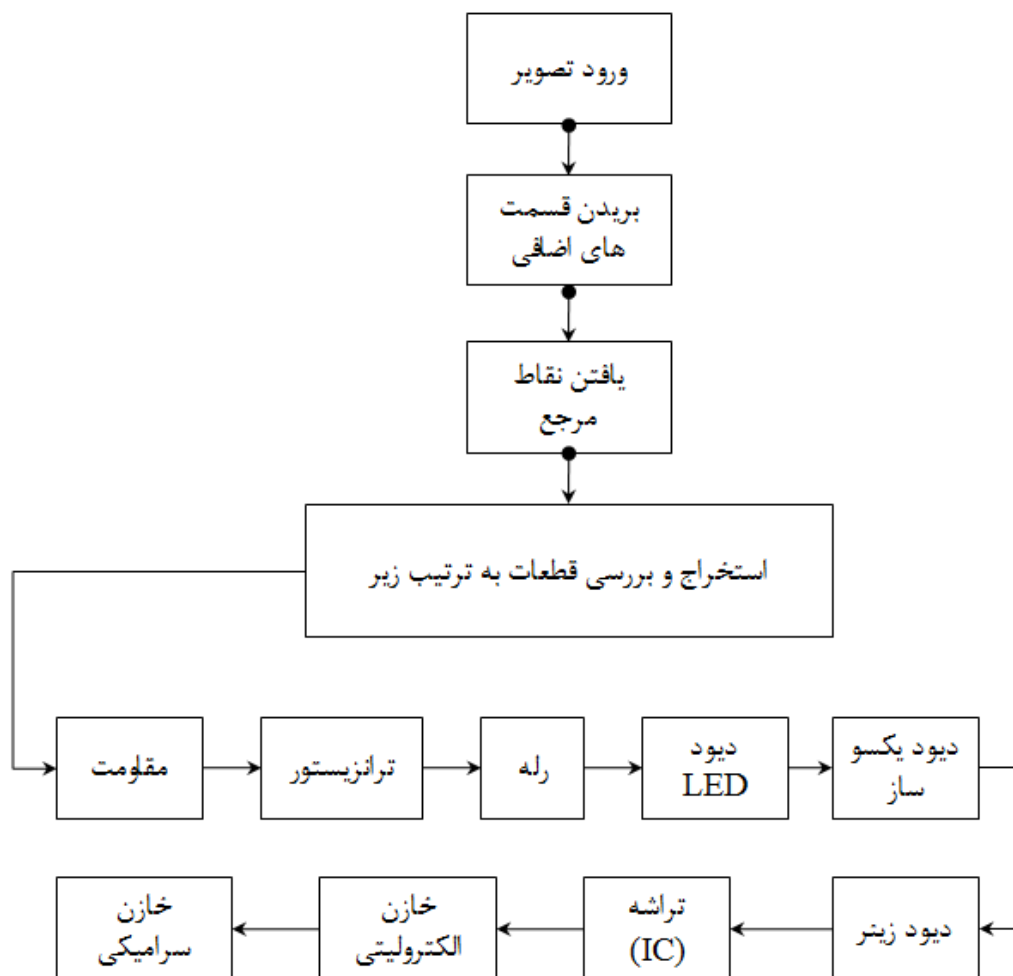
فصل سوم

روش پیشنهادی

۳ روش پیشنهادی

۳-۱ مقدمه

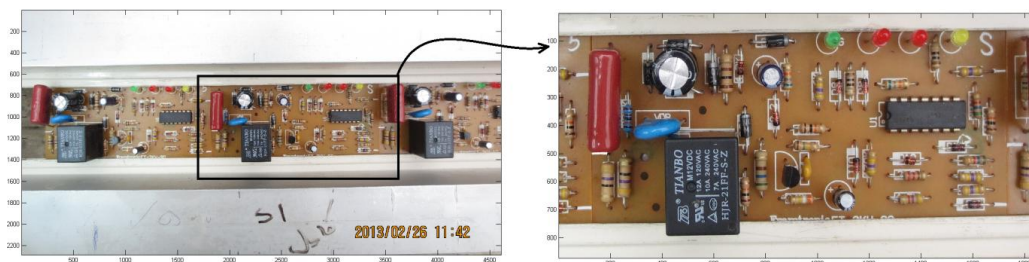
در روند مونتاژ بردهای الکترونیکی DIP، برد خام بر روی یک ریل قرار می‌گیرد و به تدریج حرکت می‌کند و با توقف در ایستگاه‌های مختلف قطعات توسط نیروی انسانی بر روی برد قرار می‌گیرد. در این حرکت منقطع، هربار یک برد در محل تقریبی ایستگاهی متوقف می‌شود که قرار است تصویر از آن تهیه شود. موقعیت و زاویه‌ی این برد در این مکان به دلیل لقی بین برد و ریل در هربار تصویربرداری متفاوت است. در خصوص مسیر مونتاژ بردهای مورد بررسی این تفاوت در راستای طول و عرض بین ۵-۰ میلی‌متر است و زاویه‌ی چرخش بین 5° تا $5^{\circ}+$ است. از طرفی جهت آنکه تصویر برد موردنظر در فاصله‌ی کانونی مناسب از دوربین قرار گیرد دوربین در ارتفاعی از سطح بردها قرار گرفته که در هر تصویر، تصویر بردهای قبلی و بعدی نیز قرار می‌گیرد. پردازشی که بر روی هر قطعه انجام می‌شود و ویژگی‌هایی که مورد استفاده قرار می‌گیرد بسته به نوع هر قطعه متفاوت است. از این رو در ادامه، روش پیشنهادی و استفاده شده برای تشخیص عیب در هر قطعه را به تفکیک نوع قطعه بیان می‌کنیم. روند کلی عیب‌یابی یک برد و ترتیب بررسی قطعات در فلوچارت شکل ۳-۱ نشان داده شده است.



شکل ۳-۱ فلوچارت بررسی یک برد

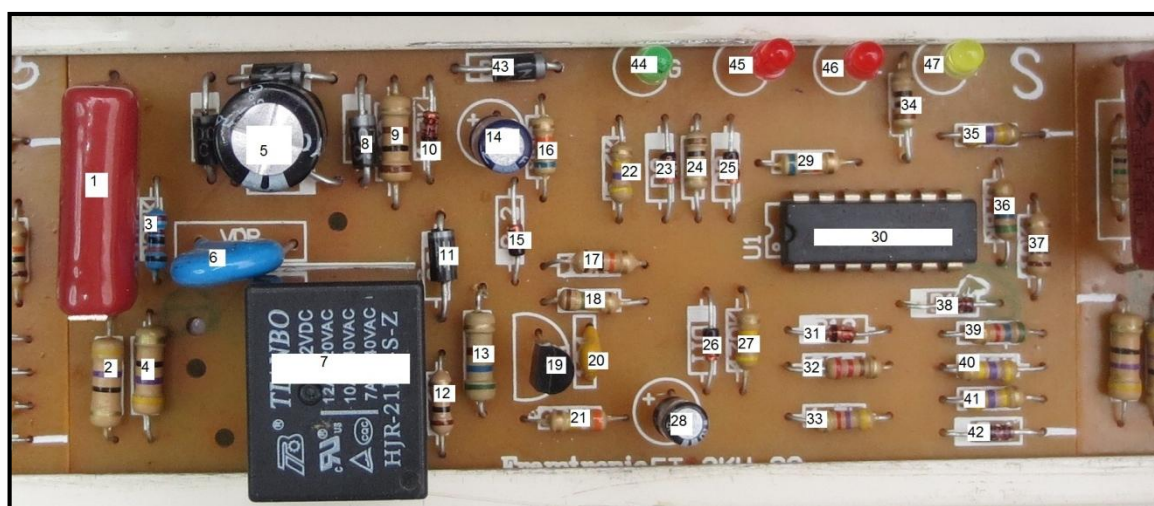
۳-۲ پیش پردازش

اولین کاری که بر روی تصویر ورودی انجام می شود بریدن قسمت های اضافی تصویر است به گونه ای که قسمت عمده ای از تصویر شامل برد مورد نظر باشد (شکل ۳-۲).



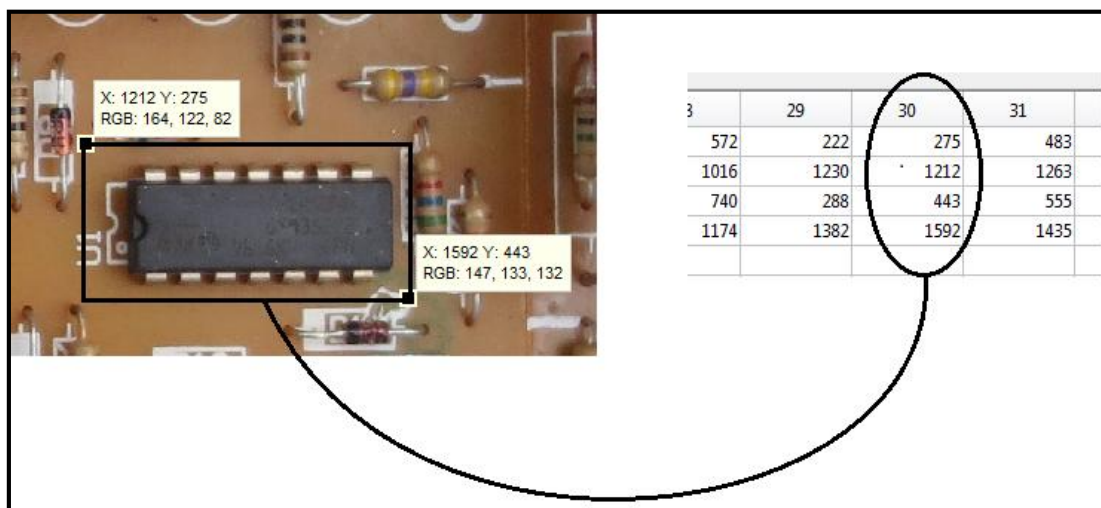
شکل ۳-۲ بریدن قسمت های اضافی تصویر ورودی

در این تحقیق یک تصویر از یک برد سالم در موقعیت مورد نظر تهیه شده و مختصات هر قطعه از روی این برد به صورت دستی استخراج و در یک فایل ذخیره شده است. این برد شامل ۴۷ قطعه است که به هر قطعه شماره‌ای اختصاص داده‌ایم (شکل ۳-۳) و قطعات به ترتیب شماره‌ی خود مورد بررسی قرار می‌گیرند. به عنوان مثال همانطور که در شکل ۳-۳ مشاهده می‌گردد تراشه، قطعه‌ی شماره-۳۰ است و سی‌امین قطعه‌ای خواهد بود که در روند عیب‌یابی مورد بررسی قرار می‌گیرد.



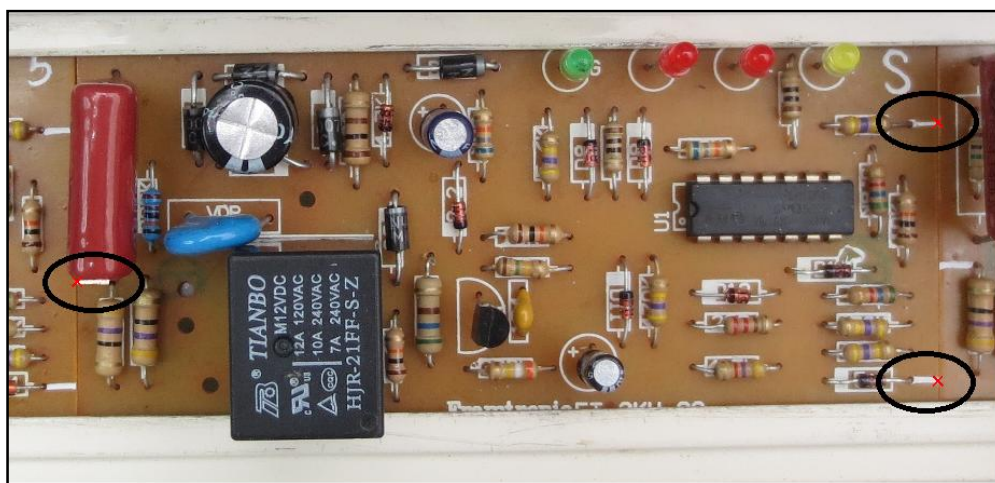
شکل ۳-۳ شماره گذاری قطعات

به عنوان مثال مختصات قطعه‌ی شماره‌ی ۳۰ که یک تراشه است به شکل یک بردار که مختصات دو گوشه‌ی مستطیل قرار گرفته روی قطعه می‌باشد ذخیره شده است (شکل ۳-۴).



شکل ۴-۳ نحوه‌ی ذخیره‌ی بردار مختصات محلی قطعات

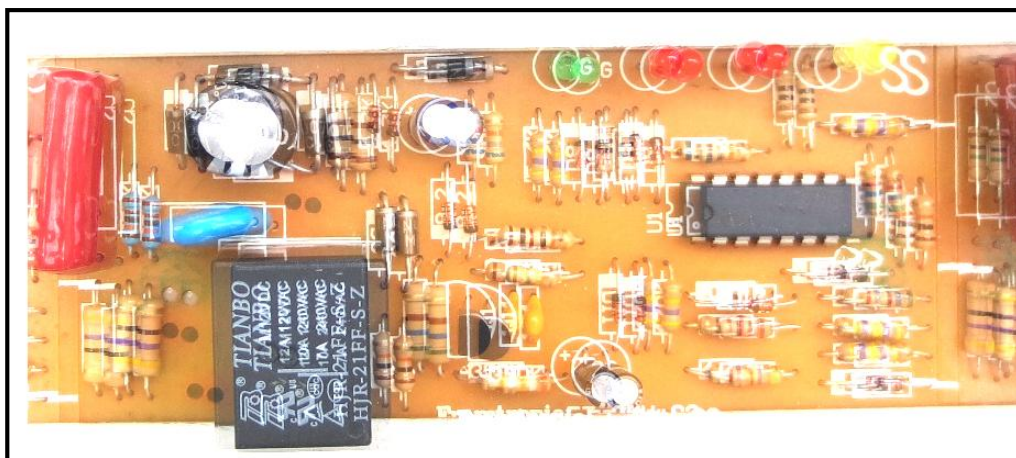
برای اینکه در تصویر یک برد مورد بررسی، مختصات هر قطعه را بدست آوریم نیاز است که ابتدا تصویر آن بر تصویر برد مرجع منطبق شود. این کار به کمک سه نقطه‌ی ثابت که بر روی تمام بردها قرار دارد انجام می‌شود. در مسئله‌ی مورد مطالعه این نقاط را انتهای سه خط سفید رنگی در نظر گرفته ایم که در شکل ۵-۳ نشان داده شده است.



شکل ۵-۳ سه نقطه‌ی مرجع که برای عملیات بازنشانی مورد استفاده قرار می‌گیرند

برای پیدا کردن این سه نقطه‌ی مرجع در هر تصویر، ابتدا حاشیه‌ی سمت چپ و راست برد که خط‌هایی عمودی هستند را به کمک الگوریتم تبدیل هاف پیدا می‌کنیم. بازه‌ی زاویه‌ی جستجو در این روش را همان گونه که ذکر شد بین -5° تا $+5^{\circ}$ در نظر می‌گیریم. با این کار لبه‌های سمت چپ و راست برد با وجود این میزان چرخش قابل تشخیص است. میانگین مختصات Y نقاط ابتدا و انتهای این خطوط مختصات Y نقاط مرجع را مشخص می‌کنند. سپس در تصویر سطح خاکستری در حاشیه‌ی آن خطوط به دنبال یک خط افقی با روشنایی نسبی بالا می‌گردیم. با این کار مختصات X نقاط مورد نظر نیز به دست می‌آید.

توسط همین نقاط بدست آمده، تصویر را به تصویر برد مرجع بازنشانی می‌کنیم. با این کار مختصات قطعات بر روی برد جدید، همان مختصاتی است که قبلاً از روی برد مرجع استخراج و ذخیره کرده بودیم. شکل ۳-۶ تصویر یک برد را قبل و بعد از بازنشانی به طور همزمان نشان می‌دهد.



شکل ۳-۶ نمایش همزمان یک برد قبل و بعد از عملیات بازنشانی

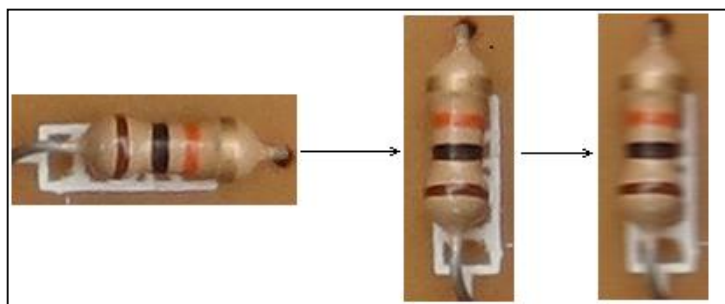
از این پس استخراج یک قطعه‌ی خاص بر روی برد توسط مختصات محلی آن را "فرا خواندن" قطعه می‌نامیم. پس از تهیه‌ی تصویر اولیه از برد مورد بررسی و انجام مراحل برش و بازنشانی، قطعات یکی پس از دیگری فراخوانده شده، بررسی می‌گردند و عیب احتمالی در مونتاژ آن تشخیص داده

می‌شود. این روند تا دیدن آخرین قطعه بر روی برد انجام می‌شود و پس از آن سالم بودن برد یا معیوب بودن آن با اعلام محل‌های معیوب بر روی برد گزارش داده می‌شود.

۳-۳ مقاومت‌ها

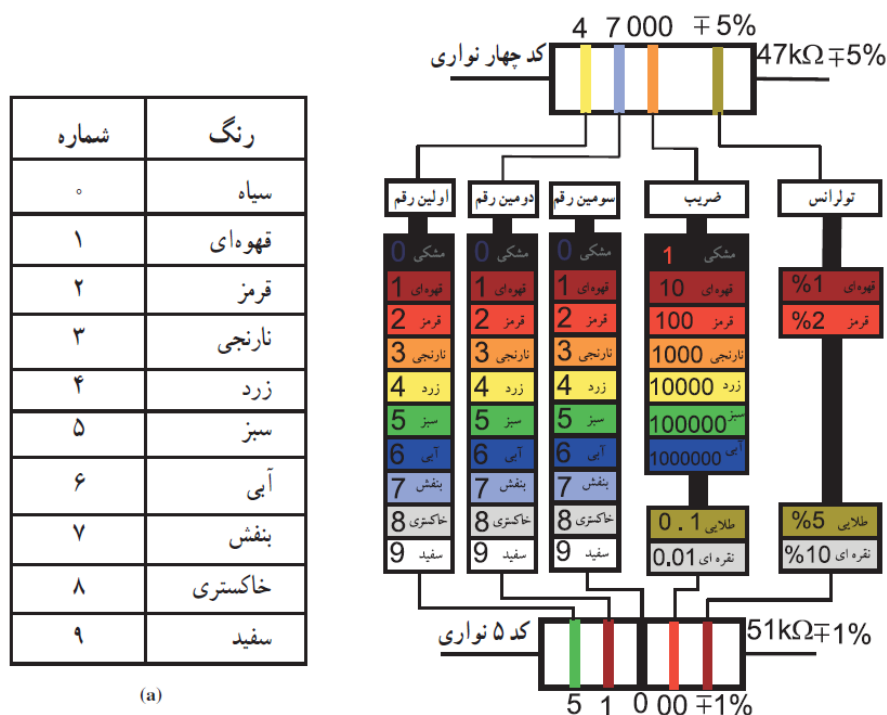
۱-۳-۳ استخراج عدد مقاومت

مهم‌ترین ویژگی مقاومت‌ها، نوارهای رنگی روی آن است که توسط آن می‌توان مقدار مقاومت‌ها را تشخیص داد. این رنگ‌ها در تصویر همراه با نویز زیادی است و همراه این نویزها انعکاس رنگ بقیه‌ی قطعات مجاور باعث تداخل در رنگ نوارها می‌گردد. برای کاهش نویز تصویر، قطعه را در راستای نوارهای رنگی مات می‌کنیم. البته تصویر مقاومت‌هایی را که افقی هستند ابتدا ۹۰ درجه می‌چرخانیم تا عمودی شوند (شکل ۷-۳).



شکل ۷-۳ چرخش ۹۰ درجه‌ی مقاومت‌های افقی و عملیات مات کردن

جهت یک مقاومت در مدار مهم نیست و فقط ترتیب رنگ‌های آن است که مقدار آن را مشخص می‌کند. هر رنگ بیانگر یک عدد است که عدد متناظر با هر رنگ و نحوه‌ی خواندن عدد مقاومت از روی نوارهای رنگی در شکل ۸-۳ نشان داده شده است.



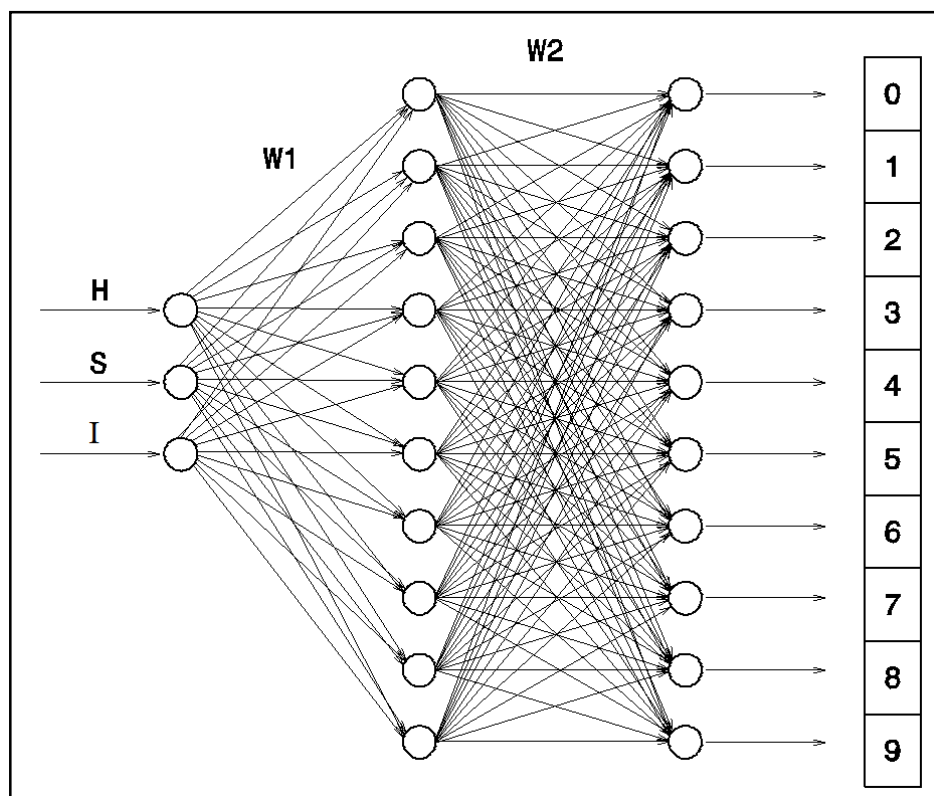
شکل ۳-۸ قانون نوار های رنگی مقاومت

تمامی مقاومت های استفاده شده در برد مورد بررسی از نوع چهار نوازی و با تولرانس ۵٪ هستند. به عنوان مثال قطعه‌ی شماره ۴ یک مقاومت ۷۰ کیلو اهم است. رنگ نوار اول عدد اول را نشان می‌دهد. رنگ نوار دوم عدد دوم و رنگ نوار سوم تعداد صفرهایی را که پس از دو عدد اول قرار می‌گیرد را نشان می‌دهد.

در این تحقیق نوارهای رنگی پس از تمامی پردازش‌هایی که در ادامه توضیح داده خواهد شد، از بالا به پایین دیده می‌شوند. در این روش بدون در نظر گرفتن نوار طلایی و تنها با بررسی سه نوار رنگی دیگر به بررسی و تشخیص مقدار مقاومت می‌پردازیم. به عنوان مثال برای قطعه‌ی شماره ۳۳ که یک مقاومت ۲۷۰ کیلو اهمی است عدد ۲۷۴ استخراج می‌شود. حال اگر این مقاومت در جهت عکس قرار گرفته باشد عدد ۴۷۲ استخراج می‌گردد که برنامه هردوی این اعداد را به عنوان اعداد صحیح برای این مقاومت در نظر می‌گیرد. نظر به این که مقاومت‌های استاندارد تعداد معدودی می‌باشند، با عکس کردن

عدد خوانده شده امکان وجود مقاومتی با این مقدار وجود ندارد. لذا ساختار خواندن مقاومت را دچار مشکل نمی‌کند.

برای آموزش رنگ‌ها به برنامه، ابتدا از تصویر رنگی مقاومت‌ها در فضای رنگ HSI، به صورت دستی نمونه‌هایی را از نوارهای رنگی جدا کرده و ذخیره نموده‌ایم و سپس از یک شبکه‌ی عصبی MLP با ساختار زیر برای تشخیص کد مربوط به نوار رنگی استفاده کرده‌ایم (شکل ۳-۹).

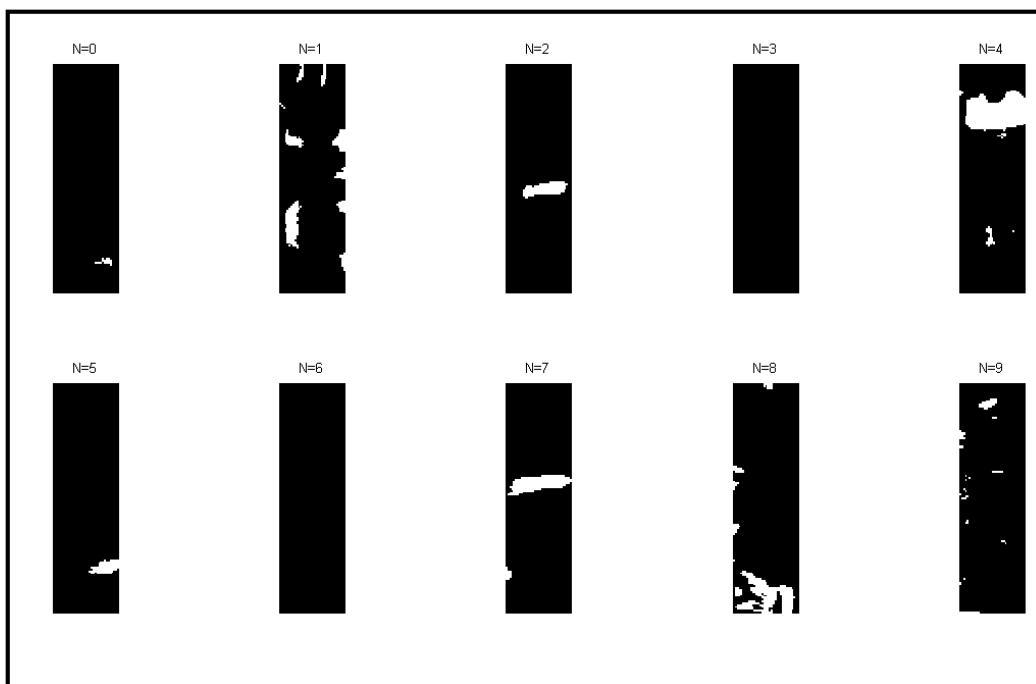


شکل ۳-۹ ساختار شبکه‌ی عصبی MLP استفاده شده برای آموزش رنگ‌ها

شبکه‌ی پیشنهادی یک شبکه‌ی سه لایه، دارای یک لایه‌ی ورودی، یک لایه‌ی میانی و یک لایه‌ی خروجی است. مقادیر اولیه‌ی وزن‌ها به صورت تصادفی انتخاب می‌شود. ورودی‌های این شبکه شامل مختصات H، S و I هر پیکسل رنگی در فضای HSI است. در لایه‌ی میانی ده نرون وجود دارد. لایه‌ی خروجی نیز شامل ۱۰ نرون است که هر نرون نماینده‌ی یکی از رنگ‌های مقاومت است که در

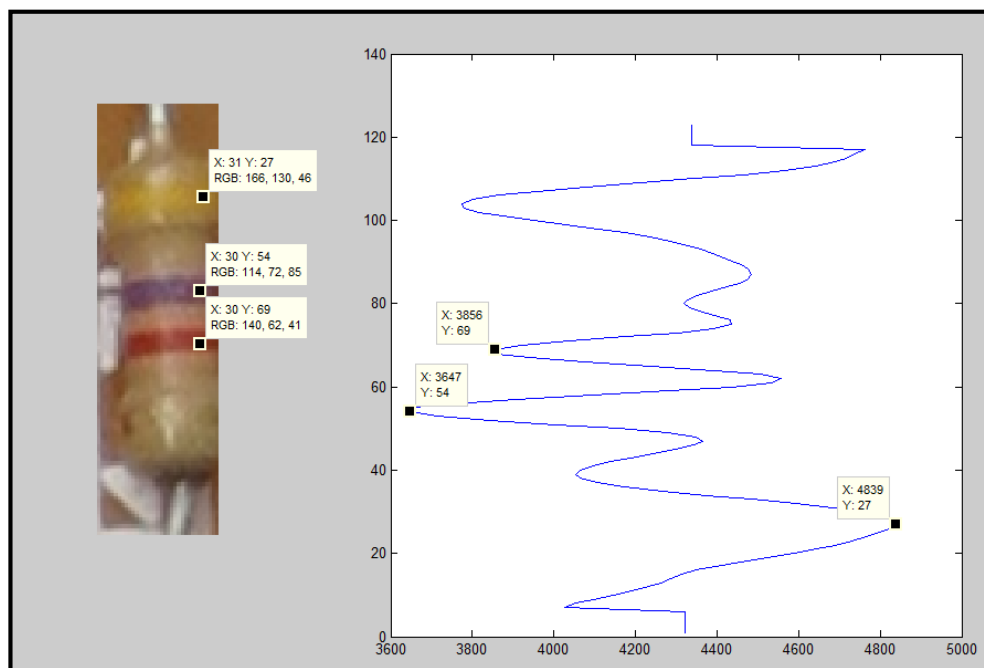
روبروی آن نشان داده شده است. به عنوان مثال پس از آموزش شبکه و تثبیت وزن‌ها اگر یک پیکسل رنگ زرد به عنوان ورودی وارد این شبکه شود پنجمین نرون خروجی که نماینده‌ی رنگ زرد با شماره‌ی ۴ است بیشترین مقدار را خواهد داشت.

پس از آموزش کامل شبکه مشاهده می‌گردد که شبکه بر روی رنگ‌های نمونه تا ۸۵٪ آموزش می‌بیند. پس از آن وزن‌های بدست آمده (w_1, w_2) ذخیره می‌شوند. تصویر مقاومت‌ها را به فضای HSI برده و سپس تمامی پیکسل‌های آن را به یک شبکه‌ی عصبی با همان ساختار و وزن‌های w_1, w_2 می‌دهیم. با این تفاوت که در این الگو شبکه‌ی عصبی دیگر نیاز به آموزش ندارد و وزن‌های آن ثابت هستند. با این کار هر پیکسل از تصویر یا شامل یکی از ۱۰ رنگ مقاومت می‌شود که همان مقدار را می‌گیرد و یا جزء هیچکدام از رنگ‌های مقاومت نیست که در این صورت یک مقدار پرت می‌گیرد (مقدار این عدد مهم نیست و فقط کافی است اعداد ۰-۹ نباشد که در اینجا ۱۰ در نظر گرفته شده است). این مقادیر در تصویر جدیدی به نام N ذخیره می‌شوند. برای استخراج ناحیه‌ای که شامل یک رنگ خاص است کافیت مقدار ماتریس N را برابر با عدد رنگ مورد نظر قرار دهیم. این تصاویر را N_i می‌نامیم. به عنوان مثال رنگ زرد را با N_4 نشان می‌دهیم. در تصویر زیر این کار برای تمامی رنگ‌ها در قطعه‌ی شماره ۳۳ انجام شده است (شکل ۳-۱۰).



شکل ۳-۱۰ نمایش N_i ها از N_0 تا N_9 برای قطعه ی شماره ۳۳

تشخیص داده N_1 همانطور که مشاهده می شود رنگ قهوه ای به صورت نادرستی در تمام تصویر ی برد و رنگ پس زمینه ی خود مقاومت است. شده است. دلیل آن شباهت این رنگ به رنگ پس زمینه همین امر خطا را در تشخیص مقاومت هایی که دارای رنگ قهوه ای هستند بالا می برد. برای کاهش این خطا به غیر از تفکیک نواحی رنگی از توزیع سطح روشنایی نیز استفاده می کنیم. به این صورت که در تصویر سطح خاکستری قطعه، در هر سطر مجموع مقادیر پیکسل ها در تمامی ستون ها را تهیه می کنیم تا برداری مطابق شکل ۳-۱۱ به دست آید.



شکل ۳-۱۱ استفاده از سطوح روشنایی افقی برای یافتن مکان نوارهای رنگی

همان طور که مشاهده می‌شود نوارهای رنگی حتما روی یکی از قله‌ها و یا دره‌های این بردار است که از این پس آن را بردار V می‌نامیم. هر کدام از مقادیر ماکزیمم و مینیمم های بردار V یک مختصات y در تصویر قطعه است که ممکن است شامل یک نوار رنگی باشد و از این پس آن را “ارتفاع مشکوک” می‌نامیم.

هنگام بررسی یک مقاومت، از آنجا که مقدار مطلوب آن از پیش تعریف شده است لذا لازم نیست وجود تمامی رنگ‌ها را بررسی کنیم و کفایت به دنبال سه نوار رنگی باشیم که مقدار مقاومت را مشخص می‌کند. به عنوان مثال در تصویر مقاومت شماره‌ی ۳۳ چون مقاومت شامل نوارهای رنگی زرد، بنفش و قرمز است پس فقط از تصاویر $N4$ ، $N7$ و $N2$ استفاده می‌کنیم.

بردار هدف در این مقاومت به صورت زیر تعریف می‌شود.

$$\text{Target} = [4 \ 7 \ 2]$$

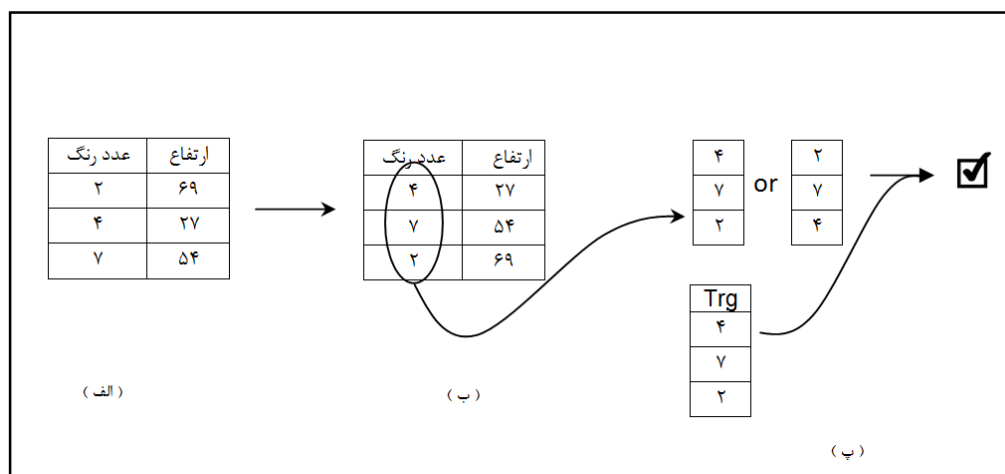
حال برای یافتن نوارهای رنگی به ترتیب شماره‌ی رنگ‌ها از کوچک به بزرگ عمل می‌کنیم. در تصویر N2، جمع جبری مقادیر پیکسل‌ها در یک نوار افقی اطراف هر کدام از ارتفاع‌های مشکوک را به دست می‌آوریم. ضخامت این نوار را ۹ پیکسل در نظر گرفته‌ایم. ارتفاعی که بیشترین مقدار متناظر را به خود می‌گیرد، ارتفاعی است که نوار رنگی مورد نظر در آنجا قرار دارد. این کار را برای دو رنگ دیگر هم انجام می‌دهیم و تمامی مقادیر را در ماتریسی شبیه شکل ۳-۱۲ به نام ماتریس P ذخیره می‌کنیم.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	0	0	0	0	0	0	65	137	28	0	0	0	0	0
2	0	0	345	54	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0
3	0	0	0	0	68	219	40	0	0	0	0	16	0	0
4	6	7	27	39	47	54	62	69	75	80	87	104	117	118

شکل ۳-۱۲ تعداد پیکسل‌های رنگ‌های هدف، اطراف هر ارتفاع مشکوک

در این ماتریس هر سطر نماینده‌ی یک رنگ از رنگ‌های هدف و هر ستون نماینده‌ی یک ارتفاع مشکوک است که مقدار این ارتفاع در سطر چهارم ذکر شده است. به عنوان مثال برای مقاومت مورد بررسی ۱۴ ارتفاع مشکوک وجود دارد و سطر اول ماتریس نماینده‌ی رنگ قرمز، سطر دوم نماینده‌ی رنگ زرد و سطر سوم نماینده‌ی رنگ بنفش است. تاکید می‌کنیم که ترتیب رنگ‌ها در سطرها به ترتیب رنگ‌های هدف نیست بلکه بر حسب عدد رنگ، از کوچک به بزرگ قرار گرفته اند.

مشاهده می‌گردد که مقدار ماکزیمم در هر سطر ارتفاع یک نوار رنگی را در تصویر نشان می‌دهد. اگر شماره‌ی رنگ مورد نظر و ارتفاع آن در تصویر را استخراج کنیم به یک بردار شبیه شکل ۳-۱۲-الف می‌رسیم. حال کفایست این ماتریس را براساس ستون دوم که مربوط به ارتفاع رنگ‌هاست مرتب کنیم (شکل ۱-ب). با این کار ستون اول ترتیب رنگ‌های مقاومت خواهد بود. با مقایسه‌ی این ترتیب و معکوس آن با بردار هدف، درستی یا نادرستی مقاومت مشخص می‌شود (شکل ۳-۱۳-پ).



شکل ۳-۱۳ استخراج عدد مقاومت و مقایسه با هدف

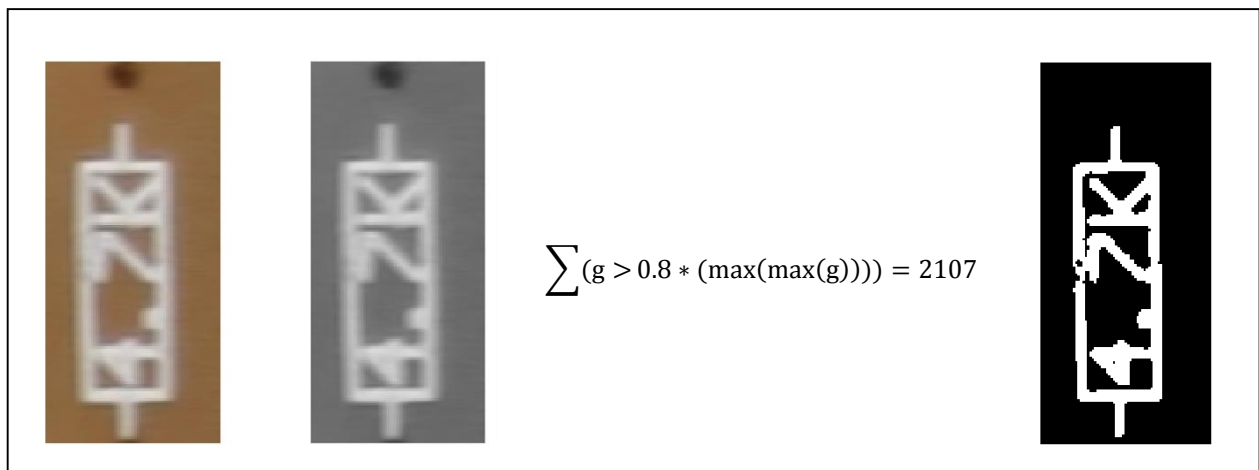
اگر در مقاومتی دو نوار رنگی مشابه وجود داشته باشد در ماتریس P دو سطر مشابه وجود خواهد داشت. در صورت اجرای مراحل ذکر شده، به جای یافتن دو ارتفاع مشکوک برای دو نوار رنگی با رنگ‌های مشابه، یک ارتفاع مشکوک برای هر دو نوار در نظر گرفته می‌شود. برای حل این مشکل بعد از دیدن هر سطح و پیدا کردن مقدار ماکزیمم آن، ستون متناظر آن را حذف می‌کنیم تا در جستجوی بعدی نادیده گرفته شود.

۳-۴ بررسی عدم وجود مقاومت

در زیر هر مقاومت بر روی برد یک چاپ سفیدرنگ مستطیلی شکل وجود دارد که داخل آن مقدار مقاومت نوشته شده است. اگر مقاومت در جای خود قرار گرفته باشد قسمت عمده‌ای از این اشکال و نوشته‌ها در زیر مقاومت پنهان می‌شود. بایک آستانه گذاری از مقادیر پیکسل‌های سفید در تصویر می‌توان به وجود یا عدم وجود مقاومت پی برد. برای برد مورد بررسی مقدار این آستانه ۱۰۰۰ پیکسل سفید در نظر گرفته شده است. هرچند روش بیان شده در بخش قبل برای یافتن مقدار مقاومت، در

صورت عدم وجود مقاومت نیز می‌تواند قادر به تشخیص عیب در آن محل باشد ولی استفاده از این روش علاوه بر پردازش کمتر قادر به تفکیک این خطاها نیز خواهد بود.

به عنوان مثال قطعه ی شماره ۳۳ در تصویر شماره ی ۸ وجود ندارد (شکل ۳-۱۴ - الف). اگر تصویر سطح خاکستری قطعه را g بنامیم (شکل ۳-۱۴ - ب). برای جدا کردن نوشته ها و علائم سفید رنگ چاپ شده بر بروی برد از فرمول نشان داده شده در شکل ۳-۱۴-پ استفاده می‌کنیم. استفاده از ضریب 0.8 برابر حداکثر مقدار تصویر g باعث کاهش وابستگی آستانه به نور محیط می‌شود. در تصویر آستانه‌گذاری شده (شکل ۳-۱۴-ت) بیشتر بودن مجموع تعداد پیکسل‌های سفید از 1000 حاکی از عدم وجود مقاومت در محل مورد نظر است.



(ب)

(پ)

(ت)

شکل ۳-۱۴ تشخیص عدم وجود مقاومت

۳-۵ ترانزیستور

۳-۵-۱ وجود یا عدم وجود ترانزیستور

ترانزیستور استفاده شده در این برد به رنگ سیاه و به شکل یک استوانه‌ی ناقص است (شکل ۱۵-الف). برای تشخیص نقاط سیاه رنگ مربوط به بدنه‌ی ترانزیستور از این معیار استفاده کرده‌ایم که نصف متوسط روشنایی تصویر سطح خاکستری قطعه، به نشانه‌ی یک تصویر سیاه در تصویر سطح خاکستری است که به عنوان ترانزیستور تشخیص داده‌ایم.

به بیان دیگر اگر g تصویر سطح خاکستری قطعه باشد نقاطی از g که روشنایی آنها کمتر از نصف میانگین روشنایی کل g است به عنوان بدنه‌ی ترانزیستور در نظر گرفته می‌شوند (شکل ۳-۱۵-ب). اگر در این تصویر باینری ناحیه‌ی سفیدی وجود نداشته باشد حاکی از عدم وجود ترانزیستور است.



(الف)



(ب)

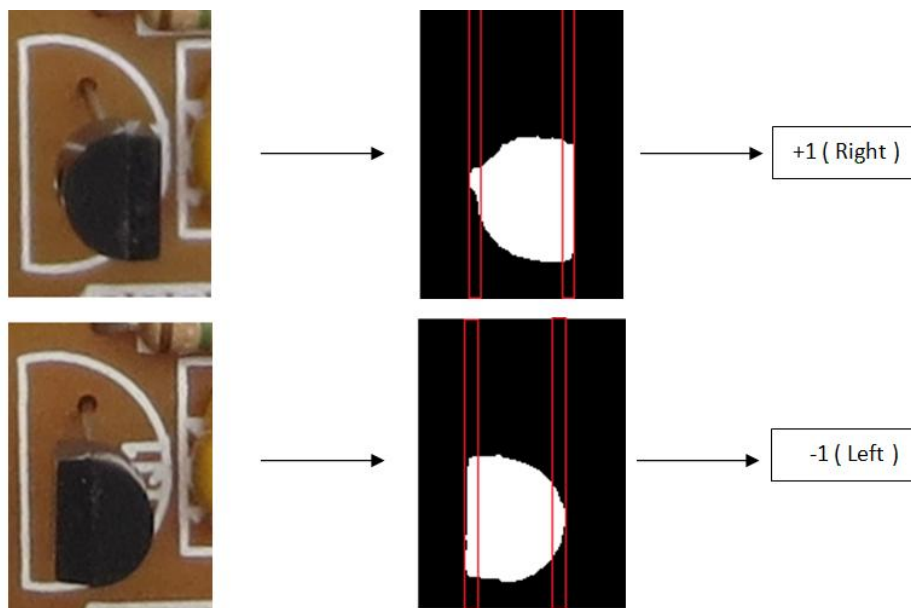
شکل ۳-۱۵ استخراج بدنه‌ی ترانزیستور

۳-۵-۲ جهت ترانزیستور

پس از تشخیص وجود یا عدم وجود ترانزیستور جهت آن از روی جهت استوانه‌ی ناقص آن قابل تشخیص است. برای این کار به روش زیر عمل می‌کنیم.

در تصویر باینری به دست آمده در قسمت قبل (شکل ۳-۱۴-ب)، لبه‌ی سمت چپ و راست تصویر

را بدست می‌آوریم. با حرکت از سمت چپ تصویر به سمت راست مختصات X اولین و آخرین پیکسل سفید تصویر همان لبه‌های مورد نظر است. حال مجموع پیکسل‌های سفید در دو پنجره که از لبه‌ی سمت چپ تا ده ستون جلوتر و از لبه‌ی سمت راست تا ده ستون عقب تر است را محاسبه و با یکدیگر مقایسه می‌کنیم. همان طور که در تصویر مشاهده می‌شود (شکل ۳-۱۶) این مقادیر برای لبه‌ای که یک دایره‌ی ناقص است بیشتر از لبه‌ی دیگر خواهد بود و این اختلاف جهت ترانزیستور را مشخص می‌کند. در صورتی که ترانزیستور در جهت درست مونتاژ شده باشد ولی در جای خود چرخیده باشد، این روش دچار مشکل خواهد شد. این کار برای دو ترانزیستور با دو جهت مختلف در شکل ۳-۱۵ نشان داده شده است. در این جا جهت راست را $+1$ و جهت چپ را -1 در نظر می‌گیریم.

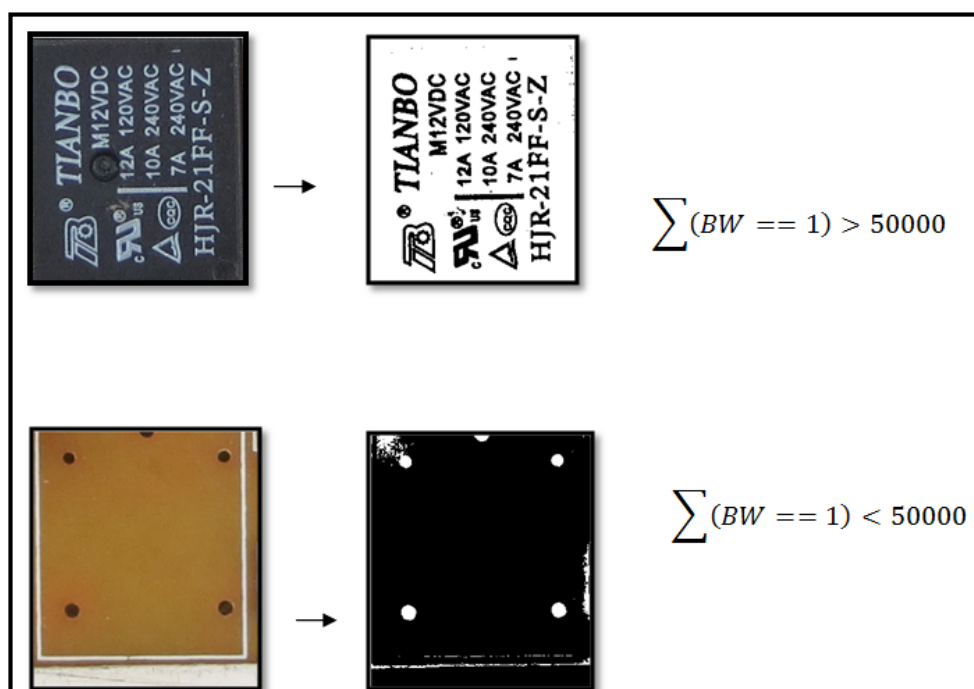


شکل ۳-۱۶ تشخیص جهت ترانزیستور

۳-۶ قطعه رله

۳-۶-۱ وجود یا عدم وجود قطعه رله

بدنه‌ی رله‌ها معمولاً به سه رنگ آبی، نارنجی و سیاه است. رله‌ی استفاده شده در این برد به رنگ سیاه است. لذا با یک آستانه گذاری از تعداد پیکسل‌های سیاه رنگ در تصویر به راحتی می‌توان وجود یا عدم وجود این قطعه را تشخیص داد. مقدار این آستانه در این تحقیق ۵۰,۰۰۰ در نظر گرفته شده است که به با توجه به ابعاد قطعه به صورت تجربی به دست آمده است. روند تشخیص وجود یا عدم وجود رله در دو برد که یکی دارای رله و دیگری فاقد آن است در شکل ۳-۱۷ نشان داده شده است.



شکل ۳-۱۷ روند تشخیص وجود یا عدم وجود قطعه رله

۳-۶-۲ جهت رله

رله‌های الکتریکی دارای جهت می‌باشند و جهت آنها توسط علائمی که روی سطح رله است و

معمولا در یکی از گوشه‌های آن قرار دارد قابل تشخیص است (شکل ۳-۱۸).



شکل ۳-۱۸ تشخیص جهت رله

ولی از آن جهت که نحوه‌ی قرارگیری پایه‌های آن روی برد به گونه‌ای است که در جهت اشتباه نمی‌تواند بر روی سوراخ‌های برد منطبق گردد و فقط در جهت صحیح قابلیت نصب را دارد لذا از بررسی جهت آن خوداری نموده‌ایم.

۳-۷ دیودهای LED

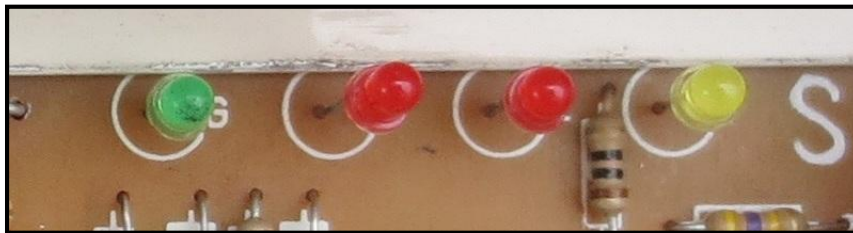
۳-۷-۱ وجود یا عدم وجود LED

این دیودها از روی رنگ حباب آنها به راحتی قابل تشخیص هستند. از آن جهت که رنگ این دیودها در تولیدات تمامی شرکت‌ها در یک بازه‌ی استاندارد قرار دارد لذا برای تشخیص آن، بازه‌ی هر رنگ به صورت دستی در بعد اول در فضای HSI استخراج و برای تشخیص مورد استفاده قرار گرفته است.

در این برد خاص از یک LED زرد، یک LED سبز و دو LED قرمز استفاده شده است (شکل

۳-۱۹). بازه‌ی در نظر گرفته شده برای سه رنگ مورد نظر به قرار زیر است:

$$\left\{ \begin{array}{ll} \text{Red LED} & \rightarrow H > 0.95 \text{ or } H < .02 \\ \text{Green LED} & \rightarrow 0.25 < H < 0.4 \\ \text{Yellow LED} & \rightarrow 0.12 < H < 0.25 \end{array} \right.$$



شکل ۱۹-۳ دیودهای LED استفاده شده در برد مورد بررسی

۳-۸ دیود یکسوساز

۳-۸-۱ وجود یا عدم وجود دیود یکسوساز

این قطعات به رنگ سیاه هستند و با یک آستانه گذاری از تعداد پیکسل‌های سیاه در تصویر می‌توان به وجود یا عدم وجود آنها پی برد. همان گونه که در شکل ۳-۲۰ مشاهده می‌شود روی سطح این دیودها نوشته‌هایی به رنگ خاکستری وجود دارد که شباهت رنگی زیادی به نوشته‌ها و علائم روی برد دارد. همین امر تشخیص کامل بدنه‌ی دیود را در تصویر سطح خاکستری مشکل می‌کند.



شکل ۳-۲۰ تصویر یک دیود استفاده شده در برد مورد بررسی

از این رو برای تشخیص بدنه‌ی دیود از تصویر قطعه در فضای رنگ RGB نیز کمک گرفته‌ایم. برای این کار ابتدا یک متغیر به نام میانگین تعریف کرده‌ایم. این متغیر یک ماتریس دو بعدی هم اندازه‌ی تصویر قطعه است که هر درایه‌ی آن میانگین مختصه‌های R و G و B متناظر در تصویر اصلی است. پس از آن نقاطی از تصویر که دو شرط زیر را داشته باشند به عنوان نقاطی روی بدنه‌ی دیود شناسایی خواهند شد.

شرط اول:

این شرط که خود حاوی سه شرط است بیان کننده‌ی نقاطی است که اختلاف هر کدام از مختصه‌های R و G و B آنها از مقدار متناظر آن در متغیر میانگین کمتر از ۷ باشد.

شرط دوم:

این شرط بیان کننده‌ی تمامی نقاطی است که میزان روشنایی آنها در تصویر سطح خاکستری کمتر از ۱,۲ برابر میانگین روشنایی کل تصویر سطح خاکستری باشد.

با اعمال این دو شرط به صورت همزمان، بدنه‌ی دیود قابل تشخیص و جداسازی می‌باشد. تصویر به دست آمده از این قسمت را در شکل شماره‌ی ۳-۲۱-الف مشاهده می‌کنید. برای حذف قسمت‌های زائد که جزء بدنه‌ی دیود نیستند از عملگرهای مورفولوژیک استفاده می‌کنیم. به این صورت که تصویر را با یک پنجره با ۵ سطر و ۲ ستون سایش باینری مورفولوژیکی می‌کنیم. سپس با همان پنجره تصویر را گسترش باینری مورفولوژیک می‌کنیم. با این کار عناصر کوچک و قسمت‌های باریک حذف می‌شوند. حاصل این عملیات را در تصویر ۳-۲۱-ب مشاهده می‌کنید.



(الف)



(ب)

شکل ۳-۲۱ تشخیص وجود یا عدم وجود دیود

پس از این مراحل با نگر داشتن المانی که تعداد پیکسل‌های آن بیشتر از یک ششم کل پیکسل - های تصویر است اگر دیودی در تصویر وجود نداشته باشد پیکسل سفیدی نیز در تصویر وجود نخواهد داشت. با توجه به همین امر می‌توان به وجود یا عدم وجود دیود در جای خود پی برد.

۳-۸-۲ تشخیص جهت دیود

جهت دیودها از روی نوار سفید رنگی که در یک طرف استوانه‌ی قطعه قرار دارد قابل تشخیص است. برای یافتن این نوار سفید با کمک تصویری که در قسمت قبل به دست آمده (شکل ۲۱-ب) بدنه‌ی دیود را استخراج می‌کنیم. این قسمت هم شامل بدنه‌ی سیاه رنگ دیود هم شامل نوار سفید رنگ است (شکل ۳-۲۲-الف). حال نوار سفید یا در طرف چپ یا در سمت راست این ناحیه قرار دارد. برای تشخیص این مورد جمع روشنایی کل پیکسل‌ها در دو پنجره به ضخامت ۱۵ پیکسل در سمت چپ و راست این ناحیه را با یکدیگر مقایسه می‌کنیم (شکل ۳-۲۲-ب). سمتی که بیشترین مقدار را دارد جهت دیود را مشخص می‌کند.



الف



ب

شکل ۳-۲۲ تشخیص جهت دیود

۳-۹ دیود زینر

۳-۹-۱ وجود یا عدم وجود دیود زینر

بدنه‌ی این دیودها به صورت کریستالی و به رنگی بین قرمز و نارنجی است (شکل ۳-۲۳-الف). جهت آن نیز با یک نوار سیاه رنگ که در یک سمت آن قرار گرفته است مشخص می‌شود. در اینجا برای تشخیص وجود یا عدم وجود قطعه از همین نوار سیاه رنگ استفاده کرده‌ایم. برای تفکیک این نوار از کل تصویر روند زیر را دنبال کرده‌ایم:

۱. مات کردن تصویر با یک فیلتر گوسین به اندازه‌ی ۲ و انحراف معیار ۳ (شکل ۳-۲۳-ب)

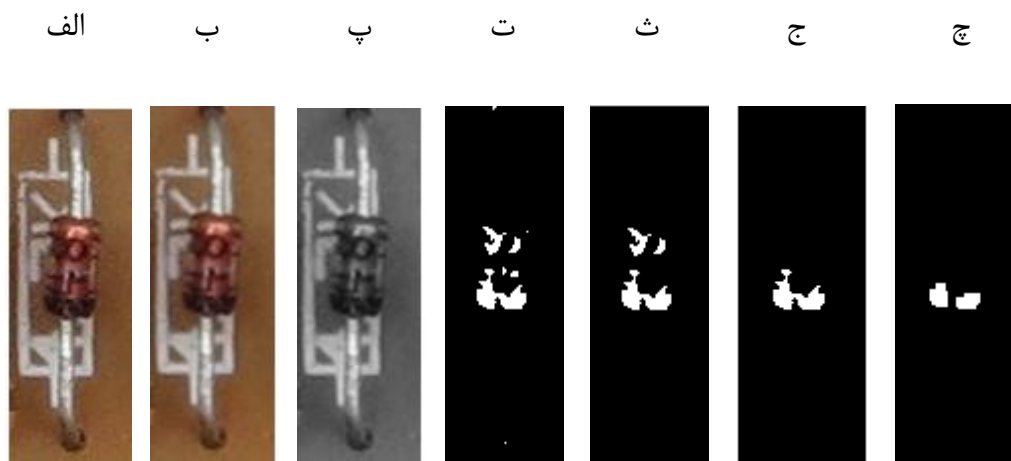
۲. تبدیل تصویر رنگی به تصویر سطح خاکستری به نام g (شکل ۳-۲۳-پ)

۳. اعمال آستانه بر روی g و استخراج نقاطی با روشنایی کمتر از ۲۰ (شکل ۳-۲۳-ت)

۴. حذف نواحی با مجموع پیکسل کمتر از ۲۰ (شکل ۳-۲۳-ث)

۵. نگه داشتن بزرگترین عنصر و حذف سایر عناصر (شکل ۳-۲۳-ج)

۶. حذف قسمت‌های اضافی توسط عملیات سایش مورفولوژیک (شکل ۳-۲۳-چ)



شکل ۳-۲۳ روند تشخیص نوار سیاه رنگ دیود زینر که برای تشخیص وجود یا عدم وجود قطعه مورد استفاده قرار می‌گیرد

در نهایت آنچه به دست می‌آید یک تصویر باینری است که نوار سیاه رنگ دیود را نشان می‌دهد. چنانچه این تصویر دارای هیچ پیکسل سفیدی نباشد حاکی از عدم وجود دیود در مکان مورد نظر است.

۳-۹-۲ جهت دیود زینر

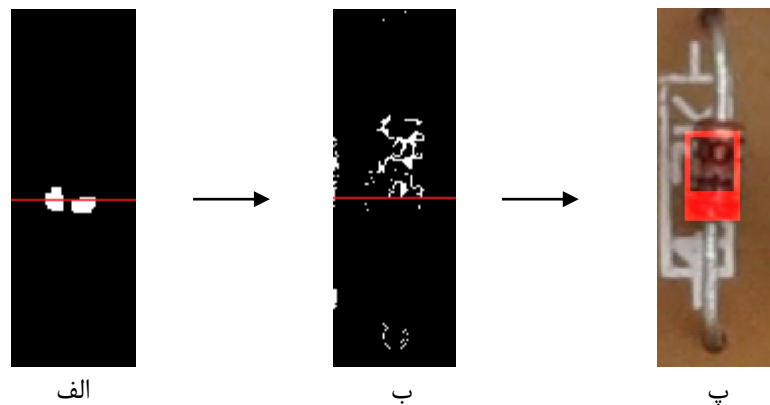
همانطور که اشاره شد جهت این دیودها از روی نوار سیاه رنگی که در یک سمت از قطعه قرار دارد قابل تشخیص است. در اینجا به جای اینکه بدنه‌ی قطعه را جدا کرده و سپس به دنبال یافتن نوار سیاه باشیم برعکس عمل کرده‌ایم. به این معنی که ابتدا نوار سیاه رنگ را یافته سپس بررسی می‌کنیم که بدنه‌ی قطعه در کدام سمت این نوار قرار دارد تا جهت دیود مشخص شود. قابل ذکر است که همه‌ی دیودها در حالت عمودی مورد بررسی قرار می‌گیرند به این صورت که تصویر دیودهایی که به صورت افقی قرار دارند را ۹۰ درجه ساعتگرد می‌چرخانیم تا عمودی شوند.

پس از به دست آمدن تصویری شبیه آنچه در شکل ۳-۲۲-چ مشاهده می‌شود ارتفاع نوار سیاه رنگ در تصویر به دست می‌آید. این ارتفاع در واقع میانگین مختصات X بالاترین و پایین‌ترین پیکسل سفید است (شکل ۳-۲۴-الف). اکنون باید دید بدنه‌ی شیشه‌ای دیود در بالای این خط قرار دارد یا

پایین آن. برای این کار از حدود مختصه های R و G و B نقاط مربوط به این ناحیه که به صورت تجربی استخراج شده است استفاده می کنیم. این حدود به قرار زیر است:

$$\begin{cases} R > 90 \\ G < 60 \\ B < 60 \end{cases}$$

نتیجه ی اعمال این شرایط برای دیود مورد بررسی در شکل ۳-۲۴-ب نشان داده شده است.



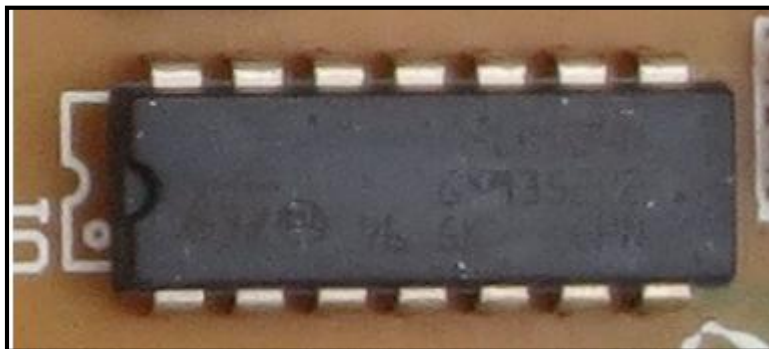
شکل ۳-۲۴ روند تشخیص جهت دیود زیر

با مقایسه ی تعداد پیکسل های سفیدی که در بالا و پایین ارتفاع نوار سیاه رنگ قرار می گیرند می توان به جهت دیود پی برد. اگر تعداد پیکسل های سفید در بالا بیشتر باشد پس جهت دیود رو به پایین است و بالعکس.

۳-۱۰ تراشه (IC)

۳-۱۰-۱ وجود یا عدم وجود تراشه

این قطعه به رنگ سیاه است (شکل ۳-۲۵) و با آستانه گذاری بر روی تعداد پیکسل هایی با روشایی کمتر از میانگین روشنایی کل تصویر قطعه، قادر به تشخیص وجود یا عدم وجود این قطعه خواهیم بود. مقدار این آستانه در این تحقیق ۵۰۰۰ در نظر گرفته شده است.

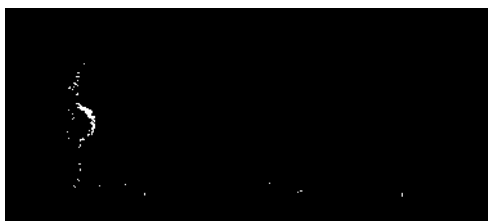


شکل ۳-۲۵ تصویر تراشهی استفاده شده در برد مورد بررسی

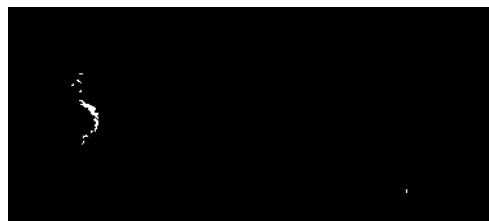
۳-۱۰-۲ جهت تراشه

جهت این قطعه بر روی نیم دایره‌ای که در یک طرف آن قرار دارد قابل تشخیص است. این نیم دایره ارتفاع کمتری نسبت به سطح قطعه دارد. این امر همانطور که در شکل ۳-۲۵ مشاهده می‌شود باعث شده که لبه‌ی نیم دایره، سطح روشنایی کمتری نسبت به کل قطعه داشته باشد. ما نیز از همین امر جهت تشخیص جهت تراشه استفاده می‌کنیم.

اگر g تصویر سطح خاکستری قطعه باشد با استخراج مناطقی که روشنایی آن‌ها کمتر از ۰,۳ میانگین روشنایی کل تصویر باشد به تصویری شبیه شکل ۳-۲۶-الف می‌رسیم.



الف



ب

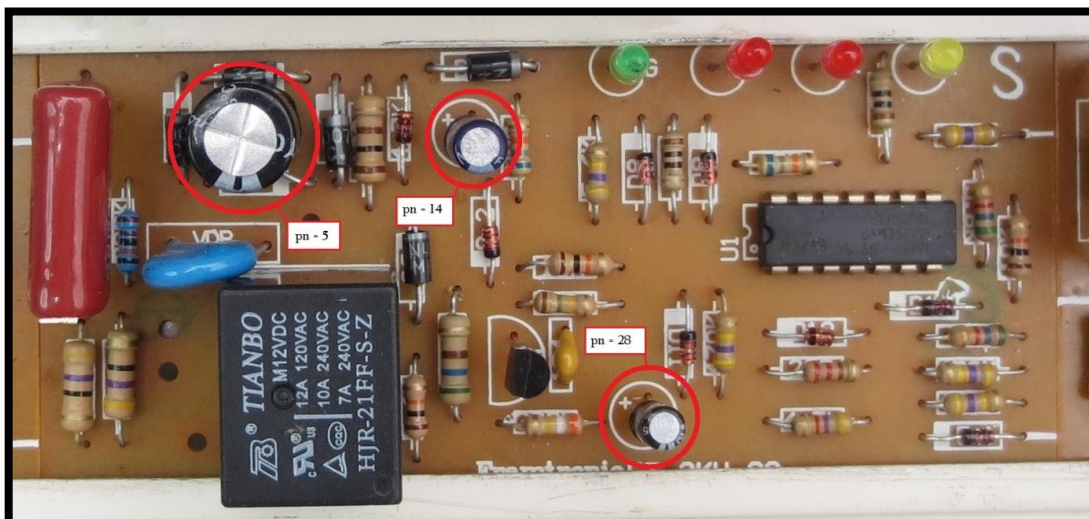
شکل ۳-۲۶ روند تشخیص جهت تراشه

با حذف عناصر کوچک که تعداد پیکسل‌های آنها کمتر از ۳ است به تصویر ۳-۲۷-ب می‌رسیم. حال با مقایسه‌ی تعداد پیکسل‌های سفید در نیمه‌ی سمت راست و نیمه‌ی سمت چپ تصویر جهت تراشه مشخص می‌شود. سمتی که بیشترین تعداد پیکسل سفید را دارد جهت تراشه را نشان می‌دهد.

۳-۱۱ خازن الکتrolیتی

این خازن‌ها به صورت استوانه‌ای هستند و پوسته‌ی آنها معمولاً سیاه رنگ و یا آبی تیره است که مقدار خازن بر روی جداره‌ی خازن نوشته شده است. اندازه‌ی این خازن‌ها براساس ظرفیت آنها متفاوت است.

در برد مورد بررسی سه خازن استوانه‌ای استفاده شده است (شکل ۳-۲۷). یک خازن ۴,۷ میکرو فاراد (قطعه‌ی شماره ۲۸) یک خازن ۱۰۰ میکرو فاراد (قطعه‌ی شماره ۱۴) و یک خازن ۲۲۰ میکرو فاراد (قطعه‌ی شماره ۵).

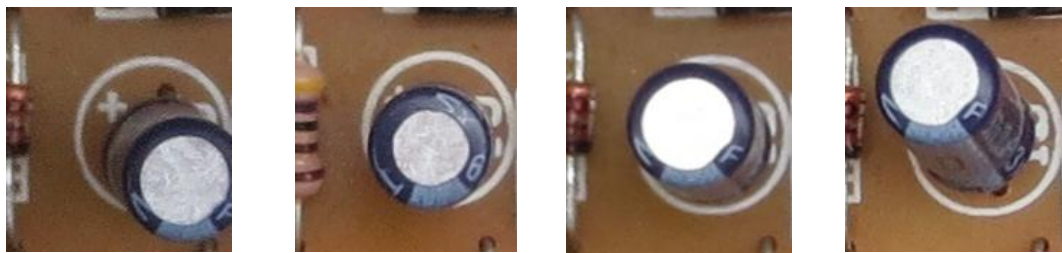


شکل ۳-۲۷ خازن‌های الکتrolیتی استفاده شده در برد مورد بررسی

خازن الکتrolیتی دارای دو پایه‌ی مثبت و منفی است و از قطعاتی است که جهت آنها در مدار

مهم است. این جهت توسط خط سفید رنگی که روی بدنه‌ی خازن است قابل تشخیص است که از این پس آن را "خطِ جهت" می‌نامیم. از آنجا که تصویر تهیه شده از برد از نمای بالاست لذا مقدار خازن قابل تشخیص نیست. در صورتی که جهت خازن از روی ادامه خط سفید، که قسمتی از آن روی سطح مقطع خازن قرار گرفته قابل تشخیص است.

خازن ممکن است در هر گوشه از تصویر قرار گرفته باشد و این امر بخاطر این است که قسمتی از پایه‌های آن بالای برد قرار می‌گیرد و باعث می‌شود که قطعه حین مونتاژ بتواند به اطراف خم شود. به عنوان مثال قطعه‌ی شماره‌ی ۲۸ در چند تصویر مختلف در شکل ۳-۲۸ نشان داده شده است. همانگونه که مشاهده می‌شود موقعیت قطعه در تصویر کاملاً متفاوت است.



شکل ۳-۲۸ موقعیت قطعه‌ی شماره‌ی ۱۴ در چند تصویر

اولین کاری که انجام می‌دهیم پیدا کردن مرکز دایره‌ی خازن است. این دایره از جنس آلومینیوم است و به همین خاطر در تصویر به رنگ بسیار روشن نمایان است. همین امر باعث شده است که با یک آستانه‌گذاری از میانگین روشنایی کل قطعه، دایره‌ی وسط خازن قابل شناسایی باشد.

از آنجا که اندازه‌ی خازن‌ها متفاوت است پارامترهایی که مرتبط به شکل و اندازه هستند و در فرآیند پردازش مورد استفاده قرار می‌گیرند متفاوتند. این پارامترها به قرار زیر است:

۱- D : قطر تقریبی دایره‌ی آلومینیومی وسط خازن

۲- p : ابعاد پنجره‌ای است که در عملیات مورفولوژیک مورد استفاده قرار می‌گیرد و در واقع دو

برابر ضخامت تقریبی نوار تاریکی است که خطِ جهت بر روی آن قرار دارد

۳- S : شعاع دیسکی است که در عملیات مورفولوژیک جهت حذف قسمت‌های اضافی تصویر باینری

مورد استفاده قرار می‌گیرد

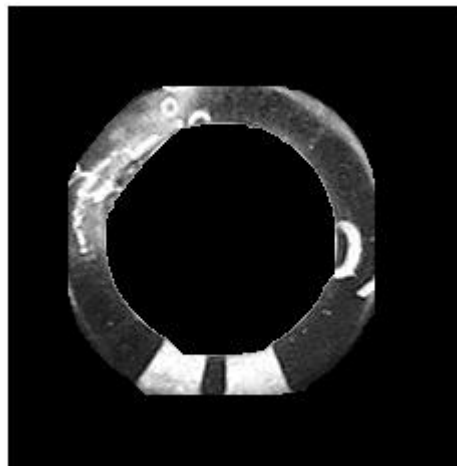
۴- th : ضریب مورد استفاده در آستانه گذاری، جهت استخراج دایره‌ی آلومینیومی وسط خازن

مقادیر این ضرایب برای قطعات شماره‌ی ۲۸ و ۱۴ با قطعه‌ی شماره‌ی ۵ متفاوت است که در زیر

این مقادیر بیان شده است.

$$pn = 5 \quad \begin{cases} D = 115 \\ p = 40 \\ s = 20 \\ th = 1.2 \end{cases} \quad pn = 14 \text{ \& } 28 \quad \begin{cases} D = 60 \\ p = 20 \\ s = 3 \\ th = 1.3 \end{cases}$$

هدف نهایی استخراج تصویری است که در شکل ۳-۲۹ مشاهده می‌کنید.



شکل ۳-۲۹ استخراج نوار دور خازن برای استفاده در تشخیص جهت

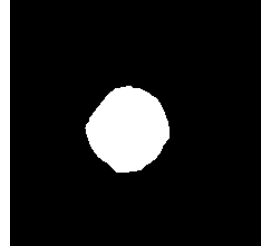
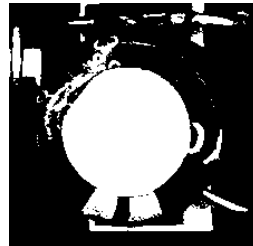
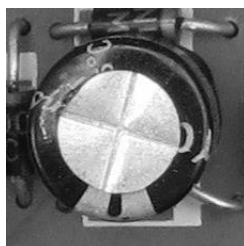
این تصویر که از این پس آن را واشر می‌نامیم ادامه‌ی روکش لاستیکی خازن است که خطِ جهت

خازن نیز در آن مشخص است (دو خط پهن سفید رنگ در پایین واشر). برای رسیدن به این تصویر

مراحل زیر را انجام می‌دهیم :

۱. تبدیل تصویر رنگی به تصویر سطح خاکستری به نام g (شکل ۳-۳۰-ب)
 ۲. استخراج نقاطی از تصویر g که روشنایی آن‌ها بیشتر از ضرب مقدار th در میانگین کل روشنایی g باشد (شکل ۳-۳۰-پ)
 ۳. سایش باینری مورفولوژیکی تصویر BW توسط دیسکی با شعاع s (شکل ۳-۳۰-ت)
 ۴. حذف نواحی با تعداد پیکسل کمتر از ۱۰۰۰
 ۵. گسترش باینری مورفولوژیکی تصویر BW توسط دیسکی با شعاع s (شکل ۳-۳۰-ث)
 ۶. نگه داشتن بزرگترین ناحیه و حذف بقیه‌ی نواحی
 ۷. به دست آوردن مرکز دایره توسط مختصات اولین و آخرین پیکسل سفید در راستای x و y
 ۸. گسترش باینری مورفولوژیکی تصویر BW توسط یک پنجره مربعی به ابعاد p (شکل ۳-۳۰-ج)
 ۹. حذف فصل مشترک تصویر قسمت‌های ۵ و ۸ با رابطه‌ی زیر (شکل ۳-۳۰-چ)
- $$BW \leftarrow BW5 (XOR) BW8$$
- ۱۰ - استخراج واکشور مورد نظر با رابطه‌ی زیر (شکل ۳-۳۰-ح)

$$Vasher = BW.*g$$



الف

ب

پ

ت

ث

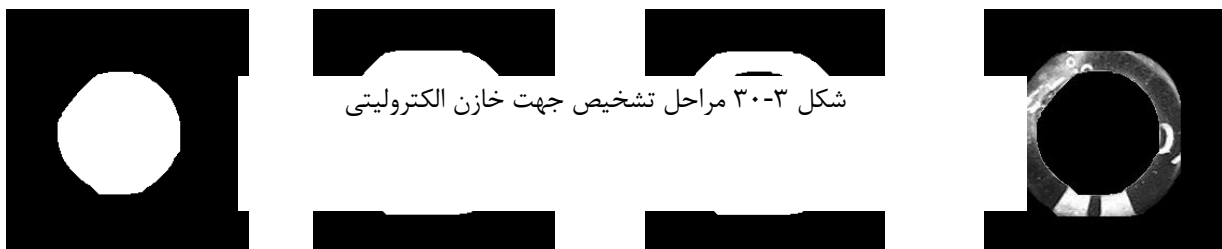
ج

چ

ح

حال با مقایسه ی مجموع روشنایی پیکسل های بالاتر از مرکز دایره و مجموع روشنایی پیکسل -

های پایین تر از مرکز دایره می توان به جهت خازن پی برد. سمتی که بیشترین مقدار روشنایی را دارد



به این معناست که شامل خطِ جهت است.

۱۲-۳ خازن های سرامیکی

قطعات شماره ۱ و ۶ و ۲۰ خازن های سرامیکی هستند که به رنگ های قهوه ای، آبی و زرد هستند

(شکل ۳-۳۱). جهت این قطعات در مدار مهم نیست و فقط بودن یا نبودن آنها به کمک رنگ آنها

بررسی می شود.



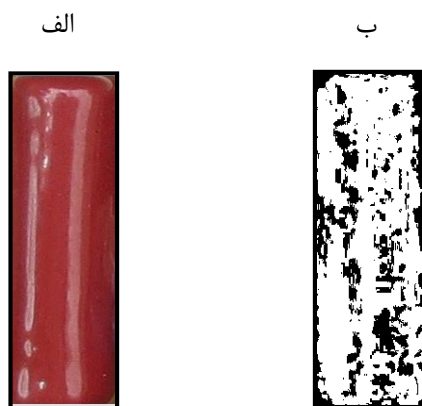
برای قطعه‌ی شماره یک در محیط HSI در بعد اول مشاهده می‌شود که محدوده‌ی رنگ قطعه به قرار زیر است



$$H > 0.97$$

شکل ۳-۳۱ تصویر خازن‌های سرامیکی استفاده شده در برد مورد بررسی

Hue یا فام رنگ تعیین کننده‌ی طول موج رنگ است و برای محدوده‌ی رنگ‌های قهوه‌ای متمایل به قرمز بالای ۰,۹۷ است. با اعمال این شرط بر تمامی پیکسل‌های تصویر، تصویری همچون تصویر شکل ۳-۳۲ ب به دست می‌آید.



با یک آستانه‌گذاری بر روی تعداد پیکسل‌های سفید در این تصویر می‌توان به وجود یا عدم وجود

شکل ۳-۳۲ تشخیص وجود یا عدم وجود قطعه‌ی شماره‌ی ۱

قطعه پی برد. مقدار این آستانه برای این قطعه عدد ۱۰۰۰۰ در نظر گرفته شده است.

همین کار را برای قطعه‌ی شماره ۶ در فضای HSI انجام می‌دهیم. در این جا رنگ پیکسل‌های مورد نظر در محدوده‌ی زیر قرار دارد.

$$0.55 < H < 0.6$$



الف



ب

شکل ۳-۳۳ تشخیص وجود یا عدم وجود قطعه ی شماره ی ۶
با اعمال این شرط و به دست آمدن تصویری چون شکل ۳-۳۲-ب و اعمال آستانه گذاری به تعداد پیکسل های سفید، وجود یا عدم وجود قطعه قابل تشخیص است. این آستانه برای قطعه ی شماره ۶ مقدار ۵۰۰۰ در نظر گرفته شده است.

به دلیل شباهت رنگ قطعه ی شماره ی ۲۰ به رنگ زرد نوارهای رنگی مقاومت ها، همان روندی را که برای پیدا کردن نوارهای رنگی مقاومت بیان شد به کار می بریم. به این معنی که تمامی پیکسل های تصویر قطعه را به یک شبکه ی عصبی MLP آموزش دیده با همان وزن های w_1 و w_2 می دهیم و تصویر N4 را به عنوان نقاط مربوط به بدنه ی خازن استخراج می کنیم (شکل ۳-۳۴-ب). با اعمال آستانه گذاری بر تعداد پیکسل های تصویر وجود یا عدم وجود قطعه قابل تشخیص است. این آستانه به صورت تجربی و با توجه به ابعاد قطعه ۱۰۰۰ در نظر گرفته شده است.

الف



ب



شکل ۳-۳۴ تشخیص وجود یا عدم وجود قطعه ی شماره ی ۲۰

فصل چہارم

نتائج تجربی

۴ نتایج تجربی

۴-۱ مقدمه

در این تحقیق برد الکترونیکی یکی از محافظ‌های الکتریکی شرکت ارم ترونیک شیراز مورد بررسی قرار گرفته است. برای تصویربرداری از بردها از یک دوربین دیجیتال با رزولوشن ۱۲ مگاپیکسل استفاده شده است. دوربین در فاصله‌ی ۲۵ سانتی‌متری از سطح بردها به صورت ثابت نصب شده است. ۳۰ تصویر از این برد تهیه شده و به عنوان پایگاه داده مورد استفاده قرار گرفته است. تصویر اول، تصویر یک برد کاملاً سالم با مونتاژ صحیح قطعات است که به عنوان برد مرجع در نظر گرفته شده است. بردهای بعدی یا بردی جدید با یک قطعه‌ی اشتباه است یا همان برد اول است که یکی از قطعات آن جا به جا شده یا در جهت نادرست قرار گرفته است تا دارای یک عیب باشد. در ادامه نتایج بدست آمده برای هر قطعه را به تفکیک بیان می‌کنیم.

۴-۲ مقاومت

این قطعه بیشترین تعداد را در این برد دارد. همان گونه که در فصل ۳ ذکر شد مقدار این قطعات را از روی نوارهای رنگی روی بدنه‌ی آن می‌توان تشخیص داد. با استفاده از سطوح روشنایی برای یافتن مکان نوارهای رنگی و نیز استفاده از شبکه‌ی عصبی برای تشخیص نوع رنگ، مشاهده می‌گردد که الگوریتم برای یافتن رنگ‌هایی به غیر از قهوه‌ای بسیار موفق عمل می‌کند و موقعیت ۱۰۰٪ نوارهای رنگی به غیر از قهوه‌ای را به درستی تشخیص می‌دهد. به عنوان مثال قطعه‌ی شماره‌ی ۱۸ دارای یک نوار قهوه‌ای رنگ است (شکل ۴-۱). در زیر تصویر قطعه و تصویر N1 با هم نمایش داده شده است. N1 همان تصویر باینری است که باید نشان دهنده‌ی نقاط قهوه‌ای در تصویر باشد و مطلوب آن بوده

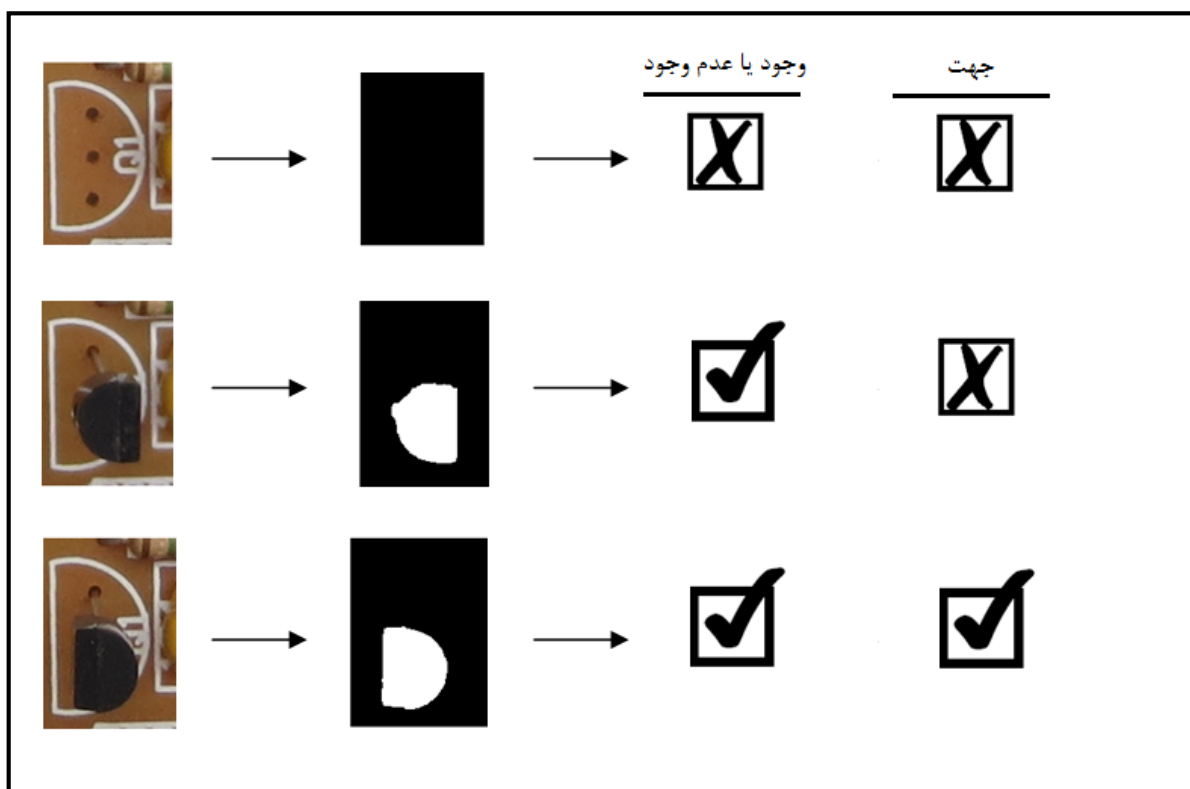
که تنها نوار قهوه‌ای مقاومت را شامل شود ولی چنانچه مشاهده می‌شود نقاط زیادی را شامل شده که روی پس زمینه‌ی برد یا روی بدنه‌ی مقاومت قرار دارند.



شکل ۴-۱ استخراج رنگ قهوه‌ای در تصویر یک مقاومت

۳-۴ ترانزیستور

در هر برد یک ترانزیستور قرار دارد و در تمامی ۳۰ تصویر، جهت این قطعه و وجود یا عدم وجود آن به درستی تشخیص داده شده است. به عنوان مثال ترانزیستور در برد شماره‌ی ۱۱ وجود ندارد و در برد شماره ۱۸ دارای جهت اشتباه است و در برد شماره‌ی ۲۱ بدون مشکل است. روند تشخیص وجود یا عدم وجود و جهت ترانزیستور در سه برد ذکر شده به ترتیب در شکل ۴-۲ قابل مشاهده است.



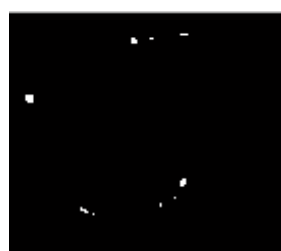
شکل ۴-۲ روند بررسی سه ترانزیستور

۴-۴ دیودهای LED

هر برد شامل ۴ دیود LED است. از آن جهت که حباب رنگی این دیودها فضای زیادی از تصویر را اشغال می‌کند در نتیجه وجود یا عدم وجود آن به راحتی قابل تشخیص است. همانطور که در فصل ۳ ذکر شد محدوده‌ی رنگ دیودها در فضای RGB به صورت دستی استخراج شده است. نتایج حاصله از بررسی ۳۰ برد نشان دهنده‌ی خطای صفر درصدی در تشخیص وجود یا عدم وجود و یا رنگ اشتباه LED در مکان موردنظر است. به عنوان مثال در تصویر ۳ در محل قطعه‌ی شماره‌ی ۴۶ به جای LED قرمز یک LED زرد نصب شده است. روند تشخیص این اشتباه مونتاژی در تصویر زیر نشان داده شده است.



الف



ب

شکل ۳-۴ روند تشخیص یک عیب مونتاژی در LED

در واقع تصویر ۳-۴-ب تعداد پیکسل‌های قرمز رنگ تصویر را نشان می‌دهد که چون تعداد آنها کمتر از میزان آستانه‌ی ۲۵۰۰ است لذا نشان دهنده‌ی عدم وجود LED قرمز در این محل است. حال اگر در این محل وجود دیگر رنگ‌های موجود یعنی زرد و سبز نیز بررسی شود می‌توان پی برد که چه LED ای اشتباهاً به جای LED مورد نظر قرار گرفته است. شکل ۴-۴ این موضوع را نشان می‌دهد. در این شکل تصویر (الف) بررسی وجود رنگ سبز و تصویر (ب) بررسی وجود رنگ زرد را نشان می‌دهد. تصویر ۴-۴-ب حاکی از وجود LED زرد در محلی است که باید یک LED قرمز مونتاژ می‌شده است.

الف



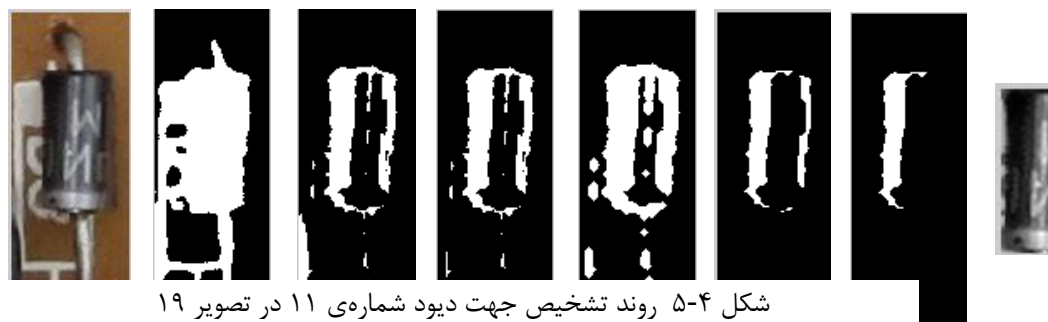
ب



شکل ۴-۴ الف) بررسی احتمال وجود LED سبز ب) بررسی احتمال وجود LED زرد

۴-۵ دیود یکسوساز

هربرد شامل ۴ دیود یکسوساز مشکی رنگ است که درمجموع ۳۰ تصویر، ۱۲۰ تصویر دیود وجود دارد که وجود یا عدم وجود و جهت آنها مورد آزمون قرار می‌گیرد. نتایج به دست آمده حاکی از آن است که شرایط مونتاژ ۱۰۰٪ این قطعات درست تشخیص داده شده‌اند. به عنوان مثال جهت صحیح قطعه‌ی شماره ۱۱ که یک دیود یکسوساز است روبه بالا است. جهت این قطعه در تصویر شماره‌ی ۱۹ رو به پایین قرار دارد که اشتباه است. روند تشخیص بدنه‌ی دیود در شکل ۴-۵ قابل مشاهده است.

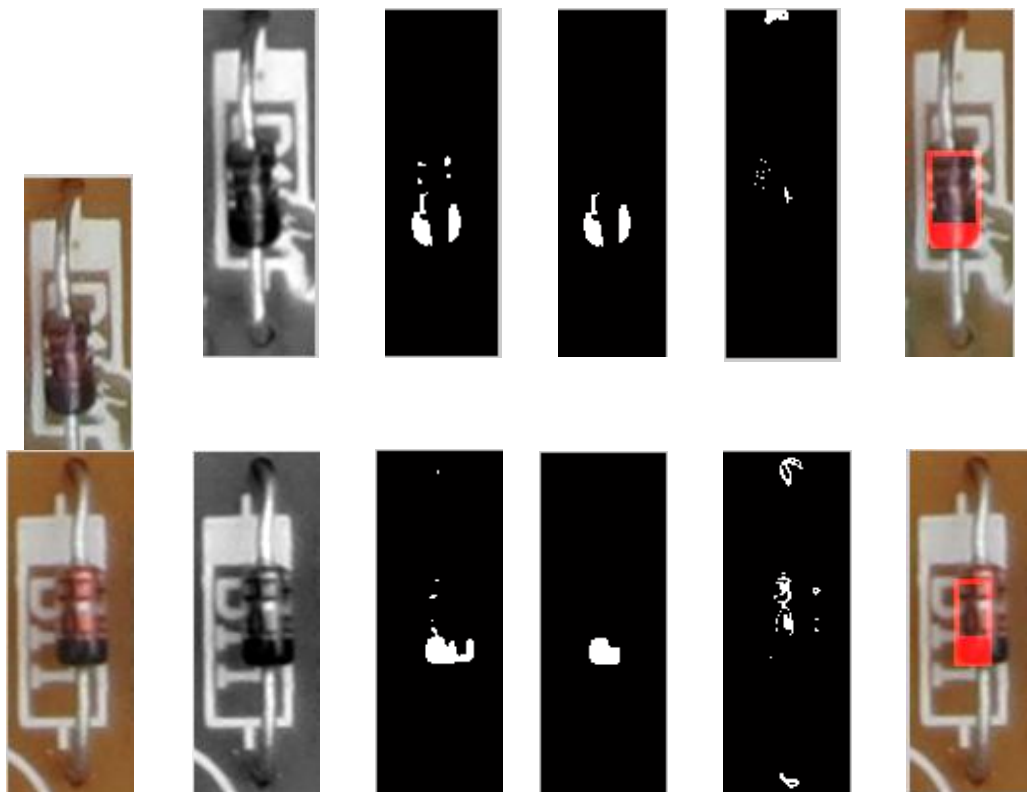


حال جمع روشنایی تمامی پیکسل‌ها در دو پنجره با ضخامت ۱۵ پیکسل در بالا و پایین تصویر و مقایسه‌ی آنها حاکی از جهت رو به پایین دیود خواهد بود.

۴-۶ دیود زینر

تعداد دیودهای زینر در هر برد ۶ عدد می‌باشد که در مجموع ۳۰ تصویر، تعداد ۱۸۰ قطعه وجود دارد. تعدادی از این دیودها به صورت افقی و تعدادی به صورت عمودی قرار گرفته‌اند. در برخی از تصاویر تعدادی از این دیودها یا در سر جای خود وجود ندارند یا در جهت اشتباه نصب شده‌اند. نتایج به دست آمده در عیب‌یابی تمامی تصاویر حاکی از تشخیص صحیح ۱۰۰٪ برای این قطعه است. به

عنوان مثال قطعه‌ی شماره‌ی ۳۸ در تصویر ۲۱ و قطعه‌ی شماره‌ی ۲۶ در تصویر ۲۲ دارای جهت اشتباه هستند. روند تشخیص جهت این دو قطعه به ترتیب در شکل ۴-۶ قابل مشاهده است.

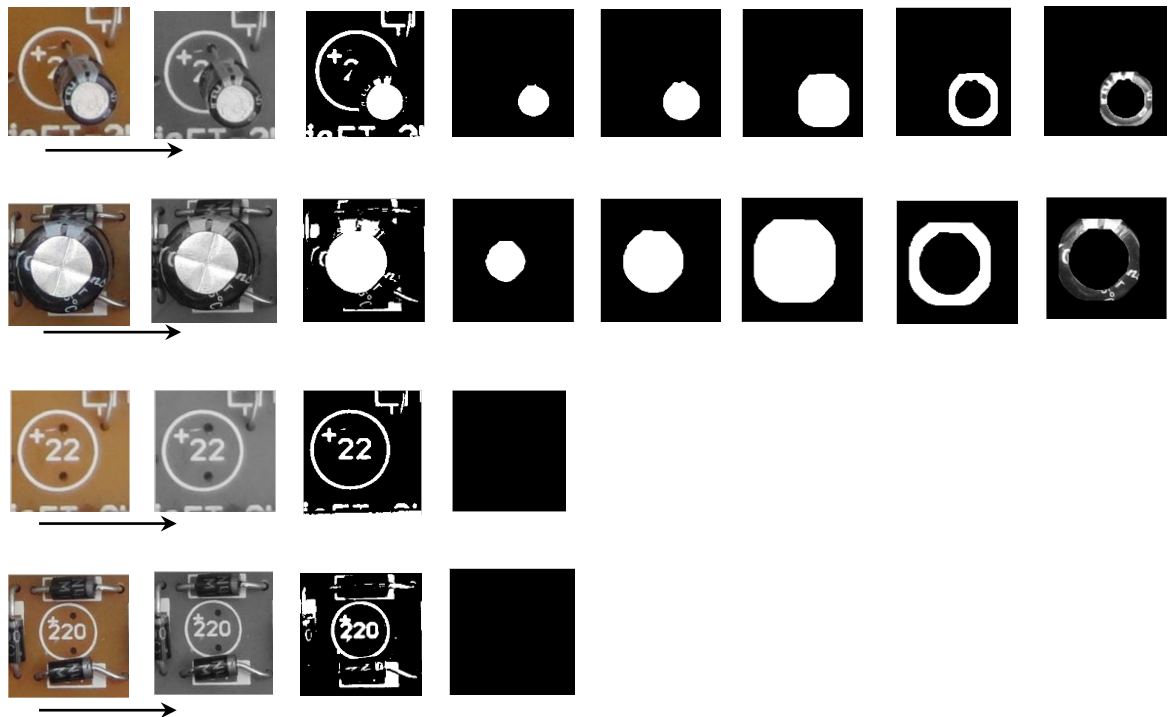


شکل ۴-۶ روند تشخیص جهت برای دو دیود زیر

۷-۴ خازن الکتrolیتی

هر برد شامل سه خازن الکتrolیتی است و در مجموع، ۹۰ تصویر از این قطعه مورد بررسی قرار گرفته است که صحت یا عدم صحت مونتاژ آن در ۱۰۰٪ تصاویر درست تشخیص داده شده است.

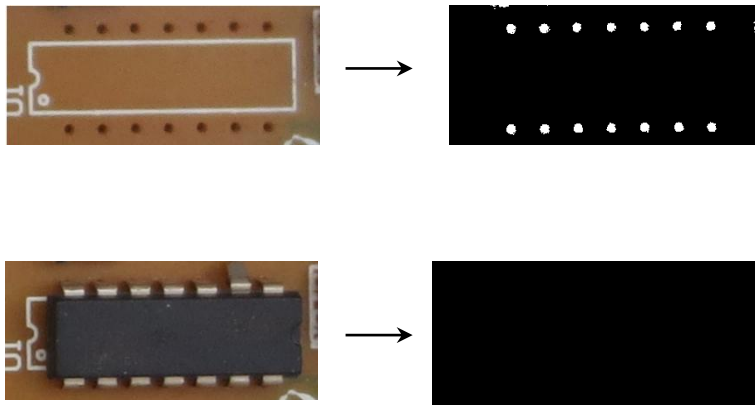
قطعات شماره ۲۸ و ۵ به ترتیب در تصاویر ۱۹ و ۲۰ دارای جهت اشتباه و در تصاویر شماره ۴ و ۱۲ وجود ندارند. روند تشخیص این چهار عیب مونتاژی به ترتیب در شکل ۴-۷ قابل مشاهده است.



شکل ۴-۷ روند بررسی چهار خازن الکتrolیتی

۴-۸ تراشه

در هر برد یک تراشه وجود دارد. وجود یا عدم وجود و جهت این قطعه در تمامی تصاویر به درستی تشخیص داده شده است. به عنوان مثال این قطعه در تصویر شماره ۱۶ موجود نیست و در تصویر شماره ۱۷ دارای جهت اشتباه است. روند تشخیص این دو عیب مونتاژی به ترتیب در شکل ۴-۸ قابل مشاهده است.



شکل ۴-۸ بررسی دو تراشه

۴-۹ سایر قطعات

قطعاتی همچون قطعات شماره ۱، ۶، ۷ و ۲۰ که دارای جهت نمی‌باشند و تنها وجود یا عدم وجود آنها اهمیت دارد نیز به صورت ۱۰۰٪ صحیح در تمامی تصاویر تشخیص داده شده‌اند.

فصل پنجم

نتیجه‌گیری و پیشنهاد کارهای آتی

۵ نتیجه گیری و پیشنهاد کارهای آتی

۵-۱ نتیجه گیری

در این تحقیق سعی بر آن داشتیم تا با استفاده از تکنیک‌های پردازش تصویر صحت مونتاژ قطعات را بر روی یک برد الکترونیکی بررسی کنیم.

در فصل اول مقدمه‌ای جهت آشنایی با موضوع کلی تحقیق، کاربردها و چالش‌های پیش رو و مروری بر کارهای گذشته‌ای که در این زمینه انجام شده است بیان شد. از آنجا که تولید بردهای مونتاژ دستی در بسیاری از کشورهای پیشرفته دنیا منسوخ شده است تحقیقات گذشته بیشتر درمورد شناسایی و تشخیص یک قطعه‌ی خاص در یک شرایط آزمایشگاهی ایده آل صورت گرفته و یا بر تشخیص عیب‌های مونتاژی در بردهای SMD متمرکز بوده است. ولی در این تحقیق یک برد الکترونیکی DIP با تعداد زیادی قطعه مورد بررسی قرار گرفت.

در فصل دو مباحث نظری و تئوری‌های استفاده شده در این تحقیق شرح داده شد و در فصل سوم روش‌های پیشنهادی به تفصیل بیان شدند. تصویر بردها را به تصویر برد مرجع بازنشانی کردیم و مکان قطعات را بر روی برد مشخص نمودیم. از آن پس بسته به نوع قطعات براساس خصوصیات شکل و رنگ به استخراج ویژگی‌های لازم جهت تشخیص وجود یا عدم وجود و جهت قطعات پرداختیم. همانطور که در این فصل بیان شد روش‌های پیشنهادی برای تمامی قطعات به جز مقاومت‌ها به صورت صد درصد کارآمد بود.

دلیل خطاهای این روش در تشخیص برخی مقاومت‌ها نیز همانگونه که ذکر شد وجود نویزهای شدید در تصویر و مشابهت رنگ قهوه‌ای به رنگ پس زمینه‌ی برد و رنگ پس زمینه‌ی خود مقاومت بود.

۵-۲ پیشنهاد کارهای آتی

بسیاری از نويزهای رنگی تصویر را می‌توان با عکسبرداری با یک دوربین صنعتی و در یک فضای کنترل شده با نور مصنوعی و بدون تاثیر از نور محیط کاهش داد. با این کار تشخیص رنگ‌ها با دقت بالاتری صورت خواهد گرفت .

احتمالا مشکل عمده‌ی این تحقیق در تشخیص رنگ قهوه‌ای مقاومت‌ها نیز با استفاده از شبکه‌های عصبی قوی‌تر و الگوریتم‌های کلاسه‌بندی قابل رفع خواهد بود. چرا که این نوارهای رنگی در همه‌ی مقاومت‌ها یکسان نیست و به صورت نوارهای روشن یا تاریک مشاهده می‌شوند که می‌توان هر کدام از آنها را در یک کلاس ولی به عنوان رنگ قهوه‌ای در نظر گرفت.

عمل دیگری که ممکن است در تشخیص نوارهای رنگی مقاومت ها مفید واقع شود تشخیص و حذف رنگ پس زمینه‌ی برد و پس زمینه‌ی مقاومت از تصویر است.

- [1] Frazee, Ralph E. ; Watkins, Laurence S. (1976) “Gold Contact Inspection Using a Scanning Laser Beam” **Industrial Electronics and Control Instrumentation**, IEEE Transactions on, Vol. IECI-23 - Issue: 1 -pp. 3 - 7
- [2] E.Guerra, J.R.Villalobos (2001) “A three-dimensional automated visual inspection system for SMT assembly”. **Computer & Industrial Engineering** 40 pp.175-190
- [3] Boyer, J. ; Drung, D. ; Schurig, T. (2001) “SQUID photoscanning: an imaging technique for NDE of semiconductor wafers and devices based on photomagnetic detection” **Applied Superconductivity**, IEEE Transactions on, vol.11- pp.1162-1167
- [4] Kuo-Chao Lin ; Wen-Liang Chen ; Shing-Chia Chen ; Fu-Sung Wang (2001) “Diagnostic technique for classifying the quality of circuit boards using infrared thermal image” **IFSA World Congress and 20th NAFIPS International Conference**, 2001. Joint 9th, vol.1- pp.464-469
- [5] Bechou, L. ; Dallet, D. ; Dantov, Y. ; Daponte, P. ; Ousten, Y. ; Rapuano, S. (2001) “An improved method for automatic detection and location of defects in electronic components using scanning ultrasonic microscopy” **Instrumentation and Measurement Technology Conference**, 2001. IMTC 2001. Proceedings of the 18th IEEE ,vol.1. – pp.65-70
- [6] Yoshihiro Mitani, Yuuki Sugimura, and Yoshihiko Hamamoto (2002) “A Method for Reading a Resistor by Image Processing Techniques” **Faculty of Engineering, Yamaguchi University, Ube**, 755-8611, Japan
- [7] Huang Zhihui ; Kan Shulin ; Yuan jing ; Ren Yizhou ; Wei Yufeng ; Dong Qiaoying (2008) “Intelligent fuzzy wavelet system for electronic parts appearance quality prediction” **Neural Networks, IJCNN 2008**. (IEEE World Congress on Computational Intelligence). IEEE International Joint Conference on , pp.271-278
- [8] K. Sundaraj. (2009) “PCB Inspection for Missing or Misaligned Components using Background Subtraction”. **WSEAS TRANSACTIONS on NFORMATION SCIENCE and APPLICATIONS (2009)**

[9] Zhou Zeng, LiZhuang Ma, and ZuoYong Zheng. (2010) “Extracting PCB components based on color distribution of highlight areas”. **Computer Science and Information Systems**.Vol.7-.No.1

[10] Abrial, P. ; de Meneses, Y.L. ; Bhatia, P. (2010) “Color detection for vision machine defect inspection on electronic devices” **Electronic Manufacturing Technology Symposium (IEMT)**, 34th IEEE/CPMT International . IEMT.2010, pp. 1 – 3

[11] Jin Yang ; Ume, I.C. ; Lizheng Zhang (2010) “Defect Detection of Flip Chip Solder Bumps With Wavelet Analysis of Laser Ultrasound Signals “**Advanced Packaging, IEEE Transactions on**. Vol.33 – pp.19-29

[12] Ruiz, C.M. ; Fontane, X. ; Fairbrother, A. ; Izquierdo-Roca, V. ; Broussillou, C. ; Bodnar, S. ; Perez-Rodriguez, A. ; Bermudez, V. (2012) “Developing Raman scattering as quality control technique: Correlation with presence of electronic defects in CIGS-based devices” **Photovoltaic Specialists Conference (PVSC)**, 38th IEEE, pp. 455 - 458

[13] Ma Can ; Mao JianXu ; Mao JianPing (2012) “Research and Develop on PCB Defect Intelligent Visual Inspection Robot” **Photonics and Optoelectronics (SOPO)**, 2012 Symposium on ,pp.1-4

[14] Šíma, J. and P. Orponen, (2003) General-purpose computation with neural networks: A survey of complexity theoretic results. **Neural Computation**, 15(12): p. 2727-2778

Abstract

Industrial automation is one of the important components in industrial production, continuity, consistency and quality control of products. Increase the volume of production for each producer mean to increase in manpower, equipment and other costs. Therefore manufactures want to use automated devices always instead of human resources. Because the equipment and automated devices are quickly and more efficiently than human resources. These difference in the field of quality control is very evident and impressive and the main reason for the No fatigue of automated equipment that this reduce the error diagnostics possible to drastically of output products. This research is defect detection in DIP electronic boards using image processing. These defects are include the lack of a part, wrong direction for the parts that are important to them in orbit and the amount of electrical resistances. Portrait of a healthy board and extracted local coordinate of every part in their location first and used it for reference of the location of each part. When evaluating an input board the image provided from it, then an image by a certain sign that the board is mounted, by helping Hough algorithm will be registration to the reference board until image has two board so exactly on each other. Then to check every part used of their pre-defined local coordinates. After the image was extracted from each part, depending on the part, its features are extracted. These features include color and other shape features. By extracting these features and compare it with target features we can able to defect detection in the assembly of parts. In this study, the one of board of protective electrical of Shiraz Eramtronic Company been surveyed. 30 picture of the board prepared as the database is used. Extracted features and proposed methods for defect detection and contrary to all components other than the resistance of results to have a hundred percent for resistors of these results have been reduced to 85% and Because of that there are brown strips on resistance and its similarity with the board background color and resistance background color.

Key words:DIP electronic boards ,Image processing ,Computer vision , Defect detection , Industrial automation , Neuutral network



University of Shahrood

Faculty of Mechatronics

Defect Detection In DIP Electronic Boards Using Image Processing

Abbas tarakeme

Supervisor:

Dr. alireza ahmadi fard

September 2014