فصلنامه رویکردهای نوین در تحقیقات علوم پایه، فنی و مهندسی
سال سوم، شماره ۱۰،پاییز ۱۳۹۹
ISSN: ۲٦٤٥-٥٤٣٩
www.jonarbset.ir

کاهش خطا در تشخیص بیماری گیاهان به کمک پردازش تصویر و هوش مصنوعی فازی

اعظم هارونی [۱] ، مصطفی شمسی [۲]

[۱] کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خمین (نویسنده مسئول)
[۲] عضو هیات علمی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر(پلی تکنیک تهران)

چکیده

یک سیستم بینایی ماشین برای تشخیص بیماری های گیاهی یا جداسازی میوه های عیب دار از بدون عیب، جهت کارکرد صحیح، دقیق و با سرعت، نیازمند پارامترهای متعددی است، لذا بایستی این پارامترها به بهترین وجه انتخاب شوند. این پارامتر ها شامل دقت نمونه برداری بر اساس شرایط نور، سرعت، فاصله و زاویه نمونه برداری است. این پژوهش باهدف مدل‌سازی بیماری ها به منظور مدل‌سازی سیستم تشخیص از سامانه استنتاج عصبی فازی تطبیقی استفاده گردیده است نتایج نشان می دهد که می‌توان شبکه عصبی فازی با استفاده از الگوریتم کلاسیک ترکیبی را آموزش داد به نحوی‌که خطا برای داده های آموزش کاهش یابد.

واژه‌های کلیدی: پردازش تصویر، شبکه‌های عصبی، بیماری‌های گیاهان، منطق فازی

۱. مقدمه

در برخی از کشورهای درحال‌توسعه، کشاورزان ممکن است مجبور به پیمودن مسافت‌های طولانی برای تماس با کارشناسان باشند که این کار بسیار گران و وقت‌گیراست. همچنین، کنترل به‌موقع بیماری میوه‌ها و گیاهان باعث کاهش تلفات محصول و حداقل استفاده از سموم شیمیایی می‌شود که درنتیجه باعث کاهش آلودگی منابع زیرزمینیمی‌شود . فناوری بینایی ماشینوپردازش تصویرقادر است به‌طور خودکار بیماری‌های گیاهی را تشخیص، تفکیک و طبقه‌بندی نماید. تشخیص خودکار بیماری‌های گیاه برای افرادی که اطلاعاتی در مورد روش کشت محصول ندارند، می‌تواند مزایای بسیاری داشته باشد. مزایای استفاده از تکنولوژی تصویربرداری، دقیق، غیر مخرب و عملکرد بهتری است. کاربرد تکنولوژی ماشین بینایی بازدهی صنعت کشاورزی را به‌وسیله کاهش هزینه‌های کارگری، افزایش خواهد داد . طراحی و کاربرد این فناوری‌هابه‌طور عمده به کاهش کاربرد مواد شیمیایی و کاهش هزینه‌های پرسنلی و افزایش حاصل خیزی و کیفیت محصول کمک می‌کنید. تشخیص سریع و خودکار بیماری‌های گیاهی پژوهشی ضروری است که در نظارت بر باغ‌ها و زمین‌های بزرگ مزایای زیادی دارد.

فعالیت‌های محققین به‌گونه‌ای توسعه یافت تا تشخیص بیماری‌های گیاهی با سرعت بسیار بیشتری و با دقت بالایی صورت گیرد. استفاده از ماشین بینایی و پردازش تصویر به‌عنوان یک روش غیر مخرب و سریع می‌تواند در بررسی عیوب ظاهری محصولات کشاورزی نقش مؤثری را ایفا نماید. بینایی ماشین و پردازش تصویر،یک تکنیک سریع، اقتصادی و دقیق است که چند سالی است جهت بررسی عینی گیاهان و میوه‌جات به کار گرفته می‌شود. [۱].

منابع خطای بسیاری در انجام اندازه‌گیری با سیستم بینایی ماشین وجود دارد که شامل موارد فوقمی‌شود: تنظیم نبودن نور و درنتیجه ایجاد سایه در تصویر، انتخاب نامناسب حد آستانه برای جداسازی زمینه از تصویر، امکان چسبیدن اجسام به یکدیگر، خطای ناشی از جهت قرار گرفتن جسم زیر دوربین، خطای ناشی از برجستگی ناهمواری سطحی اجسام [۲]. درروش پیشنهادی ما، از روش‌های پردازش تصویر برای استخراج ویژگی‌ها استفاده می‌شود. به‌طور خلاصه روش کار سیستم بدین‌صورت است که بعد از عکس‌برداری از جسم موردنظر و ذخیره آن عواملی چون نویز تصویر،پیش‌زمینه تصویر و همچنین کاهش انعکاس نور در تصویر را به‌منظور بررسی دقیق حذف می‌کند و سپس به‌وسیله الگوریتم‌ها و روش‌های مخصوصبه ارزیابی ویژگی‌های محصول و یافتن کدهای هر تصویرمی‌پردازد.

۲. پیشینه تحقیق

۱,۲کنترل

مناطق بالقوه برای تعیین سابقه بیماری، مشکلات موجود و هر محصول جایگزین میزبان در چرخش ضروری است. حفظ تناوب‌های طولانی۷ ساله یا بیشتر و درجایی که انتخاب گونه‌های مقاوم ممکن است و پایگاه داده انواع برای اطلاعات بیشتر. حداقل کردن آسیب محصول و ترویج مجموعه پوستی کامل بانمونه باقیمانده دریک بازه‌ی زمانی میان خرابی ساقه و برداشت مهم است. حداقل کردن آسیب ودرمان کافی برای هر زخمی قبل از ذخیره‌سازی ضروری است. قارچ‌کش در دسترس هستند اما درمان اولیه می‌باشند بااحتیاط به خاطرمقاومت مصرف می‌شود [۳].

۲,۲ پردازش تصویر

پردازش تصاویر دارای دوشاخه عمده بهبود تصاویر و بینایی ماشین است. بهبود تصاویر دربرگیرنده روش‌هایی چون استفاده از فیلتر محوکننده و افزایش تضاد برای بهتر کردن کیفیت دیداری تصاویر و اطمینان از نمایش درست آن‌ها در محیط

مقصد است، درحالی‌که بینایی ماشین به روش‌هایی می‌پردازد که به کمک آن‌ها می‌توان معنی و محتوای تصاویر را درک کرد تا از آن‌ها در کارهایی چون رباتیک و محور تصاویر استفاده شود.

در معنای خاص آن پردازش تصویر عبارتاست از هر نوع پردازش سیگنال که ورودی یک تصویر است مثل عکس یا صحنه‌ای از یک فیلم. خروجی پردازشگر تصویر می‌تواند یک تصویر یا یک مجموعه از نشان‌های ویژه یا متغیرهای مربوط به تصویر باشد. اغلب تکنیک‌های پردازش تصویر شامل برخورد با تصویر به‌عنوان یک سیگنال دوبعدی و بکاربستن تکنیک‌های استاندارد پردازش سیگنال روی آن‌ها می‌شود. پردازش تصویر اغلب به پردازش دیجیتالی تصویر اشاره می‌کند ولی پردازش نوری و آنالوگ تصویر هم وجود دارند [۴].

۳,۲هیستوگرام تصویر

در علم آمار بافت نگار (هیستوگرام) یک نمودار ستونی و پله‌ای برای نشان دادن داده‌ها است. برای نمونه بافت‌نگار فراوانی، نمودار مستطیلی با پایه‌ای به پهنای یک واحد بر روی هر مقدار مشاهده‌شده استکه ارتفاع هر ستون آن برابر با فراوانی داده موردنظر همخوانی دارد نمودار بافت‌نگار همانند نمودار ستونی است و یگانه اختلافی که بین این دو وجود دارد، نمایش ستون‌هاست. در پردازش تصویرها بافت‌نگار تصویر نموداری است که توسط آن تعداد پیکسل‌های هر سطح روشنایی در تصویر ورودی مشخص می‌شود.

۴,۲ استخراج ویژگی

عملگر LBP به محاسبات آماری و تحلیل ساختاری بافت وابسته است. LBP بافت تصویر را با کوچک‌ترین عنصر اولیه که تکستون نامیده می‌شود، توصیف می‌کند. برای هر پیکسل تصویر کد دودویی محاسبه می‌شود، کد دودویی با استفاده از آستانه‌گذاری بر روی همسایه‌های هر پیکسل برای نمونه حداقل ۸ پیکسل، با مقدار سطح خاکستری پیکسل مرکزی تولید می‌شود. هیستوگرام ترکیب مجموعه‌ای است از کدهای دودویی مختلف به‌دست‌آمده که انواع متفاوت لبه‌های انحنادار، نقطه‌ها، ناحیه‌های یکنواخت را نشان می‌دهند. این هیستوگرام نتیجه بردار ویژگی حاصل‌شده از اعمال عملگر LBP را تنظیم می‌کند. عملگر LBP نسبت به چرخش ثابت نیست، اما نسبت به تغییرات یکنواخت مقیاس خاکستری ثابت است. تعداد ابعاد توزیع بردار LBP با توجه به تعداد همسایه پیکسل استفاده‌شده، محاسبه می‌شود.

اولین توسعه روی الگوی دودویی محلی با نام الگوی یکنواخت صورت گرفت. الگوی دودویی محلی مستقل از چرخش توسعه‌ای دیگر از الگوی دودویی محلی است. هنگامی‌که یک ناحیه تصویر در صفحه می‌چرخد، تمام همسایه‌ها حول پیکسل مرکزی در یک‌جهت خواهند چرخید.این اثر چرخش منجر به مقادیر متفاوتی برای الگوی دودویی محلی می‌شود. برای این منظور، محققین توسعه جدیدی از الگوی دودویی محلی که مستقل از چرخش است را معرفی کرده‌اند. عبارت مستقل از چرخش در اینجا مربوط به تغییرات مکانی وابسته به تغییرات نور و یا اشیاء متفاوت نیست. مستقل از چرخش برای برطرف کردن اثر نامطلوب چرخش، از عملگر چرخشی بیتی دایره‌ای به سمت راست استفاده می‌شود تا با چندین تکرار تمامی کدهای دودویی که با این بیت‌ها می‌توان تولید کرد را به دست آورد و سپس کمترین مقدار دهدهی را از الگوی دودویی به دست آورد.

۵,۲ سیستم‌های فازی

سیستم‌های فازی سیستم‌های مبتنی بردانش یا قواعد است. قلب یک سیستم فازی یک پایگاه دانش بوده که از قواعد اگر-آنگاه فازی تشکیل‌شده است. یک قاعده اگر-آنگاه فازی یک عبارت اگر– آنگاه بوده که بعضی کلمات آن به‌وسیله توابع تعلق پیوسته مشخص‌شده‌اند. به‌طورکلی دو راه‌حل برای طراحی چنین کنترل‌کننده‌ای وجود دارد.

موتور استنتاج فازی این قواعد را به یک نگاشت از مجموعه‌های فازی در فضای ورودی به مجموعه‌های فازی در فضای خروجی بر اساس اصول منطق فازی ترکیب می‌کند. مشکل اصلی در رابطه با سیستم‌های فازی خالص این است که

ورودی‌ها و خروجی‌های آن مجموعه‌های فازی است. برای حل این مشکل تاکاگی سوگنو و کانگ نوع دیگری سیستم‌های فازی معرفی کرده‌اند که ورودی‌ها و خروجی‌های آن متغیرهایی با مقادیر واقعی هستند. سیستم‌های فازی را می‌توان به‌عنوان کنترل‌کننده حلقه باز و یا کنترل‌کننده حلقه بسته مورداستفاده قرارداد. سیستم فازی هنگامی‌که به‌عنوان کنترل‌کننده حلقه باز استفاده می‌شود معمولاً بعضی پارامترهای کنترل را معین کرده و آنگاه سیستم مطابق با این پارامترهای کنترل کار می‌کند. بسیاری از کاربردهای سیستم فازی در الکترونیک به این دسته تعلق دارند. هنگامی‌که سیستم فازی به‌عنوان یک کنترل‌کننده حلقه بسته استفاده می‌شود در این حالت خروجی‌های فرایند را اندازه‌گیری کرده و به‌طور هم‌زمان عملیات کنترل را انجام می‌دهد. کاربرد سیستم فازی در فرایندهای صنعتی به این دسته تعلق دارد.

۷,۲پژوهش‌های انجام شده

در مطالعه‌ای که در سال ۲۰۱۳ توسط آسیما رفیق و همکارانش صورت گرفت، به‌کارگیری سیستم‌های پردازش غذا و میوه‌جات با به‌کارگیری سیستم‌های بینایی ماشین صورت گرفت. در این مطالعه نقش نرم‌افزار مطلب و جعبه‌ابزارهای مربوطه در پردازش تصویر و شبکه عصبی در مطالعه بر روی غذاها و میوه‌جات موردبررسی قرار گرفت [۵]. آقای عزیزی و همکارانش در سال ۱۳۹۱ اقدام به مقایسه ارقام مختلف سیب‌زمینی بر اساس مؤلفه‌های رنگی با استفاده آرتکنیک‌های پردازش تصویر کردند. رنگ یک پارامتر مهم در تحلیل تصاویر و یک شاخص مهم استخراج اطلاعات مفید از تصاویر رنگی است هدف از این مقاله بررسی تفاوت مؤلفه‌های رنگی چهار رقم مختلف سیب‌زمینی منطقه اردبیل شامل آگریا ساوالان فونتانه و ناتاشا در فضاهای رنگی متعددی نظیر RGB و HSV Lab باهدف جداسازی رقم است نتایج نشان می‌دهد که ۵ مؤلفه رنگی H,B,G,R از ۹ مؤلفه بالا تفاوت معنی‌داری را در بین ارقام یادشده دارند که می‌توانند به‌عنوان شاخصی برای شناسایی برخی از ارقام سیب‌زمینی استفاده شوند [۶].

در یک مقاله علمی در سال ۲۰۱۴ خانم مریم توکلی و آقای محسن نجفی زاده با استفاده از پردازش تصویر، روش جداسازی سیب‌زمینی‌های جوانه‌دار را در خط تولید ارائه نمود. روش آن‌ها بر پایه استفاده از MATLA 2013 بود. آن‌ها در ابتدا جهت کاهش حجم تصویر و افزایش سرعت پردازش تصویر را به سطوح خاکستری تبدیل کردند. در ادامه فیلتر پرویت رابر آن اعمال نمودند. با به‌کارگیری تابع imdilate لبه‌های تصویر را گسترش دادند و توسط تابع imfillحفره‌ها به‌صورت سفیدرنگ درآمد. در ادامه با به‌کارگیری تابع imopen و با در نظر گرفتن دو محور با زاویه صفر درجه و نود درجه قسمت‌های اضافی تصویر را حذف نمودند. این روش، روشی کارآمد برای شناسایی سیب‌زمینی‌های دارای جوانه‌های سبزرنگ بود [۷]. در یک تحقیق علمی در سال ۲۰۱۱آقای حسن خانی و دوستانشان مشکلات سطح سیب‌زمینی را توسط پردازش تصویر موردبررسی قراردادند. این محققین از دوربین CCD برای گرفتن عکس‌های موردنظر و از دستورات پردازش تصویر نرم‌افزار مطلب استفاده نمودند و به نرخ تشخیص ۹۷,۶۷٪ رسیدند [۸].

۳. روش الگوریتم پیشنهادی

۱,۳پیش‌پردازش تصاویر

پس از تحصیل تصاویر، گام بعدی پیش‌پردازش تصویر است. مرحله پیش‌پردازش شامل عملیاتی است که قبل از مرحله بخش‌بندی و به‌منظور حذف اثرات ناخواسته در تصویر انجام می‌شود و شامل عملیاتی همچون انتقال تصویر از فضای رنگی به فضای خاکستری، استخراج هیستوگرام تصویر، آستانه گیری روی هیستوگرام و تبدیل تصاویر بین فضاهای رنگی است. داده‌ها

معمولاً سه نقص بزرگ دارند:بعضی از داده‌هادارای خطاهستند، بعضی از مقادیر داده‌ها وجود ندارندو در بعضی موارد هم ناسازگاری بین داده‌ها وجود دارد. این نقایص در داده‌های حجیم بسیار بیشتر است و به همین خاطر توجه به آن‌ها بسیار مهم است. به دلیل اینکه بیان داده‌های نامناسب، خروجی‌ها را نیز غیرمفید خواهد کرد؛ در پیش‌پردازش سعی می‌کنیم ۱- داده‌های خطا،missing و ناسازگار را شناسایی کنیم ۲- به بهترین شیوه ممکن این نقایص را رفع کنیم تا بتوانیم خروجی‌های مطلوبی از داده‌کاوی داده‌ها داشته باشیم.

مهم‌ترین تکنیک‌های پیش‌پردازش داده‌ها عبارت‌اند از:

تکنیک‌های یکپارچگی بین داده‌ها ازآنجایی‌که ممکن است داده‌ها از منابع مختلفی جمع‌آوری‌شده باشند، نیاز به یکپارچگی بین آن‌ها است.

تکنیک‌های کاهش داده در حجم بالای داده ممکن است بعضی از داده‌های غیرمفید هم وجود داشته باشد و نیاز نباشد همه داده‌ها در پردازش نهایی وجود داشته باشدکه از تکنیک‌کاهش داده استفاده می‌شود.

۲,۳ الگوریتم LBP

هدف از استخراج ویژگی‌ها، کاهش داده‌های تصویر به‌وسیله‌ی ویژگی‌های مطمئن یا خواصی از هر ناحیه بخش‌بندی شده مثل رنگ، بافت یا شکل در تصویر است. در این تحقیق از ویژگی‌های بافتی برای تشخیص بیماری‌ها استفاده شده است. عملگرLBP به محاسبات آماری و تحلیل ساختاری بافت وابسته است. برای هر پیکسل تصویر کد دودویی محاسبه می‌شود، کد دودویی با استفاده از آستانه‌گذاری بر روی همسایه‌های هر پیکسل برای نمونه حداقل ۸ پیکسل، با مقدار سطح خاکستری پیکسل مرکزی تولید می‌شود. هیستوگرام ترکیب مجموعه‌ای است از کدهای دودویی مختلف به‌دست‌آمده که انواع متفاوت لبه‌های انحنادار، نقطه‌ها، ناحیه‌های یکنواخت و ... را نشان می‌دهند. این هیستوگرام نتیجه بردار ویژگی حاصل‌شده از اعمال عملگر LBP را تنظیم می‌کند. عملگر LBP نسبت به چرخش ثابت نیست، اما نسبت به تغییرات یکنواخت مقیاس خاکستری ثابت است. تعداد ابعاد توزیع بردار LBP با توجه به تعداد همسایه پیکسل استفاده‌شده، محاسبه می‌شود.

هنگامی‌که یک ناحیه تصویر در صفحه می‌چرخد، تمام همسایه‌ها حول پیکسل مرکزی در یک‌جهت خواهند چرخید.این اثر چرخش منجر به مقادیر متفاوتی برای الگوی دودویی محلی می‌شود. عبارت مستقل از چرخش مربوط به تغییرات مکانی وابسته به تغییرات نور و یا اشیاء متفاوت نیست. مستقل از چرخش برای برطرف کردن اثر نامطلوب چرخش، از عملگر چرخشی بیتی دایره‌ای به سمت راست استفاده می‌شود تا با چندین تکرار تمامی کدهای دودویی که با این بیت‌ها می‌توان تولید کرد را به دست آورد و سپس کمترین مقدار ده‌دهی را از الگوی دودویی به دست آورد.

۳,۳ سیستم استنتاج فازی

سیستمی که یک نگاشت از ورودی به خروجی را با استفاده از منطق فاز فرموله می‌کند به نام سیستم استنتاج فازی شناخته می‌شود. سیستم استنتاج فازی همچنین به نام سیستم مبتنی بر قواعد نیز نامیده می‌شود؛ زیرا این سیستم‌ها ازتعدادی عبارت «اگر-آنگاه» ساخته‌شده است. وقتی چنین سیستم‌هایی در نقش کنترلی ظاهر می‌شوند به آن‌هاکنترل‌کننده‌های فازی گویند [۹].

پایگاه قواعد: شامل قواعد و عبارات «اگر–آنگاه» فازی

پایگاه داده: تعریف توابع عضویت

[۱] noisy

واحد تصمیم‌گیری: انجام عملیات روی قواعد فازی

رابط فازی ساز: تبدیل ورودی‌های حقیقی به مجموعه‌های فازی

رابط غیر فازی ساز: تبدیل نتایج فازی به مقادیر حقیقی

۴,۳معماری سیستم استنتاج فازی

انفیس[۲]شبکه تطبیق پذیروقابل آموزشی است که به لحاظ عملکردکاملاًمشابه سیستم استنتاج فازی است. ساختارشبکه انفیس باپنج لایه،درشکل۳-۲نشان داده‌شده است.

لایه یک:

دراین لایه ورودی‌هاازتوابع عضویت عبورمی کنند. توابع عضویت هرتابع پارامتری مناسب می‌تواندباشدکه دراکثرمواردتوابع گاوسین انتخاب می‌شوند.

لایه دو:

گره‌های لایه دوم ثابت درنظرگرفته می‌شوند .این گره‌هادوسیگنال ورودی که درواقع معادل قسمت اگر قوانین هستند رادرهم ضرب کرده وحاصل رابه‌عنوان خروجی تحویل شبکه می‌دهند.

سیگنال‌های ورودی این گره‌ها درواقع میزان سازگاری ورودی باهریک ازتوابع تعلق وخروجی آن‌ها،وزن مربوط به هریک ازقوانین است.

لایه سه:

گره‌های لایه سوم نیزثابت بوده ووظیفه آن‌ها محاسبه وزن نرمالیزه هریک ازقوانین است.

خروجی این لایه نرمالیزه شده لایه قبلی است.

لایه چهار:

گره‌های لایه چهارم وزن نرمالیزه هریک ازقوانین فازی رادرخروجی بخش مؤخره آن قانون ضرب می‌کند.

لایه پنج:

تنهاگره لایه پنجم نیزکلیه سیگنال‌های خروجی ازگره‌های لایه چهارم راجمع کرده وبه‌عنوان خروجی شبکه تحویل می‌دهد [۱۰].

[۲] ANFIS(adaptive network-based fuzzy inference system)

۱،۴،۳پایگاه قواعد

پایگاه قواعد به مجموعه‌ای از قواعد فازی گفته می‌شود که قلب سیستم استنتاج فازی را تشکیل می‌دهد. استلزام[۳]و استنتاج سیستم بر اساس قواعد است که این قواعد به دو صورت ایجاد می‌شوند؛ یکی از طریق دانش انسانی که با توجه به مشاهدات و تجربیات انسان از نتایج گذشته است و دیگری به‌وسیله‌ی داده‌های ورودی و خروجی است که بر این اساس سیستم به‌صورت خودکار رابطه‌ی بین ورودی‌ها و خروجی‌ها را پیدا می‌کند و قواعدی را برای آن‌ها وضع می‌کند. درواقع سیستم استنتاج فازی یک نگاشت است که می‌توان آن را به شکل زیر نشان داد.

۲،۴،۳ موتور استنتاج فازی

عملکرد موتور استنتاج فازی شبیه فرآیند استدلال آدمی است، به‌طوری‌که با اعمال آن بر روی ورودی‌ها و قواعد، خروجی مشخص می‌شود و این همان کاری است که انسان در بسیاری از قضاوت‌های خود به کار می‌گیرد. عملکرد موتور استنتاج فازی را می‌توان به چهار قسمت تقسیم کرد:

الف-اعمال ورودی به مقدم و بهدست آوردن درجه عضویت آن‌ها

در این قسمت هر ورودی را به مقدم اعمال می‌کنیم و درجه‌ی عضویت را برای هر ورودی به دست می‌آوریم.

ب-اعمال عملگرهای فازی

هنگامی‌که تعدادمقدم‌ها ازیک بیشترشود، بایدعملگرهای فازی به کارگرفته شوند تا عددی به دست آیدکه نمایانگرحاصل مقدم‌ها برآن قانون است، سپس این عدد درتابع خروجی به کار گرفته شود. این عدد، عدد درستی آن قانون نامیده می‌شود. ازمهم‌ترین روابطی که دراین قسمت وجوددارد، رابطه استلزام ممدانی، لارسن، لوکاسیویج و احتمالاست. رابطه استلزام ممدانی ولارسن به ترتیب ازعملگرهای مینیمم وضرب برای به دست آوردن عدد درستی هرقاعده استفاده می‌کنند. رابطه های زیر به ترتیب رابطه استلزام ممدانی، لارسن، لوکاسیویج و احتمال رانشان می‌دهند.

$$R(u,v) = \min[\mu_A(u), \mu_B(v)]$$ رابطه (۱)

$$R(u,v) = \mu_A(u).\mu_B(v)$$ رابطه (۲)

$$R(u,v) = \min[۱,۱ - \mu_A(u) + \mu_B(v)]$$ رابطه (۳)

رابطه(۴)

$$R\,(u,v) = ۱ - \mu_A(u) + \mu_A(u).\mu_B(v)]$$

[۳] Implication

ج-اعمال روش دلالت

روش دلالت یعنی اعمال عدد درستی بر تابع خروجی. ورودی روش دلالت، عدد درستی و خروجی آن‌یک مجموعه فازی است. وزن هر قاعده باید در عدد درستی ضرب شده، سپس به تابع خروجی اعمال شود. اعمال این عدد یعنی برش دادن تابع خروجی در آن عدد.

د-اجتماع خروجی‌ها

ازآنجایی‌که تصمیم‌گیری بر اساس تمام قواعد در سیستم‌های استنتاج فازی صورت می‌گیرد، لذا برای تصمیم‌گیری باید قواعد را با روشی ترکیب کرد. اجتماع روشی است که به‌واسطه آن تمام مجموعه‌های خروجی هر قاعده در یک مجموعه فازی واحد ترکیب می‌شوند. ورودی فرآیند اجتماع، فهرستی از توابع خروجی است که به‌وسیله فرآیند دلالت، برای هر قاعده بریده‌شده و خروجی آن‌یک مجموعه فازی است. روش‌های متفاوتی برای اجتماع گیری وجود دارد که مهم‌ترین آن‌ها ماکزیمم گیری و جمع است. درروش جمع مجموع قوانین را در نظر می‌گیرند، درصورتی‌که درروش ماکزیمم، آن قاعده‌ای که مقدار ماکزیمم را دارد در نظر گرفته و بقیه قوانین در نظر گرفته نمی‌شود.

۵,۳ دسته‌بندی تصاویر

پس از تعیین عوامل مختلف در آموزش و ایجاد شبکه، سیستم وارد مرحله‌ی آموزش می‌شود. در این مرحله پس از تکمیل طراحی سیستم استنتاج فازی پایه، ورودی‌های مربوط به داده‌های آموزشی، به سیستم استنتاج فازی عصبی تطبیقی اعمال‌شده و خروجی‌های پیش‌بینی‌شده توسط سیستم به دست خواهد آمد. با استفاده از میانگین مربعات خطا، مقدار خطای سیستم در پیش‌بینی خروجی نسبت به خروجی‌های واقعی برای داده‌های آموزشی حاصل می‌شود، نمودارهای مربوط به آموزش رسم می‌گردد.

$$MSE = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} e_i^2$$ رابطه(۵)

که در آن MSE میانگین مربعات خطا و N تعداد ورودی‌ها است.

هدفاین است که مدل رفتار سیستم را شبیه‌سازی کند. زمانی مدل سیستم را شبیه‌سازی می‌کند که اختلاف خروجی سیستم با خروجی واقعی نزدیک شود. در حقیقت هدف، کمینه کردن خطا است.

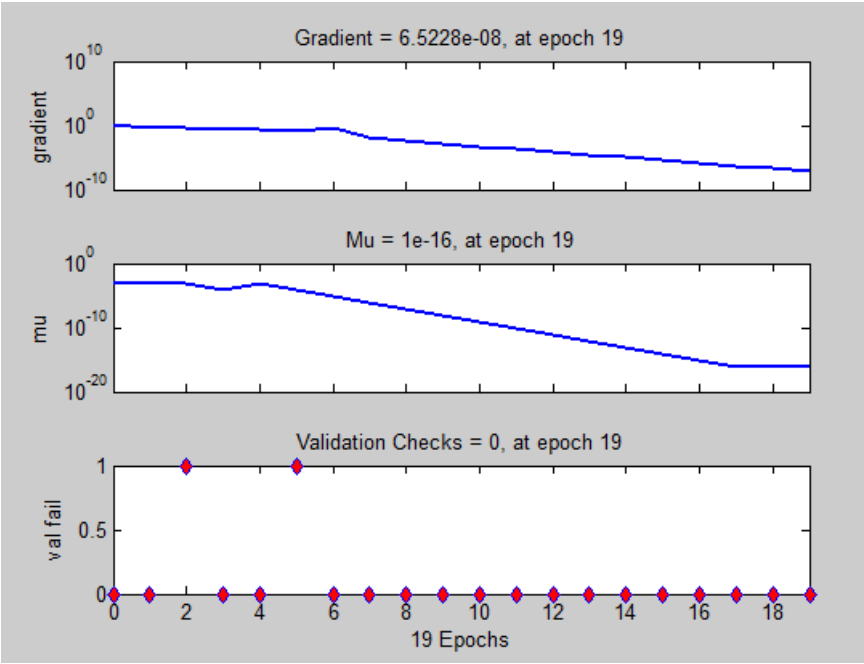
۴. ارزیابی کارایی

۱,۴ آزمایش شبکه

در مرحله‌ی آخر، ورودی‌های مربوط به داده‌های آزمایش به سیستم اعمال می‌گردد و خروجی پیش‌بینی‌شده توسط سیستم نشان داده می‌شود. خطای این خروجی‌های پیش‌بینی‌شده نسبت به خروجی واقعی توسط ریشه میانگین مربعات خطا محاسبه می‌شود و نمودارهای مربوط به آموزش رسم می‌شود.

۲,۴ انتخاب مناسب‌ترین پارامترهای سیستم فازی پایه

علاوه بر پارامترهای مهم که برای هر روش ایجاد سیستم فازی پایه وجود دارد، دو پارامتر، نوع توابع عضویت برای داده‌های ورودی و نوع توابع برای داده‌های خروجی برای هر سه روش قابل‌تغییر است. برای توابع عضویت داده‌های ورودی از میان تابع زنگوله‌ای شکل ۱، تابع گوسی، تابع ذوزنقه‌ای و تابع مثلثی، تابع گوسی بهترین نتیجه را داشته است. برای توابع عضویت داده‌های خروجی دو نوع، ثابت و خطی وجود دارد که تابع عضویت ثابت نتیجه بهتری داشته است و در زمان کمتری همگرا می‌شود.



شکل ۱- نمودار وضعیت داده های آموزشی

ماتریس درهم ریختگی

این جدول برای تعیین مقدار شاخص های ارزیابی مانند دقت (Precision) و صحت (Recall) استفاده می شود. دقت عبارت است از اینکه "چه میزان از نمونه های انتخابی درست هستند" و صحت بر این مفهوم که "چه میزان از نمونه های صحیح موجود انتخاب شده اند" دلالت دارند.

هر یک از عناصر ماتریس به شرح ذیل می‌باشد :

TN: بیانگر تعداد رکوردهایی است که دسته واقعی آنها منفی بوده و الگوریتم دسته بندی نیز دسته آنها را بدرستی منفی تشخیص داده است.

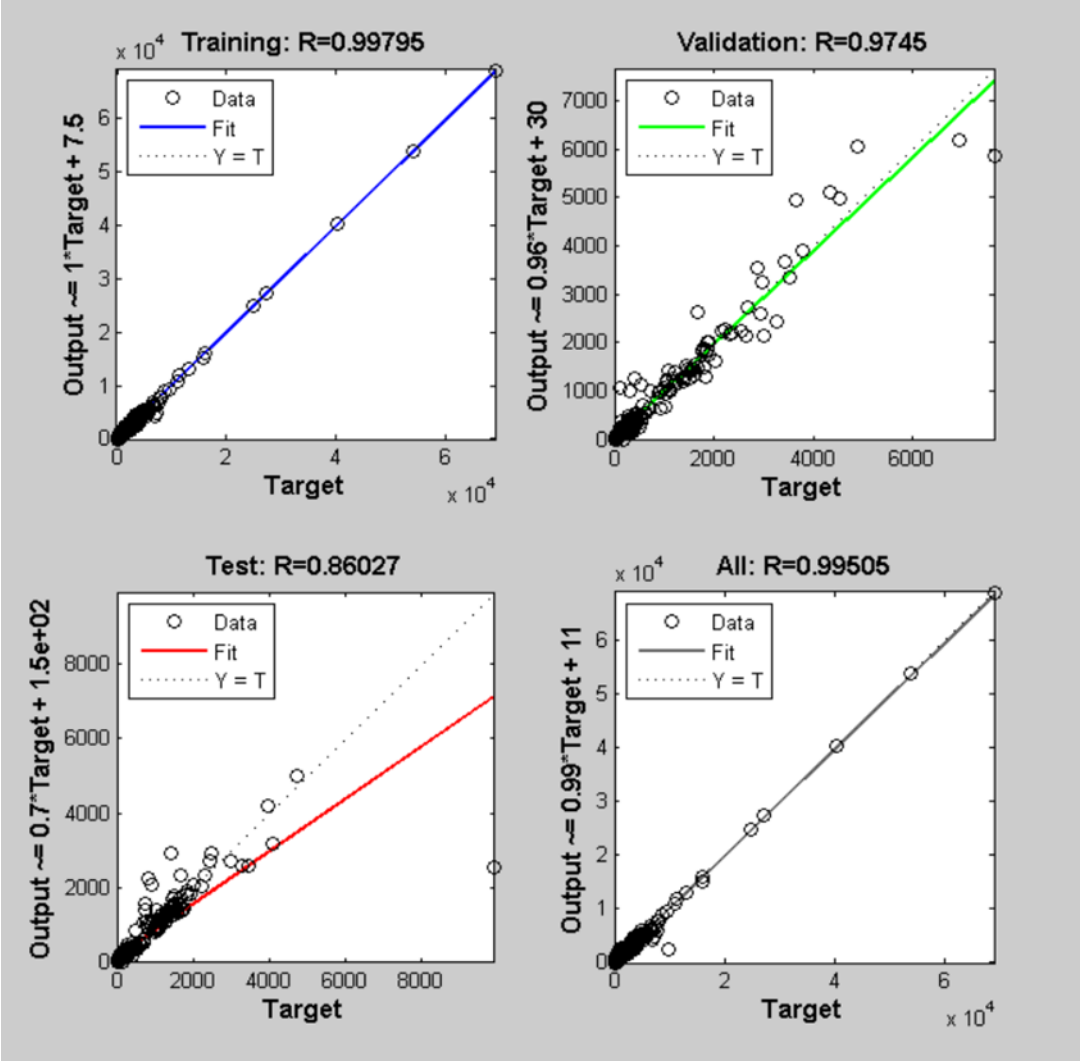
TP: بیانگر تعداد رکوردهایی است که دسته واقعی آنها مثبت بوده و الگوریتم دسته بندی نیز دسته آنها را بدرستی مثبت تشخیص داده است.

FP: بیانگر تعداد رکوردهایی است که دسته واقعی آنها منفی بوده و الگوریتم دسته بندی دسته آنها را به اشتباه مثبت تشخیص داده است.

FN: بیانگر تعداد رکوردهایی است که دسته واقعی آنها مثبت بوده و الگوریتم دسته بندی دسته آنها را به اشتباه منفی

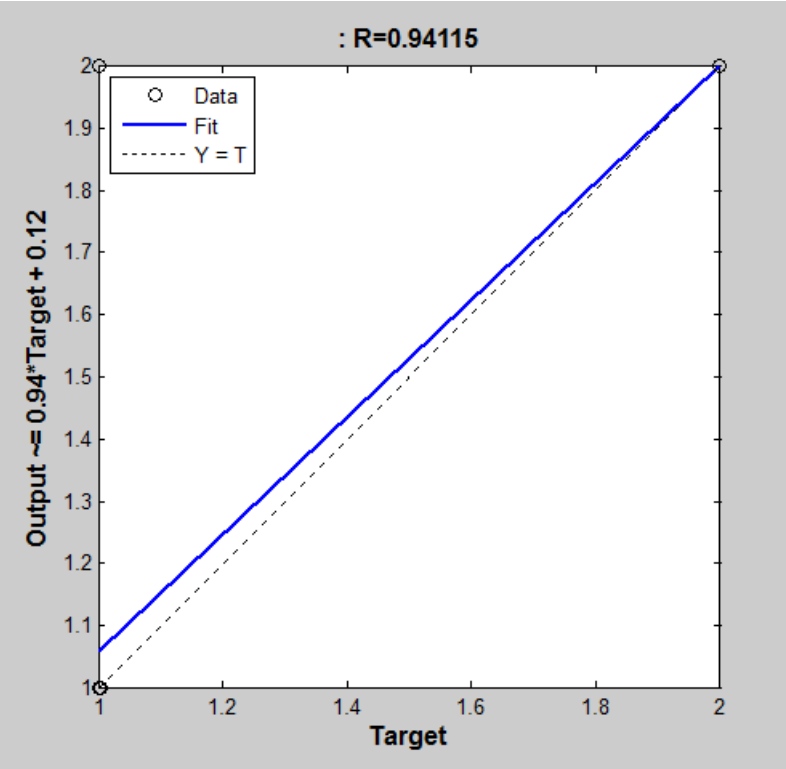
تشخیص داده است.

این معیار مشهورترین و عمومی‌ترین معیار محاسبه کارایی الگوریتم‌های دسته بندی است که نشان می‌دهد، دسته بند طراحی شده چند درصد از کل مجموعه رکوردهای آزمایشی را بدرستی دسته بندی کرده است



شکل ۲ـنمودارهای رگرسیون

در شکل ۲ خروجی و نتایج شبکه عصبی پیش خور نشان داده شده است . در این پژوهش خروجی برای داده های آموزش که ۸۰٪ داده ها می باشد، روی target منطبق شده و R=1 است که نشان می دهد شبکه به بهترین نحو آموزش دیده است. خروجی برای داده های درحین آموزش که ۱۰٪ داده ها می باشد نیز روی target منطبق شده و R=1 است.خروجی برای داده های تست که ۱۰٪ داده ها می باشد دارای R=0.66 است. اگر اختلافی بین target و خروجی وجود داشته باشد نشان دهنده خطا می باشد. برای ۱۰۰٪ داده ها خروجی روی target منطبق نشده و R=0.94115 است که خروجی با خطای ۰,۰۵۹ همراه است.



شکل ۳- نمودار رگرسیون برای داده های تست

در شکل۳- برای ۱۰۰% داده ها خروجی روی target منطبق نشده و R=0.94115 است که خروجی با خطای ۰،۰۵۹ همراه است.

۵.نتیجه گیری

در الگوریتم پیشنهادی پس از پردازش تصویر و استخراج ویژگی‌ها عصبی برای طبقه‌بندی و تفکیک بیماری‌های مذکور استفاده گردیده است. آزمون برای روش ایجاد سیستم فازی پایه نشان داد که روش فازی دقت بالا در مقایسه با سایر روش‌ها دارد و الگوریتم پیشنهادی دقت خوبی برای طبقه‌بندی بیماری‌ها دارد. همچنین آزمون برای متغیرهای سیستم فازی نشان داد که توابع عضویت برای داده‌های ورودی از نوع گوسی و تابع ثابت برای داده‌های خروجی بیشترین دقت را دارد. برای آموزش شبکه عصبی فازی تعداد ۱۰۰۰ بار تکرار آموزش برای شبکه بیشترین دقت را داشته است. نتایج نشان می‌دهد که می‌توان شبکه عصبی فازی با استفاده از الگوریتم کلاسیک ترکیبی را آموزش داد به‌نحوی‌که خطا برای داده‌های آموزش کاهش یابد.

منابع

۱. عزیزی، افشین؛ یوسف عباسپورگیلانده؛ مهدی نوشیار و امیرحسین افکاری سیاح، (۱۳۹۱)، مقایسه ارقام مختلف سیب‌زمینیبر اساسمؤلفه‌های رنگی با استفاده ازتکنیک پردازش تصویر، اولین کنفرانس ملی راهکارهای دستیابی به توسعه پایدار، تهران، وزارت کشور

۲.Tavakoli, Maryam, et al. "Application of the Image Processing Technique for Separating Sprouted Potatoes in the Sorting Line." J. Appl. Environ. Biol. Sci4.11S (2015): 223-227.

۳.Hassankhani, R. H. Navid, and H. Seyedarabi. "Potato surface defect detection in machine vision system." African Journal of Agricultural Research 7.5 (2012): 844-850.

۴. محسنی پور، علیرضا. (۱۳۷۶) «نگرشی نو در ایجاد ساختارهای جبری فازی» ، پایان‌نامه کارشناسی ارشد دولتی، وزارت علوم تحقیقات و فناوری، دانشگاه یزد

۵.Jyh-Shing, Roger Jang, ”ANFIS: Adaptive Network-Based Fuzzy Inference Systems” IEEE Trans. On Systems, Man and Cybernetics, Vol. 23, No. 3, pp. 665-685, 1993.