نهمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی
(مکانیک بیوسیستم) و مکانیزاسیون
پردیس کشاورزی و منابع‌طبیعی دانشگاه تهران
۲ و ۳ اردیبهشت ۱۳۹٤ - کرج

تشخیص سیب‌زمینی از کلوخه و سنگ به روش پردازش‌تصویر و شبکه عصبی مصنوعی

یوسف خزائی[۱]، کامران خیرعلی‌پور[۲*]، عادل حسین‌پور[۲] و حسین جوادی‌کیا[۳]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد رشته مهندسی مکانیک ماشین‌های کشاورزی دانشگاه ایلام
۲- عضو هیأت علمی گروه مکانیک ماشین‌های کشاورزی دانشگاه ایلام
۳- عضو هیأت علمی گروه مکانیک ماشین‌های کشاورزی دانشگاه رازی کرمانشاه
ایمیل مکاتبه کننده: kamrankheiralipour@gmail.com

چکیده

در برداشت سیب‌زمینی به وسیله کمباین، جداسازی سیب‌زمینی از کلوخ و سنگ به طور کامل انجام نمی‌شود و برای تکمیل جداسازی از نیروی کارگری استفاده می‌گردد. در این پژوهش، از فناوری پردازش تصویر و به کمک شبکه عصبی مصنوعی برای جداسازی سیب‌زمینی از کلوخ و سنگ استفاده شد. چهارصد نمونه سیب‌زمینی، یکصد نمونه کلوخ و یکصد نمونه سنگ به طور تصادفی انتخاب گردید. سامانه تصویربرداری شامل محفظه تصویربرداری، دوربین، بخش نورپردازی و کارت تصویر بود. پس از پیش پردازش تصاویر، ویژگی‌های مختلف رنگی و بافت تصویر استخراج و پس از آن ویژگی‌های مؤثر بر اساس آنالیز حساسیت انتخاب گردیدند. از مجموع ۲۸۵ ویژگی استخراج شده، پنج ویژگی جهت طبقه‌بندی تصاویر انتخاب گردید که عبارتند از: میانگین کانال B، میانگین کانال NR، میانگین کانال CB، بیشینه کانال H و یکنواختی کانال I1. دقت طبقه‌بندی تصاویر برابر با۱۰۰ ٪ به دست آمد.

واژه‌های کلیدی: پردازش تصویر، شبکه عصبی، سیب‌زمینی، کلوخ، سنگ

مقدمه

سیب‌زمینی یکی از اولین گیاهانی است که منشأ غذای انسان قرار گرفته است. این محصول بیش از ۸ هزار سال پیش کشت شده و امروزه در بیش از ۱٤۰ کشور دنیا کاشته می‌شود (کاظمی، ۱۳۹۰). سیب‌زمینی حاوی مواد ارزشمند غذایی است از جمله حدود ۲۰ ٪ غده سیب‌زمینی از مواد نشاسته‌ای تشکیل شده و میزان پروتئین آن حدود ۲ ٪ است. همچنین از نظر انرژی‌زایی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، به طوری‌که انرژی حاصل از ۱۰۰ گرم سیب‌زمینی حدود ۷۸ کالری است (فائو، ۲۰۱۱).

امروزه درآمد بسیاری از کشاورزان دنیا از تولید سیب‌زمینی است و بعد از گندم، برنج و ذرت، چهارمین محصول مهم کشاورزی دنیا به شمار می رود. در ایران سیب‌زمینی از اهمیت خاصی برخوردار است. شاید کمتر خانواده‌ای است که روزانه سیب‌زمینی را در برنامه غذایی خود قرار ندهد (رشیدی، ۱۳۸۹).

اهمیت این ماده غذایی سبب می‌شود در کلیه مراحل تولید از جمله برداشت، از کارآمدترین روش‌ها استفاده شود. طی سالیان متمادی برداشت سیب‌زمینی با ادوات ساده و ابتدایی شروع و در حال حاضر در مناطق در حال توسعه و توسعه یافته، توسط کمباین‌های مخصوص برداشت می‌گردد. یکی از نقائص تمام این کمباین‌ها این است که هنوز جداسازی سیب‌زمینی از سنگ و به ویژه کلوخ به صورت صد در صد انجام نمی‌گردد و جداسازی آن توسط چند کارگر تکمیل می‌شود. به همین علت بکارگیری روشی جدید برای کاهش هزینه‌ها و مرتفع نمودن نواقص روش‌های برداشت موجود، ضروری به نظر می رسد. یکی از این روش‌های جدید، تشخیص و جداسازی محصولات کشاورزی با استفاده از پردازش تصویر، به دلیل مزایای قابل توجهی مانند غیرمخرب بودن، کاهش هزینه، دقت و سرعت بالا است.

از جمله تحقیقات انجام شده ساخت یک سامانه مکانیکی است که توسط مورکویین و همکاران برای جداسازی خودکار کلوخ از پیاز ساخته شده و از تلفیق ماشین بینایی و شبکه عصبی مصنوعی با سامانه سخت‌افزاری مربوطه به دست آمده است. ایشان برای این کار از ویژگی‌های بافت استفاده نمودند که دقت طبقه‌بندی برابر ۹۸ ٪ گزارش شد (مورکویین و همکاران، ۲۰۰۳).

الملاحی و همکاران یک الگوریتم برای استفاده در تشخیص بلادرنگ غده‌های سیب‌زمینی از کلوخ توسعه دادند. دقت انجام کار در تحقیق آن‌ها ۹۹ ٪ گزارش شده است. پس از ارزیابی سامانه، مشخص شد که تنها دلیل خطا در الگوریتم، محل نقطه تماس بین غده و کلوخ‌هایی بوده که به شکل بیضی نبودند. ایشان در تحقیق خود سنگ را در نظر نگرفته و همچنین دقت تشخیص آن به شکل کلوخ بستگی دارد که اگرکلوخ بیضی شکل نباشد خطا ایجاد می‌شود (الملاحی و همکاران، ۲۰۱۰).

حسین پور و همکاران برای جداسازی کلوخ از سیب‌زمینی یک سامانه آزمایشگاهی طراحی و امکان استفاده از آزمون پاسخ آکوستیک برای جداسازی سریع کلوخ از سیب‌زمینی را مورد مطالعه قرار دادند. صدای حاصل از برخورد نمونه ها با صفحه فولادی، ضبط و با پردازش آن در دو حوزه زمان و فرکانس، صفات مربوط به نمونه‌ها استخراج گردید. هنگامی‌که نوار نقاله با سرعت یک متر بر ثانیه حرکت کرده، دقت شناسایی برای سیب‌زمینی و کلوخ توسط شبکه عصبی چندلایه به ترتیب ۹۷/۳ ٪ و ۹۷/٦ ٪ بدست آمد (حسین‌پور و همکاران، ۲۰۱۱).

المصری و همکاران یک سامانه ماشین بینایی برای شناسایی سیب‌زمینی‌های با شکل نامطلوب راه‌اندازی نمودند. پس از پردازش اولیه تصاویر اخذ شده، ویژگی‌های استخراج و پس از انتخاب ویژگی، الگوریتم توانست سیب‌زمینی‌های با شکل نامناسب را جدا نموده و سیب‌زمینی‌های با شکل مطلوب را به چهار طبقه کوچک، متوسط، بزرگ و خیلی بزرگ دسته‌بندی نماید. دقت سامانه ۹٦ ٪ گزارش شده است (المصری و همکاران، ۲۰۱۲).

ابراهیمی[1] و همکاران غده‌های سیب‌زمینی را در سه سطح رطوبتی با استفاده از پردازش تصویر و شبکه عصبی مصنوعی طبقه‌بندی نمودند. آن‌ها ویژگی‌های مختلف رنگی، بافت و تبدیل فوریه سریع (FFT) از تصاویر سیب‌زمینی را استخراج نمودند. برای هوشمند یک شبکه پرسپترون چندلایه بر اساس ویژگی‌های انتخاب شده

1 - Ebrahimi

طراحی شد. نتایج روش شبکه عصبی مصنوعی نشان داد که با دقت ۹٦ ٪ نمونه‌ها قابل طبقه‌بندی هستند (ابراهیمی و همکاران، ۲۰۱۲). با توجه به تحقیقات انجام شده تا کنون، جداسازی سیب زمینی از سنگ مورد بررسی قرار نگرفته است. لذا هدف از انجام این تحقیق تشخیص سیب‌زمینی از سنگ و کلوخ بصورت آزمایشگاهی با استفاده از تلفیق روش پردازش تصویر و شبکه عصبی مصنوعی می‌باشد.

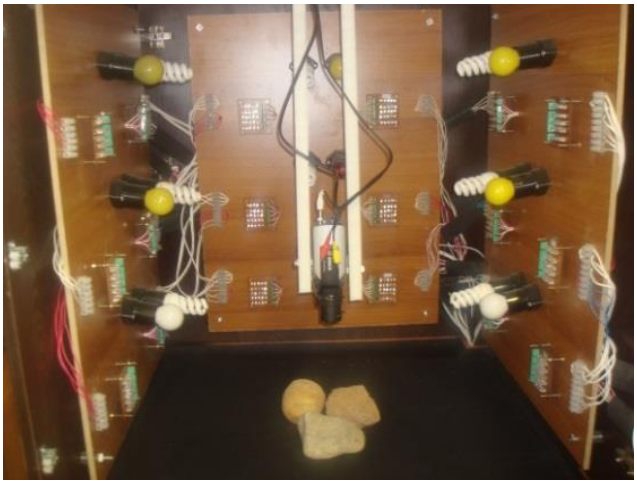
مواد و روش‌ها

تهیه نمونه‌ها

سیب‌زمینی‌ها از سه رقم آگریا[1]، آریندا[2] و بانبا[3] هر یک به تعداد ۱۰۰ نمونه تهیه گردید. علاوه بر آن‌ها، ۱۰۰ نمونه سیب‌زمینی آغشته به گِل از رقم آریندا تهیه شد. این انتخاب به این علت بود تا تشابه سیب‌زمینی به کلوخ بیشتر شده و نتیجه کار جداسازی، بوسیله پردازش تصویر اعتبار بیشتری داشته و به شرایط واقعی و مزرعه ای نزدیک تر باشد. همچنین ۱۰۰ نمونه کلوخ و ۱۰۰ نمونه سنگ نیز تهیه گردید.

مجموعه تصویربرداری

در این تحقیق از یک محفظه تصویربرداری (شکل۱) برای اکتساب تصاویر نمونه ها استفاده شد.



شکل ۱. مجموعه تصویربرداری

جهت تصویربرداری از دوربین آنالوگ ساخت شرکت بوش مدل CCD540 استفاده شد. جهت به یک کارت تصویر نیاز می‌باشد. کارت تصویر مورد استفاده برای انتقال تصاویر از دوربین به رایانه Pinnacle Studio Vision، (CTV 150e/55e PAL/SEC Rev: 1.2، ساخت کشور چین) بود. همچنین از یک لپ تاب و نرم‌افزار MATLAB 2010a برای اکتساب تصویر استفاده شد. جهت نورپردازی از سه نوع لامپ لامپ تنگستن (۲۲۰ ولت، ۱۵ وات)، لامپ فلورسنت (۲۲۰ ولت، ۱۱ وات) و لامپ LED در ۵ رنگ سبز، سفید، قرمز، آبی و نارنجی (۱/۵ ولت، ۳۰ میلی

1 - Agria
2 - Arinda
3 - Banba

وات) استفاده گردید. این لامپ‌ها در چهار دیواره محفظه نصب و در هر دیواره نیز در سه ردیف (بالا، وسط و پایین) تعبیه شدند (شکل ۱-ب). برای انتخاب پس زمینه مناسب، دو رنگ سفید و سیاه استفاده گردید.

تصویربرداری

نتیجه حاصل از پردازش تصویر با کیفیت تصویربرداری رابطه مستقیم دارد. برای داشتن تصاویر با کیفیت قابل قبول، حالت نورپردازی و زمینه مناسب بسیار مهم می باشد. در این تحقیق از ترکیب نورهای تنگستن و فلورسنت در دو موقعیت عمودی (بالا و وسط) و در چهار طرف محفظه با زمینه سفید به عنوان شرایط مناسب تصویربرداری در نظر گرفته شد.

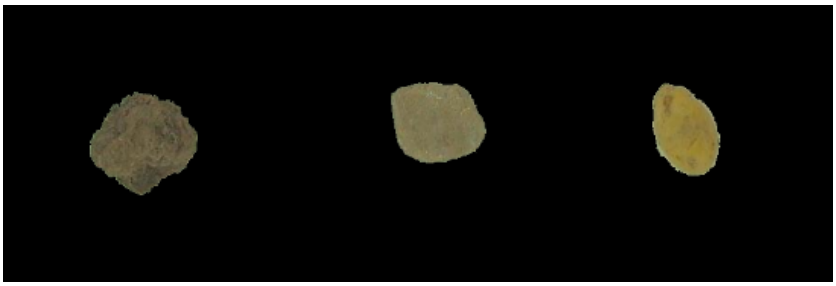
پردازش تصویر

فرایند پردازش‌تصویر در چهار مرحله شامل پیش‌پردازش و استخراج ویژگی انجام گردید.

پیش‌پردازش

پیش‌پردازش تصویر و تقسیم‌بندی اولین قدم در تجزیه و تحلیل تصویر و همچنین مهمترین بخش در هر سامانه خودکار تشخیص تصویر می‌باشد. کیفیت نتایج تحلیل به مرحله جداسازی تصویر بسیار مرتبط است. مراحل پیش‌پردازش بصورت زیر می باشد:

- برش حاشیه تصویر جهت حذف لبه‌های پس زمینه
- جداسازی کانال های تک رنگ R، G و B
- تبدیل تصویر برش خورده به gray
- تبدیل تصویر برش خورده به فضای HSV و جداسازی کانال های تک رنگ آن
- تهیه تصویر مورد نیاز برای تشخیص تصاویر هدف، از پس زمینه، توسط رابطه تجربی زیر:
  I3=V+0.2*R+0.1*G-0.1*B;
- تبدیل تصویر مرحله قبل به باینری
- پر نمودن حفره‌های احتمالی تصویر
- شماره گذاری اشیاء درون تصویر
- حذف اغتشاش
- حذف زمینه در تصاویر تک رنگ
- ترکیب تصاویر تک رنگ برای تولید تصویر RGB بدون پس زمینه (شکل ۲)



شکل ۲. نمایش فضای RGB بدون پس‌زمینه (کلوخ، سنگ و سیب‌زمینی)

در این مرحله، با استفاده از تبدیلات خطی و غیرخطی تصاویر از فضای RGB به فضاهای رنگی دیگر برده شده و کانال‌های L*، a*، b*، I3، I2، I1، H، S، I، Cr ، Cg، Cb، NR، NG، NB و gray (درمجموع ۱۹ کانال تک رنگ) استخراج شدند.

استخراج ویژگی

در این تحقیق، ۱۵ ویژگی از هر کانال جهت استخراج ویژگی شامل ویژگی‌های رنگی مانند: بیشینه، کمینه، میانگین، انحراف معیار، ضریب تغییرات، آنتروپی، میانه، چولگی، کشیدگی، نما، کوواریانس، و ویژگی‌های بافت مانند: تباین، همبستگی، انرژی (یکنواختی) و همگنی در نظر گرفته شد. ویژگی‌های بافت پس از ایجاد ماتریس هم وقوعی سطح خاکستری[1] به دست آمد. با توجه به تعداد کانال‌های به‌دست آمده و ۱۵ ویژگی، در کل ۲۸۵ ویژگی استخراج گردید.

انتخاب ویژگی

تمام ویژگی‌های استخراج شده قابلیت پیش‌بینی اطلاعات را ندارند. به همین علت انتخاب ویژگی‌های مناسب و کارا یک گام مهم برای تشخیص الگو و یادگیری ماشین به شمار می‌آید. در این تحقیق از بین ویژگی های استخراج شده پنج ویژگی انتخاب گردید.

طبقه‌بندی

شبکه‌های عصبی مصنوعی برای حل مشکلات پیچیده روشی مشابه کارنمود مغز انسان ارائه می‌دهند. بر اساس مطالعات انجام شده در مورد مکانیزم و ساختار مغز انسان، شبکه‌های عصبی مصنوعی به عنوان یک تکنولوژی

1- Glcm (Gray Level Co-occurrence Matrix)

محاسباتی جدید برای حل مسائل پیچیده مانند تشخیص الگو و طبقه‌بندی استفاده شده است (هوانگ[1] و همکاران، ۲۰۰۱).در این روش طبقه‌بندی داده‌های خروجی شبکه یک فایل اکسل شامل دو ستون (متشکل از داده‌های یک و صفر برای سیب‌زمینی، و صفر و یک برای کلوخ و سنگ) و ٦۰۰ سطر (به تعداد کل نمونه‌ها) بود. برای طبقه‌بندی به روش شبکه عصبی مصنوعی یک برنامه در نرم‌افزار متلب کدنویسی شد. در این پژوهش شبکه‌ای با مدل پرسپترون چندلایه که عمومیت بیشتری دارد و ورودی‌ها و خروجی‌ها برای آموزش شبکه نیز موجود می‌باشد، انتخاب شد. جهت آموزش مدل به شبکه از روش آموزش لونبرگ–مارکوات استفاده شد، زیرا این روش دارای سرعت و دقت بالاتری از الگوریتم پس‌انتشار استاندارد می‌باشد و داده‌های ورودی کمتری نیز برای آموزش نیاز دارد. پس از تکمیل آموزش، برای توانایی تعمیم شبکه به کل مجموعه و آن‌هایی که در آموزش شرکت نداشته‌اند، داده‌ها به سه گروه تقسیم شد. پس از آموزش شبکه، داده‌های مجموعه اعتبارسنجی شده تا قدرت شبکه ارزیابی شود. همچنین مجموعه اعتبارسنجی در تعیین زمان توقف آموزش شبکه مفید می‌باشد و از بیش آموزش دیدن شبکه ممانعت می‌کند. در پایان برای ارزیابی شبکه از گروه سوم داده، یعنی گروه آزمون، استفاده شد. در این پژوهش داده-های بدست آمده از انتخاب ویژگی، ٦۰ ٪ برای آموزش، ۲۰ ٪ برای اعتبارسنجی و ۲۰ ٪ برای آزمون به کار رفتند.

نتایج و بحث

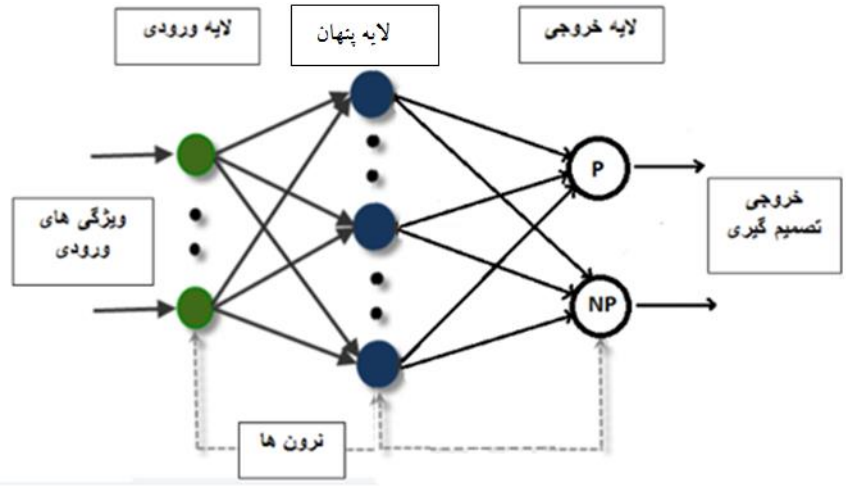
انتخاب ویژگی

نتایج به دست آمده از پارامترهای آماری برای ویژگی‌های انتخاب شده کلوخ، سنگ و سیب‌زمینی عبارتند از: میانگین کانال‌های B، NR، CB، بیشینه کانال H و یکنواختی کانال I1. ویژگی‌های موثر تصاویر نمونه‌ها به عنوان ورودی شبکه محسوب می‌شوند.

طبقه‌بندی

در این تحقیق، در مجموع ٦۰۰ نمونه (شامل ٤۰۰ نمونه سیب‌زمینی، ۱۰۰ نمونه کلوخ و ۱۰۰ نمونه سنگ) مورد مطالعه قرار گرفت. پس از اکتساب تصاویر و پردازش آن‌ها و با کمک ویژگی‌های انتخاب شده نسبت به طبقه‌بندی آن‌ها به روش شبکه عصبی مصنوعی ۲–راهه اقدام گردید (شکل ۳). منظور از طبقه‌بندی ۲–راهه این است که خروجی های شبکه این است که خروجی‌های شبکه P و NP به‌ترتیب نشان دهنده سیب‌زمینی و غیرسیب‌زمینی (کلوخ و سنگ) می‌باشد.

1- Huang



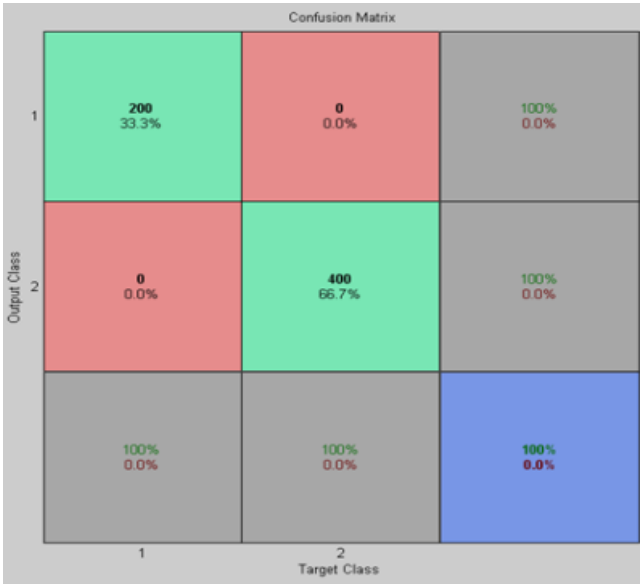
شکل ۳. طرح واره شبکه عصبی با پنج نرون در لایه ورودی و دو نرون در لایه خروجی

مدل‌های مختلفی از شبکه عصبی برای طبقه‌بندی تصاویر ارزیابی گردید. نتایج این مدل‌ها در جدول (۱) آورده شده است. در این جدول، ساختار مدل‌ها، خطای اعتبارسنجی (MSE)، ضریب همبستگی داده‌های آزمون (r) و نرخ طبقه‌بندی صحیح (CCR) آورده شده است.

جدول ۱. مقادیر MSE، r و CCR مدل‌های مختلف شبکه عصبی مصنوعی

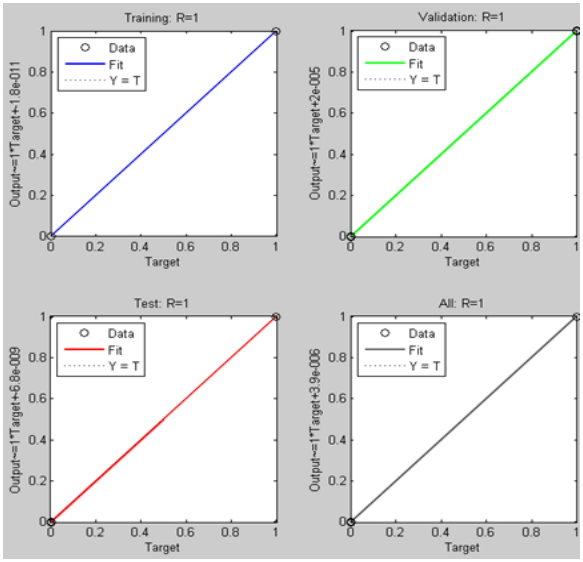
ردیف	ساختار	خطای اعتبار سنجی (MSE)	ضریب همبستگی داده‌های آزمون (r)	درصد نرخ طبقه بندی صحیح (CCR)
۱	۵-۲-۲	۰/٦۷×۱۰$^{-۷}$	۱/۰۰	۱۰۰/۰۰
۲	۵-۳-۲	۰/۳۵×۱۰$^{-۷}$	۱/۰۰	۱۰۰/۰۰
۳	۵-٤-۲	۰/٤۷×۱۰$^{-۷}$	۱/۰۰	۱۰۰/۰۰
٤	۵-۵-۲	۱/۵۱×۱۰$^{-۳}$	۱/۰۰	۱۰۰/۰۰
۵	۵-٦-۲	۰/۹۵×۱۰$^{-۷}$	۱/۰۰	۱۰۰/۰۰
٦	۵-۷-۲	۷۸۰/۲۸×۱۰$^{-۷}$	۱/۰۰	۱۰۰/۰۰
۷	۵-۸-۲	۲/۱۵×۱۰$^{-۷}$	۱/۰۰	۱۰۰/۰۰
۸	۵-۹-۲	۱/۵۱×۱۰$^{-۳}$	۱/۰۰	۱۰۰/۰۰
۹	۵-۱۰-۲	۱۱/۹۸×۱۰$^{-۷}$	۱/۰۰	۱۰۰/۰۰
۱۰	۵-۱۲-۲	۳۱/۸۱×۱۰$^{-۷}$	۱/۰۰	۱۰۰/۰۰
۱۱	۵-۱۵-۲	٤/۸۸×۱۰-۳	۱/۰۰	۱۰۰/۰۰
۱۲	۵-۲۰-۲	۱/۷٦×۱۰-٤	۱/۰۰	۱۰۰/۰۰

در این‌جا نیز برای انتخاب ساختار بهینه خطای اعتبارسنجی ساختارهای مختلف مورد مقایسه قرار می‌گیرد و درنهایت یک مدل شبکه عصبی پرسپترون چندلایه شامل ۵ نرون در لایه ورودی، ۳ نرون در لایه میانی و ۲ نرون در لایه خروجی، به عنوان مدل بهینه انتخاب شد. نوع شبکه، تابع فعال سازی برای لایه پنهان و خروجی به ترتیب از پس انتشار خطا با پیش خور، tansig و purelin استفاده گردید. ماتریس اغتشاش مدل بهینه در شکل (٤) نشان داده شده است. در ماتریس اغتشاش قابل مشاهده است که دقت تشخیص کلوخ‌ها ۱۰۰ ٪، سنگ ها ۱۰۰ ٪ و سیب‌زمینی نیز ۱۰۰ ٪ و درکل دقت شبکه ۱۰۰ ٪ شده است.



شکل ٤. ماتریس اغتشاش مدل شبکه‌عصبی

همان‌گونه که در شکل (۵) قابل مشاهده می‌باشد ضریب همبستگی مربوط به داده‌های آموزش، اعتبارسنجی، آزمون و کل برابر یک (۱۰۰ ٪) می‌باشد.



شکل ۵. نمودار رگرسیون شبکه عصبی مصنوعی

ابراهیمی و همکاران غده‌های سیب زمینی را در سه سطح رطوبتی با استفاده از پردازش تصویر و شبکه عصبی مصنوعی طبقه بندی نمودند. برای این کار ۸٤ ویژگی استخراج شد و دقت طبقه بندی ۹٦ ٪ بدست آمد (ابراهیمی و همکاران، ۲۰۱۲). الملاحی و همکاران برای تشخیص سیب زمینی از کلوخ، از پردازش تصویر استفاده نمودند. دقت انجام کار در این روش ۹۹ ٪ گزارش گردید (الملاحی و همکاران، ۲۰۱۰). مورکویین و همکاران برای جداسازی خودکار کلوخ از محصولات کشاورزی، از تلفیق ماشین بینایی و شبکه عصبی مصنوعی با سیستم مکانیکی استفاده نمودند. برای این کار از ویژگی‌های بافت استفاده کردند. دقت انجام کار ۹۸ ٪ گزارش شد (مورکویین و همکاران، ۲۰۰۳). همان طور که ذکر گردید دقت طبقه‌بندی در تحقیق حاضر برابر ۱۰۰ ٪ بدست آمد که نشان می‌دهد دقت طبقه‌بندی آن از تحقیقات محققین پیشین بالاتر می‌باشد. همچنین در تحقیق حاضر سیب‌زمینی از کلوخ و سنگ تشخیص داده شده در حالی که در تحقیق الملاحی و همکاران سیب‌زمینی فقط از کلوخ جدا شده است (الملاحی و همکاران، ۲۰۱۰).

نتیجه گیری

در این تحقیق، جهت تشخیص سیب‌زمینی از کلوخ و سنگ از روش پردازش تصویر استفاده شد. برای اکتساب تصاویر، از ترکیب نورهای تنگستن و فلورسنت در دو موقعیت عمودی (بالا و وسط) و در چهار طرف محفظه با زمینه سفید به عنوان شرایط مناسب تصویربرداری در نظر گرفته شد. ویژگی‌های کارآمد برای روش شبکه عصبی مصنوعی شامل میانگین کانال B، میانگین کانال NR، میانگین کانال CB بیشینه کانال H و یکنواختی کانال I1 تشخیص داده شد. برای طبقه‌بندی سیب‌زمینی، کلوخ و سنگ، از روش شبکه عصبی مصنوعی (ANN) به صورت ۲-راهه (با احتساب دو خروجی ۱-سیب زمینی و ۲- کلوخ و سنگ) استفاده شد. دقت طبقه‌بندی در این تحقیق برابر با ۱۰۰ ٪ بدست آمد. این نتایج نشان داد که از تلفیق پردازش تصویر و شبکه عصبی به عنوان یک روش کارآمد و در عین حال ساده و غیرمخرب می‌توان جهت جداسازی سیب‌زمینی از کلوخ و سنگ با دقت قابل قبولی استفاده نمود.

منابع و مآخذ

۱. کاظمی، م. ۱۳۹۰. مدیریت تولید سیب‌زمینی. چاپ اول. تهران. انتشارات آموزش و ترویج کشاورزی.
۲. رشیدی، ن. ۱۳۸۹. بررسی تأثیر مواد آلی و سوپر جاذب آب بر عملنمود کمی و کیفی سیب‌زمینی (رقم مارفونا). دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج

3. Al-Mallahi, A. Kataoka, T. Okamoto, H. And Shibata, Y. 2010. An image processing algorithm for detecting in-line potato tubers without Singulation. Computers and Electronics in Agriculture, 70, 239–244.

4. Ebrahimi, E. Mollazade, K. And Arefi, A. 2012. An Expert System for Classification of Potato Tubers using Image Processing and Artificial Neural Networks. International Journal of Food Engineering, 8, 1-18.
5. Elmaseri, G. Cubero, S. Moloto, E. And Blasco, j. 2012. In-line sorting of irregular potatoes by using automated computer –based machine vision system. Jornal of food engineering, 122, 60-68.
6. Food and Agriculture Organization (FAO). 2011. Food and agriculture organization of the United Nationshttp://faostat.fao.org/site/339/default.aspx. 9/13/2014.
7. Hosainpour, A. Komarizade, M. H. Mahmoudi, A. And Shayesteh, M. G. 2011. High speed detection of potato and clod using an acoustic based intelligent system. Expert Systems with Applications, 38, 12101-12106.
8. Huang, Y. And Whittaker, A.D. 2001. Automation for food engineering. food quality quantization and process control, CRC Press, Boca Raton, FL, USA.
9. Morquin, D. Ben Ghalia, M. And Bose, S. 2003. An integrated neural network-based vision system for automated separation of clods from agricultural produce. Engineering Applications of Artificial Intelligence, 16, 45–55.

Detection of potato from clod and stone by image processing technique and artificial neutral network

Abstract

Potato can not be completely separated from clods and stones during harvesting. In this research, the image processing technique and artificial neural network method was used to detect the potatoe tubers from clods and stones. Fourhandred potato, 100 stone and 100 clod specimens were randomly selected. The used system to capture the sample images included an imaging chamber, a camera, lighting system, and a frame grabber. After image preprocessing, different color and texture features extracted. Useful features were selected and then classified. From total of 285 extracted features, five features were used for classification as average of channel B, NR and CB, maximum of channel H and uniformity of channel I1. The correct classification rate was obtained as 100 %.

Keywords: Image Processing Technique, Artificial Neural Network, Potato, Clod, Stone.