بررسی خواص فیزیکی محصول سیب زمینی با استفاده از سیستم ماشین بینایی(۶۱۰)

رؤیا حسنخانی[۱]

چکیده

سیستم ماشین بینایی، یکی از ابزارهای کاربردی در بیشتر فرآیندها می باشد. یکی از این کاربردها، تعیین خصوصیات فیزیکی محصولات کشاورزی است. دانستن خصوصیات فیزیکی محصولات، از جنبه های مختلفی حائز اهمیت است. در بسیاری از کاربردها، خصوصیات فیزیکی مانند سطح، حجم، شکل، دانسیته و وزن برای محاسبه میزان افت رطوبت، نرخ انتقال حرارت، کمیت استفاده از حشره کش، نرخ تنفس و... به کار می رود. سیستم ماشین بینایی از روش های غیرمخرب، دقیق و سریعی برای محاسبه این خصوصیات استفاده می کند. خصوصیاتی که در این مقاله بررسی می شوند عبارتند از: سطح، حجم، شکل، نقائص خارجی مانند سبز بودن، ترک ها، صدمات ناشی از حمله آفات و غیره. آنچه که در اندازه گیری کلیه این خصوصیات مشترک است، تصویر برداری از محصول و سپس استفاده از تکنیک های پردازش تصویر و روش های محاسباتی برای استخراج این خصوصیات است. با بررسی روش های انجام شده در برآورد این خصوصیات، کاربردی بودن این روش ها در استفاده های عملی و دقت برآورد آن ها مشخص می شود.

کلیدواژه: ماشین بینایی، سیب زمینی، خصوصیات فیزیکی، تصویربرداری، پردازش تصویر

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مکانیزاسیون دانشگاه تبریز، پست الکترونیک: o.hasankhani@gmail.com

مقدمه

ماشین بینایی در لغت، تبدیل تصویر یک شیء به اطلاعات قابل فهم برای ماشین الکترونیکی(رایانه) می باشد و به بیان دیگر، ایجاد توانایی بینایی را در ماشین گویند. این ترکیب اضافه مقلوب بینایی شین[1] می باشد(۶).

بینایی ماشین مقوله نسبتا جدیدی است که منشا آن به دهه ۱۹۶۰ بر می گردد. یکی از اولین کاربردهای فنون پردازش تصویر، در دسته اول بهبود عکس های رقمی شده روزنامه بود که از طریق کابل زیر دریایی بین لندن و نیویورک منتقل می شد. به دنبال استقبال گسترده از این زمینه در دهه هفتاد میلادی هم در زمنه تئوری و هم کاربردی، شاهد پیشرفت های جدیدی در این تکنولوژی بوده ایم(۱). سیستم ماشین بینایی قادر به گرفتن تصاویر برای بررسی خصوصیات فیزیکی مانند رنگ، اندازه، آسیب های سطحی و ... می باشد، سپس این تصاویر برای پردازش و استخراج این خصوصیات به واحد پردازش فرستاده می شوند. پردازش تصویر، دانش جدیدی است که سابقه ی آن به پس از اختراع رایانه ها بر می گردد. با این حال این علم نوپا، در چند دهه اخیر از هر دو جنبه نظری و عملی پیشرفت های چشمگیری داشته است. سرعت این پیشرفت به اندازه ای بوده است که هم اکنون پس از این مدت نسبتا کوتاه، می توان به راحتی ردپای پردازش تصویر را در بسیاری از علوم و صنایع مشاهده نمود. مزیت عمده استفاده از سیستم ماشین بینایی دقت و یکنواخت بودن روند کنترلی می باشد. در سیستم ماشین بینایی حسگر بینایی(دوربین) ، تصاویری از محصول موردنظر تهیه کرده و با ارسال این تصاویر به واحد پردازش بنا به نیاز، تحلیل هایی بر روی این تصاویر انجام می شود. وجود سیستم نورپردازی مناسب یکی از ضروری ترین عوامل در تحلیل تصویر است. به طور کلی تحلیل تصویر شامل دو حیطه رنگ و ویژگی های هندسی است. در کاربردهای کشاورزی از ویژگی رنگ برای بررسی آفات پوست محصولات، رسیدگی محصول، رقم محصول و ... استفاده می شود. ویژگی های هندسی عموما دربرگیرنده برآورد قطر، محیط، مساحت و حجم می باشد که در جهت درجه بندی محصول مورد نظر به کار برده می شود.

مواد و روش ها

سیستم ماشین بینایی دارای دو قسمت سخت افزار و نرم افزار می باشد. قسمت سخت افزار متشکل از بخش های رایانه، دوربین و واحد نورپردازی است.در قسمت نرم افزار نیز از نرم افزارهایMATLAB, visual basic وتعدادی از نرم افزارهای دیگر، برای پردازش تصویر استفاده می شود و علت انتخاب این نرم افزارها قدرت بالای آن در تحلیل تصاویر رنگی و هم چنین وجود توابع قوی در زمینه پردازش تصویر است.

تصویربرداری

تصویر برداری تصویر یک شیء را به مجموعه داده های رقمی تبدیل می کند که این داده ها در واحد پردازش استفاده می شوند. عملیات تصویربرداری شامل ۴ فاز است(شکل ۱):

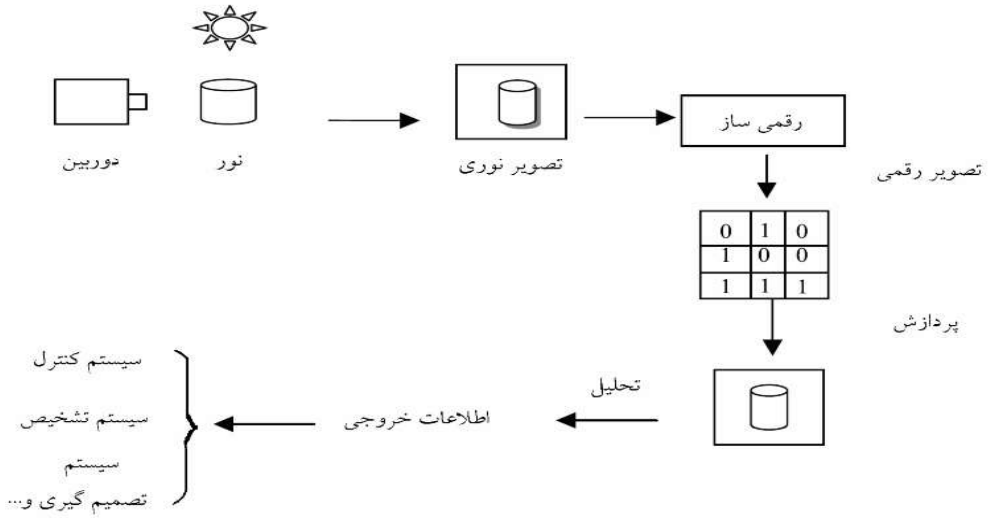
۱. نورپردازی
۲. تشکیل تصویر یا متمرکز کردن آن
۳. تشخیص یا حس کردن تصویر
۴. قالب بندی سیگنال خروجی دوربین

نورپردازی

همانند چشم انسان سیستم های ماشین بینایی نیز از سطح و کیفیت نورپردازی تاثیر می پذیرند. بنابراین عملکرد سیستم نورپردازی به نحو موثری بر کیفیت تصویر تاثیر گذاشته و نقشی اساسی در کارایی و دقت سیستم ایفا می کند(۷).

نورپردازی یک پارامتر کلیدی تاثیرگذار بر کیفیت داده های ورودی می باشد. نورپردازی مناسب یکی از نیازهای اولیه برای تصویربرداری است که ممکن است تا ۳۰٪ حجم کار و تلاش، برای طراحی یک سیستم ماشین بینایی را به خود اختصاص دهد. شرایط نورپردازی برکیفیت تصویر اثر می گذارد. یک تصویر با کیفیت بالا می تواند به کاهش پیچیدگی و زمان موردنیاز برای پردازش های بعدی کمک کند. همچنین این امر موجب کاهش هزینه های یک سیستم پردازش تصویر می شود. به دلیل عدم امکان همیشگی استفاده از نورهای طبیعی ناچار به نورپردازی مصنوعی هستیم، انواع نورپردازی در سیستم های ماشینی عبارتند از نورپردازی پشتی[2]، نورپردازی جلویی[3]، نورپردازی چشمک زن[4] و نورپردازی ساختمانی[5](۴)

1 Machine vision
2 Back lighting
3 Front lighting
4 Strobe lighting
5 Structural lighting



شکل۱. اجزای سیستم ماشین بینایی

پردازش تصویر

برای انجام پردازش تصویر اولین گام گرفتن تصویر از هر یک از سه نمای محصول موردنظر می باشد. نمای اول در راستای بزرگ ترین بعد محصول(a)، نمای دوم در جهت بزرگ ترین بعد عمود بر بعد a (b) و نمای سوم در راستای بزرگ ترین بعد عمود برaوb(c)، در نظر گرفته می شود. تصاویر گرفته شده به وسیله دوربین در حافظه دائمی رایانه ذخیره می شود، بدین ترتیب برای پردازش تصاویر، تک تک آن ها به محیط نرم افزار فراخوانده می شود(شکل ۲).

شکل۲.سه نمای سیب زمینی

کالیبراسیون سیستم ماشین بینایی در اندازه گیری ابعاد

با توجه به این نکته که در پردازش تصویر واحد طول بر حسب پیکسل می باشد، لذا می طلبد که این مقادیر برای مقایسه با معیارهای استاندارد به واحدهای استاندارد تبدیل شود. بنابراین قبل از تصویر برداری از نمونه ها، تصویربرهایی از نمونه شابلون های با ابعاد مشخص گرفته می شود(۲).

پردازش اولیه

چون تصویر اولیه دارای نویزهای مختلفی است، هدف از پردازش اولیه حذف این نویزها و بهبود داده های تصویری از اعوجاج های ناخواسته و یا اضافه کردن بعضی از ویژگی های موردنیاز برای پردازش های بعدی است به طوریکه امکان توفیق سایر پردازش ها را نیز افزایش دهد(۸).

بخش بندی تصویر

عمل بخش بندی تصویر یک تصویر را به مناطق دارای ویژگی های مشابه تقسیم می کند. این کار به دلیل فراوانی اطلاعات دیداری در یک تصویر از کارهای دشوار است. از طرفی یک شیوه قوی بخش بندی تا حد زیادی فرآیند را به حل موفق مساله موردنظر نزدیک می کند. خروجی این مرحله معمولا داده های پیکسلی خام است که مرز یک ناحیه یا تمام نقاط درون آن را تشکیل می دهد. (۳).

از تکنیک های بخش بندی می توان به تکنیک های بخش بندی بر اساس آستانه یابی، ناحیه، شیب و دسته بندی اشاره کرد. در میان روش های ذکر شده روش بخش بندی بر اساس آستانه یابی و بخش بندی بر اساس ناحیه، جزء پرکاربرد ترین روش های بخش بندی هستند.

بخش بندی بر اساس آستانه یابی

این روش تکنیک ویژه و موثری برای تصاویرشامل اجسام جامد پیوسته واقع بر پس زمینه متمایز است که با یک مقدار مناسب حد آستانه می توان جسم را از قسمت های باقیمانده تصویر جدا کرد. این روش زمانی مفید است که جسم موردنظر دارای سطح خاکستری یکسان بوده و بر روی پس زمینه متفاوت قرار گرفته باشد.(۸)

بخش بندی بر اساس ناحیه

در این روش پیکسل های تصویر، مطابق با یک مجموعه معیار یکسان به صورت نواحی بزرگتر دسته بندی می شوند و یا به طور مکرر یک تصویر به نواحی کوچک و کوچکتر تجزیه می شود تا معیار مشخصی بر آورده شود. الگوریتم های ناحیه ای دارای محاسباتی بسیار بیشتر از روش های ساده ای مانند آستانه یابی است اما قادرند به طور مستقیم و همزمان از چند مشخصه برای تعیین موقعیت های مرزی اشیاء استفاده کنند. (۸)

خصوصیات کمی

تبدیل تصاویر به قالب سطوح خاکستری

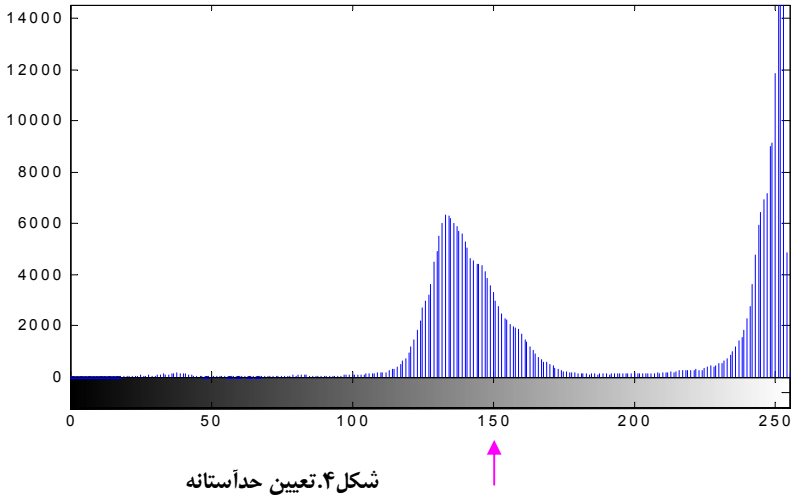
این امر برای کاهش حجم تصویر و در واقع افزایش سرعت پردازش صورت می گیرد. نحوه تبدیل تصویر رنگی به قالب سطوح خاکستری بدین ترتیب است که ابتدا پارامترهای R, G, B یک پیکسل استخراج می شود و سپس مقدار عددی I مربوط به هر پیکسل محاسبه شده و جزء صحیح آن به جای مولفه های RGB در همان پیکسل قرار می گیرد(شکل ۳)

شکل۳.تصویردر قالب RGB (چپ) و تصویر در قالب سطوح خاکستری(راست)

تشخیص زمینه و مواد اضافی

با محاسبه یک حد آستانه[1] مطلوب برای جداسازی زمینه و مواد اضافی، به مواد اضافی و زمینه مقدار صفر و به نمونه مقدار یک داده می شود. بدین ترتیب، تصویر به یک تصویر دودویی[2] تبدیل می شود. محاسبه حد آستانه به طرق مختلفی انجام می شود، یکی از ساده ترین روش ها محاسبه حدآستانه به کمک هیستوگرام شدت نور یک تصویر می باشد(شکل۴)

1 Threshold
2 Binary



شکل۴.تعیین حدآستانه

برای تشخیص لبه به پیکسل های مرزی مقدار صفر و به بقیه پیکسل ها مقدار یک نسبت داده می شود. با استخراج مرز نمونه ها، می توان قطر نمونه ها، گردی، محیط و مساحت تصویر را با استفاده از نرم افزار مورد نظر محاسبه کرد (شکل۵).

محاسبه قطر

پس از تشخیص لبه با پیدا کردن مرکز نمونه، اولین قطر با یک عبور از سطر وسطی و تشخیص ابتدا و انتهای لبه، طبق رابطه ۱ محاسبه می شود.

$$d = |x2 - x1| \qquad (1)$$

d:قطر

(x_1,y_1): ابتدای لبه

(x_2,y_2) : انتهای لبه

قطر در زوایای دیگر به کمک رابطه اقلیدس(رابطه ۲) محاسبه می شود.

$$d = \sqrt{(x2 - x1)2 + (y2 - y1)2} \qquad (2)$$

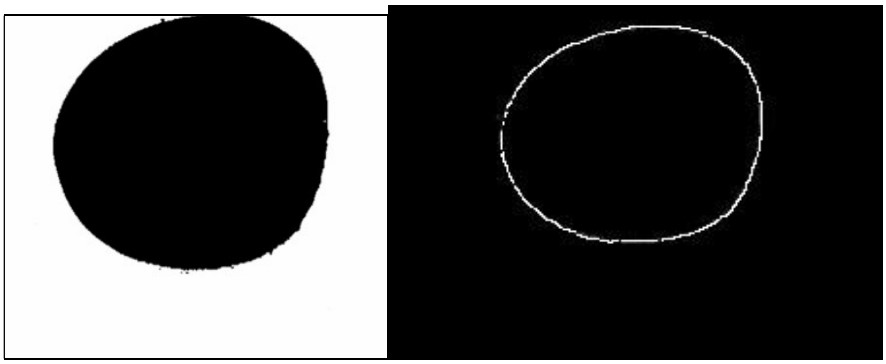
محاسبه مساحت و محیط تصویر

مساحت اساسی ترین و ساده ترین روش اندازه گیری ابعاد است. پس از حذف نویز از تصویر باینری با شمارش تعداد پیکسل های ناحیه موردنظر به کمک شمارنده های موجود می توان به سطح تصویر مورد نظر در آن نما دست یافت. محیط یک جسم برای تشخیص اجسامی با اشکال ساده و پیچیده مفید است. با شمارش تعداد پیکسل های مرزی در لبه استخراج شده می توان به محیط دست یافت.

محاسبه میزان گردی و تشخیص بدشکلی

گردی یا شعاع انحنا یک ویژگی مهم در محصولات کشاورزی به شمار می رود که در بررسی چگونگی غلتش و توزیع تنش در تماس محصول با محصول، با وسایل حمل و نقل و انبارداری مورد استفاده قرار می گیرد. تیزی بیشتر سطوح تماس باعث گسترش تنش ها می شود. فنون مختلف توصیف شکل مستقل از اندازه ابعاد هستند. از بین این تکنیک ها، توصیف گرهای فوریه[1] و ممان ثابت[2] دارای بیشترین کاربرد هستند. تنها، ضرایب پایین بسط فوریه برای شناسایی شکل اساسی جسم موردنیاز است و روشی برای توصیف گری شکل می باشد. از ممان ثابت به دلیل داشتن خصوصیاتی مانند غیرحساس بودن نسبت انتقال، چرخش و تغییر مقیاس، که یک ویژگی شکل خوب بایستی آن ها را داشته باشد، می توان برای اندازه گیری ویژگی شکل استفاده کرد. سپس نتایج حاصل به کمک روش های تصمیم گیری موجود تحلیل می شود(شکل ۶) (۸).

1 Fourier descriptor
2 Invariant moments



شکل۵.تصویربااینری(چپ) و مرز استخراج شده سیب زمینی(راست)

محاسبه حجم

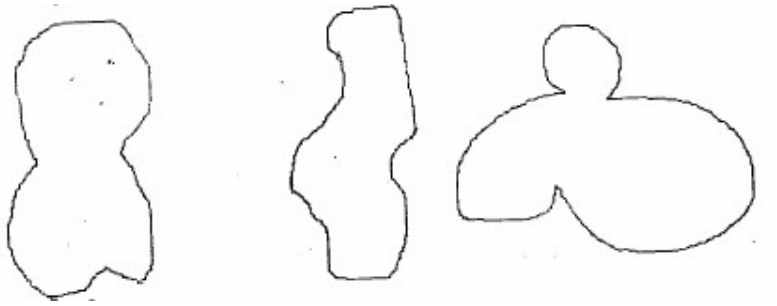
حجم یک مشخصه مناسب برای کاربردهای متفاوت است، به عنوان مثال تعدادی از کاربردهای آن در زیر بیان شده داست:

۱. با دانستن حجم و وزن محصولات چگالی محاسبه می شود و از این طریق می توان با مقایسه ی مناسب به عیوب داخلی محصولات پی برد
۲. اگر چگالی محصولات ثابت فرض شود، می توان وزن را با توجه به حجم آنها تعیین کرد
۳. با توجه به تمایل مصرف کنندگان به مصرف محصولات یکنواخت تر و هم اندازه، اندازه گیری حجم بسیار با اهمیت جلوه می نماید.

مجموعه ای از مشخصه های ساده تصویری که بار محاسباتی کمی دارند با هم ترکیب شده و یک تابع حجم را به وجود می ورند. در این صورت می توان این تابع را به صورت رابطه ۳ نشان داد :

$$\text{حجم} = f(x_1,\ldots,x_n) \qquad (3)$$

x_1 تا x_n ویژگی های هندسی تصویر سیب زمینی است.به کمک اطلاعات حاصل از تصاویر گرفته شده از نماهای مختلف و بنا به آموزش قبلی داده شده به شبکه عصبی، حجم محصول تعیین می شود(شکل۷) (۹).



شکل۶.موارد قابل تشخیص برای جداسازی سیب زمینی های بدشکل

خصوصیات کیفی

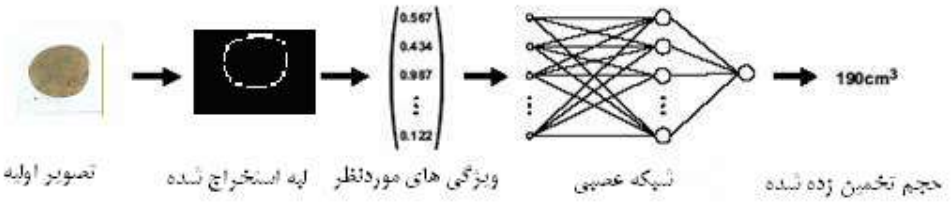
پردازش رنگی تصاویر

اکثریت عیوب خارجی و بیماری ها توسط رنگ آن ها مشخص می شوند. برای کلیه عیوب رنگی، پیکسل های دارای اطلاعات شبیه به هم انتخاب شده و از تصویر، استخراج شده و برچسب زده شده و ذخیره می شود.برای هر رقم یک مجموعه آموزشی [۱] و یک مجموعه تست[۲] استخراج می شود. تمایز بین عیوب هم رنگ مهم است، به عنوان مثال ترک و ریزوکتونیا[۳] هر دو سیاه رنگ هستند. تفاوت بین این دو نوع عیب در سیب زمینی بسیار مهم است، چرا که ترک ها عیوب جدی تری هستند و می توانند باعث ضایعات بیشتر و آلوده کردن سایر غده ها شوند، بنابراین غده های دارای ترک باید از مجموعه خارج شوند. به علاوه ترک های توسعه یافته و بیماری جرب معمولی[۴]، هم رنگ هستند. معمولا ترک توسعه

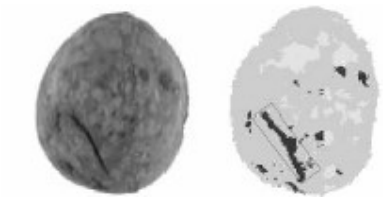
1 Training - set
2 Test - set
3 Rhizoctonia
4 Common scab

یافته، چیزی بیشتر از یک ناهنجاری در شکل سیب زمینی نبوده و هم رنگ پوست سیب زمینی می باشد. به دلیل اینکه ترک توسعه یافته باید از مجموعه خارج شود، تشخیص آن مهم است. برای تمایز این عیوب از شکل آن ها استفاده می کنیم به عنوان مثال ترک ها و ترک های توسعه یافته دارای کشیدگی و امتداد بیشتری نسبت به عیب های شبیه به آن ها هستند. خارج از مرکزیت به عنوان معیاری برای تمایز بین این عیوب به کار می رود و نسبت طول به عرض می باشد. این پارامتر دارای مقدار بین ۱ تا ∞ می باشد، یک شیء کروی دارای مقدار خارج از مرکزیت ۱ می باشد و هر چه کشیدگی شیء بیشتر شود مقدار این پارامتر نیز بیشتر خواهد بود(شکل۸). در فاز آموزشی برای کلیه ترک ها و ترک های توسعه یافته از پارامتر خارج از مرکزیت برای مشخص کردن یک حد آستانه مناسب استفاده می شود. اگر سطح یک شیء بزرگ تر از حد آستانه سطح بوده و خارج از مرکزیت سطح نیز بزرگ تر از حد آستانه خارج از مرکزیت باشد، آن شیء به عنوان ترک طبقه بندی می شود(۱۱).

$$if\ (area_{object} > threshold_{area})\ \&\&(eccentricity_{object} > Threshold_{eccentricity}) \Rightarrow object\ is\ a\ crack$$



شکل ۷.تصویری شماتیک از مراحل مختلف محاسبه حجم



شکل ۸. ترک تشخیص داه شده

طبقه بندی

دسته بندی موضوعات شناسایی شده عبارت است از تقسیم بندی آن ها در قالب مجموعه محدود دسته ها، که شامل مقایسه ویژگی های اندازه گیری شده یک جسم با موضوعات معلوم یا سایر معیارهای معلوم و تعیین چگونگی تعلق موضوع جدید به مجموعه ویژه ای از موضوعات است. از روش های گوناگونی برای انجام مناسب این مرحله، استفاده می شود. روش های آماری، منطق فازی و شبکه عصبی سه روش اصلی دسته بندی اند. هدف کلی این روش ها شبیه سازی رفتار تصمیم گیری توسط انسان است. مزایای این روش ها ثبات، زمینه کاری متغیر و سادگی آن ها است(۸).

محاسبه وزن

در این روش ، می توان به کمک رابطه های موجود و اندازه گیری خصوصیات ظاهری سیب زمینی، به وزن نمونه ها دست یافت.

$$W_{potato} \approx \frac{(\text{projected area})^2}{\text{length}} \quad (4)$$

با فرض ثابت بودن چگالی سیب زمینی ها، می توان حجم نمونه ها را نیز محاسبه نمود(۱۰).

بحث و نتیجه گیری

با بررسی های انجام شده می توان به این نتیجه رسید، که سیستم ماشین بینایی سیستمی کارا در محاسبه خواص فیزیکی سیب زمینی است. از مزایای این سیستم می توان به این مورد اشاره کرد که با تغییرات اندکی می توان این روش را برای سایر محصولات نیز به کار برد. گاهی اوقات با توجه به محدودیت های موجود، محاسبه ی یک ویژگی با اندازه گیری ویژگی دیگری انجام می شود، بنابراین می توان از خواص اندازه گیری شده به طور مستقیم یا غیر مستقیم بهره برد. به عنوان مثال می توان به ۱۲ ویژگی که به طور مستقیم و یا غیرمستقیم اندازه گیری شده است در زیر اشاره کرد:

مساحت[۱]: تعداد پیکسل های تشکیل دهنده ی جسم

محیط[۲]: طول مرز جسم

نسبت ظاهری[۳]: نسبت عرض به طول کوچک ترین مستطیل محیطی

قطر میانگین[۴]: میانگین قطر های اندازه گیری شده در چرخش های متوالی

گردی[۵]: نسبت مساحت به قطر میانگین

تحدب[۶]: نسبت محیط اصلی به محیط پوسته ی محدب

سختی[۷]: نسبت مساحت به مساحت پوسته ی محدب

حوزه[۸]: نسبت مساحت جسم به مساحت کوچک ترین مستطیل محیطی

انرژی انحنا[۹]: میانگین مقدار انحناء در مرز جسم

فاصله ی میانگین[۱۰]: میانگین فاصله ی اقلیدسی هر پیکسل از مرکز هندسی

واریانس فاصله[۱۱]: میانگین تفاضل فاصله ی اقلیدسی هر پیکسل و فاصله ی میانگین

دایروی[۱۲]: نسبت مجذور محیط به مساحت جسم(۹)

با وجود اینکه سیستم ماشین بینایی سیستمی کارا می باشد، عدم اطلاع کافی مهندسین از تکنولوژی ماشین بینایی و عدم آشنایی با توجیه اقتصادی به کارگیری آن موجب شده است که در استفاده از این تکنولوژی تردید و در برخی موارد واکنش منفی وجود داشته باشد. تعداد سیستم های ماشین بینایی نصب شده و در حال استفاده نسبت به تعداد مواردی که می توانند از این سیستم ها بهره گیرند، بسیار کمتر است. سازندگان و فروشندگان سیستم های ماشین بینایی بر این عقیده هستند که به جز موارد معدود، اطلاعات کاربران این سیستم ها، بسیار محدود می باشد، در حالی که مفاهیم کلی برای کاربران شناخته شده است، اطلاع کاربردی کافی، در اختیار کاربران نیست تا بتوانند نیازهای خود را با توانایی های ماشین بینایی مرتبط و بررسی نمایند. هر گونه پیشنهادی مبنی بر استفاده ی ماشین بینایی، می بایستی بر اساس تاثیر اقتصادی آن در کاربرد، موردنظر باشد(۵).

---

1 Area
2 Perimeter
3 Aspect Ratio
4 Mean Diameter
5 Roundness
6 Convexity
7 Solidity
8 Extent
9 Energy of Curvance
10 Mean Distance
11 Variance of Distance
12 Circularity

منابع

۱. ابراهیمیان، س، ۱۳۸۵، ارزیابی آزمایشگاهی بذرکارها با استفاده از روش آنالیز تصویر، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده ، کشاورزی دانشگاه تبریز.

۲. جهانگیری صالح،م، ۱۳۸۵، درجه بندی سیب گلدن دلیشز با استفاده از پردازش تصویر، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی بیوسیستم، دانشگاه تهران.

۳. خادمی، م و جعفری، د (مترجمین) ،۱۳۸۳، پردازش تصویر رقمی، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

۴. خلیلی ، خ (مترجم) ،۱۳۸۰،ماشین بینایی و اصول پردازش دیجیتالی تصویر تهران:جهان نو.

۵. صیاد زاده، ح. (۱۳۸۱). ساخت دستگاه کنترل کیفیت بلادرنگ دانه های ریز با استفاده از ماشین بینایی، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه تربیت مدرس.

۶. وفایی، س. (۱۳۸۴). طراحی، ساخت و ارزیابی دستگاه تقسیم بندی میوه ها بر اساس رنگ، شکل و اندازه به کمک ماشین بینایی و تکنیک های هوش مصنوعی، پایان نامه ارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز.

7. Brosnan,Tadhg., Sun,Da-Wen.(2003),Improving quality inspection of food products by computer vision – a review.Journal of food engineering .Vol. 61:3-16.

8. Du Cheng – Jin, Sun Da-Wen.(2004), Recent developments in the applications of image processing techniques for food quality evaluation.Trends in Food Science & Technology,15,230-249.

9. Forbes,K.(2000).Volume estimation of fruit from digital profile image. M.Sc.thesis of Electronic Engineering, Cape town.

10. Marchant J.A. (1990).A mechatronic approach to produce grading. In Mechatronics: Designing intelligent machines, (Author George Rzevski), pages 159-164.

11. Noordam,J.C.,Otten ,G.W., Timmermans, A.G.M.,Zwol,B.H.van.,High speed potato grading and quality inspection based on a color vision,Department Production and Control systems,ATO.

Studying of potato physical properties by means of machine vision

Roya hasankhani[1]

Machine vision system, is one of applied tools in many process. One of them is, determine of agricultural physical properties. Physical properties knowing, is important from different aspects, in many usage, physical properties such as: area, volume, shape, density and weight is used for determining moisture loss, heat transfer rate, insecticide usage quantity, respiration rate and etc. Machine vision system, uses undestroyed, precise and quick methods to calculate this properties. Properties that survey in this article are: area, volume, shape, external defects such as: greening, cracks, insect attack defects and etc. Crop photography, image processing techniques and calculating methods are joint process in all properties measurement. Studying of this methods determine that they are applied and preside.

Key words: Machine vision, Potato, Physical properties, Photography, Image rocessing

1 Master student of agricultural mechanization of Tabriz university
ro.hasankhani@gmail.com