بررسی امکان استفاده از ماتریس هم‌اتفاقی برای تشخیص حبوبات

علیرضا قنبریان[۱] و داود قنبریان[۲]

۱و۲- به ترتیب دانشجوی مهندسی کامپیوتر نرم افزار دانشگاه فردوسی مشهدواستادیار گروه ماشین های کشاورزی دانشگاه شهرکرد

چکیده

تکنیک بینایی ماشین (Machine Vision) یکی از روش‌های ارزیابی محصولات کشاورزی است که با روشهای گوناگونی همچون ویژگی های رنگی، بافت و یا اندازه محصولات، ارزیابی و تشخیص آنها را انجام می دهد. در این مقاله تشخیص محصولات را با ویژگی های رنگی و بافتی آنها انجام می دهیم. هدف اصلی از این تحقیق عبارت بود از بررسی امکان استفاده از ماتریس هم اتفاقی برای تشخیص انواع حبوبات. حبوبات انتخاب شده عبارت بودند از برنج، نخود، عدس، لوبیا و لپه. با استفاده از نرم افزار MATLAB ویژگی های رنگی و بافتی برای هر ۱۰ تصویر از هر تعیین و سپس با میانگین گیری از آنها بردار شاخص هر محصول بدست آمد. برای محاسبه درصد ناخالصی از روش آستانه گیری و برای تشخیص نهائی محصول از روش KNN استفاده شد. نتایج نشان داد که بیشترین و کمترین درصد صحت تشخیص، زمانی که نمونه ها در خالصترین حالت خود باشند برای هر ۵ محصول مورد بررسی به ترتیب ۱۰۰ و ۹۵ درصد می باشد. نتایج همچنین نشان داد که با افزایش میزان ناخالصی درصد صحت تشخیص نوع شدیداً کاهش می یابد.

واژه های کلیدی:بینایی ماشین- بافت- KNN

مقدمه

به طور کلی برای ارزیابی کیفی و دسته‌بندی محصولات دو روش وجود دارد. نخست روش فاعلی است که در آن ارزیابی و تفکیک توسط افراد آموزش دیده انجام می‌شود و طبیعتا کاری پر زحمت، هزینه بر و غیر قابل اطمینان است. روش دوم که اصطلاحا روش مفعولی نامیده می‌شود با مشاهدات غیر انسانی سر و کار دارد. در این روش از ماشین برای اندازه‌گیری خصوصیات فیزیکی (مانند اندازه، شکل، رنگ و پایداری) و ترکیبات شیمیائی (مانند آنزیم، رطوبت، فیبر و PH) استفاده می‌شود.(Huang ,۲۰۰۱)

امروزه به کارگیری کامپیوتر و الکترونیک اثرات شگرفی در فناوری پس از برداشت محصولات

کشاورزی به وجود آورده است. در صنایع غذائی به کمک تکنیک ماشین بینائی، پس از دریافت تصاویر مناسب از محصولات، ویژگی‌های ظاهری آنها مانند اندازه، رنگ و آسیب‌های سطحی پردازش شده و سپس تفکیک لازم بر روی آنها انجام می‌شود. (محمد امینی,۱۳۸٤)

در رایج ترین مدل رنگ گرافیک کامیوتری، رنگ ها از ترکیب سه رنگ قرمز، سبز و آبی به وجود می‌آیند این مدل رنگ در گرافیک کامپیوتری با نام RGB شناخته می شود. در کنار مدل رنگ RGB مدل های دیگری همچون CMYK، HSI و HSV نیز وجود دارد که هریک از آن ها به روش متفاوتی به نمایش رنگ ها می‌پردازند.

از طرف دیگر انواع مختلف حبوبات دارای ویژگی های بافتی متفاوتی می‌باشند که به دلیل تفاوت شدت روشنایی سطح خارجی آنها می باشد. این تفاوت‌ها ناشی از همواری، زبری و قاعده‌مندی تصاویر می‌باشند. بهترین و پرکاربردترین روش برای تشخیص بافت استفاده از ماتریس های هم اتفاقی سطح خاکستری است. از ماتریس هم-اتفاقی اولین با هارلیک[۱] برای استخراج ویژگی بافتی از تصویر به منظور عیب یابی میوه گریپ فرت استفاده کرد. آنامی و ویشوانس[۲] با استفاده از ویژگی‌های بافتی نیز به دسته بندی محصولات پرداختند. دوریم اونای و برنارد گوسلین[۳] با استفاده از شبکه عصبی و ویژگی های بافتی تصویر سیب، درصد عیب و نقص محصول سیب را بدست آوردند. مزیت استفاده از این ماتریس بر هیستوگرام[٤] ساده تصویر این است که در مقایسه با هیستوگرام ساده که در آن اطلاعات مکانی پیکسل‌ها از بین رفته و فقط فراوانی مقادیر خاکستری پیکسل‌ها حساب می‌شوند، در این ماتریس موقعیت مکانی پیکسل‌ها نیز در نظر گرفته میشود. بطوری که هر چه توزیع مقادیر خاکستری گسترده‌تر باشد، واریانس زیادتری در ماتریس دیده خواهد شد. بعد از تشکیل ماتریس هم-اتفاقی بایستی بدنبال استخراج ویژگی‌های مناسبی بود که متمایز کننده یک کلاس از دیگری باشند. ویژگی هایی که بتواند چینش‌های گوناگون را متمایز کند باید مد نظر قرار گیرند. هارلیک فرض کرد که اطلاعات بافتی در این ماتریس قرار گرفته‌اند. وی ١٤ نوع ویژگی در نظر گرفت که البته معمولا تنها چهار عدد از آن‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند. این چهار ویژگی رایج عبارتند از : آنتروپی، کنتراست، همبستگی و انرژی. آنتروپی بیان کننده میزان بی‌نظمی و تصادفی بودن پیکسل‌های تصویر است. یعنی اگر تصویر نامنظم و بی قاعده باشد آنتروپی آن زیاد خواهد بود. کنتراست بیان کننده میزان تغییرات مقادیر پیکسل‌های تصویر است. همبستگی معیاری از یکنواخت بودن تصویر و بالاخره انرژی بیان کننده میزان نظم تصویر می باشد یعنی اگر عناصر موجود در تصویر همشکل باشند انرژی تصویر کوچک خواهد بود. چهار ویژگی یاد شده نشان می‌دهد که به

---

۱ - Harlik

۲ - Anami and Wishvanath

۳ - Devrim unai and Bernard gosselin

٤ - Histogram

خوبی می توان تفکیک مناسبی بین تصاویر اشیا با بافت های مختلف ایجادکرد. فرمول‌های محاسبه این ویژگی‌ها عبارتند از:

$$Energy = \sum_{x,y} p^{2}(x,y) \quad (۱)$$

$$Entropy = -\sum_{x,y} p(x,y)\log_2(p(x,y)) \quad (۲)$$

$$Contrast = \sum_{x,y} |x-y|^{k} p^{\lambda}(x,y) \quad (۳)$$

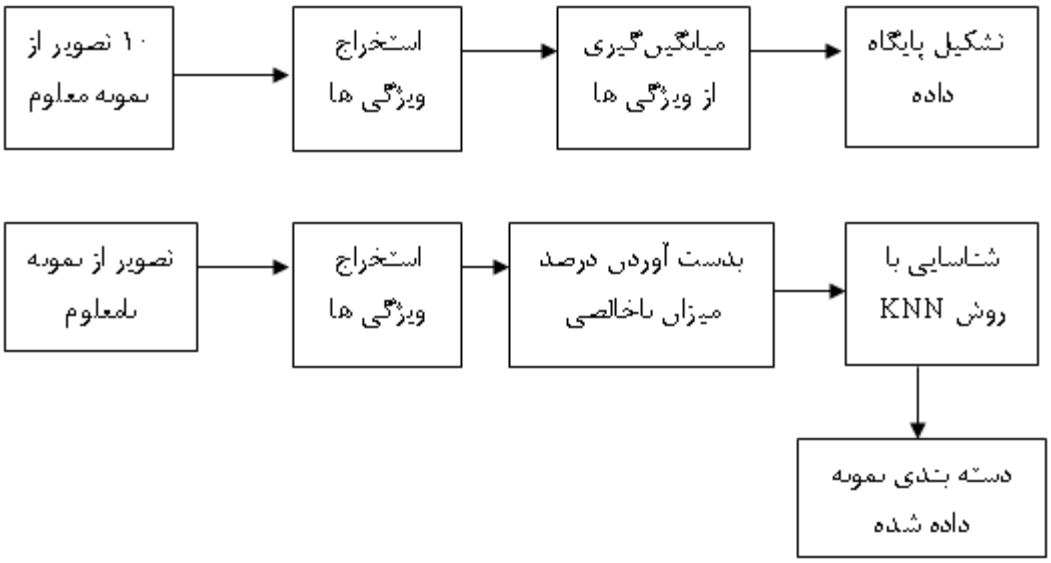
$$Correlation = \frac{\sum_{x,y}[(xy)p(x,y)] - \mu_x \mu_y}{\sigma_x \sigma_y}$$

بنابراین هدف از این تحقیق عبارت بود از بررسی امکان استفاده از ویژگی‌های فوق برای تعیین بافت حبوبات مختلف و در نهایت تشخیص آنها از یکدیگر.

مواد و روش‌ها

برای انجام آزمایشات پنج محصول لوبیا، نخود، عدس، لپه و برنج انتخاب شدند. برای گرفتن تصویر و ارسال آن به کامپیوتر از یک جعبه مستطیلی به ابعاد ۶۰ ×۶۰ ×۵۰ میلی‌متر به عنوان سکوی تصویر برداری و دوربین دیجیتالی canon مدل powershot A540 استفاده شد. سیستم نورپردازی از دو لامپ هالوژن ۱۰۰ واتی تشکیل شده بود که در ۲ گوشه جعبه به صورت متقارن قرار گرفته بودند.

ابتدا از هر نمونه محصول ۱۰ تصویر در پایگاه داده قرار گرفته و سپس ویژگی‌های بافتی و رنگی پایگاه تعیین شدند. در مرحله بعد ویژگی‌های رنگی و بافتی از تصویر جدیدی که باید تشخیص داده شود استخراج شده و با ویژگی‌های پایگاه داده مقایسه می‌شدند. شکل ۱ بلوک دیاگرام زیر مراحل انجام کار را نشان می‌دهد.



شکل ۱- بلوک دیاگرام استفاده شده در انجام آزمایشات

زمانی که تصویر جدیدی به برنامه داده می‌شد ابتدا درصد ناخالصی تصویر محاسبه شده و سپس ویژگی‌های رنگی و بافتی تصویر جدید استخراج می‌شدند. برای تشخیص نهائی محصول از روش KNN استفاده شد. KNN یکی از ساده‌ترین و متداولترین روشهای کلاس‌بندی است که در آن فرض می‌شود تمام نمونه‌ها نقاطی در فضای n بعدی حقیقی هستند. سپس در بین تمامی این نمونه‌ها K تا از نزدیکترین آنها به نمونه جدید انتخاب می‌شوند و دسته هر یک از این K نمونه مشخص می‌گردند. سپس دسته‌ای که بیشترین تعداد را در این K نمونه دارد به عنوان دسته نمونه جدید انتخاب می شوند. مراد از k تعداد همسایه‌های در نظر گرفته شده است. اگر k=1 انتخاب شود الگوریتم 1-NN مقدار نزدیکترین نمونه به جدید را انتخاب خواهد نمود. یافتن نزدیکترین همسایه با توجه به معیارهای مختلفی می تواند انجام بگیرد که رایجترین این معیارها عبارتند از فاصله اقلیدسی، فاصله همبستگی، فاصله ماهالونوبیس و مجموع تفاضل قدر مطلقی. در این تحقیق از الگوریتم 1-NN و فاصله اقلیدسی استفاده شده است. الگوریتم ۱ تمامی مراحل را بیان می دهد.(Aksoy, 2010)

الگوریتم ۱: دسته بندی حبوبات با درصد ناخالصی متفاوت

ورودی: تصویر رنگی ۲٤ بیت

خروجی: دسته بندی نمونه به همراه درصد ناخالصی آن

شروع

مرحله۱: دریافت تصویر نمونه همراه با ناخالصی

مرحله۲: بدست آوردن نواحی ناخالصی

مرحله۳: بدست آوردن میزان درصد ناخالصی

مرحله٤: استخراج ویژگی های رنگی و بافتی تصویر

مرحله۵: استفاده از این ویژگی ها و روش KNN برای دسته بندی نوع نمونه

پایان

محاسبه میزان درصد ناخالصی تصویر

برای محاسبه میزان درصد ناخالصی تصویر گرفته شده از محصول ابتدا باید نواحی اشغال شده توسط ناخالصی‌ها را با روش‌های متفاوتی از قبیل تفریق تصاویر، آستانه‌گیری، کلاسترینگ و بخش بندی تصاویر از تصویر نمونه بدست آوریم. در این پروژه از روش آستانه گیری به شرح زیر استفاده شد: ابتدا از تصویر جدید عنصر H بدست می‌آید. سپس میانگین آن محاسبه شده و بعد پیکسل‌هایی که اختلاف آنها از میانگین تصویر بیشتر از آستانه باشند به عنوان ناخالصی انتخاب می‌شوند.برای محاسبه میزان درصد ناخالصی محصول از فرمول زیر استفاده شد:

$$\text{درصد ناخالصی نمونه} = \left(\frac{k}{n}\right)\times 100 \qquad (۵)$$

که در آن k تعداد پیکسلهای متعلق به ناخالصی و n تعداد کل پیکسلهای تصویر می باشد.

استخراج ویژگی ها

الگوریتمی برای استخراج ویژگی ها از تصاویر پیاده سازی شد. در کل ١٤ ویژگی از تصویر بدست می آید که ٦ ویژگی از آنها مربوط به رنگ تصویر و ۷ ویژگی مربوط به بافت می‌باشد. الگوریتم شماره ۲ نحوه بدست آوردن ویژگی های رنگی و بافتی را از تصویر را بیان می کند

(2003, Basavaraj)

الگوریتم ۲: استخراج ویژگی های رنگی تصویر

ورودی: تصویر رنگی ٢٤ بیت

خروجی: ۱۸ ویژگی رنگی

شروع

مرحله۱: استخراج عناصر R,G,B از تصویر اولیه

مرحله۲: بدست آوردن عناصر H,S,V از روی عناصر R,G,B

مرحله۳: یافتن مقادیر میانگین، واریانس و رنج از عناصر H و S

مرحله٤: تعیین ماتریس هم‌اتفاقی برای عناصر H به ازای زاویه صفر درجه و d=1.

مرحله۵: تعیین ویژگی‌های ماتریس هم‌اتفاقی سطح خاکستری (شامل: میانگین، دامنه، واریانس، انرژی، آنتروپی، کنتراست و همبستگی).

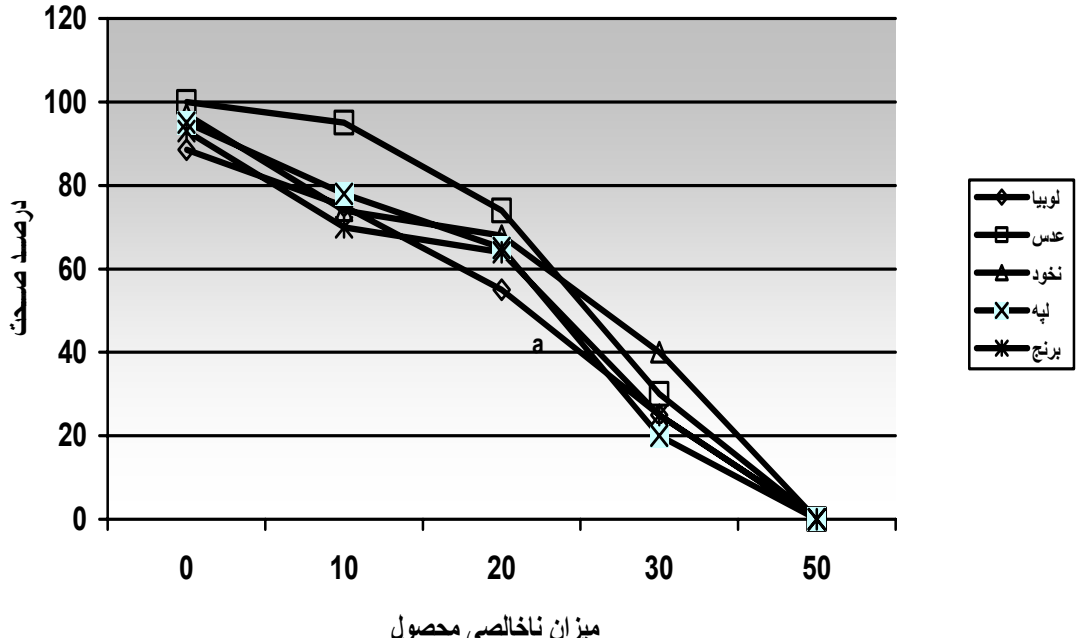
پایان

الگوریتم مورد نظر با ۳ روش امتحان شد. در روش اول فقط از ویژگی های رنگی تصویر، در مرحله دوم فقط از ویژگی های بافتی تصویر و در مرحله سوم از هر دو ویژگی استفاده شد.

نتایج

ابتدا فقط ٦ ویژگی رنگی تصویر جدیدی که باید نوع آن تشخیص داده شود را از مدل رنگی HSV بدست آوردیم و آن را با شاخص های ذخیره شده هر ۵ نوع حبوبات مقایسه کردیم. نتایج بدست آمده در نمودار ۱ برای هر محصول و با ناخالصی های متفاوت ارائه شده است.

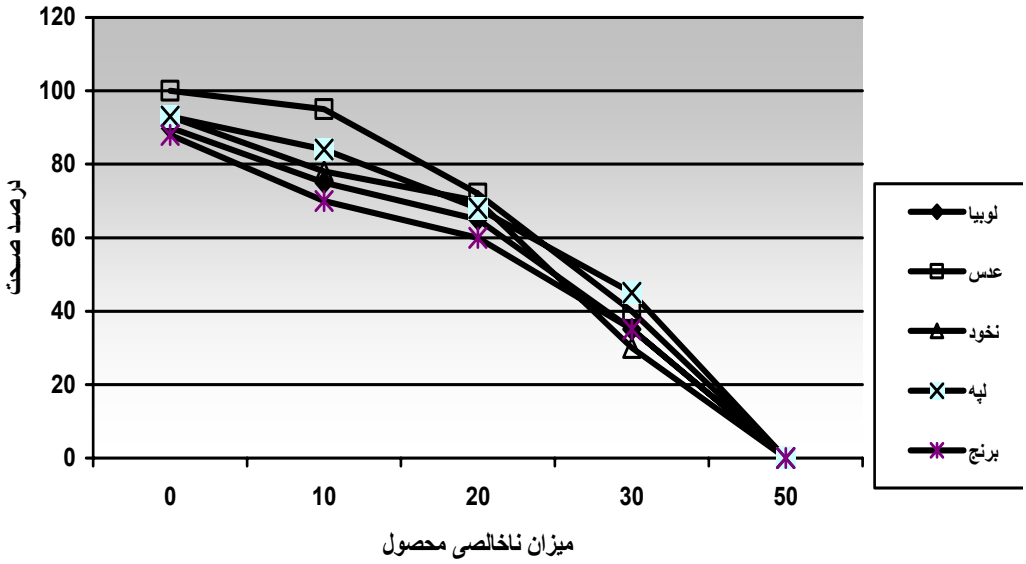
نمودار ۱ دسته بندی بر اساس ویژگی های رنگی



با دقت در نمودار۱ متوجه می شویم که در بهترین حالت به صحت تشخیص ۱۰۰ درصدی رسیده ایم و در بدترین حالت به صحت ۸۸ درصدی برای نوع لوبیا رسیدیم.همچنین وقتی ناخالصی تصویر در حدود ۱۰ درصد می باشد بهترین و بدترین حالت به ترتیب برای نوع عدس با درصد صحت ۹۵ درصد و برای نوع برنج با درصد صحت ۷۰ درصد می باشد. در کل اگر نمونه ها بدون ناخالصی باشند و فقط از ویژگی رنگی استفاده کنیم به طور میانگین برای هر ۵ نوع محصول با درصد صحت ۹٤.۲ روبرو می شویم.

در مرحله بعد ۷ ویژگی بافتی تصویر جدیدی که باید نوع آن تشخیص داده شود را از ماتریس هم اتفاقی عنصر H تصویر بدست آوردیم و آن را با بردار شاخص های ذخیره شده هر ۵ نوع حبوبات مقایسه کردیم. نتایج بدست آمده را در نمودار ۲ برای هر محصول و با ناخالصی های متفاوت ارائه می دهیم.

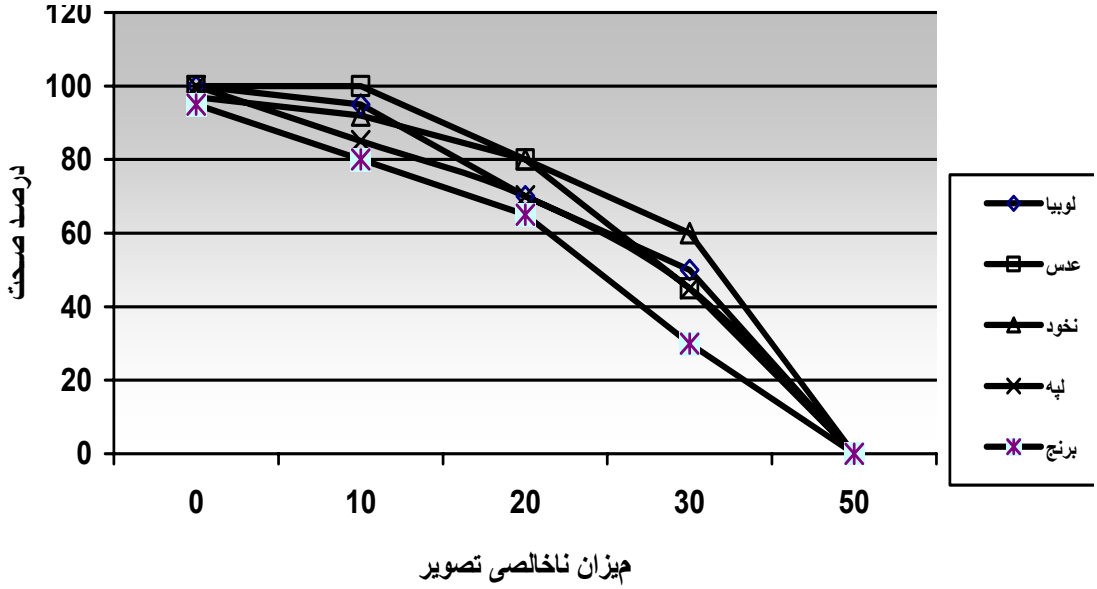
نمودار ۲ دسته بندی بر اساس ویژگی های بافتی



با توجه به نمودار۲ متوجه می شویم که وقتی فقط از ویژگی های بافتی تصویر استفاده می کنیم وقتی تصویر بدمن ناخالصی است در بهترین و بدترین حالت به صحت تشخیص ۱۰۰و ۸۵ درصدی برای نوع برنج می رسیم. همچنین وقتی ناخالصی تصویر در حدود ۱۰ درصد می باشد بهترین حالت برای نوع عدس با درصد صحت ۹۵ درصد می باشد و در بدترین حالت برای نوع برنج با درصد صحت ۷۰ درصد می باشد. در کل اگر فقط از ویژگی های بافتی محصول برای تشخیص استفاده کنیم میانگین درصد صحت تشخیص برای هر ۵ نوع ۹۲.۸ خواهد شد

در مرحله آخر ٦ ویژگی رنگی و ۷ ویژگی بافتی مورد نظر تصویر جدیدی که باید نوع آن تشخیص داده شود را از عناصر RGB و HSV و ماتریس هم اتفاقی عنصر H تصویر بدست آوردیم و آنها را با شاخص های ذخیره شده هر ۵ نوع حبوبات مقایسه کردیم. نتایج بدست آمده را در نمودار ۳ برای هر محصول و با ناخالصی های متفاوت ارائه می دهیم.

نمودار ۳ دسته بندی بر اساس ویژگی های رنگی و بافتی



از نمودار ۳ متوجه می شویم که وقتی از ویژگی های رنگی و بافتی تصویر همزمان استفاده می کنیم در بهترین حالت به صحت تشخیص ۱۰۰ درصدی می رسیم و در بدترین حالت به صحت ۹۵ درصدی برای نوع برنج می رسیم. همچنین وقتی ناخالصی تصویر در حدود ۱۰ درصد می باشد بهترین و بدترین حالت به ترتیب برای نوع عدس با درصد صحت ۱۰۰ و برای نوع برنج با درصد صحت ۸۵ درصد می باشد.

زمانی که از هر ۲ ویژگی رنگی و بافتی نمونه استفاده کنیم به میانگین درصد صحت ۹۸.۲ خواهیم رسید. با توجه به نتایج بدست آمده از این مقاله به این نتیجه رسیدیم که اگر از ۲ ویژگی رنگی و بافتی در فرآیند تشخیص نمونه استفاده کنیم دقت فرآیند تشخیص بالاتر می رود.

با درصد ناخالصی های بیشتر نیز بر روی محصولات آزمایش کردیم که متوجه شدیم با افزایش میزان ناخالصی درصد صحت تشخیص شدیداً کاهش می یابد. همچنین زمانی که ناخالصی بیش از ۵۰ درصد باشد عملا فرایند تشخیص نوع با شکست روبرو می شود.

منابع:

۱. حاجی زاده م ، کسرایی م. "درجه بندی گردو با استفاده از ماشین بینایی بر اساس جرم ویژه". پنجمین کنگره ملی ماشین های کشاورزی و مکانیزاسیون. دانشگاه فردوسی مشهد. ۳-۱۰

۲. محمدامینی،اسعد.۱۳۸۴. "کاربرد کامپیوتر و الکترونیک در فناوری پس از برداشت".چهارمین کنفرانس علوم باغبانی.

3. ksoy ,S. 2010. "Non-Bayesian Classifiers Part I: k-Nearest Neighbor Classifier and Distance Functions",
4. Basavaraj,A & Dayanand.S . 2003," Effect of Foreign Bodies on Recognition and Classification of Bulk Food Grains Image Samples", Journal of applied computer science. vol. 6(3). page 1-4
5. Huang,J & Whittaker,A & Lacey,R. 2001. 'Automation for food engineering: Food quality quantization and process control'. CRC Press. The America. 240 pp.

Abstract

Machine vision is a tool for evaluate grain which use various way such as color feature, texture and size feature to detect grain. in this paper we extract color and texture feature of image for detection. The aim of this paper is to survey the using of co-occurrence matrix for assess grain.
Grains are rice, gram, bean, split pea and lentil with use of MATLAB we extract color feature and texture feature of ten picture of each type and then we get average to create index vector for each kind of grain. to compute impure percent of grain we use thresholding method and for detecting the kind of grain the KNN method used. The results indicate that the most and the least percent of detection for each five kind of grain is 100 and 95 percent whenever they are pure. also the results indicate that with increasing the impure percent of grains the percent of correct detection decrease drastically.

Keywords: Machine vision, texture, thresholding, KNN .