



نهمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی

(مکانیک بیوسیستم) و مکانیزاسیون

پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

۲ و ۳ اردیبهشت ۱۳۹۴ - کرج



سامانه نورپردازی برای اندازه‌گیری خودکار ابعاد و مساحت سطح تماس در آزمون خواص فیزیکی و مکانیکی محصولات کشاورزی

ایوب جعفری ملک آبادی^{۱*}، مهدی خجسته‌پور^۲، باقر عمادی^۲، محمودرضا گلزاریان^۳

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشجوی دکتری، دانشیار و استادیار گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه

فردوسی مشهد

* نویسنده مسئول: ay_ja306@stu.um.ac.ir

چکیده

در این پژوهش روش‌های مختلف نورپردازی برای سامانه اندازه‌گیری خودکار ابعاد و مساحت سطح تماس محصولات کشاورزی در آزمون خواص مکانیکی بررسی شد. نمونه‌های مورد آزمایش سیب زرد، سیب قرمز، هلو سبز، لیمو، شلیل، فلفل دلمه و آلو قرمز بود. سه نوع رنگ پس زمینه سفید، مشکی و آبی و چهار روش نورپردازی با لامپ‌های LED شامل: نورپردازی از زیر، نورپردازی از بالا، نورپردازی از روبرو و نورپردازی از پشت، بررسی شدند. همچنین بر روی صفحات پروب ساخته شده بالا و پایین نوار لامپ‌های LED نوع RGB قرار داده شد و حالت‌های مختلف رنگ به منظور اندازه‌گیری ابعاد و مساحت سطح تماس محصول با پروب مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که بهترین روش نورپردازی با لامپ‌های LED نورپردازی از بالا می‌باشد. بهترین رنگ پس زمینه برای محصولات رنگ آبی بود. پس زمینه روشن، برای محصولات شفاف مانند لیمو به دلیل ایجاد انعکاس و در نتیجه تولید یک سطح با شدت غیریکنواخت مناسب نمی‌باشند. بهترین رنگ نوار LED برای پروب بالا قرمز و برای پروب پایین آبی بود.

واژه‌های کلیدی: آزمون کشش-فشار، سامانه نورپردازی، محصول کشاورزی، مساحت سطح تماس، بینایی ماشین.



مقدمه

اندازه‌گیری دقیق و سریع خواص فیزیکی و خصوصیات هندسی و ثقلی در هنگام فرآوری محصولات کشاورزی، طراحی دستگاه‌ها، و غیره بسیار حائز اهمیت است. برای مثال شکل و ابعاد فیزیکی برای غربال کردن مواد جامد و درجه بندی میوه‌ها مورد نیاز است. برای این کار از روش دستی استفاده می‌شود و با استفاده از کولیس یا خط کش ابعاد اندازه‌گیری می‌شوند و با قرار دادن در فرمول‌های مربوط، پارامترها محاسبه می‌شود (رضوی و همکاران، ۱۳۸۵). این روش در صورتی که تعداد محصول و یا تکرار در انجام آزمایشات زیاد باشد، بسیار وقتگیر و سخت است.

از طرفی خواص مکانیکی امکان پیشگویی رفتار نیرو-تغییر شکل محصولات کشاورزی را فراهم کرده و در طراحی تجهیزات فرآوری این محصولات نقش مهمی ایفا می‌کنند (Arnold and Robert, 1969; Kang et al. 1995). اندازه‌گیری خواص مکانیکی، مفاهیم کرنش، تنش، نیرو، مدول الاستیسیته، مدول حجمی، نسبت پواسون و ... توسط دستگاه‌های آزمون کشش-فشار و روش‌های گوناگونی حاصل می‌شود ولی این گونه دستگاه‌ها به خاطر نوع طراحی دارای محدودیت‌هایی برای محصولات کشاورزی هستند که محققین را وادار به اعمال محدودیت‌ها و در نظر گرفتن فرض‌هایی برای به نتیجه رسیدن، می‌کنند. به عنوان مثال در رابطه تنش، مساحت سطح تماس باید مشخص باشد و در صورت تغییر هر کدام از مولفه‌ها در طول زمان دیگر مولفه‌ها نیز دستخوش تغییرات می‌گردند. تنها بخشی که به راحتی توسط دستگاه‌های یاد شده قابل اندازه‌گیری می‌باشد، مولفه نیرویی است و سطح مقطع با ارائه فرض‌هایی از جمله ثابت بودن و ناچیز بودن تغییرات در حین آزمون در نظر گرفته می‌شود که این فرض‌ها با تغییر ماهیت نمونه از فاز جامد به مایع نادرست‌تر می‌شوند و خطای چشمگیری را خواهد داشت. همچنین در روش دیگر، نمونه‌ای با شکل استوانه یا مکعب از داخل محصول که دارای سطح مشخص باشد، استخراج می‌شود. این روش یک روش مخرب می‌باشد و در مورد بسیاری از محصولات استخراج نمونه امکان پذیر نیست. قرار دادن یک کاغذ سفید یا شطرنجی و آغشته نمودن جسم مورد آزمایش با جوهر، روش دیگری است که اثر سطح تماسی نمونه با کاغذ را در لحظه‌ای خاص بدست می‌آورد. شمارش تعداد خانه‌های سیاه شده و یا استفاده از پلانیمتر برای بدست آوردن سطح تماسی، کاری وقت گیر، طاقت فرسا است و فقط مساحت تماسی را در لحظه‌ای خاص می‌توان اندازه گرفت که این روش همراه با خطاست و به صورت ناقص انجام می‌شود.

علاوه بر سطح مقطع در محل تماس، اندازه‌گیری نسبت پواسون و یا مدول حجمی نیاز به اندازه‌گیری بسیار دقیق کرنش‌های نمونه دارد. در بسیاری از تحقیقات نسبت پواسون مقداری ثابت بین صفر و ۰/۵ در نظر گرفته می‌شود. این امر باعث خطا در نتایج می‌شود. در برخی از تحقیقات کرنش توسط کولیس اندازه‌گیری می‌شود که از دقت کمی برخوردار است. همچنین از کرنش سنج‌ها (استرین گیج) نیز استفاده می‌شود که این روش به علت نیاز به کرنش سنج برای هر نمونه هزینه بر می‌باشد و روش پیاده‌سازی کرنش سنج‌ها بر روی نمونه نیز نیاز به تخصص دارد و پیچیده می‌باشد، به خصوص وقتی ابعاد نمونه نیز کوچک باشد.



استفاده از روش پردازش تصویر و دوربین می‌تواند روش مناسبی برای اندازه‌گیری خواص فیزیکی و مکانیکی باشد. اما، اجرای پردازش‌های سطح پایین تصاویر ضروری‌ترین و اولین مرحله در هر کاربردی از ماشین بینایی است که به نورپردازی مناسب در محیط کار نیاز دارد (شفیعی و همکاران، ۱۳۹۲). انتخاب و جایگذاری دوربین‌ها و منابع نور یکی از مهم‌ترین مراحل در ایجاد یک سامانه ماشین بینایی موفق است. چون گرفتن تصویری با کیفیت بالا تا حد زیادی الگوریتم‌های بینایی را ساده نموده و قابلیت اطمینان آن‌ها را بهبود می‌بخشد (Cowan et al. 1992). پردازش‌های سطح پایین در پردازش تصویر مانند قطعه‌بندی، اولین مرحله‌ی کاربرد ماشین بینایی هستند. این پردازش‌ها روی تصاویر مقیاس خاکستری و تحت شرایط نوری مختلف، به صورت‌های متفاوتی انجام می‌شود، به دو روش می‌توان این وضعیت را بهبود بخشید: ۱) مقاوم ساختن پردازش‌های سطح پایین نسبت به تغییرات نورپردازی (۲) داشتن یک نورپردازی کنترل شده با استفاده از منابع نور خارجی. در کاربردهایی که سرعت کار مهم است استفاده از روش دوم بهتر است. نورپردازی خوب و یکنواخت بسیار حایز اهمیت است. نورپردازی غیریکنواخت می‌تواند باعث ایجاد خطا در طبقه‌بندی شود (Cowan, 1991; Haralick et al. 1973). تباین^۱ موثر با استفاده از هندسه‌ای شامل حرکت نمونه، نور یا دوربین تا زمان رسیدن به تشخیص درست تغییر می‌کند. برای مثال یک نور حلقوی هم محور با دوربین (نوری که در اطراف دوربین نصب شده است) انعکاسی در سطوح شفاف ایجاد می‌کند که با حرکت دادن ساده‌ی نور به خارج از محور نقاط انعکاسی نیز به خارج از دید دوربین هدایت می‌شوند. در این زمینه تاکنون پژوهش‌هایی انجام شده است. کوان و همکاران روشی برای تعیین مکان دوربین و منبع نور به صورت خودکار ارائه نمودند (Cowan, 1991). منابع نوری که هم‌اکنون در ماشین بینایی استفاده می‌شوند عبارتند از: لامپ‌های فلورسنت، جیوه، قوس زنون، لامپ‌های سدیم فشار بالا، فیبرهای نوری کوارتز-هالوژن و دیویدهای نورافشان یا LED. لامپ‌های فلورسنت، کوارتز-هالوژن و LED انواع سامانه‌های روشنایی هستند که در ماشین بینایی به ویژه برای ارزیابی در مقیاس کوچک تا متوسط به کار می‌روند، درحالی که لامپ‌های بخار جیوه، لامپ‌های زنون و سدیم در کاربردهای مقیاس بالا یا جاهایی که به منبع نور خیلی روشن نیاز است استفاده می‌شوند. در پژوهش حاضر نیز لامپ‌های LED استفاده شد.

در این پژوهش سامانه‌ای ساخته شده است که با استفاده از روش پردازش تصویر و روش‌های نورپردازی مشکلات فوق را حل نماید. ابعاد نمونه و سطح تماس جسم مورد آزمایش با پروب (استوانه انجام آزمون توسط دستگاه) توسط تصویربرداری، اندازه‌گیری می‌شود. اطلاعات حاصل از تصویربرداری به کامپیوتر منتقل می‌شود و با استفاده از نرم-افزارهای پردازش تصویر پارامترهای خواص فیزیکی و مکانیکی مورد نظر محاسبه خواهد شد. طراحی یک سامانه ماشین بینایی بایستی به گونه‌ای باشد که کمترین عملیات پردازش تصویر را در پی داشته باشد. در این راستا نخستین گام انتخاب یک سامانه نورپردازی مناسب است. در این پژوهش روش‌های مختلف نورپردازی در این سامانه برای محصولات مختلف کشاورزی (با رنگ مختلف) بررسی گردید. نمونه‌های مورد آزمایش سیب زرد، سیب قرمز، هلو سبز، لیمو، شلیل، فلفل دلمه و آلو قرمز بود. سه نوع رنگ پس زمینه سفید، مشکی و آبی مورد بررسی قرار گرفت.

1- contrast



چهار روش نورپردازی با لامپ‌های LED که عمدتاً در ماشین‌های بیابایی استفاده می‌شوند به کار برده شد شامل: نورپردازی از زیر، نورپردازی از بالا، نورپردازی از روبرو و نورپردازی از پشت. همچنین بر روی صفحات پروب ساخته شده بالا و پایین نوارهای LED نوع RGB قرار داده شد و حالت‌های مختلف رنگ به منظور اندازه‌گیری ابعاد و مساحت سطح تماس محصول با پروب مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

ساخت پروب

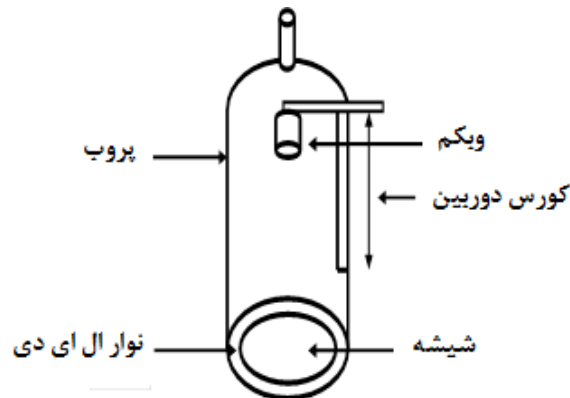
دو پروب از جنس آلومینیوم با صفحات شیشه‌ای که در اطراف آن LED و داخل آن دوربین Farassoo2370 نصب شده بود، ساخته شد. همچنین روبروی دستگاه آزمون کشش-فشار دوربین دیگری قرار داده شد. شکل ۱ شماتیک پروب ساخته شده را نشان می‌دهد.

عموماً برای استفاده از روش پردازش تصویر نیاز به نورپردازی می‌باشد، بدین منظور با توجه به محدودیت فضای کاری و همچنین شرایط پایدار نوری از تعدادی نوار LED سه رنگ RGB، بهره‌برده شد. بسته به اینکه نمونه مورد آزمون چه رنگی باشد، رنگ لامپ‌های LED را تغییر می‌دهیم. باید در انتخاب رنگ دقت نمود تا بیشترین تضاد رنگی ایجاد شود و بهترین خروجی تصویر برای اندازه‌گیری مساحت را داشته باشیم.

سامانه از طریق یک میله به نیروسنج دستگاه آزمون کشش-فشار (UTM)، متصل می‌گردد. با انجام آزمایش و تماس سطح شیشه با نمونه مورد آزمایش ردی پدیدار می‌گردد که قابل مشاهده است و همان مساحت واقعی تماس پروب با نمونه می‌باشد. این مساحت توسط دوربین که درون استوانه قرار دارد ضبط می‌گردد.

محصولات کشاورزی مورد آزمایش

نمونه‌های مورد آزمایش سیب زرد، سیب قرمز، هلو سبز، لیمو، شلیل، فلفل دلمه و آلو قرمز بود.



شکل ۱. شماتیک پروب ساخته شده



سامانه نورپردازی

از آنجا که بازتاب نور از اجسام، در تشخیص رنگ آن‌ها مؤثر است، تغییرات در کیفیت نور باعث خطا در تشخیص رنگ جسم می‌شود. بنابراین، تهیه تصاویر تحت شرایط نور طبیعی باعث می‌شود که در قسمت‌هایی از تصویر سایه و در قسمت‌هایی دیگر انعکاس شدید نور انجام گیرد. به عبارت دیگر، بخش‌هایی از تصویر تیره و بخش‌هایی نیز براق شود. این سطوح تیره و براق اغتشاشاتی به وجود می‌آورد که پردازش تصویر را دچار اختلال می‌کند. به منظور جلوگیری از هرگونه نفوذ نور خارجی به سمت دستگاه، اطراف دستگاه با پارچه‌ای پوشیده شد. سپس ۴ روش نورپردازی، ۳ نوع پس زمینه و حالت‌های مختلف نوارهای LED برای ۷ نوع محصولات مختلف مورد بررسی قرار گرفت.

الف- روش‌های مختلف نورپردازی

چون پرتوهای موازی باعث ایجاد درخشندگی در تصاویر می‌شود که در عملیات پردازش تصویر اختلال ایجاد می‌کند و برای اینکه سامانه بتواند هم ابعاد را مورد پردازش قرار دهد و هم مساحت سطح تماس را تشخیص دهد، بایستی از کاربرد نور با پرتوهای موازی خودداری گردد. برای این منظور و ایجاد نور پخشی، از لامپ‌های LED استفاده شد و چهار روش نورپردازی مورد بررسی قرار گرفت.

نورپردازی از زیر

در فاصله ۱۵ سانتی‌متری پروب پایین ۴ عدد لامپ LED قرار داده شد و وضعیت نورپردازی آن مورد بررسی قرار گرفت.

نورپردازی از بالا

در فاصله ۱۵ سانتی‌متری پروب بالا ۴ عدد لامپ LED قرار داده شد و وضعیت نورپردازی آن مورد بررسی قرار گرفت.

نورپردازی از روبرو

نزدیک دستگاه آزمون کشش-فشار با زاویه ۴۵ درجه و در هر سمت ۲ عدد لامپ LED قرار داده شد. سپس وضعیت نورپردازی آن مورد بررسی قرار گرفت.

نورپردازی از عقب



در کنار دوربین روبرو و در هر دو سمت ۲ عدد لامپ LED قرار داده شد. سپس وضعیت نورپردازی آن مورد بررسی قرار گرفت.

ب- رنگ پس زمینه

به منظور حذف انعکاس زمینه، پس زمینه روبروی دوربین جلو در حالت‌های سیاه، سفید و آبی مورد بررسی قرار گرفت.

ج- رنگ لامپ‌های LED

به منظور ایجاد شرایط نوری پایدار از تعدادی لامپ LED سه رنگ RGB، در اطراف شیشه‌های قرار داده شده بر روی پروب‌ها، بهره برده شد. LED ها به گونه‌ای در بین شیشه و استوانه نصب شدند که جهت نوردهی آن‌ها دقیقاً عمود بر شیشه هشت وجهی باشد. بسته به اینکه نمونه مورد آزمون چه رنگی باشد، رنگ لامپ‌های LED را تغییر می‌دهیم. باید در انتخاب رنگ دقت نمود تا بیشترین تضاد رنگی ایجاد شود و بهترین خروجی تصویر برای اندازه‌گیری مساحت را داشته باشیم.

بحث و نتایج

روش‌های مختلف نورپردازی

به منظور ایجاد نورپردازی به صورت پخش، از لامپ‌های LED استفاده شد و چهار روش نورپردازی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که نورپردازی از زیر باعث کم شدن اثر سطح تماس محصول با پروب می‌شود و قابلیت تشخیص مرز ناحیه سطح تماس در هنگام پردازش تصاویر کم می‌شود. نورپردازی از روبرو و پشت باعث کم شدن قابلیت تشخیص مرزهای محصول می‌شود. بنابراین تشخیص ابعاد محصول به سختی انجام می‌شد و یا غیر ممکن بود. اما در روش نورپردازی از بالا نه تنها اثر سطح تماس کم نمی‌شد، بلکه باعث برجسته تر شدن آن می‌شد و تشخیص در هنگام پردازش تصاویر بهتر انجام می‌گرفت. همچنین اثر این روش بر روی محصول به منظور اندازه‌گیری ابعاد مطلوب بود. بنابراین بهترین روش، روش نورپردازی با لامپ LED از بالا بود.

رنگ پس زمینه



سه نوع پس زمینه روبروی دوربین جلو در حالت‌های سیاه، سفید و آبی مورد بررسی قرار گرفت. جدول ۱ نتایج این ارزیابی را نشان می‌دهد.

رنگ پس زمینه سیاه برای محصولاتی که رنگ پوست آن‌ها تیره بود (مانند آلو قرمز) مناسب ارزیابی نشد. تشخیص مرز محصول در هنگام پردازش تصاویر بسیار سخت می‌شد. همچنین برای محصولات دیگر هنگامی که پروب به انتهای کورس خود نزدیک می‌شد، به عبارت دیگر به پروب پایین نزدیک می‌شد، به علت اینکه فاصله کم بود و نور لامپ‌های LED پروب بالا و پایین در هم ترکیب می‌شد، مشکل فوق بوجود می‌آمد و تشخیص مرز محصول در هنگام پردازش تصاویر بسیار سخت می‌شد و یا حتی تشخیص ابعاد محصول غیر ممکن می‌شد. رنگ پس زمینه سفید برای محصولاتی که رنگ پوست آن‌ها روشن بود (مانند لیمو که در برخی موارد دارای رنگ زرد بسیار روشنی بود) مناسب ارزیابی نشد. بطوری که تشخیص مرز این محصولات در هنگام پردازش تصاویر بسیار سخت می‌شد. همچنین باعث انعکاس بیشتر نور برای این محصولات می‌شد. پس زمینه سفید برای محصولاتی با رنگ پوست سبز مناسب ارزیابی شد.

رنگ پس زمینه آبی برای اکثر محصولات مناسب ارزیابی شد. تنها برای لیمو در برخی موارد مناسب نبود که با توجه به نامناسب بودن رنگ‌های پس زمینه مشکی و سفید برای این محصول، رنگ آبی مناسب‌تر بود. بنابراین می‌توان رنگ پس زمینه آبی را توصیه نمود و از آن استفاده کرد.

جدول ۱. نتایج ارزیابی رنگ پس زمینه برای دوربین جلو

محصول	پس زمینه		
	سیاه	سفید	آبی
سیب زرد	نامناسب در انتهای کورس پروب	همراه با انعکاس نور و نامناسب	مناسب
سیب قرمز	نامناسب در انتهای کورس پروب	تا حدودی مناسب	مناسب
هلو سبز	نامناسب	مناسب	مناسب
لیمو	نامناسب در انتهای کورس پروب	همراه با انعکاس نور و نامناسب	تا حدودی مناسب
شلیل	نامناسب در انتهای کورس پروب	تا حدودی مناسب	مناسب
فلفل دلمه	نامناسب	مناسب	مناسب
آلو قرمز	نامناسب	تا حدودی مناسب	مناسب



رنگ لامپ‌های LED

بسته به رنگ پوست محصول مورد آزمون، رنگ لامپ‌های LED را تغییر دادیم تا بیشترین تضاد رنگی ایجاد شود و بهترین خروجی تصویر برای اندازه‌گیری مساحت سطح تماس با پروب را داشته باشیم. جدول ۲ نتایج این ارزیابی را نشان می‌دهد.

رنگ‌های زرد، نارنجی، سبزی و بنفش اصلاً مناسب ارزیابی نشد. این رنگ‌ها به علت نزدیکی به هم در چرخ رنگ، نتوانستند تضاد مناسب را ایجاد کنند و مساحت سطح تماس با پروب نیز به خوبی مشخص نمی‌شود. رنگ سفید نیز به علت ذکر شده مناسب نبود و تنها برای آلو قرمز که دارای رنگ تیره بود برای پروب بالا به همراه رنگ قرمز برای پروب پایین تا حدودی مناسب بود. رنگ‌های قرمز، آبی و سبز در کنار هم برای پروب بالا و پایین مناسب‌تر بودند. بهترین تضاد رنگ را رنگ قرمز برای پروب بالا و آبی برای پروب پایین ایجاد می‌کرد. پس از آن رنگ‌های قرمز بالا و سبز پایین و سبز بالا و قرمز پایین بهترین قابلیت تشخیص مساحت سطح تماس را ایجاد می‌کردند.

نتیجه‌گیری کلی

کاربرد ماشین بینایی به کیفیت تصاویر اخذ شده توسط آن بستگی دارد که عمدتاً به دو عامل دوربین و سامانه نورپردازی وابسته است. پس از انتخاب دوربین مناسب، طراحی یک سامانه روشنایی خوب که پرتوهای یکسانی را در سراسر صحنه، بدون وجود روشنایی خیره کننده یا سایه‌ها ایجاد کند، و از نظر طیفی در طول زمان یکنواخت و پایدار باشد، دارای اهمیت است. هدف پژوهش حاضر طراحی بهترین سامانه نورپردازی برای سامانه اندازه‌گیری خودکار ابعاد و مساحت سطح تماس محصولات کشاورزی در آزمون خواص فیزیکی و مکانیکی است.

جدول ۲. نتایج ارزیابی رنگ لامپ‌های LED برای پروب‌های بالا و پایین

محصول	پروب	رنگ‌های LED					
		سفید	قرمز	آبی	سبز	زرد	نارنجی
سیب زرد	بالا	×	√	×	+	×	×
	پایین	×	+	√	×	×	×
سیب قرمز	بالا	×	√	×	×	×	×
	پایین	×	×	√	√	×	×
هلو سبز	بالا	×	√	×	×	×	×
	پایین	×	×	√	×	×	×
لیمو	بالا	×	√	×	×	×	×
	پایین	×	×	×	√	×	×



×	×	×	×	+	×	√	×	بالا	شلیل
×	×	×	×	×	√	+	×	پایین	
×	×	×	×	×	×	√	×	بالا	فلفل دلمه
×	×	×	×	×	√	×	×	پایین	
×	×	×	×	√	×	×	+	بالا	آلو قرمز
×	×	×	×	×	√	+	×	پایین	

- علامت √ مناسب، علامت × نامناسب و علامت + تاحدودی مناسب. علامت مشابه پروب بالا و پایین با هم مناسب می باشد.

مطلوب‌ترین روش نورپردازی روشی است که، کمترین میزان تغییرات در شدت روشنایی در سطح تصویر را داشته باشد و تصویر کاملاً ثابت ایجاد کند. همچنین نورپردازی اطراف پروب باید بگونه‌ای باشد که تضاد مناسب برای تشخیص مساحت سطح را ایجاد کند. پردازش و تحلیل بافت تصاویر حاصل از روش‌های نورپردازی آزمایش شده، نشان داد که روش نورپردازی از بالا به دلیل ایجاد شدت یکسان در سراسر نمونه مورد آزمایش و همچنین عدم وجود هرگونه انعکاس و روشنایی خیره کننده در صحنه مورد آزمایش و ایجاد تصویری کاملاً ثابت، برای نورپردازی بهترین روش نورپردازی است. لذا این روش نورپردازی در طراحی یک سامانه ماشین بینایی برای هدف مورد نظر قابل توصیه است. همچنین بهترین رنگ پس زمینه برای محصولات رنگ آبی بود. پس زمینه روشن، برای محصولات شفاف مانند لیمو به دلیل ایجاد انعکاس و در نتیجه تولید یک سطح با شدت غیریکنواخت مناسب نمی باشند. بهترین رنگ LED برای پروب بالا قرمز و برای پروب پایین آبی بود و تضاد مناسبی را برای تشخیص مساحت سطح تماس ایجاد می کرد.

منابع

۱. رضوی، س.م.ع.، و اکبری، ر. ۱۳۸۵. خواص بیوفیزیکی محصولات کشاورزی و مواد غذایی. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. چاپ اول.
۲. شفیع، س.، مینایی، س.، مقدم چرکری، ن. و برزگر، م. ۱۳۹۲. طراحی سیستم نورپردازی مناسب برای مواد غذایی نیمه شفاف با استفاده از توصیف گرهای ماتریس هم-وقوعی. هشتمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی (مکانیک بیوسیستم) و مکانیزاسیون ایران. مشهد. ایران.

3. Arnold, P.C., and Robert, A. 1969. Fundamental aspects of load deformation behaviour of wheat grains. Trans. ASAE., 12: 104–108.



نهمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی

(مکانیک بیوسیستم) و مکانیزاسیون

پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

۲ و ۳ اردیبهشت ۱۳۹۴ - کرج



4. Cowan, C.K. 1991. Automatic camera and light-source placement using CAD models, in: Workshop on Directions in Automated CAD-based Vision, pp. 22–31.
5. Cowan, C.K., Modayur, B., and DeCurtins, J.L. 1992. Automatic light-source placement for detecting object features, in: Proceedings of SPIE, vol. 1826, pp. 397–408.
6. Haralick, R.M., Shanmugam, K. and Dinstein, I. 1973. Textural features for image classification. IEEE Trans. On System, Man, & Cyber. 3, 610–621.
7. Kang, Y.S., Spilman, C.K., and Chung, G.D. 1995. Mechanical properties of wheat. Trans. ASAE., 38: 573–578.



نهمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی

(مکانیک بیوسیستم) و مکانیزاسیون

پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

۲ و ۳ اردیبهشت ۱۳۹۴ - کرج



Lighting system for automatic measurement of contact area and dimensions in physical and mechanical properties test of agricultural products

Abstract

In this research, the different lighting methods of machine vision for the automatic measurement system of contact area and dimensions were investigated in the physical and mechanical properties test of agricultural products. Testing samples were yellow and red apples, green peach, lemon, nectarine, bell pepper and red plum. Three types of background color, white, black and blue and four lighting methods with LED bulbs including up-lighting, forward-lighting, back-lighting and down-lighting were studied. Also, LED bulbs of RGB type were placed on the upper and lower probe and the colors of different modes for measuring the dimensions and contact area of sample with probe were investigated. The results showed that the best way of lighting was LED lamps with up-lighting. Best color was blue background for products. The bright background for clear products like lemon was not suitable due to the reflection and as a result causing non-uniform of level of intensity. Best color LEDs was red for upper-probe and blue for lower-probe.

Keywords: stress - strain test, lighting system, agriculture crop, contact area, machine vision.