

GRAPHICAL TOOL FOR QUALITY ASSESSMENT OF PLANTS USING IMAGE ANALYSIS³

Assoc. prof. Tsvetelina Georgieva, PhD

Department of Automatics and Mechatronics,
“Angel Kanchev” University of Ruse
Tel.: +359 82 888 668
E-mail: cgeorgieva@uni-ruse.bg

Eng. Emil Stefanov, PhD Student

Department of Automatics and Mechatronics,
“Angel Kanchev” University of Ruse
Tel.: +359 82 888 676
E-mail: estefanov@uni-ruse.bg

Eng. Nadezhda Paskova, PhD Student

Department of Automatics and Mechatronics,
“Angel Kanchev” University of Ruse
Tel.: +359 82 888 676
E-mail: npaskova@uni-ruse.bg

Prof. Plamen Daskalov, PhD

Department of Automatics and Mechatronics,
“Angel Kanchev” University of Ruse
Tel.: +359 82 888 668
E-mail: daskalov@uni-ruse.bg

Prof. Nicolaos Sigrimis, PhD

Department of Department of Natural Resources Management and
Agricultural Engineering (NRM&AE),
Agricultural university of Athens, Greece
Tel.: +30-1-5294036
E-mail: n.sigrimis@computer.org

Abstract: The paper presents graphical tool for quality assessment of plants using image analysis. Two color spaces are used in the study – Lab and HSV for recognition of plant disease. The developed software tool is based on modules. Probabilistic neural network is integrated in the tool for objects classification. Graphical tool is tested with two samples – healthy and diseased plants. The results show that the accuracy is 95 % when all color components are used for recognition of plant diseases.

Keywords: Image analysis, Color features, Plant disease, Graphical tool

ВЪВЕДЕНИЕ

През последните години системите за оценка на качество чрез анализ на визуални изображения са широко приложими за контрол и класификация на плодове, зеленчуци и други видове продукция. За индикатори на качеството на продукцията се използват определени показатели, които могат да бъдат както външни, така и вътрешни. Към външните показатели

³ Докладът е представен на студентската научна сесия с оригинално заглавие на български език: ГРАФИЧЕН ИНСТРУМЕНТ ЗА КАЧЕСТВЕНА ОЦЕНКА НА РАСТЕНИЯ ПОСРЕДСТВОМ АНАЛИЗ НА ИЗОБРАЖЕНИЯ.

на качество спадат: размер, форма, цвят, външни дефекти и други. Към вътрешните показатели на качество спадат: съдържание на захар, киселинност, тегло, твърдост и други.

Визуална цветна система е разработена от Валенсианския институт за селскостопански изследвания, който е включен в Европейския проект ESPRIT 9230 за разработване на робот за не разрушително окачествяване на индивидуални плодове и зеленчуци.

Системата е способна да оцени размера, формата и цвета на плод с висока точност. Размерите се оценяват по различен начин в зависимост от характеристиките на продукцията (например за картофи и ябълки - от размера на площта). Цветът се анализира като се прилагат два подхода: единия чрез използване на монохромни камери със съответните обезпечаващи филтри и другия чрез използване на реални цветни камери. Също така разработената система дава възможност за окачествяване по вътрешни показатели на качество. Анализира се изменението на електромагнитното лъчение преминало през обекта. Резултатът е монохромен образ, изследван от системата за машинно зрение.

Съществена роля при контрола на земеделски продукции заемат системите за компютърно зрение (Tijare, N.S. & Badnerkar, S.S., 2014; Vijayakumar, J. & Arumugam, S., 2012). Представено е действието на две визуални системи за технически контрол на селскостопански продукти. Едната система е насочено към оценяване външно - качество на индивидуални, псевдо - сферични, пресни плодове (цитруси, ябълки, праскови и др.). Тя е свързана към робот, който получава информация от сензори за твърдост, аромат и захарност, за оценяване на вътрешните качествени показатели на плода.

Системата е способна да измери размера на плода с повтаряемост и прецизност подобни на резултатите, получени от ръчното окачествяване. Времето за обработване на всяко изображение е под 400 ms., което е съвместимо с необходимото реално време на системата с робота; има възможност за откриване на стебло, дефектни плодове и на примеси.

Втората система е свързана с Европейският проект "Нови подходи за характеризиране на изображения на маслини и други плодове", който е насочен към решаване на два главни проблема в аграрно - хранителния сектор: сортиране на продукцията и адекватен качествен контрол. Предложената система е способна да определя качествени показатели на 108 маслини за по-малко от 200 ms за сортирането им четири категории. Това е еквивалентно на 2800 кг/ч продукцията. Използва се обикновен, евтин хардуер. Алгоритъмът за класифициране включва три показателя: процент на дефектна повърхност, първични и вторични цветове.

Относно окачествяване на листа на растения липсва графичен инструмент, който да онагледя процеса на разпознаване на вида на растението и да го оцени по качество.

Това налага разработването на графичен потребителски инструмент, който да оцени качеството на растения чрез прилагане на съвременен подход – компютърно зрение.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Заболяване на растенията

Заболяването хлороза по растения (Фиг. 1.) е едно от най-честите явления през лятото по трайните насаждения и лозята. Тя се изразява в ненормално пожълтяване или побеляване на листата в резултат на намаляване на съдържанието на хлорофил. Причините могат да бъдат различни - вирусно заболяване или липса на определен хранителен елемент. Ако причината е вирус, растението е заразно, нелечимо и представлява опасност за останалите растения. В повечето случаи обаче хлорозата се дължи на недостатъчно усвояване на някой хранителен елемент, при което заболяването е неинфекциозно (физиологично) и възможностите за неговото лечение са големи.

Една от причините за физиологичната хлороза може да бъде азотен глад, който бързо се преодолява чрез подхранване на растенията с бързо действащ азотен тор. Подхранването може да стане както почвено с амониева селитра, така и листно с подходящи листни торове съдържащи азот, като Фолиарел N плюс.



Фиг. 1. Хлороза по растения

По-често хлорозата се дължи на недостиг на желязо за растенията. Много по-често хлорозата се дължи на недостига на желязо, и то главно при отглеждане на растенията на силно алкални почви. Особеното тук е, че желязото е в достатъчно количество в почвата, но неговото усвояване е блокирано от високото съдържание на калций в нея. В години с обилни валежи през първата половина на лятото желязната хлороза се развива много по-силно. В такъв случай се налага подаване на допълнително количество желязо в лесноусвоима за растенията форма. Това може да стане както почвено, така и листно, а най-добре и по двата начина.

Процедура по разпознаване на заболяването

Поради това, че при това заболяване се предизвиква пожълтяване на листата, като един от подходящите за решаване на конкретната задача се оказва HSV модела и по-точно неговата Н-компонента (цветен нюанс). В средата на MATLAB нейната стойност се изменя в интервала $0 \div 1$, но тъй като се получава окръжност е целесъобразно стойностите да се изменят в интервала $0^0 \div 360^0$. Разпределението на цветовете в този диапазон е както следва: 0^0 - червено; 60^0 - жълто; 120^0 - зелено; 180^0 - циан; 240^0 – синьо; 300^0 - маджента.

Като най-подходящо в случая е използването на кумулативното свойство за Н-елемента на модела. Свойството се състои в проверка за броя пиксели с определена стойност като получения брой се натрупва към вече получените резултати за предходни стойности на пикселите. По този начин при 0^0 са пикселите със стойност само „0“. При 1^0 са пикселите със стойности „0“ и „1“, а при 360^0 са всички пиксели. От така получените резултати се изчертава кумулативна хистограма от формата на която може да се изведе критерий за разпознаване на болестта по растението.

Друг подходящ модел е CIELab модела, който се получава от CIEXYZ чрез математически преобразувания, т.е. в крайна сметка е произведен на RGB модела.

Добре балансираната структура на цветното пространство CIELab се базира на теорията, че цвета не може едновременно да бъде зелен и червен или син и жълт. Следователно, за описване на атрибутите „червен/зелен“ и „жълт/син“ могат да се използват едни и същи стойности. Когато цвета се представя в пространството CIELab, величината Lightness означава светлота (яркост), изменя се в интервала 0-100%; а е червено/зелената компонента по цветния кръг, изменя се от зелен (-120) до червен цвят (+120); b – жълто/синята компонента, изменя се от (-120) за син до (+120) за жълт цвят.

CIELab(CIE-76) е международен стандарт за работа с цветове. Основно предимство – независимост от устройствата за възпроизвеждане на цветовете (монитор и т.н.) и от устройствата за въвеждане и извеждане на информация.

CIELab има голямо приложение при математическите пресмятания в изчислителната техника при работа със цветове. Неравномерността в системата CIELab при преминаване от сив (централна ос) към наситени цветове (периферия) (виж фиг. 4.2 и 4.3) достига до 6 пъти. С други думи, при наситените цветове изменението на цветност-та с 6 единици ще бъде незабелязано, докато промяна с 1 единица (при сивия цвят) ще бъде съществено.

Разработване на графичен потребителски интерфейс на matlab за оценяване на растенията

Все по – широко се прилага автоматизираната обработка на визуални изображения в области като земеделие, хранително-вкусова промишленост и др. Затова е целесъобразно създаването на графичен потребителски интерфейс, който автоматично да определя сортовата принадлежност на царевични семена. Съществуват редица потребителски интерфейси, които обработват и анализират цифрови изображения, като ColourCalculator, ColourSpace и др. Функционалните им възможности се свеждат до преобразуване на цветовете координати от едно в друго цветово пространство, визуализация на стойностите на компонентите, 2D и 3D визуализация на цифровите изображения в различни цветови модели.

Функционална организация на програмния пакет

При разработване структурата на програмния пакет са взети в предвид следните съображения:

- възможност за лесна работа с пакета;
- въвеждане на входни данни от файл;
- въвеждане на входни данни от клавиатура;
- графично визуализиране на данни и резултати;

Основните предимства на програмния пакет са :

- възможност за интерактивен (диалогов) режим за работа с оператора. При работа с пакета не са необходими допълнителни помощни средства, изясняващи действието му, защото структурата на пакета е организирана на базата на главни менюта и помощни подменюта, което дава възможност за максимална яснота и достъпност за работа.

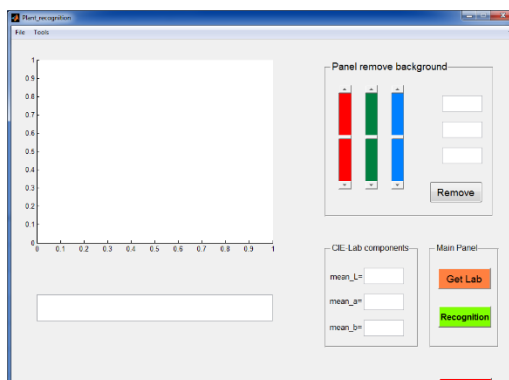
- подобряване на интерфейса с потребителя. Това се обуславя от значителния набор от програмни модули, подходящо свързани с главните менюта и помощните подменюта.

- възможност за многократно показване на резултатите и тяхното съхраняване на файл.

Разработен е Графичен Потребителски Интерфейс (GUI) в програмната среда MATLAB 7.0. За създаването му са използвани системните функции и инструментите на GUIDETemplates. Функциите за обработка на визуални изображения са вградени в MATLAB 7.0, поради това се използва тази версия на програмната среда.

GUI работи с цветовете модели RGB, HSV и Lab. Основните изисквания към програмния продукт са: Представяне на изображението в RGB цветови модел; Премахване на фона; Обучение на програмния продукт; Изчисляване на средните стойности на L, a, b и H, S, V компонентите; Оценки на признаците – по средни стойности на съответния признак от изображението на листото; Избор на вид растение и показатели за оценка.

Общ вид на GUI е представен на фиг. 2. Интерфейсът съдържа поле 1, в което се визуализира цифровото изображение, поле 2 в което се изписва информацията относно текущото състояние на програмата при изпълнение на дадена операция, поле 3 съдържащо средните стойности на L, a и b компонентите за зареденото изображение, поле 5 съдържащо бутони, натискането на които води до определяне и визуализиране на средните стойности на L, a, b компонентите за зареденото изображение, както и бутона Recognition извършващ определяне на цвета на листото за зареденото изображение.



Фиг. 2. Общ вид на графичния потребителски интерфейс

С помощта на слайдерите от поле 4 се извършва премахване на фона на изображението (прави се бял), ако е необходимо, като с червения слайдер се задава под или над коя стойност на R (Red) – компонентата да бъде премахната. Синият и зеленият слайдер са съответно за B (Blue) и G (Green) компонентите.

2

За да може да се извърши определяне на вида на листото - здраво или болно по зададен цвят програмата трябва да бъде обучена. За нуждите на изследването разполагаме с извадка от по 30 изображения за здрави и болни растения, които служат за обучение и извадка от по 20 изображения за растения, служещи за проверка на работата на програмата. Основните изисквания при получаване на изображенията са: фона да е монотонен и еднакъв като цвят за всички изображения за даден сорт.

Първата стъпка при обучението е да се отвори произволно изображение от изследвания сорт и да се настройт слайдерите за премахване на фона. Настройките се запазват и за останалите изображения от същия сорт, поради което беше поставено изискване цвета на фона за даден сорт да е еднакъв. Отварянето на изображение става от менюто File → OpenImage, при което се отваря помощния прозорец за избор на файл. След отваряне на изображението с помощта на слайдерите се настройва кои стойности на R, G и B компонентите да бъдат премахнати, след което се натиска бутона 'Remove', ако е необходимо. Ако е необходимо се донастройва и отново се натиска същия бутон, докато фона не бъде премахнат и остане само листото на бял фон. След зареждането на данните програмата вече може да извършва определяне на вида на растението за произволно избрано листо.

За целта се отваря изображение по описания по-горе начин от менюто File → OpenImage. Изображението трябва да е от втората извадка (предназначена за тестване) с по 20 изображения. След отваряне на изображението трябва да му бъде премахнат фона по описания вече начин, след което от основното меню (Mainmenu) се натиска бутона 'GetLab'. Програмата пресмята средните стойности на L, a и b компонентите, което отнема няколко секунди, през което време в полето 2 се появява надпис '**Please wait few seconds!**'. След като бъдат пресметнати компонентите в същото поле надписа се сменя с: '**Ready!**', при което в полето 'CIE-Labcomponents' се изписват средните стойности за трите компоненти.

Последната стъпка необходима за да бъде извършено определяне на вида на листото е натискането на бутона 'Recognition' намиращ се в основното меню. След натискане на този бутон в полето 2 (Фиг. 2) се появява надпис указващ какъв е вида на изследваното листо - здраво или болно. При реализирането на графичния интерфейс са използвани стандартни функции на MATLAB за преобразуване на изображенията от RGB в Lab и HSV цветови модели, както и за определяне на средните стойности и средно-квадратичните отклонения за всяка компонента за даден вид растения. Определянето на вида на листата се извършва с помощта на вероятностна невронна мрежа, като на входа ѝ се подават средните стойности за L, a, и b компонентите за всеки вид листа, на базата на които се класифицира изследваното листо.

Експериментална проверка на процедурите с графичен потребителски интерфейс

С разработения GUI са направени тестове с други еталонни обекти, които не са вземани предвид при определяне на критериите. Всички те са обработени както обектите, според които е определен критерия. Направено е изследване за определяне на вида на листа на растения - здрави или болни, освен по средните стойности на L,a и b компонентите, но и по средните стойности на H, S, V компонентите, както и при използване на всички компоненти едновременно. В табл.1 са дадени данните получени при тестване на програмата с извадката от 20 листа (здрави и болни) за дадено растение, предназначена за тестване.

Таблица 1. Процент на правилно разпознаване на растенията

Вид на листата	Разпознати растения , %		
	Lab	HSV	Lab+HSV
здрави	90	85	95
болни	85	80	95

От таблицата се вижда, че когато определянето на вида на листата се извършва само по средните стойности на Lab или HSV компонентите, програмата не разпознава достатъчно добре изследваните листа. Също така не може да се каже че при използването само на единия или на другия цветови модел могат да се получат добри резултати. Този недостатък се избягва чрез използване на всички компоненти от двата цветови модела.

ИЗВОДИ

Разработен е графичен потребителски интерфейс, който определя вида на листата на растенията, липсата на хранителни химични елементи и заболявания по растенията, посредством цвета на изображението им, като са използвани цветните компоненти на два цветови модела Lab и HSV.

Направен е експеримент за тестване работоспособността на програмния продукт.

Определянето на вида на листата на растенията достига до 95% при използване на Lab и HSV цветовите модели.

БЛАГОДАРНОСТ

Изследванията са подкрепени по договор с № 2019-ЕЕА-04 „Изследване на влиянието на външни фактори върху точността на измерването на основни параметри на почвата с нискостойностна микропроцесорна система“, финансиран от Фонд „Научни изследвания“ при Русенски университет „Ангел Кънчев“.

Изследванията са подкрепени по договор на Русенски университет "Ангел Кънчев" с № BG05M2OP001-2.009-0011-C01, „Подкрепа за развитието на човешките ресурси в областта на научните изследвания и иновации в Русенски университет "Ангел Кънчев", финансиран по Оперативна програма „Наука и образование за интелигентен растеж“ 2014-2020“, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз“.

REFERENCES

Tijare, N.S. and Badnerkar, S.S., (2014). Image Recognition Based Crop Disease Identification System: A Survey. International Journal of Computer Science and Mobile Computing (IJCSMC). 3: Issue. 4, 868 – 873.

Vijayakumar, J. and Arumugam, S., (2012). Early Detection of Powdery Mildew Disease for Betelvine Plants Using Digital Image Analysis. International Journal of Modern Engineering Research (IJMER), 2581-2583.