

Разпознаване на обектни области на хранителни продукти с документ камера по колориметрични методи

Златин Златев, Галя Шивачева, Антоанета Димитрова

Recognition of object areas of foodstuffs with document camera by colorimetric methods. The report presents the advantages of using document camera as an additional device of interactive presentation system and the possibilities for its application as a tool for the realization of practical exercises in teaching of food technology related to contactless and non-destructive methods for assessing the quality of food products. These products are with complex surface structure and characteristics, which requires the search for methods for accurate recognition of object areas on the product surface. An evaluation of the possibility of separating these areas by presenting the color components as spectral characteristics by colorimetric methods.

Keywords: Foodstuffs, Document camera, RGB to spectra, Pork, Discriminant analysis

ВЪВЕДЕНИЕ

Нововъведенията и практичността на техническите средства за интерактивно обучение имат значителна роля в повишаване мотивираността на студентите в учебния процес, което несъмнено прави университета желана територия [2,3,9].

Документ камерата е техническо средство, насочено преди всичко към образователния сектор. Тя може да бъде интегрирана с интерактивна бяла дъска, с микроскоп. Това позволява в хода на лекцията да бъдат показани на екран допълнителни записки, тримерни обекти, печатни материали, прозрачни слайдове, да се представят математически модели на биологични процеси [2,4].

Камерата се свързва с мултимедиен проектор, като по този начин изпълнява функциите на стандартния шрайбпроектор. Може да бъде използвана с всеки проектор. Позволява запис на показвания опит или 3D обект чрез връзка с видеокартата на персонален компютър или видео възпроизвеждащо устройство. Има възможност за дистанционно управление. Повишава ефективността при интерактивно обучение във всяка учебна зала.

В последните години се наблюдава повишаване на интереса към използването на документ камерата и за разпознаване на геометрични обекти, които са начертани върху документа (триъгълник, кръг, линия), разпознаване на текст и математически формули, както и за обективно определяне на качествени показатели на обекти като хранителни продукти, което я прави и средство за обучение по използване на неструктивни технически методи при оценка на качеството на тези продукти [1].

Интерес за практиката представлява точността и реализма на изображенията, получавани с документ камерата. Това се отнася и за разпознаването на елементи от хранителни продукти (като свинско месо, яйца, хляб), които по същество са със сложна структура и цвят и променят повърхностните си характеристики при съхранение. Посочените особености на хранителните продукти затрудняват оценката на качеството им с технически средства. Представянето на изображения на хранителни продукти в RGB цветови модел има множество ограничения, което затруднява разпознаването на обектни области и оценка на цветовете им характеристики. В литературата се посочва, че при такъв тип изображения е удобно да се използва пълния спектър на изображението [7]. Използването на пълният спектър на изображението изисква преобразуване на RGB стойностите в спектрални характеристики във видимата област [6].

Целта на настоящия доклад е да се установи възможността за разпознаване на обектни области по повърхността на хранителни продукти и в частност свинско месо с документ камера чрез използване на колориметрични методи.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Визуалните изображения са получени със система за получаване на визуални изображения, спектрални и хиперспектрални данни, разработена от екип на катедра „Автоматика и мехатроника“ на Русенски университет „Ангел Кънчев“, представена в [8].

Използвани са данни за стойностите на цветовете компоненти от RGB цветови модел за месна, мастна и костна тъкани на свинско месо, представени в [1].

За целите на изследването са използвани методи за представяне на стойностите от RGB цветовия модел във вид на спектри на отражение от видимата спектрална област. Използвани са техники за конвертиране на RGB стойностите във спектри на видимата област, представени в [6,7].

В таблица 1 са представени етапите при преобразуване на RGB стойностите в спектрални характеристики във видимата област [6]. М представлява матрица за преобразуване на стойностите от RGB цветовия модел към XYZ модел при стойности за осветеност D65 (равенство 1). При преобразуване на цветовете компоненти към спектрални характеристики (формула 3) с λ е означена дължината на вълната в диапазона 380÷780nm и се използват средните стойности на цветовете компоненти от XYZ цветовия модел.

Таблица 1.

Етапи при преобразуване на RGB стойности към спектрални характеристики

Етап	Математическа формула	
Преобразуване на RGB към XYZ цветови модел	$XYZ = RGB \cdot M$ $M = \begin{bmatrix} 0,5767 & 0,2974 & 0,0270 \\ 0,1855 & 0,6273 & 0,0707 \\ 0,1882 & 0,0753 & 0,9911 \end{bmatrix}$	(1)
Определяне на цветност	$\Delta E = \sqrt{\Delta R^2 + \Delta G^2 + \Delta B^2}$	(2)
Преобразуване на цветови компоненти към спектър	$X = \int_{380}^{780} A(\lambda) \bar{X}(\lambda) d\lambda;$ $Y = \int_{380}^{780} A(\lambda) \bar{Y}(\lambda) d\lambda;$ $Z = \int_{380}^{780} A(\lambda) \bar{Z}(\lambda) d\lambda$	(3)

На първи етап са получени стойностите на цветовете компоненти от RGB модела в области 10x10 точки, като стойностите са осреднени, на пет различни места от месната, мастната и костната тъкан при свинско месо.

На втори етап е направено преобразуване на тези стойности в XYZ цветови модел. Използвана е функцията за съответствие на цветовете CIE 1964, с наблюдател 10°; стойности за осветеност D65 (представляваща средна дневна светлина с UV компонента, 6500K).

На трети етап е направено преобразуване на цветови компоненти в спектри на отражение. Преобразуването на стойностите от XYZ цветовия модел в спектри на отражение във VIS областта (видима спектрална област), в обхвата 380÷780nm е направено по математически зависимости като преобразуването е възможно и в двете посоки на равенството [6].

За разделяне на данните в класове е използван дискриминантен анализ с три нелинейни разделящи функции [5].

Използвани са следните разделящи функции:

➤ Quadratic – квадратична разделяща функция (от втора степен), разпределя данни с многовариантна нормална плътност чрез изчисление на ковариацията и ги събира в група;

➤ Diagonal quadratic – подобен е на квадратичната разделяща функция, но използва изчисляване на диагонал на ковариационна матрица (диагонална нелинейна разделяща функция);

➤ Mahalanobis – разделя данните в групи чрез разстояние на Махаланоубис като определя ковариацията в данните.

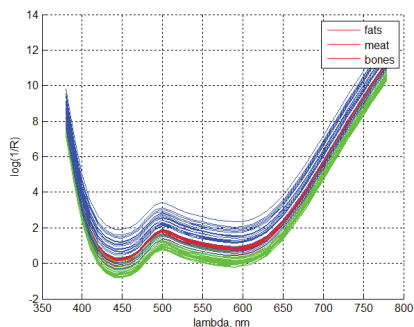
Работата на класификатора с посочените разделящи функции е оценена чрез обща грешка:

$$\varepsilon_0 = \frac{\sum_{i=1}^n (\sum_{k=1}^n y_{ik} \cdot y_{ii})}{\sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^n y_{ik}} \cdot 100, \% (4)$$

където y_{ik} е брой проби от клас i , класифицирани от класификатора в клас k ; y_{ii} – брой правилно разпознати проби; $k = 1 \dots n$ – брой неправилно отнесени в даден клас i спрямо общият брой проби; n – брой класове.

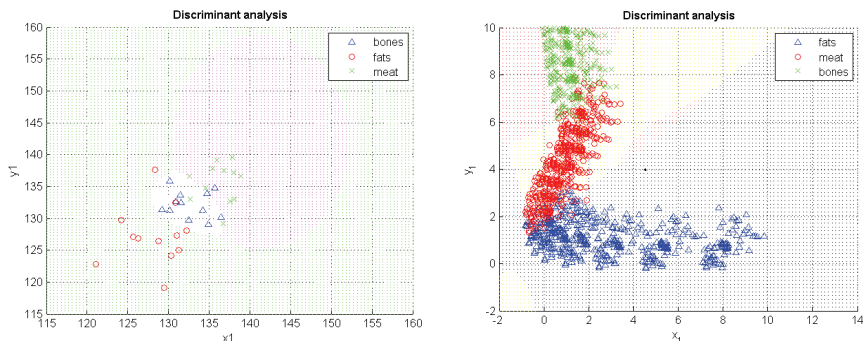
РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЯ

Данните за цвета на мастна, месна и костна тъкани са представени като стойности на R, G и B цветовите компоненти, които тук са преобразувани в спектрални характеристики по горе посочения метод.



Фиг. 1. Спектрални характеристики на мастна, месна и костна тъкани на свинско месо

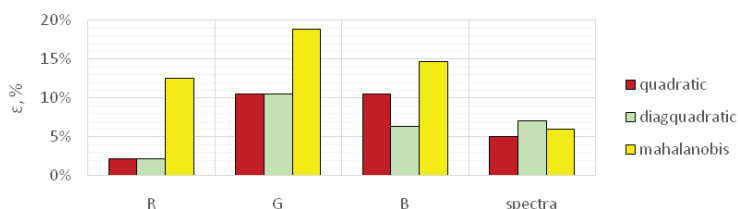
На фигура 1 са представени спектралните характеристики на мастна, месна и костна тъкани, получени от стойностите на R, G и B цветови компоненти, представени като $\log(1/R)$, където R е цветността. Вижда се, че има частично припокриване на тези характеристики.



а) по цветови компоненти б) по спектрални характеристики
Фиг.2. Визуализация на резултати от разделяне на данни в класове

На фигура 2 са представени резултатите от разделянето в класове по цветови компоненти от RGB модел и по преобразуваните от тези компоненти спектрални характеристики при използване на дискриминантен анализ с квадратична разделяща функция.

Вижда се, че при директното използване на цветови компоненти има значително припокриване на данните от близките по цветови характеристики месна и костна тъкани, докато при използване на пълния спектър на разглежданата обектна област това припокриване е видимо по-малко. Това се потвърждава и от оценката на грешката от припокриване на класовете, представена на фигура 3, където са посочени стойностите на общата грешка от припокриване на класовете за цветови компоненти и спектрални характеристики в зависимост от използваната разделяща функция на дискриминантния класификатор. При използване на цветови компоненти тази грешка е в диапазона 2÷19%, а при спектралните 5÷7%.



Фиг.3. Обща грешка от припокриване на класове

Освен точността на класификация за практическото използване на изследваните методи е удобно да се провери и за какво време се обработват данните с използваните класификатори.

При оценка на времето за обработка на данните чрез дискриминантен анализ се установи, че при използване на цветови компоненти, те се обработват за 1,97s, а при спектралните характеристики за 5,73s.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разгледан е пример за приложение на компютърно подпомогнато обучение чрез използване на документ камера като система за разпознаване на изображения към интерактивна презентационна система.

Използването ѝ в учебния процес повишава нивото на визуализация и онагледяване на учебното съдържание и увеличава интереса на студентите към изучаваните дисциплини.

Представено е използването на документ камера като средство за разпознаване на хранителни продукти в частност на свинско месо и оценена възможността за повишаване на точността при разпознаване на обектни области по повърхността му. Използваният дискриминантен класификатор с три нелинейни разделящи функции показва обща грешка от припокриване на класовете максимално 19% при директно използване на цветовете компоненти от RGB цветови модел и до 7% при използване на пълния спектър на изображението, докато времето за изпълнение на алгоритъма за класификация по спектрални характеристики е по-голямо – над 5s, а по цветови компоненти това време е до 2s.

На следващ етап изследванията ще продължат с приложението на представената система при създаване на виртуални лаборатории, с използването ѝ като интерактивно средство за електронно обучение.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Златев З., Анализ и оценка на качеството на месо и месни продукти, Дисертация за присъждане на ОНС доктор, Русе, 2015, стр.94
- [2] Кръстев К., И. Танева, К. Добрева, С. Динева (2013) Математическо моделиране на водна екстракция от *Rosa canina* L. Международна научна конференция „Техника, технологии и образование“ (ICTTE), 30-31 Октомври, 2013, Ямбол, ISSN 1314-9474, pp.475-478
- [3] Недева В., С. Динева, М. Петев, К. Добрева, Д. Тодорова. Прилагане на виртуална обучаваща среда по дисциплините Екология, Микробиология, Обща и неорганична химия в специалност “Технология на храните”, Иновационни техники и технологии, Благоевград, 2008, 116-127
- [4] Стойкова В., А. Смрикаров, А. Иванова, К. Георгиева, Н. Иванова, Интерактивните средства при обучението на студентите от дигиталното поколение – екстра или необходимост?, Пета национална конференция по електронно обучение във висшите училища, ISSN: 2367-6787, pp.197-207
- [5] Discriminant analysis, <http://www.mathworks.com/help/stats/discriminant-analysis.html> (достъпна на 02.04.2015г.)
- [6] Glassner A. S., How to derive a spectrum from an RGB triplet. IEEE Computer Graphics and Applications 9, 4 (July 1989), pp.95–99.
- [7] Hall R., Illumination and Color in Computer Generated Imagery. Springer-Verlag, New York, 1989. includes C code for radiosity algorithms.
- [8] Mladenov M. I., E. D. Dimitrov, M. P. Dejanov, S. M. Penchev. Hyperspectral imaging system based on „point scan” spectrophotometer. Proceedings of International Conference "Automatics and Informatics'2014", Sofia, Bulgaria, 2014, I-39-I-42
- [9] Nedeva V., S. Dineva, S. Atanasov, Effective e-learning course with web conferencing, V-th National Conference of E-Learning, Ruse, Bulgaria, 2014, ISBN-978-954-712-611-4, pp.152-158

За контакти:

ас. Златин Димитров Златев, Катедра „Електротехника, електроника и автоматика“, Факултет „Техника и технологии“ - гр.Ямбол, ТрУ - Стара Загора, ул.“Граф Игнатиев“ 38, Ямбол 8600, e-mail: zlatinzlatev@hacker.bg

ас. Галя Илиева Шивачева, Катедра „Електротехника, електроника и автоматика“, Факултет „Техника и технологии“ - гр.Ямбол, ТрУ - Стара Загора, ул.“Граф Игнатиев“ 38, Ямбол 8600

ас.инж. Антоанета Георгиева Димитрова, Катедра „Електротехника, електроника и автоматика“, Факултет „Техника и технологии“ - гр.Ямбол, ТрУ - Стара Загора, ул.“Граф Игнатиев“ 38, Ямбол 8600

Благодарности: Изследванията са подкрепени по проект 2ФТТ/30.04.2015г.: „Приложение на виртуални лаборатории във висшите училища“

Докладът е рецензиран