

## Оценяване качеството на калибриране на семена на фирма Пионер посредством невронни мрежи

Мартин Деянов

**Abstract:** *This paper is focused on the possibilities of a contemporary tools based on artificial neural networks to solve the problem relevant to separation of corn seeds in classes. Three types of networks we use: BP, standard RBF and modified RBF networks. Using a computer vision system and measured by hand are 520 corn seeds produced by company Pioneer. Errors concerning measurements are assessed. Using the Neural networks, standard and measured by computer vision system values are classified. Obtained results for each network are as follow: for standard RBF – 2.4%, for modified RBF – 6.2% and for BP – 0% when classifying standard measured, and for standard RBF – 4.6%, for modified RBF – 13.1% and for BP – 3.6% when classifying measured by computer vision system. It should be mentioned that network errors are dependent on standard classification which contain classes that are mixed. This has a sufficient influence on the final network classification error.*

**Keywords:** *Computer Vision, Artificial Neural Networks, Corn Seeds, Separation*

### 1. Въведение

За групиране на семената в групи по различни признаци се използват разнообразни принципи и методи за класификация [3]. В практиката с цел сепариране на семената на царевица по групи се използват предимно еталонни сита (Решетъчен вибрационен класификатор). Еталонните сита имат за цел да разделят входната съвкупност семена в групи с определени размери. Необходимостта от подобно сепариране е свързана с изсяването на семената. В България има утвърдена Отраслова Нормала (ОН 1878943-84) уреждаща класификацията на семената по групи, като за различните заводи семената се разделят на четири или шест групи по техните размери. Размерите са фиксирани с максимални и минимални стойности. За фирма Пионер, един от водещите производители на семена за посев, няма подобен нормативен документ, фиксиращ размерите на семената (дебелина, ширина и дължина).

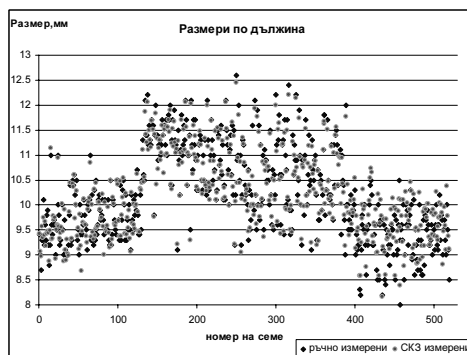
Целта на настоящото изследване е свързано с разработването на интелигентна технология за оценка на каклибрацията на семена на царевица в лабораторни условия, базирана на използването на система за компютърно зрение и изкуствени невронни мрежи. Такава технология е използвана за оценяване на качеството на сепариране на семена на царевица, произведени от „Институт по царевицата-Кнежа“ [13]. Разделянето на тези семена в групи в зависимост от техните размери става в съответствие с Отрасловата Нормала (ОН 1878943-84).

За оценка на качеството на различни растителни земеделски продукти, включително и семена за посев, все по-широко навлизат компютърните системи [3,5,6,7,8,12]. Тъй като голяма част от посевните качества като чистота, автентичност, кълняемост, жизненост и други се определят визуално от експерт, тенденцията за автоматизирано оценяване на тези качества е свързана с прилагането на системи за компютърно зрение, които интерпретират човешките визуални възприятия. За класифицирането на семената в групи на качество в зависимост от различни показатели за качество все по-често се използват изкуствени невронни мрежи [1,2,4,9,11,13,16,18]. Например, Paliwal и Visen [19] използват типови невронни мрежи за определяне сортовата принадлежност на няколко вида житни култури. Стандартната BP се използва от редица автори за оценяване на различни посевни качества на семена [4,9]. Aitkenhead и Dalgetty [1] използват невронни мрежи за разделяне на житни от плевелни семена.

## 2. Формиране на информация за размерите на семената

Идеята за оценка на качеството на калибриране на семената на царевица на фирма Пионер се основава на формиране на информация за техните размери чрез СКЗ (система за компютърно зрение). Формирането на изображенията става посредством стенд. Измерването на размерите става посредством компютърна система (персонален компютър) и създаден софтуеър в среда на MATLAB.

За оценяване на точността на получените данни за размерите на семената посредством СКЗ те са сравнени с размерите, получени чрез ръчно измерване. Размерите, получени по двата метода, са представени на фиг. 1.



Фиг.1 Размери по дължина измерени ръчно и посредством система за компютърно зрение

Средноаритметичната грешка от определяне на параметрите, чрез система за компютърно зрение е както следва:

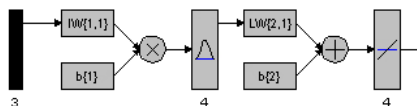
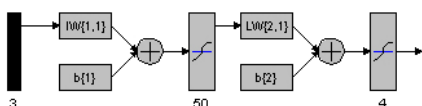
- за първа фракция дължина 1.3%; ширина 1.6%; дебелина 1.7%;
- за втора фракция дължина 1%; ширина 1.7%; дебелина 3.2%;
- за трета фракция дължина 1.2%; ширина 1.4%; дебелина 3.2%;
- за четвърта фракция дължина 2.5%; ширина 3.4%; дебелина 2.7%;

## 3. Анализ на възможността за приложение на НМ за оценяване на качеството на сепариране на семена на царевица

В настоящото изследване е анализирана възможността за използване на най-често прилаганите за класификация невронни мрежи – BP и стандартна RBF, и е изследвана новосъздадена модифицирана RBF мрежа .

### 3.1. BP мрежа

Най-разпространеният тип мрежа, прилагана за подобни задачи, е BP. За оценка работата на мрежата е използвана извадка от 520 броя семена на фирма Пионер. Измерени са трите параметъра дължина, ширина и дебелина на семената. Важно е да се отбележи, че семената са предварително калибрирани в съответните групи за фирма Пионер, като в случая те са 4 групи. Мрежата, използвана за класификация на семената в 4 групи, е представена на фиг.2.



Фиг.2 Структура на BP невронна мрежа Фиг.3 Структура на стандартна RBF мрежа

Мрежата е съставена от три на брой входни невронна за всеки от параметрите

дължина, ширина и дебелина. На изхода на мрежата имаме четири неврона отговорни за всеки от четирите класа. Обучението на мрежата се извършва в среда на MATLAB, като се използва алгоритъм за обратно разпространение на грешката.

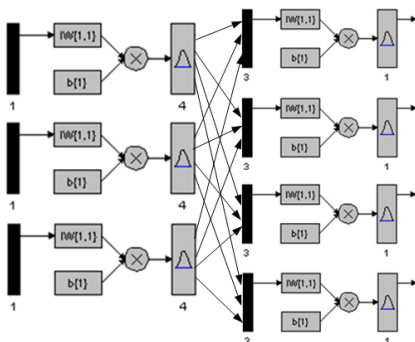
### 3.2. Стандартна RBF невронна мрежа

Стандартната RBF мрежа дефинира в тримерното пространство сферични класове, понеже биасите на всеки радиален неврон са еднакви за всеки от входните терминали. Структурата на мрежата е представена на фиг.3.

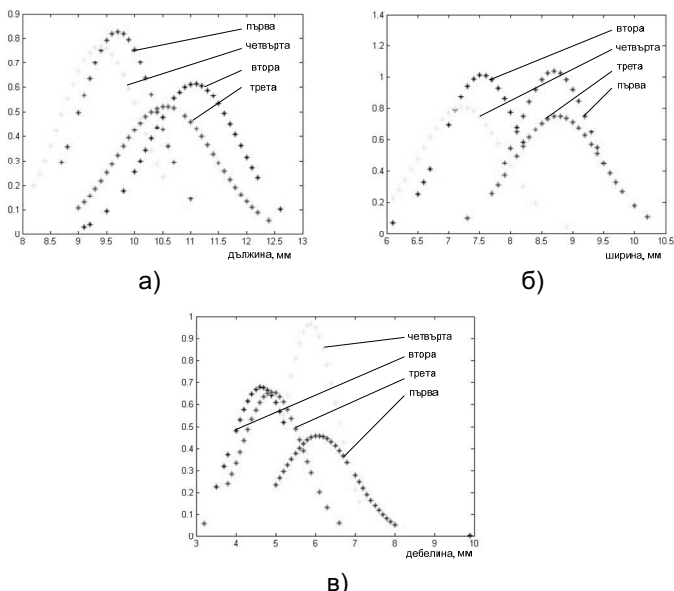
### 3.3. Модифицирана RBF невронна мрежа

В действителност диапазоните на изменение на геометричните характеристики на семената са различни по всяка от координатните оси. Това определя и форма на класовете, различна от сфера. Затова се наложи създаването на модифицирана RBF мрежа, представена в [11] и дадена на фиг.4. Модифицираната RBF отчита именно геометричните характеристики на класовете. Модифицираната RBF е съставена от два слоя. Първият слой съдържа  $n \times m$  радиални неврона, които са разпределени в  $n$  на брой под-слоя ( $n$  е размерността на входните вектори, в случая 3). Броят на невроните в под-слоя е  $m$  ( $m$  е броят на класовете, в случая е 4). Всеки под-слой има по един входен неврон, като теглата се настройват, използвайки средните стойности на всеки от класовете по съответната координата, а за настройка на биасите използваме дисперсията на всеки от класовете по съответната координата (дължина, дебелина или ширина). Разпределението на класовете по координатните оси на входните вектори може да се види на фиг.5.

Този вид архитектура на мрежата дава възможност да формираме класове, чиито размери са различни по направление на отделните координатни оси и които отговарят на действителното разпределение на областите, формирани от обучаващата извадка. Вторият слой на модифицираната RBF се състои от  $m$  радиални неврона. Всеки от тях има  $n$  входа, като всеки от входовете е свързан респективно със съответния изходен неврон на предния слой. Теглата на всички радиални неврони на втория слой са  $(1,1,1)$ . Изходите на невроните представят отклонението на входния вектор от центровете на не-сферичните класове. За да се определи принадлежността на всеки от входните вектори към съответния клас се взема максималната стойност на вектора от изходния слой.



Фиг.4 Структура на модифицирана RBFN мрежа



Фиг.5 Разпределение на класовете по координати а) дължина б) ширина в) дебелина за всяка от фракциите

#### 4. Резултати от изследването

Представените по-горе невронни мрежи са използвани за класификация, както на еталонно измерените геометрични параметри, така и на измерените посредством система за компютърно зрение. За целта на изследването са използвани предварително разпределени по групи 520 семена на фирма Пионер. Изследвана е класификацията на семената в 4-те групи, както за еталонно измерени, така и за измерените посредством СКЗ.

За обучението на BP невронната мрежа са използвани еталонно измерените стойности на параметрите на семената и съответното им разпределение по групи. Обучението на мрежата се извърши използвайки програмна среда MATLAB. Като за 5000 епохи беше достигната максимална грешка от обучение  $7.5 \cdot 10^{-5}$ . След симулация на мрежата с еталонните стойности тя дава грешка от класификация 0%. При симулация със компютърно измерените стойности на размерите получаваме грешка от класификация 3.6%.

За обучението на стандартната RBF мрежа е използвана стойността на математическото очакване по всяка една от осите, за всеки един от класовете. По тези стойности се настройват теглата на радиалните неврони. Вторият слой се настройва така, че когато съответния входен образец попадне в близост до съответния най-близък център да може да активира коректния неврон и да класифицира в правилната група. Настройката е като се задава вектора  $([1 \ 0 \ 0 \ 0; 0 \ 1 \ 0 \ 0; 0 \ 0 \ 1 \ 0; 0 \ 0 \ 0 \ 1])$ . След симулация на мрежата посредством еталонните стойности тя дава грешка при класификация 2.37% докато при използване на компютърно измерените дава грешка 4.6%.

За обучението на модифицираната RBF мрежа използваме средноаритметичната стойност по всяка една от осите за всеки от класовете, като в добавка тук използваме дисперсията на всеки от класовете по всяка от осите като граници на съответните разпределения. Аналогично се настройват теглата на

радиалните невронни както при стандартната, разликата тук е, че биасите настройваме с дисперсиите на класовете по осите. Като втори слой тук имаме по един радиален елемент за всеки от класовете като настройката е чрез вектор  $([1 \ 1 \ 1])$ , за всеки изходен неврон. След симулация на мрежата посредством еталонните стойности тя дава грешка 6.2%, докато използвайки компютърно измерените получаваме грешка при класификация 13.1%. Резултатите от изследването са представени в таблица 1.

Таблица 1.

Грешки при класификация

фракция	Класификация					
	Измерени с компютърна система			Измерени ръчно		
	стандартна RBF	модиф. RBF	BP	стандартна RBF	модиф. RBF	BP
	% грешки	% грешки	% грешки	% грешки	% грешки	% грешки
Първа	1	7	1	2	10	0
Втора	2.5	22.5	2.5	0	6.7	0
Трета	7.6	7.6	8.7	4.5	1.1	0
Четвърта	7.6	15.3	2.3	3	7	0
Средно аритметична грешка %	4.6	13.1	3.6	2.4	6.2	0

Важно е да се отбележи, че еталонните семена имаха определено смесване помежду си, поради което се наложи премахване на част от семената влизащи в други фракции. Смесването между отделните фракции беше:

- Смесване между първа и втора фракции - 0.8%;
- Смесване между първа и трета фракции - 24%;
- Смесване между първа и четвърта фракции - 0.8%;
- Смесване между втора и трета фракции – 5%;
- Смесване между трета и четвърта фракции – 0%;

## 5. Заключение

Резултатите от направеното изследване могат да бъдат обобщени така.

Грешките от измерването на размерите на семената чрез ръчно измерване и посредством СКЗ са съответно:

- за първа фракция дължина 1.3%; ширина 1.6%; дебелина 1.7%;
- за втора фракция дължина 1%; ширина 1.7%; дебелина 3.2%;
- за трета фракция дължина 1.2%; ширина 1.4%; дебелина 3.2%;
- за четвърта фракция дължина 2.5%; ширина 3.4%; дебелина 2.7%;

Резултати от класификацията на семената посредством невронна мрежа са както следва за стандартна RBF – 2.4%, модифицирана RBF - 6.2% и BP – 0% при класифициране на еталонно измерените и за стандартна RBF – 4.6%, модифицирана RBF - 13.1% и BP – 3.6% при класифициране на измерени посредством Система за Компютърно Зрение.

Най-добри резултати при класификацията на семената са констатирани при използване на BP невронна мрежа – 3.6% грешка при класификацията. Стандартната и модифицираната RBF мрежа дефинират определена стилизирана геометрична форма на класовете в пространството на признаците. Такава стилизирана форма не се наблюдава при класовете на семената на Пионер, поради

което грешките от класификацията на семената чрез тези две мрежи са значително по-големи, отколкото грешките, получени чрез ВР.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Aitkenhead M.J., I.A. Dalgetty, C.E. Mullins, "Weed and crop discrimination using image analysis and artificial intelligence methods" Computers and Electronics in Agriculture, 39 (2003), 157-171.
- [2] Liao,K. Paulsen,M.R., Reid,J.F., Ni,B.C., Bonifacio, Maghirang,E.P. Corn kernel breakage classification by machine vision using a neural network classifier. Transactions of the ASAE, 36: 6, 1949-1953, Presented as ASAE Paper No. 92-7017, 1993.
- [3] Liu J., M.R. Paulsen. Corn whiteness measurement and classification using machine vision. Transactions of the ASAE, 2000, 43(3), p.757 – 763.
- [4] Luo, X., Jayas, D.S., Symons, S. Comparison of statistical and neural network methods for classifying cereal grains using machine vision. Transactions of the ASAE, 42: 2, 413-419, 1999.
- [5] Majumdar, S., Jayas, D.S., Bulley, N.R. Classification of bulk samples of cereal grains using machine vision. ASAE Annual International Meeting Minneapolis, Minnesota, USA, 10-14 August 1997, Paper American Society of Agricultural Engineers, No. 973105, 22 pp., 1997.
- [6] Majumdar, S., Jayas, D.S., Bulley, N.R. Classification of cereal grains using machine vision, part 1: morphological features. ASAE Annual International Meeting, Minneapolis Minnesota, USA, 10-14 August 1997, Paper American Society of Agricultural Engineers, No. 973101, 15 pp., 1997.
- [7] Majumdar, S., Jayas, D.S., Bulley, N.R. Classification of cereal grains using machine vision, part 3: textural features. ASAE Annual International Meeting Minneapolis Minnesota, USA, 10-14 August 1997, Paper American Society of Agricultural Engineers, No. 973102, 15 pp., 1997.
- [8] Majumdar, S., Jayas, D.S., Bulley, N.R. Classification of cereal grains using machine vision, part 4: color, textural, and morphological features. ASAE Annual International Meeting Minneapolis Minnesota, USA, 10-14 August 1997, Paper American Society of Agricultural Engineers, No. 973104, 14 pp., 1997.
- [9] Marchant, J.A., C.M. Onyango, "Comparison of a Bayesian classifier with a multilayer feed-forward neural network using the example of plant/weed/soil discrimination" Computers and Electronics in Agriculture, 39 (2003), 3-22.
- [10] Mladenov M., M. Dejanov. Analysis of the Possibilities for Separation of Seed Images on the Basis of Color and Texture Features, Proceedings of International Conference EE&AE 2004, Rousse, Bulgaria.
- [11] Mladenov, M., M. Dejanov. Application of neural networks for seed germination assessment using computer vision. Proceedings of the 9<sup>th</sup> WSEAS International Conference on Neural Networks, pp.67
- [12] Mladenov M., Dejanov M. Determination of geometrical parameters of maize seeds using computer vision system., Proceedings of the Anniversary Scientific Conference RU'2005, vol. 44, section 3.1.
- [13] Mladenov, M., M. Dejanov. Seed quality assessment using artificial neural networks. Information Technologies and Control, No 3, 2007, pp.40

#### За контакти:

инж. Мартин Деянов, Катедра "Автоматика, информационна и управляваща техника", Русенски университет "Ангел Кънчев", e-mail: [mdejanov@ru.acad.bg](mailto:mdejanov@ru.acad.bg)

**Докладът е рецензиран.**