

РЕЦЕНЗИЯ

Относно: придобиване на образователна и научна степен “доктор”, в Област на висше образование: **5. Технически науки**, Професионално направление: **5.2. Електротехника, електроника и автоматика**, докторска програма: **Елементи и устройства на автоматиката и изчислителната техника**.

Изготвил рецензията: доц. д-р **Веселин Геров Начев**, катедра „Автоматика, информационна и управляваща техника“, Технически Факултет на УХТ –Пловдив.

Съгласно заповед: № 3-01-303/02.06.2015, ТУ-Габрово.

Автор на дисертационния труд: маг. инж. **Тодор Недев Тодоров**, докторант на самостоятелна подготовка към катедра „Автоматика, информационна и управляваща техника“ при Факултет по „Електротехника и електроника“ на Технически Университет-Габрово.

Тема на дисертацията: **МУЛТИСЕНЗОРНА СИСТЕМА ЗА ОКАЧЕСТВЯВАНЕ НА ХРАНИТЕЛНИ ПРОДУКТИ НА БАЗАТА НА „ЕЛЕКТРОНЕН НОС”**.

Научни ръководители: проф. д-р инж. **Тошко Ганчев Ненов**
доц. д-р инж. **Стефан Иванов Иванов**

Трудът се състои от: увод (4 стр.), основен текст в четири глави (150 стр.), заключение (2 стр.), списък на използваната литература (9 стр.) Основният текст съдържа 155 фигури и 6 таблици. В Глава 1 са определени целта и задачите на дисертационния труд. Следващите глави съдържат описание на разработената система, обобщения за проведените изследвания, обосновки за използваните подходи, заключения и изводи. Представени са претенции за приноси и списък на публикациите по темата на дисертацията. Използваната литература обхваща 157 литературни и информационни източника, в т. ч. 149 на латиница и 8 на кирилица. Цитирани са 12 интернет сайта.

1. Актуалност на темата, цели и задачи на дисертацията.

Мирисът е едно от основните органолептични свойства, което се възприема от сетивата на човека.

Перспективата за надеждно, инструментално измерване и идентифициране на качествени показатели на храни, корелиращи с т. нар. „летлив газов профил” на продукта, обуславя научния интерес в последните години към системите „електронен нос” (ЕН).

Използваната парадигма на човешката сетивна система, включваща рецептори, неврални пътища, мисловен апарат на индивида и др., поставя редица предизвикателства при разработването на електронни мултисензорни системи от този тип.

На тази основа, отчитайки обекта на изследване – хранителни продукти, предмета на изследване – тяхното качество и разработването техническо средство – ЕН, намирам темата на дисертацията за особено актуална.

Научно-приложна стойност и полезност на разработения дисертационен труд са свързани с:

- Разработването на инструментариум, позволяващ бърз, нискостойностен, недеструктивен и автоматизиран анализ, в приложения за контрол на качеството на храни от суровини до готов продукт.
- Получаване на нови знания, информационни признакови пространства и модели за машинно вземане на решение при определяне на качествени показатели на хранителни продукти.

Това съответства на конкретните цел и задачи, фокусирани в:

- реализацията на всички подсистеми и елементи на системата ЕН;
- оценка на потенциалните възможности за приложение на системата ЕН за предсказване на време за съхранение на продукт, класификация на групи продукти и мониторинг на технологични процеси;
- намиране и оценка на предсказващи модели и синтез на дискриминантни функции, основно с използване на невронни модели.

2. Информираност на автора относно състоянието на проблема.

В дисертационния труд са използвани 157 литературни източника. Предвид тематиката на разработката това са предимно източници от научни списания, конференции, спецификации и техническа документация.

Направеният литературен обзор (Глава 1) показва, че маг. инж. Тодор Тодоров има отлична информираност за състоянието на проблема. Докторантът е характеризирал обекта на своето изследване в конкретика – фактори, ограничения, ресурси, възможни решения, целесъобразност при определени ситуации, недостатъци и др. В последствие, на тази база са предложени, аргументирани и реализирани редица авторски идеи.

3. Подходи и решение на поставените задачи.

Дисертацията е структурирана в 4 глави, обобщения, приноси и списък на използваните литературни източници.

В Първа глава е направен литературен обзор, включващ състояние на проблема и приложение на ЕН при класификация на хранителни продукти. Извършен е структурен и функционален анализ на компонентите на тези системи – измервателни модули и алгоритми, масиви от газови сензори, управление на измерването, обработка на информацията, алгоритми за разпознаване на образи. Налице е задълбочен сравнителен анализ, който е позволил в края на тази глава да се формулират точно целите на изследването и поставените задачи.

Във Втора глава са представени разработените два сензорни модула на базата на сензори на фирмата Umweltsensortechnik GmbH (Германия). Единият сензорен модул (ГСМ-6) използва шест еднотипни (металнооксидни) сензора, а вторият осем. Селекцията на включените в системата сензори е обоснована. Взети са предвид параметри като минимален праг на чувствителност, консумирана мощност, селективна или комплексна чувствителност, цена и др.

В първата система управлението на нагревателите на газовите сензори се извършва чрез ШИМ на захранващото напрежение, а във втората се осигурява зададено постоянно напрежение.

Целта е, варирайки работната температура на сензорите и тяхната чувствителност, да се осигури увеличаване на размерността на информационното признаково пространство с цел адаптиране на системата към различните приложения, които се разглеждат в следващите глави.

Представени са блокови електрически схеми, описващи работата на захранващите, измервателните и терморегулаторните блокове, а също така и други схеми от системата. Подробно и коректно са описани редица особености, които са констатирани при проектирането – смущения, изисквания за темперирание, изисквания за геометрия на сензорния модул. За елиминирането на тези фактори са предложени съответни схемни решения.

Представена е компютърно-базирана система, включваща софтуер на базата на LabVIEW и микропроцесорна система за управление и поддържане температурата на сензорите, измерване и записване на данните. Описани са структурата на системата,

експерименталния стенд и алгоритъм за извличане на газове от проби. Предложена и реализирана е схема за извличане на газове от твърди и течни проби с използване на вакуум. Проектното решение е изработено и експерименталният стенд е показан в края на тази Глава в режим на работа.

В Трета глава са представени резултати от експериментални изследвания на храни и хранителни продукти. Общо са 14 постановки, в зависимост от задачата, която се решава, използваната система за газов анализ и условия на експеримента. Изследваните продукти са меса, млени меса, различни видове сирена, кашкавал, слънчогледово олио и олио от рапица.

Сензорните групи и техните реакции се изследват в няколко направления: за контрол на състоянието на продукта във времето, което се свързва с предсказване на времето на съхранение; мониторинг на процесите на зреене на сирена; предсказване на съотношения в състава на млени меса; класификация на продуктите в предварително дефинирани класове.

Направен е графичен анализ на времевите редове, показващи реакциите на сензорите – ниво и скорост на изменение в зависимост от времето за престой, което е свързано със състоянието на продукта. Конкретизирани са сензорите, чрез които се получава полезна дискриминантна информация за реализираните експерименти със съответните хранителни продукти.

Тук прави впечатление значителната по обем експериментална работа извършена от докторанта. Тъй като в представените експерименти се констатира приложимост на системата ЕН, може да се предположи, че са отпаднали голям брой други, които са били реално проведени.

На база получените резултати в Глава 3 и установените възможности на реализираните системи ЕН, в Глава 4 на дисертацията се разглеждат задачи за намиране на предсказващи модели на времето за съхранение на месо, периода на зреене на кашкавал, класификатори на сирена, разпознаване на сирене от мляко и от растителна мазнина и др.

Синтезирани и обучени са класификатори на вид сурови меса и процентно съотношение в смеси мляно месо, на олио от слънчоглед и рапица, получено на различни етапи от технологичния процес. За тази цел са използвани изкуствени невронни мрежи.

Използван е подход за увеличаване на обучаващите извадки, посредством апроксимация на експериментални данни с полиномиални модели, изкуствено генериране на моделни данни и използване на шумови генератори с определени параметри. Това позволява да се увеличат генерализиращите свойства на получените невронни класификатори. Те впоследствие са верифицирани с данни, които не са участвали в обучението на мрежата.

За валидация на получените модели, в края на Четвърта глава се достига до реализацията им в разработения микропроцесорен модул на мултисензорната система. Тя представлява допълнение към компютърно-базираната система и позволява работа в автономен режим при класификация.

Представени са важни за практическата реализация на инструментариума оценки, като използвана RAM памет, използвана Flash памет, време за вземане на машинно решение, в зависимост от използваните структури невронни мрежи.

4. Научно-приложни и приложни приноси в дисертационния труд.

Базирайки се на хипотезата за надеждно измерване и идентифициране на качествени показатели чрез газов профил, докторантът е предложил структури и алгоритми за работа на мултисензорна система за контрол на качеството на определени хранителни продукти.

Дисертационният труд на маг. инж. Тодор Тодоров се характеризира с няколко приносни аспекти, които са в пряко съответствие с компонентите на системите ЕН, а именно:

- измервателна клетка за извличане на газ;
- сензорен масив от газови сензори;
- модул за управление на измерването;

-подсистема за обработка на информацията и адаптиране на системата за определен продукт и задача.

В работата се открояват интересни авторски идеи или реализация на такива, например реализираната система за регулиране и контрол на температурата на сензорите, процедури за обработка на информацията и синтез на модели, реализираната измервателната клетка за извличане на газове с прилагане на вакуум и др.

Прави впечатление, че освен използване на чисто развойни средства, като софтуера LabVIEW и модул за събиране на информация NI-USB 6008, докторантът насочва своите усилия и към разработка на собствени микропроцесорни устройства, с което се доближава максимално до завършено функционално устройство.

Оценявам също и постигнатия резултат в една сравнително трудна задача за класификация - задачата за класификация по време за съхранение в случаите, когато се въвежда дискретно пространство на класове (експеримент описан в т.4.2.2).

Приносителите в дисертационния труд имат научно-приложен и приложен характер. Обобщено представени и от гледна точка на техническата страна на разработката, те са следните:

- Разработени са мултисензорни системи за газов анализ в приложение за контрол на хранителни продукти.
- Експериментално са селектирани групи газови сензори в системи ЕН за три типа задачи свързани с хранителни продукти, съответно предсказване на време за съхранение на продукт, класификация на групи продукти и мониторинг на специфични технологични процеси.
- Разработен и реализиран е експериментален стенд за извличане на газове от изследвана проба с прилагане на вакуум.
- Установена или потвърдена е приложимостта на системи ЕН, като са дефинирани оптимални реакционни условия в задачи за определяне на време за съхранение на месо, етап на зреене на сирена, определяне на съотношения в смлени меса, разпознаване на сирена и емитиращи продукти и др.
- Получени и оценени са предсказващи модели и класификатори, на база апарата на невронните мрежи и са интегрирани в система ЕН.

5. Преценка на публикациите по дисертационния труд.

Публикациите по дисертационния труд са 8, три от които самостоятелни, а останалите като водещ автор в съавторство с научните си ръководители.

В тях в голяма степен са отразени основните приноси по дисертационния труд.

6. Оценка на съответствието на автореферата с изискванията за изготвянето му.

Авторефератът отговаря на основните изисквания, като съответства на съдържанието и структурата на дисертационния труд.

7. Лични впечатления.

Познавам маг. инж. Т. Тодоров и имам изградени много добри лични впечатления за него. Тези впечатления водят началото си от неговите участия на научни форуми, където той е докладвал резултати от своите изследвания по темата на дисертацията. Сходните ни научни интереси, личните ни консултации и работата на нашия колектив в УХТ-Пловдив по подобни проблеми ми позволява да преценя, че маг. инж. Т. Тодоров има висока теоретична и практическа подготовка и проведените изследвания, написването на дисертационния труд и приносните резултати са лично негово дело.

8. Критични бележки и препоръки.

В качеството на вътрешен рецензент имах възможност да се запозная подробно с предварителната версия на дисертацията. Докторантът прие и е коригирал редица формални забележки, включително и такива от членовете на РУНС.

Принципните ми забележки са с препоръчителен характер. Те са следните:

1. Да не се разчита единствено на графичен анализ, какъвто е предимно използван. Биха могли да се въведат количествени оценки с използване на методите за статистически анализ и обработка на експериментални данни.

2. Тъй като при провеждането на експериментите е възможна проявата на случайни фактори, които е невъзможно да бъдат отчетени, за по-голяма достоверност на резултатите би могло да се въведе т.нар. базова линия, съответстваща на показания на сензорите при нормални работни условия и „чист“ газов агент.

Забележките, направени по-горе не намаляват общото ми благоприятно впечатление от дисертацията.

Заклучение

Оценявам положително получените резултати в дисертационния труд. Той показва, че авторът му маг. инж. Тодор Тодоров притежава теоретични знания и професионални умения по научната специалност на докторантурата, като демонстрира качества и умения за самостоятелно провеждане на научно изследване.

Затова предлагам на почитаемото научно жури да присъди образователна и научна степен „доктор“ на маг. инж. Тодор Тодоров, в Област на висше образование 5. Технически науки, професионално направление: 5.2. Електротехника, електроника и автоматика, докторска програма: Елементи и устройства на автоматиката и изчислителната техника.

Пловдив,
08.06.2015г.

Съставил рецензията:
/доц. д-р инж. Веселин Начев/