

**ВАРНЕНСКИ СВОБОДЕН**  
**УНИВЕРСИТЕТ „ЧЕРНОРИЗЕЦ ХРАБЪР“**  
ФАКУЛТЕТ „СОЦИАЛНИ, СТОПАНСКИ И КОМПЮТЪРНИ НАУКИ“  
КАТЕДРА “КОМПЮТЪРНИ НАУКИ“

**МОХАМАД АЛИ ФАХРЕДИН**

**ПРОЕКТИРАНЕ И РАЗРАБОТКА НА СИСТЕМА  
ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА ТВ ЦЕНТЪР ЗА ДАННИ**

**АВТОРЕФЕРАТ**

на дисертационен труд  
за присъждане на образователна и научна степен „доктор“  
Професионално направление 4.6. Информатика и компютърни науки  
Докторска програма „Информационни системи и технологии,  
информатика и компютърни науки“

Научен ръководител:  
проф. д-р инж. Теодора Бакърджиева

Варна, 2024 г.

**ВАРНЕНСКИ СВОБОДЕН**  
**УНИВЕРСИТЕТ „ЧЕРНОРИЗЕЦ ХРАБЪР“**  
ФАКУЛТЕТ „СОЦИАЛНИ, СТОПАНСКИ И КОМПЮТЪРНИ НАУКИ“  
КАТЕДРА “КОМПЮТЪРНИ НАУКИ“

**МОХАМАД АЛИ ФАХРЕДИН**

**ПРОЕКТИРАНЕ И РАЗРАБОТКА НА СИСТЕМА  
ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА ТВ ЦЕНТЪР ЗА ДАННИ**

**АВТОРЕФЕРАТ**

на дисертационен труд  
за присъждане на образователна и научна степен „доктор“  
Професионално направление 4.6. Информатика и компютърни науки  
Докторска програма „Информационни системи и технологии,  
информатика и компютърни науки“

Научен ръководител:  
проф. д-р инж. Теодора Бакърджиева

Рецензенти:  
проф. д.н. Борислав Стоянов,  
проф. дтн. Тодор Стоилов

Варна, 2024 г.

Дисертационният труд е в обем от 107 страници. Състои се от увод, изложение в 3 глави, заключение, списък на използваните 66 съкращения, указатели на таблиците и фигурите, списък на използваните източници, 24 фигури и 4 таблици. Използваната библиография включва 95 литературни източника (книги, статии и доклади от конференции) на английски език. Във връзка с темата на дисертационния труд са направени 2 публикации.

Авторът на дисертационния труд е докторант на самостоятелна подготовка в катедра „Компютърни науки“ при факултет „Социални, стопански и компютърни науки“ на Варненски свободен университет „Черноризец Храбър“.

Публичната защита ще се проведе на 14.05.2024 г. от 11:30 ч. в заседателната зала на Варненски свободен университет „Черноризец Храбър“.

Материалите по защитата са на разположение в канцеларията на катедра „Компютърни науки“, както и на сайта <http://www.vfu.bg>, раздел „Докторантури“.

# **I. Обща характеристика на дисертационния труд**

## **Актуалност**

Теми, свързани с усъвършенстване на архитектурата и функционирането на телевизионните центрове са първостепенни за развитието на много сфери от икономическия, политическия и обществен живот. Проектирането и разработката на система за управление на телевизионен дейтацентър решава редица въпроси, свързани с оптимизиране на работни потоци и мрежови конфигурации, като решава проблеми, произтичащи от високата цена на програмното осигуряване и ниската надежност на комуникационния хардуер.

## **Обект**

Обект на изследването е телевизионен център за данни, като се цели оптимизиране на неговата дейност и повишаване на качеството на възпроизвеждания телевизионен сигнал. Съществуват редица решения за организиране на подобни центрове, които имат различни характеристики и цени. От значение е хардуерното и софтуерно обезпечаване за откриване и коригиране на грешки по време на телевизионно излъчване.

## **Предмет**

Предмет на дисертацията са операциите, свързани с обработка на видеопотока, както и въвеждането на алгоритми за машинно обучение за автоматично идентифициране и коригиране на видео грешки по време на телевизионно предаване.

## **Цел и задачи**

Специфичната цел на разработката е да се създаде автоматизирана система за откриване и проследяване на грешки и неизправности във възпроизвежданите видеоклипове, която да

осигурява в последователна стъпка замяна на видеоклиповете с много кратко забавяне или веднага след откриване на грешката.

В основата на решението стоят алгоритми, базирани на обработка на изображения, видео и сигнали. Те взаимодействат с алгоритми за машинно обучение за автоматично откриване и коригиране на видео грешки, които могат да възникнат, докато видеоклиповете се предават поточно. В това проучване се разглеждат два вида видео грешки: първият вид включва видеоклипове, които спират и стават черни, а вторият включва замръзващи видеоклипове.

Задачите за изпълнение на поставената цел засягат изграждането на набор от алгоритмични манипулации, базирани на обработка на изображения, видео и сигнали, които са адаптивни към различни видео входове и които могат главно да откриват видеоклипове, които внезапно спират по време на възпроизвеждане и екранът става черен, както и видео, което внезапно замръзва. Предложеното решение се основава на високоефективна техника за автоматично откриване на различни грешки във всяко входно видео и е в състояние автоматично да замени повреденото видео.

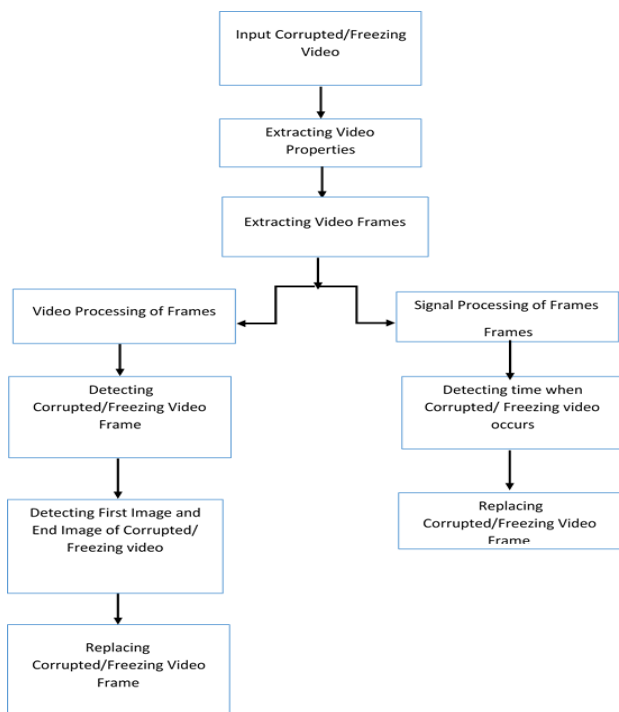
Стратегическата цел на настоящия труд е подобряване на цялостната ефективност, надеждност и сигурност на телевизионните центрове за данни, като същевременно се намаляват оперативните разходи и изискванията за ресурси.

## **Методология**

Възприетата методология включва следните основни стъпки, внедрени в Matlab:

- Въвеждане на повреден или „замръзнал“ видеоклип;
- Откриване на повредена/„замръзнала“ част от видеото;
- Директна подмяна на повредената/„замръзнала“ част от видеото.

Алгоритмите включват както обработка на видео кадри (обработка на изображение), така и обработка на сигнала. На фиг. 1 е показана диаграма на възприетата методология, като първоначално ръчно се създава повредено видео. Например, в един случай изборът е футболен видеоклип, който след няколко секунди спира и екранът става черен. Друг вид използван видеоклип е футболен видеоклип, който също се замразява след няколко секунди (същото време като първия случай) по време на игра. След това се извличат свойствата на видеоклипа, включително дължината, броя на кадрите, височината и ширината на кадъра и т.н. Видеото се зарежда като филмов плейър.



Фиг. 1 Блокова схема на методологията

## **II. Обем и структура на дисертационния труд**

Дисертацията се състои от 107 страници, разделени на 3 глави и включва 24 фигури и 4 таблици. Дисертацията е разработена на английски език. Тази разработка е резултат от повече над 20 години професионална реализация в областта на телевизионните станции и специализиран опит в разрешаването на широк кръг проблеми, свързани с подобряването на качеството и надежността на комуникационните съоръжения.

## **III. Кратко описание на дисертационния труд**

### **Увод**

Телевизионният център за данни е комплекс от компютърни системи, телекомуникационни компоненти и системи за съхранение, в който всички процеси и процедури на излъчване са автоматизирани. Софтуерът, който се използва е скъп и в голяма степен ненадежен за справяне с възникнали проблеми по време на телевизионно излъчване. В резултат на това откриването и коригирането на грешки в излъчването става от съществено значение.

Основната цел на това изследване е да предостави иновативен метод за подобряване на предаването на данни и откриване на грешки и проблеми в TV център за данни. Предложената система е проектирана така, че да наблюдава процесите в телевизионните центрове за данни по усъвършенстван и надежен начин. Представените алгоритми са изцяло иновативни и изключително ефективни. Тези алгоритми включват нови технологии за видео наблюдение и обработка. При разработването на алгоритмите са използвани авангардни подходи, като извличане на функции и внедряване на изкуствен интелект.

Разработката предоставя техническо решение за разрешаване на проблеми, свързани с видеоизлъчването по време на телевизионно

предаване. Това е постигнато чрез използването на усъвършенствани техники за обработка на изображения, видео и сигнали, както и въвеждането на алгоритми за машинно обучение за автоматично идентифициране и коригиране на видео грешки, които могат да възникнат, когато се излъчват видеоклипове по телевизията. В това проучване са разгледани две форми на видео дефекти: видеоклипове, които спират и стават черни, и филми, които „замръзват“.

Резултатите, получени с помощта на алгоритмите, показват процент на откриване от 83,33%, което може да се счита за показател за висока производителност на предложената система за откриване. Освен това, според резултатите, минималното време за корекция е нула секунди, което означава, че корекцията се извършва мигновено след откриване на повредата във видеото. Максималното забавяне на смяната е 0,25 секунди. Средната стойност е 0,08 секунди. За сравнение, в литературата е посочено, че приемливото време на забавяне е между 2 и 5 секунди. Следователно, средното време на забавяне, постигнато с помощта на предложената система (0,08 секунди), е по-малко от минималното стандартно време на забавяне. Следователно може да се счита за отлично постижение и отразява перфектното представяне на предложената система. Резултатите също така показват, че за всички изследвани видеоклипове откритият брой кадри бяха успешно коригирани. Смяната на рамката показва 100% ефективност за всяко видео.

В първа глава се представя предисторията на настоящото изследване, като се представя подробен преглед на функционирането на сателитната телевизия, телевизионните отдели и телевизионните центрове за данни.

Във втора глава се прави подробен обзор на литературата, където се обсъждат мрежите за данни, ИТ инфраструктурата, управлението и наблюдението на телевизионния център за данни.



В трета се представя пълно описание на методите, използвани в това изследване, като са описани начините за събиране на данните, тяхното, конфигуриране, предварителна обработка и анализи.

След това се анализира внедряването на системата, видеонаблюдение, алгоритми за обработка, алгоритми за разпознаване на функции и стъпки, както и прилагането на изкуствен интелект. Впоследствие се предлага решение, което да се имплементира в телевизионни центрове за данни.

Заклучението представя резултатите от прилагането, както и пълен анализ на получените резултати заедно и с предложения за бъдещи изследвания.

## **Първа глава**

В тази глава е представено пълно описание на обхвата на дисертационния труд. В главата се отделя внимание на архитектурата на телевизионна система, център за данни и сървъри, тяхната роля и предназначение. В тази глава се поставя основният проблем, целите и задачите и се проектира плана на изследването.

### **Предистория на изследването**

Сателитната телевизия е телевизионна услуга, която предава комуникационни програми към публиката чрез сателит директно от мястото на публиката. От друга страна, радиовълните са източниците за излъчване на конвенционална наземна телевизия чрез наземни независими телевизионни станции, където сигналите се получават последователно. Подземните коаксиални кабели пречат на телевизионния кабел. Сателитните телевизионни услуги са допълнение към старите наземни сигнали в много области на света, където предоставят широка гама от канали, включително огромни услуги като услуги само за абонамент.

Характеристика	Описание
Орбита	геостационарна
честотни ленти	C-band (4-8 GHz) and Ku-band (12-18 GHz)
сателитна чиния	сателитни телевизионни сигналиАрхите

### 1. Архитектура на телевизионна станция:

- Централна апаратна зала (CAR) и Главна контролна зала (MCR).
- Контролна зала за студио производство (PCR) и зала за непрекъснатост (R.F).
- Телевизионен център за данни (DC)

Други подструктури са: Система за осветление; Автоматизация на новинарска зала; Захранване (ATS, UPS...); Онлайн и офлайн графична анимация; Система за архивиране; Цифрови сателитни новини (DSNG) и OBVan - и т.н.

2. Телевизионен център за данни: ТВ центърът за данни съдържа критична инфраструктура като сървърни банки, високоскоростни връзки за данни и системи за сигурност. Тези компоненти, заедно с контрола на околната среда и резервните захранвания, гарантират непрекъснато доставяне на съдържание, оптимална производителност и сигурност. Центърът за данни може да бъде комплексен или обикновен, частен или споделен. Компонентите на центъра за данни съставляват ядрото на информационната система (IS) на организацията.

### Изводи в Глава 1

Следователно може да се каже, че основната цел на това изследователско проучване е да предложи цялостна и усъвършенствана система за подобряване на доставката на данни в центровете за данни и за откриване на грешки и проблеми в телевизионните центрове за данни. Системата трябва да извършва и

усъвършенствано и надеждно наблюдение на телевизионни центрове за данни. Значението на изследването се основава на предложените алгоритми, тъй като тези алгоритми са напълно нови и с висока производителност. В допълнение, тези алгоритми включват нови технологии за видео наблюдение и обработка. Освен това тези алгоритми използват нови техники като извличане на характеристики и внедряване на изкуствен интелект.

## **Втора глава**

Тази глава започва с общ преглед на центрoвете за данни, в който основно се обсъждат мрежите за данни и ИТ инфраструктурата. След това е предоставено описание на развитието на телевизионните центрове за данни, като се прави преглед на литературата за управление и мониторинг на центрoвете за данни. В последната част на главата се обсъждат теми, свързани с интегрирането на различни технологични системи в управлението на центрoвете за данни на интелигентни телевизионни станции, базирани на облачни изчисления, подобряване на устойчивостта на центъра за данни и т.н.

### **2.1 Мрежи за данни:**

Мрежата за данни е система, която използва превключване на данни, предавателни линии и системни контроли за изпращане на данни от една точка за мрежов достъп до друга или повече точки за мрежов достъп. Превключватели на наети линии и мрежи за превключване на пакети са примери за комуникационни системи, използвани в мрежите за данни. Мрежите за данни и мрежовите технологии за данни имат влияние върху всеки практически аспект на съвременната комуникация, включително Интернет.

### **2.2 ТВ центрове за данни:**

Модерните телевизионни центрове за данни, обработващи терабайти данни, са в рязък контраст със своите предци:

лабиринтните компютърни зали от ранната компютърна ера. Тези ранни системи изискваха специализирани среди, далеч различни от компактните съоръжения, които се ползват днес.

2.3 Управление и наблюдение на телевизионния център за данни:

Проведени са много изследвания за подобряване на управлението и наблюдението на телевизионните центрове за данни. В тази глава се проследяват проучвания, при които се прилага облачна система за телевизионен мониторинг и анализ, различни перспективи за трансформиране на дейтацентърът в устойчив екологичен технологичен комплекс.

2.4 Софтуер за възпроизвеждане:

Софтуерът за възпроизвеждане е от съществено значение за лицата, които осъществяват операции по телевизионно излъчване. Поради нарастващата необходимост от пространство за съхранение на твърди дискове, софтуерните приложения за автоматизиране на възпроизвеждането стават все по-актуални в телевизионната индустрия. Тези системи за възпроизвеждане имат много предимства пред стандартните медийни плейъри, те са автоматизирани и включват планиране на съдържанието за изпълнение.

## **Изводи в Глава 2**

Съществуват значителни предизвикателства при предоставянето на канал за излъчване с помощта на софтуерно-базирана система за предаване, като същевременно се поддържа същата степен на качество и надеждност като традиционния хардуер за излъчване и системите за автоматизация. Целта е да се разработи софтуерно-базирана система за предаване, която може да работи на конвенционален компютърен хардуер. Целта на това изследване е да предостави осъществима алтернатива на текущата верига за

автоматизирано излъчване. Компютрите могат да възпроизвеждат записано видео и аудио, а високоспецифичните ИТ сървъри с добавяне на специални видео изходни карти са способни на основно възпроизвеждане в стандартни за излъчване формати на сигнала.

Целите на предлагания тук софтуер включват:

- MPEG-2, MPEG-4/h.264, Windows Media/AV1, dV25/50 и MXF са сред поддържаните формати за видео компресия.
- Поддръжка за всички видео резолюции и съотношения, необходими за SD и HD телевизия, IPTV и услуги за поточно предаване на мобилни устройства.
- По време на предаване, преобразуване в реално време нагоре, надолу и в пропорции; Ефекти на видео преход в реално време с качество на излъчване.
- Картина в картина с фон на неподвижна рамка, използвайки (2D) движения.
- Глас зад кадър и аудио и множество линейни клавиши с преход навътре и навън.

### **Трета глава**

В тази глава се разгръщат основните стъпки на възприетата методология. Алгоритмите включват както обработка на видео кадри (обработка на изображение), така и обработка на сигнала. След това във фазата на предварителна обработка видео кадрите се извличат един по един, тъй като фазата на обработка ще бъде приложена на всеки отделен кадър. Във фазата на обработка се използват три метода:

- 1) Обработка на видео/изображение;
- 2) Обработка на сигнали;

### 3) Обработка на мозъчни сигнали;

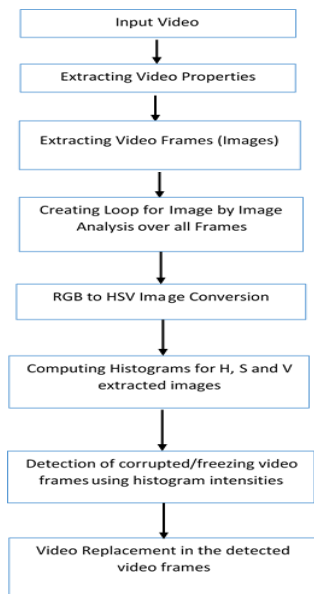
Във фазата на видео обработка видеото се обработва кадър по кадър. Стойността на наситеността на нюанса (HSV) се прилага към всеки кадър за изчисляване на хистограмите на интензитета. След като хистограмите изчезнат до нулево ниво, това сигнализира, че видеокадърът е повреден/”замръзнал“. Поради това се открива видео рамката, при която видеото се поврежда или замръзва. Обработката продължава автоматично до последния видеокадър, при който видеото вече не е повредено. След това откритата повредена/”замръзнала“ част се заменя с друго видео (може да е рекламно), за да компенсира зрителя.

Във фазата на обработка на сигнала алгоритъмът се обучава да търси в извлечените кадри стойностите на интензитета и времето на първия момент, в който възниква повреденото/”замръзнало“ видео чрез откриване на стандартно отклонение за всеки кадър на изображение в последователните изображения на видеокадъра. В точката, където видеото е повредено/”замръзнало“, стандартното отклонение на изображението се променя драстично до нулева/максимална стойност. По този начин се открива времето, в което видеото е повредено/”замръзнало“. След това се въвежда коригираща стъпка, при която повреденият/”замръзнал“ видеоклип отново се заменя с друг нов видеоклип за да се компенсира зрителят. В двата установени метода за обработка на видео/изображение и сигнал, повреденото или “замръзнало“ видео се заменя директно с много кратко забавяне от няколко милисекунди и установените

алгоритми могат да бъдат инициирани едновременно, докато се възпроизвежда телевизионното видео.

### Метод за обработка на видео/изображение

Методът за обработка на видео/изображение е описан на фигура 2. Първо, видеото е на входа и свойствата се извличат и показват. След това в основна стъпка видеото се разделя на видео кадри и всеки кадър се извлича отделно. Всеки видео кадър може да се третира като отделно независимо изображение със специфични характеристики и свойства. След това се създава цикъл за анализиране на изображение по изображение върху видео кадрите. Основната стъпка в този метод е конвертиране на изображенията от формат Red Green Blue (RGB) в цветово пространство Hue Saturation Value (HSV). Червените, зелените и сините стойности на всяко RGB изображение се преобразуват в стойности на нюанс, наситеност и стойност (HSV) на HSV изображение. За повредените/”замръзнали“ кадри на видеото хистограмите се изчисляват и се оказват нула спрямо нулевите интензитети в изображението. Това е показано на фигура 4.

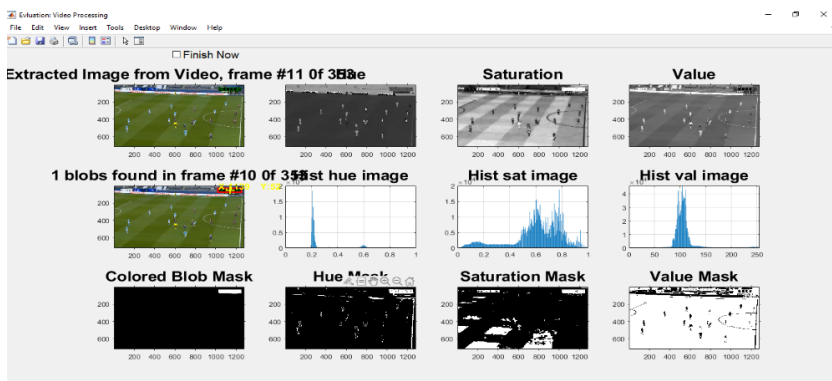


Фиг. 2: Блокова диаграма за метода за обработка на видео/изображение

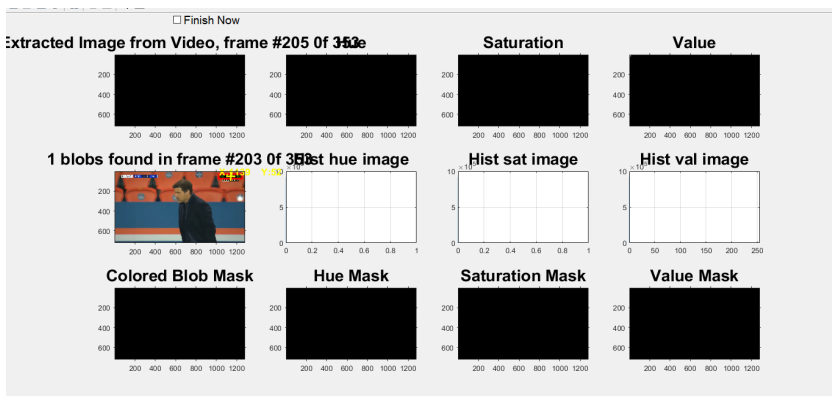
Следователно се открива първият видеокадър, при който интензитетите са изчислени като нула. След това се стартира алгоритъм за търсене и за откриване на всички видео кадри, които имат нулев интензитет. Алгоритъмът за търсене непрекъснато открива кадрите с нулеви хистограми до последния кадър. След това видеокадрите за нулевите хистограми, открити в повредената/“замръзнала“ част от видеото се извличат и се прилага коригираща стъпка. Коригиращата стъпка включва въвеждане на ново видео, което е ограничено до всички видео кадри, открити, когато оригиналното видео е повредено/”замръзнало“. Подмяната на видеото може да се извърши за няколко милисекунди, след като



алгоритъмът за търсене открие първата нулева стойност на хистограмата. Накрая, в края на видеокадрите с нулева хистограма на повредения/“замръзнал“ видеоклип, новият видеоклип се спира и оригиналният видеоклип се възпроизвежда отново.



Фиг. 3: Изображения с цвят, наситеност и стойност със съответните хистограми

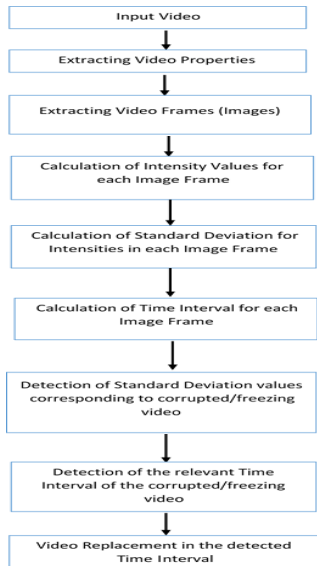


Фиг. 4: Изображения с оттенък, наситеност и стойност със съответните хистограми за повредената/освобождаваща част от видеото

### 3.1 Метод за обработка на сигнала

Методът за обработка на сигнала може да бъде описан по следния начин (Фигура 5). Както при предишния метод, първо се въвежда видео и свойствата се извличат и показват. След това видеото се разделя на кадри и всеки кадър се извлича отделно, където всеки видеокадър може да се третира като отделно независимо изображение.

След това за всяко изображение, интензитетите на всички пиксели се изчисляват по начин, за да се получи стойност, която може да разграничи различните изображения, които се извличат. След като се получат интензитетите на всяко изображение, се изчислява стандартно отклонение на интензитетите. Тази стъпка ни позволява да получим една стойност (стандартно отклонение), която е уникална за всяко изображение. По този начин всяко изображение се характеризира с една стойност на стандартно отклонение, представляваща всичките му интензитети на пиксели.

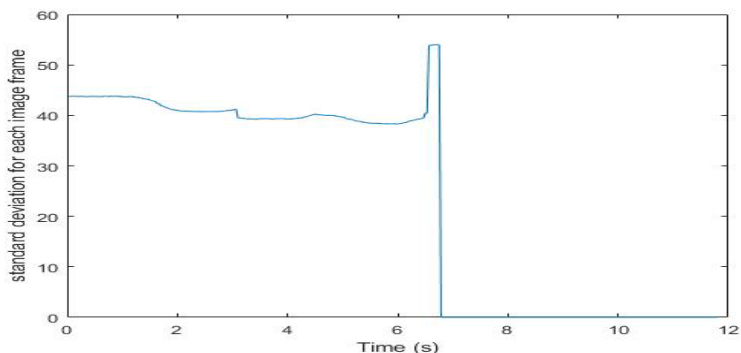


Фиг. 5: Блокова диаграма за метода за обработка на сигнала

В допълнение към стойностите на стандартното отклонение се изчислява и интервалът от време на всяко изображение, извлечено от отделните видео кадри. С други думи, получава се интервалът от време на всеки видеокадр. Така, всяко отделно изображение вече може да бъде представено с две стойности; стандартно отклонение и времеви интервал. Тъй като стандартните отклонения и времевите стойности се изчисляват за всички изображения, такъв е и случаят с изображенията, представляващи видео рамката, където видеото е повредено/”замръзнало“.

Следващата стъпка е да се определят конкретните стандартни отклонения и времеви интервали по отношение на повредените/”замръзнали“ видеоклипове. За тази цел се стартира алгоритъм за търсене. Алгоритъмът проследява разликите в интензитета между всяко съседно изображение. Когато стойността на нулево/постоянно стандартно отклонение бъде открита за повреденото видео, това сигнализира за началото на повредената/”замръзнала“ част от видеото. Стойността на времето също се открива спрямо стойността на нулево/постоянно стандартно отклонение. В този момент алгоритъмът за търсене непрекъснато търси стойностите на стандартното отклонение изображение по изображение, като се уверява, че стойностите все още са нула за повреденото видео и максимални за „замръзналото“ видео, което показва, че видеото все още е повредено/”замръзнало“. Съответно всички времеви стойности се откриват, създавайки определен времеви интервал за повредената/”замръзнала“ част на видеото. Алгоритъмът за търсене продължава, докато не бъде открита последната нулева стойност или последната постоянна стойност. По този начин от началната точка до крайната точка на повреденото/”замръзналото“ видео се записва вектор от нулеви/постоянни стойности на стандартно отклонение и се конструира времеви интервал. След това се извлича интервалът от време за откритите стойности на нула или постоянно стандартно

отклонение в повредената/”замръзнала“ част. За този интервал от време, където видеото е повредено/”замръзнало“, се въвежда коригираща стъпка. Коригиращата стъпка включва стартиране на нов видеоклип, който е ограничен до интервала от време, открит, когато оригиналният видеоклип е повреден/”замръзнал“. Замяната на видеото може да се извърши за няколко милисекунди, след като алгоритъмът за търсене открие първите няколко нули или първите няколко постоянни стойности на стандартно отклонение.

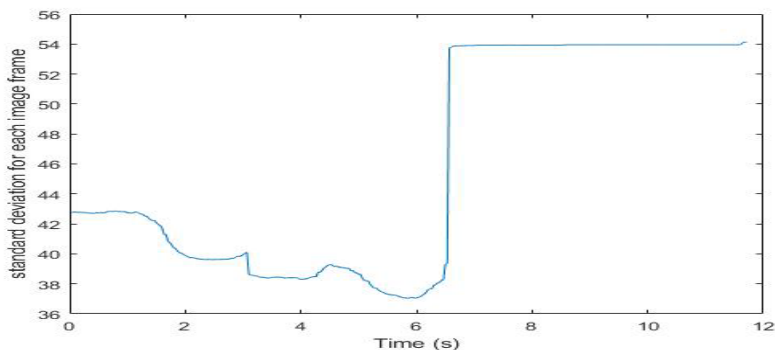


Фиг 6: Стандартно отклонение спрямо времето за всяко изображение (видео кадри) в повреденото видео

Фигура 6 представлява демонстрация на метода. Оста  $y$  на фигурата представлява стойностите на стандартното отклонение за всяко изображение, получено от интензитетите на отделните видеокадри, докато оста  $x$  представлява стойностите на времето, открити за всяка стойност на изображението на стандартно отклонение. Сигналят представлява видео, което се поврежда след около 6,5 секунди. Както може да се види на фигурата, стойността на стандартното отклонение внезапно пада до нула на около 6,5 секунди, представлявайки нулеви интензитети, открити от видеото. Това е така, защото, както беше отбелязано по-рано, повредената част от

видеото има нулев интензитет и следователно нулево стандартно отклонение за тези интензитети.

Сигналят на фигура 7 представлява видео, което е „замръзнало“ след около 6,5 секунди. Както може да се види на фигурата, стойността на стандартното отклонение внезапно се измества до определена стойност на около 6,5 секунди и продължава да бъде постоянна, представлявайки постоянни интензитети, открити от замразяващото видео. Това е така, защото, „замръзналата“ част на видеото има подобни интензитети и следователно постоянно стандартно отклонение за тези интензитети.

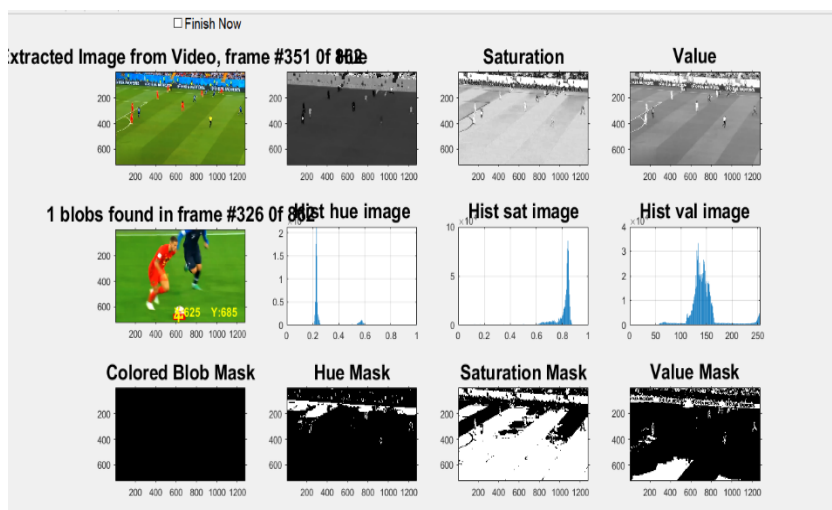


Фиг. 7: Стандартно отклонение спрямо времето за всяко изображение (видео кадри) в замразяващото видео

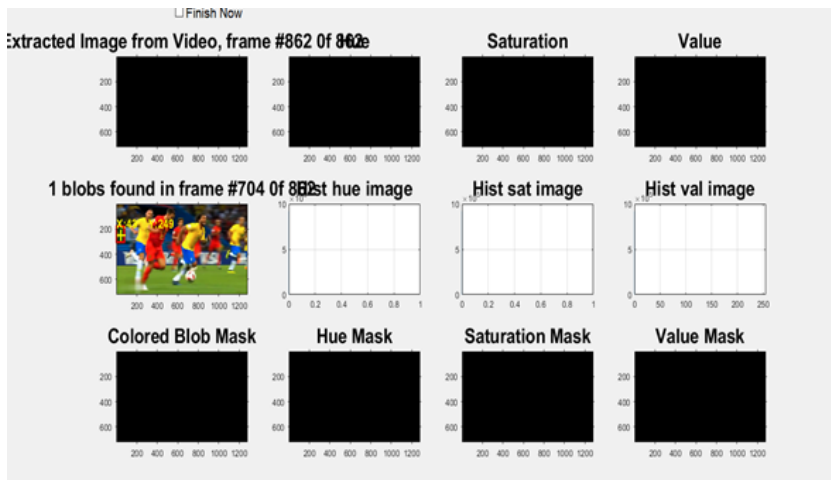
Видеоклипът е повреден/„замръзна“ от около 6,5 секунди до 12 секунди. По време на този интервал всички стойности на стандартното отклонение са нули/константа. Този интервал от време се извлича и повреденото/„замръзнало“ видео автоматично се заменя с ново видео със закъснение от няколко милисекунди. Новото видео продължава да се възпроизвежда, докато стойностите на стандартното отклонение са нула или постоянни, както е открито от алгоритъма за търсене.

### Изводи от Глава 3

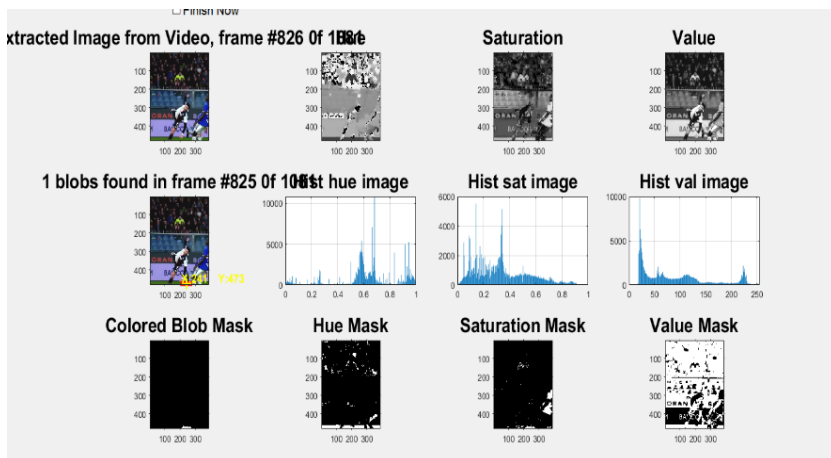
Ефкан НазифПредставени са допълнителни резултати за видеоклиповете, които са заредени и тествани. Стойностите на нюанса, наситеността и стойността на едно изображение в представяне на хистограма са представени за два други видеоклипа на Фигура 8. Освен това са показани хистограмите, които са изчислени и се оказват нула спрямо нулевите интензитети в изображението на Фигура 10 и Фигура 11 съответно спрямо Фигура 8 и Фигура 9.



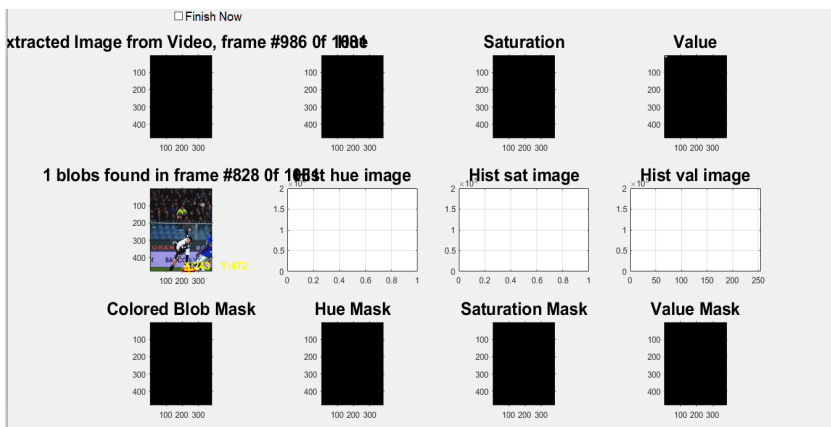
Фиг. 8: Изображения с цвят, наситеност и стойност със съответните хистограми за второ видео



Фиг. 9: Изображения с цвят, наситеност и стойност със съответните хистограми за повредената/“освободена“ част от видеото за второто видео



Фиг. 10: Изображения с цвят, наситеност и стойност със съответните хистограми за трето видео



Фиг. 11: Изображения с цвят, наситеност и стойност със съответните хистограми за повредената/“освободена“ част от видеоклипа за третия видеоклип

Преди да представим резултатите от фазата на откриване и заместване, представяме свойствата на използваните видеоклипове, включително броя на кадрите, продължителността и времето на повреда (времето, в което видеото е било повредено). Както е посочено в таблицата, бяха тествани общо 12 видеоклипа и 10 видеоклипа бяха успешно открити и заменени. Общият брой на тестваните кадри беше 10 138 кадъра със среден брой кадри от 1014 кадъра. Видео 1 има най-малък брой кадри (353), а видео 4 максимален брой кадри (1784).



Табл. 1: Свойства на видеоклиповете, използвани в изследването

<b>Video</b>	<b>Number of Frames</b>	<b>Duration</b>	<b>Time of Corruption</b>
<b>Video 1</b>	353	25 sec	20 sec
<b>Video 2</b>	771	10 sec	6 sec
<b>Video 3</b>	862	28 sec	24 sec
<b>Video 4</b>	1784	59 sec	55 sec
<b>Video 5</b>	442	15 sec	10 sec
<b>Video 6</b>	1498	50 sec	44 sec
<b>Video 7</b>	1166	21 sec	17 sec
<b>Video 8</b>	676	22 sec	16 sec
<b>Video 9</b>	1505	32 sec	27 sec
<b>Video 10</b>	1081	36 sec	31 sec

Изчисляване на забавянето на смяната:

Както е посочено в методологията, след откриването на повредената част от видеоклипа, втората стъпка е да се замени повредената част с друго видео, за да се осигури продължаване на поточно предаване към зрителите. Забавянето между откриването на повредения кадър и подмяната на видеото е много важен параметър за производителността на предложената система.

Табл. 2: Време на откриване на повредени видеоклипове, време на замяна и забавяне на замяната

<b>Video</b>	<b>Time of Corruption</b>	<b>Time of Detection</b>	<b>Time of Replacement</b>	<b>Replacement Delay</b>
<b>Video 1</b>	20 sec	20 sec	20.1 sec	0.1 sec
<b>Video 2</b>	6 sec	6 sec	6.025 sec	0.25 sec
<b>Video 3</b>	24 sec	24 sec	24 sec	0 sec
<b>Video 4</b>	55 sec	55 sec	55.05 sec	0.05 sec
<b>Video 5</b>	10 sec	10 sec	10.2 sec	0.2 sec
<b>Video 6</b>	44 sec	44 sec	44 sec	0 sec
<b>Video 7</b>	17 sec	17 sec	17 sec	0 sec
<b>Video 8</b>	16 sec	16 sec	16 sec	0 sec
<b>Video 9</b>	27 sec	27 sec	27.02 sec	0.02 sec
<b>Video 10</b>	31 sec	31 sec	31.2 sec	0.2 sec

Според резултатите, показани в таблица, минималното време за замяна е нула секунди, което означава, че замяната е извършена автоматично след откриване на повредата във видеото. Максималното забавяне на смяната е 0,25 секунди. Средната стойност е 0,08 секунди. В литературата е посочено, че приемливото време на забавяне е между 2 и 5 секунди. Следователно средното време на забавяне, постигнато с помощта на предложената система (0,08 секунди), е по-малко от минималното стандартно време на забавяне и по този начин може да се счита за отлично постигнато

забавяне и следователно отразява отличното представяне на предложената система.

а. Успешно обработени рамки за изображения:

Представяме броя кадри, които са били успешно заменени от общия брой открити кадри за всеки видеоклип. Това показва способността на алгоритмите за обработка, приети за откриване и заместване на видеокадри с променлива дължина.

Резултатите показаха, че за всички видеоклипове откритият брой кадри бяха успешно заменени. Смяната на рамката показва 100% ефективност за всяко видео.

Табл. 3: Сменени рамки с променливи размери

<b>Video</b>	<b>Number of Detected Frames</b>	<b>Number of Frames replaced</b>	<b>Efficiency</b>
<b>Video 1</b>	70	70	100%
<b>Video 2</b>	308	308	100%
<b>Video 3</b>	123	123	100%
<b>Video 4</b>	120	120	100%
<b>Video 5</b>	147	147	100%
<b>Video 6</b>	180	180	100%
<b>Video 7</b>	222	222	100%
<b>Video 8</b>	185	185	100%
<b>Video 9</b>	235	235	100%
<b>Video 10</b>	150	150	100%

## Заклучение

За получаване на горните резултати възприетата методология включва следните основни стъпки:

- въвеждане на повреден или “замръзнал“ видеоклип;
- откриване на повредена/“замръзнала“ част от видеото;
- директна подмяна на повредената/”замръзналата“ част от видеото.

Реализираните алгоритми включват както обработка на видео кадри (обработка на изображения), така и обработка на сигнала.

Етапът на обработка на изображения включва обработка на изображения, извлечени от входното видео. Например, в един сценарий опцията е футболен видеоклип, който спира да се възпроизвежда след няколко секунди и екранът става празен. Футболен видеоклип е друг пример за видеоклип, който е проектиран да „замръзне“ след няколко секунди (същото време като предишния случай) по време на игра. След това се извличат атрибутите на видеоклипа, включително продължителност, брой кадри, височина и ширина на рамката и т.н. Видеото е настроено да се възпроизвежда като филм. След това видео кадрите се извличат един по един във фазата на предварителна обработка, тъй като фазата на обработка ще бъде приложена към всеки кадър.

Видеото се разделя на видео кадри и всеки кадър се извлича отделно. Видеото се обработва кадър по кадър по време на стъпката на видео обработка. Всеки видеокадър може да се третира като отделно независимо изображение. Създава се цикъл за анализиране на изображение по изображение върху видео кадрите. След това изображенията се преобразуват от формат Red Green Blue (RGB) в цветово пространство Hue Saturation Value (HSV). За да се конструират хистограмите на интензитета, стойността на наситеността на нюанса (HSV) се прилага към всеки кадър.

Във фазата на обработка на сигнала видеото се разделя на кадри и всеки кадър се извлича отделно, където всеки видео кадър

може да се третира като отделно независимо изображение. Алгоритъмът е настроен да търси стойностите на интензитета и времето в началния момент, в който повреденото/”замръзналото“ видео се появява във възстановените кадри, като идентифицира стандартно отклонение за всеки кадър на изображението в следващите изображения на видеокадър. Стандартното отклонение на картината варира драматично до нула/максимална стойност, когато видеото е повредено/”замръзнало“. Алгоритъмът за търсене е настроен да проследява разликата между изображенията и да открива къде стойностите на стандартното отклонение са нула, знаейки, че повреденото видео (видео, което спира и става черно) се характеризира с интензитет с нулево стандартно отклонение (видеото спира да се възпроизвежда, когато се развали).

След това, когато стойността на нулево/постоянно стандартно отклонение бъде открита за повреденото видео, това сигнализира за началото на повредената/”замръзналата“ част от видеото. Стойността на времето също се открива спрямо стойността на нулево/постоянно стандартно отклонение. За компенсация на зрителя, се предоставя коригираща стъпка, при която повреденото/”замръзналото“ видео се заменя с друго ново видео (най-често рекламно).

Резултатите, получени с помощта на алгоритмите, показаха получен процент на откриване от 83,33%, което може да се счита за показател за висока производителност на предложената система за откриване. Средната стойност е 0,08 секунди. За сравнение, в литературата е посочено, че приемливото време на забавяне е между 2 и 5 секунди. Следователно средното време на забавяне, постигнато с помощта на предложената система (0,08 секунди), е по-малко от минималното стандартно време на забавяне и по този начин може да се счита за отлично постигнато забавяне и следователно отразява отличното представяне на предложената система. Резултатите също така показаха, че за всички видеоклипове откритият брой кадри бяха успешно заменени. Смяната на рамката показва 100% ефективност за всяко видео.

## Обобщение

Центърът за данни, на най-основното си ниво, е физическо място, където корпорациите съхраняват критичен за мисията софтуер и данни. Архитектурата на центъра за данни се фокусира върху мрежа от изчислителни ресурси и ресурси за съхранение, които позволяват доставката на споделени приложения и данни. Съвременните центрове за данни се различават значително от тези в миналото. В контекста на множество облаци цифровите мрежи, които позволяват приложения и работни натоварвания в пулове от физически ресурси, замениха традиционните физически сървъри на място. В резултат на това в този проект се предлага подходящо решение за разрешаване на проблеми, свързани с качеството на видеопотока по време на телевизионно предаване. Това е постигнато чрез използването на усъвършенствани техники за обработка на изображения, видео и сигнали, както и въвеждането на алгоритми за машинно обучение за автоматично идентифициране и коригиране на видео грешки, които могат да възникнат, когато видеоклипове се излъчват по телевизията. В това проучване са разгледани две форми на видео дефекти: видеоклипове, които спират и стават черни и кадри, които „замръзват“.

Изпълнена е основната цел на разработката - да се представи автоматизирана система, която проследява и идентифицира проблеми и дефекти във видеопотоци, които се възпроизвеждат, и след това заменя видеоклиповете в следваща стъпка с много кратко забавяне или дори веднага след идентифициране на грешката. За да се реализира системата се използва съвкупност от алгоритмични манипулации, базирани на обработка на изображения, видео и сигнали, които са адаптивни към различни видео входове и могат да идентифицират видеопредавания, които внезапно спират да се възпроизвеждат и екранът става черен, както и видеоклипове, които „замръзват“ и се повреждат. Въз основа на това постижение се

предлага нов метод за визуално откриване на неизправности/грешки и тяхното коригиране. Тази система се основава на високоефективен подход за автоматично идентифициране на различни дефекти във всяко входно видео и коректна автоматична замяна на повреденото видео или видео сегмент.

Като заключение, системата за автоматизация, предложена в този дидертационен труд, може ефективно да замени други системи за автоматизация на възпроизвеждането, тъй като е постигната висока степен на откриване и минимално забавяне на замяната. По този начин системата може да подобри телевизионното излъчване и да предложи нова перспектива за справяне с грешките, които възникват при телевизионните предавания.

## **Бъдещи изследвания**

Бъдещата работа трябва да е насочена към подобряване на предложените техники чрез добавяне на повече функции (базирани на изкуствен интелект), за да се постигнат по-високи нива на откриване на грешки и да се намали времето за откриване и замяна на видео.

Бъдещото развитие на телевизионните центрове за данни включва използването на Brain-Machine Systems (BMS), които използват машинно обучение и трансформират мозъчните импулси в съобщения или команди. BMS системите преодоляват физическите ограничения, като създават възможности за работа на хора със специални потребности в телевизионните центрове за данни. Бъдещите изследвания трябва да се съсредоточат върху усъвършенстване на предложените техники с функции, задвижвани от AI и проучване на етични съображения за интегриране на BMS. Пилотните програми, индустриалното сътрудничество и общественото образование са ключови за прокарването на пътя за по-

широко приемане и реализиране на потенциала на тази трансформираща технология.

## **IV. ПРИНОСИ**

### **Научно-приложни приноси:**

- Създаване на автоматизирана система за откриване и проследяване на грешки и неизправности във възпроизвежданите видеоклипове по време на телевизионни предавания;
- Разработване на усъвършенствани техники за обработка на изображения, видео и сигнали;
- Въвеждане на алгоритми за машинно обучение за автоматично идентифициране и коригиране на видео грешки.

### **Приложни приноси:**

- Използване на облачни технологии и алгоритми, изградени с помощта на Matlab при реализацията на системата;
- Прилагане на колекция от алгоритмични манипулации, базирани на обработка на изображения, видео и сигнали, адаптивни към различни видео входове;
- Прилагане на високоефективен подход за автоматично идентифициране на дефекти във всяко входно видео и автоматична замяна на повреденото видео или видео сегмент;
- Предложената система ефективно заменя други системи за автоматизация на възпроизвеждането, като



се постига висока степен на откриване и минимално забавяне на корекцията.

Следователно системата подобрява телевизионното излъчване и предлага нова перспектива за справяне с грешките, които възникват при телевизионното излъчване.

### **Значими ползи:**

1. Намаляване на финансовите разходи за експлоатация и поддръжка на телевизионните центрове за данни чрез използване на икономични решения за хардуер и софтуер.
2. Намаляване на броя на персонала чрез иприлагане на усъвършенствани инструменти за управление, изкуствен интелект и машинно обучение.
3. Прогнозиране на грешки или черни рамки във видео чрез анализ на хистограмите на интензитета на пикселите на видео кадрите. Внезапните промени или пикове в хистограмата може да означават грешки или черни рамки.
4. Минимализиране на забавянето във времето и подобряване на ефективността на операциите в центъра за данни.
5. Създаване на интуитивен потребителски интерфейс, достъпен за лица с различни нива на техническа експертиза.
6. Намаляване на човешките грешки чрез разработване на механизми за откриване на грешки и включване на изцяло автоматизирани процеси.
7. Ограничаване на заплахите за сигурността чрез подобряване на софтуерното и хардуерно обезпечаване на телевизионните центрове за

данни, редовно актуализиране на протоколи за сигурност и обучение на персонала относно най-новите решения.

Разработката постига стратегическата цел да съдейства за подобряване на ефективността, надеждността и сигурността на телевизионните центрове при ниски материални и ресурсни разходи.

## V. ПУБЛИКАЦИИ ПО ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

1. Fakhreddine, M., Bakardjieva, T., Momcheva, G., (2022) Advanced Image Processing Techniques for the Detection and Monitoring of TV Datacenter System, 4th International Conference on Electrical, Control and Instrumentation Engineering (ICECIE), Kuala-Lumpur, Malaysia, 2022, NSPEC Accession Number: 22482745, DOI: 10.1109/ICECIE55199.2022.10000322, Electronic ISSN: 2832-9848; ISSN: 2832-9821 Impact Factor: 3.347 – Q1.

Scopus:

<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=58102205600>

IEEE Explore: <https://ieeexplore.ieee.org/document/10000322>

Bulgarian Portal for Open Science: <https://bpos.bg/publication/58367>

2. Fakhreddine, M., Bakardjieva, T., (2023) Machine learning for biomedical-focus on brain signals, Information Systems and Grid Technologies (ISGT 2023), Proceedings of the Information Systems and Grid Technologies, Sofia, Bulgaria, Vol. 110 (2023): Ann. Sofia Univ., Fac. Math 2023. DOI: 10.60063/GSU.FMI.110.85-94, Electronic ISSN: 1613-0073 I F: 1.2

"The Annual is the oldest Bulgarian journal, founded in 1904, devoted to pure and applied mathematics, mechanics and computer science.

It is reviewed by **Zentralblatt fur Mathematik**, Mathematical Reviews and the Russian Referativnii Jurnal." The link of the Vol.11. 2023:

<https://annual.uni-sofia.bg/index.php/fmi/issue/view/56>

<https://annual.uni-sofia.bg/index.php/fmi/article/view/568/555>

<https://doi.org/10.60063/gsu.fmi.110.85-94>

Други публикации:

1. Fakhreddine, M., Bakardjieva, T., Momcheva, G., (2019), The Efficacy of Integrating Various Technological Systems into the Management of Smart TV Station datacenter. International Journal of Computer Applications Technology and Research Volume 8–Issue 12, 467-472, 2019, pp.467-472; ISSN: 2319-8656

Impact factor = 1.1

<https://ijcat.com/archieve/volume8/issue12/ijcatr08121005.pdf>

2. Fakhreddine, M., Bakardjieva, T., (2022), Advanced Signal Processing Method for The Video Detection and Monitoring of TV Datacenter. International Journal of Signal Processing, 7, 1-7 Sofia 1000, BULGARIA, ISSN: 2367-8984

Impact Factor: 1.4

<https://www.ias.org/ias/home/caijsp/advanced-signal-processing-method-for-the-video-detection-and-monitoring-of-tv-datacenter>

3. Fakhreddine, M., Bakardjieva, T., Momcheva, G., (2020), Analyzing Brain Activities in Response To Music and Video Stimulants, ISSN: 2319-8656

Impact factor of 1.1

[https://ijcat.com/achieve/volumel0/International Journal of Computer Applications Technology and Research volume 10-Issue 01, 14-21, 2021,](https://ijcat.com/achieve/volumel0/International%20Journal%20of%20Computer%20Applications%20Technology%20and%20Research%20volume%2010-Issue%2001,%2014-21,%202021)

4. Hussein Ibrahim, Mohamed Fakhredine, Issa Kamar (2021), Detecting Brain Activity and Brain Disorders using Machine Learning Algorithms Applied on EEG Recordings. International Journal of Scientific & Engineering Research, Vol. 12, Issue 4, ISSN: 2229-5518 Impact Factor = 4.9

[https://www.ijser.org/research-paper-publishing-april-2021\\_page3.aspx](https://www.ijser.org/research-paper-publishing-april-2021_page3.aspx)

### **Участия в международни конференции по темата**

1. 2022 4th International Conference on Electrical, Control and Instrumentation Engineering (ICECIE) - IEEE 2022 4th International Conference on Electrical, Control and Instrumentation Engineering.  
<https://2022.icecie.com/>

#45 (1570853283) Advanced Image Processing Techniques for the Detection and Monitoring of TV Datacenter System.

2. International Conference on Digital Journalism and Innovative Media Industry - Media Industry Development and Innovation Lab MCFA.

[http://www.mu.edu.lb/en/life-at-mu/activities/mu-s-first-international-conference-on-digital-journalism./](http://www.mu.edu.lb/en/life-at-mu/activities/mu-s-first-international-conference-on-digital-journalism/)

#46 Advanced Signal Processing Method for The Video Detection and Monitoring of TV Datacenter

### **Членство на автора:**

**IEEE Membership** in Broadcast Technology Society (BTS).

**WSEAS Journals** – Membership and Reviewer.

**IEEE Membership** <ieee-membership@deliver.ieee.org.