



ТЕХНИЧЕСКИ УНИВЕРСИТЕТ – СОФИЯ
Факултет за френско обучение по електроинженерство
Училище за докторанти

Маг. инж. Салма Боумиза

**Разработване на модели за аудио-визуален контрол и
мониторинг на реакцията на студенти при електронно
обучение**

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

**на дисертация за придобиване на образователна и научна степен
"ДОКТОР"**

Област: 5. Технически науки

Професионално направление 5.3 Комуникационна и компютърна техника

**Научна специалност: Автоматизирани системи за обработката на
информация и управление**

**Научен ръководител: Проф. д-р инж. Александър Бекярски
Проф. д-р инж. Снежана Плешкова**

СОФИЯ, 2021 г.

Дисертационният труд е обсъден и насочен за защита от Научния съвет на Училището за докторанти към Факултета за френско обучение на ТУ-София на редовно заседание, проведено на 13.05.2021 г.

Публичната защита на дисертационния труд ще се състои на 16.09.2021г. от 13:00 часа в Конферентната зала на БИЦ на Технически университет – София на открито заседание на научното жури, определено със заповед № ОЖ-5.3-11 от 25.05.2021 г. на Ректора на ТУ-София в състав:

1. проф. дтн инж. Илиана Йорданова Маринова – председател
2. доц. д-р инж. Агата Христова Манолова – научен секретар
3. проф. дтн инж. Румен Кирилов Кунчев – Член
4. проф. д-р инж. Александър Богданов Бекярски – Член
5. доц. д-р инж. Пенчо Георгиев Венков – Член

Рецензенти:

1. доц. д-р инж. инж. Агата Христова Манолова
2. проф. дтн инж. Румен Кирилов Кунчев

Материалите по защитата са на разположение на интересуващите се в канцеларията на Факултета за френско обучение по електроинженерство на ТУ-София, блок № 12, кабинет № 12609.

Дисертантът е редовен докторант към Училището за докторанти на Факултета за френско обучение по електроинженерство. Изследванията по дисертационната разработка са направени от автора.

Автор: маг. инж. Салма Боумиза

Заглавие: Разработване на модели за аудио-визуален контрол и мониторинг на реакцията на студенти при електронно обучение

Тираж: 30 броя

Отпечатано в ИПК на Технически университет – София

I. ОБЩА ХАРАКТЕРИСТИКА НА ДИСИРТАЦИОННИЯ ТРУД

Актуалност на проблема

Онлайн обучението все повече и повече се превръща в стратегически избор за съвременните образователни системи по целия свят. Вследствие от това, изискванията към използваните платформи са неминуемо високи. Основната функция на преподавателя е да оказва съдействие на един или на група обучаващи се. Отличават се два типа преподаватели: Реактивният преподавател, който просто отговаря на изричните искания на учащия и проактивният преподавател, който проявява инициатива, така че да придружава обучаемия и да му предлага съвети в подходящия момент. Едно от изискванията, върху които се съсредоточава нашата работа, е да се научим как да направим работата на преподавателя автоматизирана и интелигентна. Емоционалното състояние на обучаващия се позволява на преподавателя да предприема подходящи педагогически действия, които могат да подобрят взаимодействието между преподаване-обучение.

Цел на дисертационния труд

Разработване на модели за аудио-визуален контрол и мониторинг на реакцията на студентите чрез електронно обучение

Задачи на дисертационния труд

- Разработване на теоретични модели за анализ на аудио и визуални реакции на студентите за интерактивен контрол в електронното обучение;
- Разработване на алгоритми въз основа на математическите модели, предложени за аудиовизуален контрол и мониторинг на реакцията на студентите чрез електронно обучение;
- Експериментални изследвания за разработването на алгоритми за аудио визуален контрол и мониторинг на реакциите на студентите в средата на електронно обучение;
- Тестване, оценка и сравнение на алгоритмите, разработени за аудио визуален контрол на емоциите на студентите при електронно обучение.

Научна новост

Нашата работа ще бъде съсредоточена върху един от основните актьори, какъвто се явява Преподавателят, който се намесва, така че да помогне на обучаващия се в критични ситуации за вземане на решения в хода на неговия курс на обучение. Нашият проект ще съвместява наред с това задачата на преподавателя с чрез единна система за разпознаване на емоции.

Разработената система е ориентирана към обмен на учебна информация между студент - преподавател при дистанционното обучение. Тя се състои в това да се използва аудиовизуалната връзка (аудио-визуален интерфейс Преподавател-Студент), за да се контролира обучението на студентите, оценявайки техните аудио визуални реакции (Емоции).

Задачата е да бъде създадена система за автоматизиране дейността на преподавателя при взимане на решения, за подпомагане на обучаващите се студенти, като тези решения се основават на емоциите на студентите определени чрез разработваната система за разпознаване на емоции (ERS).

Практическа приложимост

- Разработване на аудио визуална система с графичен интерфейс в Matlab за разпознаване на гласови и визуални емоции на студентите за интерактивен контрол в електронното обучение.

Апробация

- Интегриране на аудио визуалната система за разпознаване на гласови и визуални емоции на студентите към онлайн платформа за електронно обучение MOODLE, както и тестване на системата с платформата за видео конференции Webex.

Публикации

1. A. Abdelkader, D. Souilem, S. Boumiza “Scorm-compliant course in E-Learning environment for the arabic language”, International Journal of Computer engineering and technology (IJCET), vol.6, page 35-43, year 2015.
2. D.Souilem, S.Boumiza, A.Abelkader, A.Bekiarski “Clarification Dialogue Interface to resolving linguistic ambiguities in E-Learning Environment” 18th International Conference on E-Learning and Distance Learning (ICELDL 2016), January 26-27 2016, Jeddah, Saudi Arabia
3. S. Boumiza, D.Souilem, A.Bekiarski “Workflow approach to design automatic tutor in e-learning environment”, IEEE-2016 International Conference on Control, Decision and Information Technologies (CoDEIT'16), April 6-8, Malta 2016.
4. S.Boumiza, D.Souilem, A.Bekiarski, S.Pleshkova “Developpement of Model for automatic tutor in e-learning environment based on student reactions extraction using facial recognition” XV-th International Conference on Electrical Machines, Drives and Power Systems (ELMA2017). 2017, Sofia , Bulgaria
5. S.Boumiza, D. Souilem and A. Bekiarski, “Design of Intelligent Tool for Learner Emotion Recognition in e-learning context,” International Journal of

Advance Research in Computer Science and Management Studies, Volume 6, Issue 4, April 2018.

6. S.Boumiza, A.Bekiarski, D.Souilem, S. Pleshkova ‘Development of Simulation Models for Interactive Audiovisual Control of Students in the E-Learning Environment’ International conference on High Technology for Sustainable Development 11 - 14 June 2018 Sofia, Bulgaria
7. S. Boumiza ,D. Souilem, A.Bekiarski ‘’ Simulation models in electronic learning systems developed for the control of interactive audiovisual students’’ Conference: International Multi-Conference on Systems, Signals & Devices, Conference on Communication, Signal Processing & Information Technology At: Monastir/TUNISIA june 2020

Структура и обем на дисертационния труд

Дисертационният труд е в обем от **132** страници, като включва увод, 4 глави за решаване на формулираните основни задачи, списък на основните приноси, списък на публикациите по дисертацията и използвана литература. Цитирани са общо **50** литературни източници на латиница, а останалите са интернет адреси. Работата включва общо **120** фигури и **12** таблици. Номерата на фигурите и таблиците в автореферата съответстват на тези в дисертационния труд. .

II. СЪДЪРЖАНИЕ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

ГЛАВА 1. ОБЗОР НА ПРОБЛЕМА

Нашата работа ще бъде съсредоточена върху едно от основните действащи лица–преподавателят, който се намесва, за да помогне на обучаващия се в критични ситуации, за вземането на решениев хода нанеговия курс на обучение.

Нашият проект наред с това ще обединява задачата на обучаващия чрезеднаСистема за разпознаване на емоции. Използваната среда за онлайн обучение е MOODLE. Тази платформа се явява част от еднасистема, наречена "LMS", тя разполага с удобен интерфейс, който е лесен за използване от страна на различните потребители. Тази среда е организирана под формата на блок и притежава модулна архитектура, което позволява лесното добавяне на блокове от страна на всеки, който желае да допринесе за нейното подобряване.

Предлаганите дейности се състоят от управлението на ресурси, форуми, дискусии, семинари и други тестове. В тази среда за онлайн-обучение, обучаващият играе ключовароля в учебния процес. Ние ще покажем способността да се проектираедин интелигентен и автоматичен преподавател, чиято роля се състои в това, обучаващият да се контролира по време на процеса на обучение.

АНАЛИЗ НА ОБЗОРА И ИЗВОДИ

Посредством представянето и критическия анализ на аудиовизуалните методи за контрол и проследяване на реакцията на студентите с помощта на електронното обучение е възможно да се извлекат следните изводи:

- Анализът на съществуващите принципи, методи, норми, структури на разработени и реално действащи системи за електронно обучение показва, че по-голямата част от тях в основни линии са ориентирани

към изготвянето и представянето на учебни материали (курсове, семинари и лабораторни упражнения) на студентите за провеждането на курсовете чрез електронно обучение, а така също и средства за оценяване (тестове, въпроси за проверка и т.н.) на резултатите от електронното обучение, провеждано от страна на учениците и студенти;

- Отсъствието или много лошото представяне на обективни автоматизирани методи и инструменти (разпознаване на емоционалното състояние на студентите), за да се контролира вниманието на студентите по време на презентациите, но в повечето случаи този контрол се явява субективен, поради опростената аудиовизуална връзка и наблюдаването на студентите или на учениците от страна на обучаващия по време на електронното обучение;
- Съществуване на методи, на алгоритми и софтуерни приложения за разпознаване на емоционалното състояние на хората въз основа на разпознаването, принципно, на визуални емоции на лицето и/или на речевите емоции, които могат да бъдат използвани в качеството на една реална основа за разработването в настоящия дисертационен труд на модели за аудиовизуален контрол и проследяването на реакцията на учениците или студентите по време на онлайн обучението;
- Съществуване на реална възможност за това, че в системите за електронно обучение, разработени и функциониращи в настоящия момент, например Moodle и др., в които аудио или визуалните средства за комуникация, например MoodleBlueButton и др., липсват или имат ограничени възможности, за да могат да бъдат използвани в настоящия дисертационен труд, за разработването на модели за аудиовизуален контрол и за наблюдение на реакциите

ГЛАВА 2: Разработване на теоретични модели за регистриране на аудио и визуалните реакции на студентите при интерактивен контрол в електронното обучение.

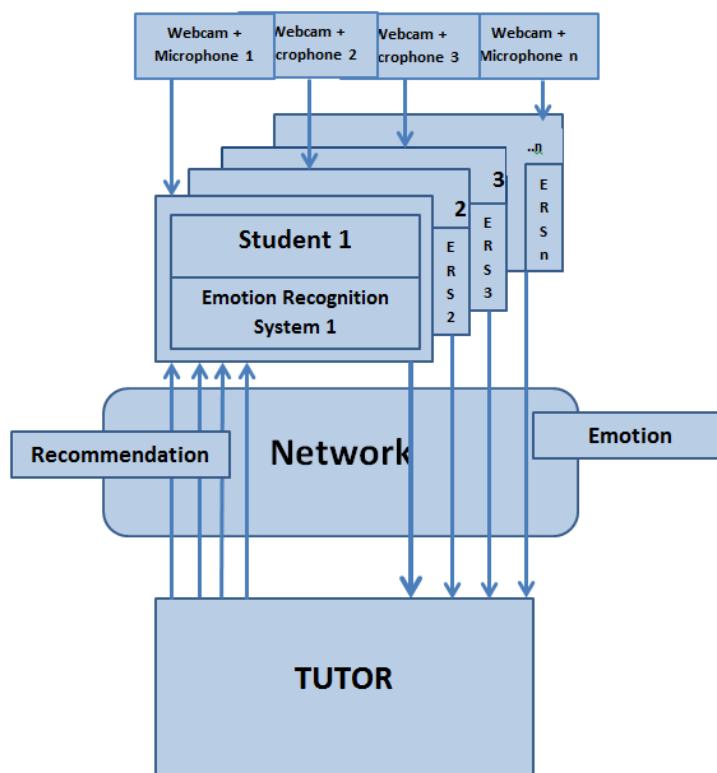
Модели за анализ на аудио и визуалните реакции на студентите за интерактивен контрол чрез електронното обучение

Нашата задача е да се създаде един автоматичен преподавател, който взема решения, с цел да помага на обучаващия се, като тези решения са основани на емоциите, извлечени от Системата за разпознаване на емоции (EmotionRecognitionSystemERS).

За да се активира системата ERS, обучаващият (Student) се нуждае от два основни компонента, каквито са именно камерата и микрофона, доколкото те могат да бъдат интегрирани както в самия компютър, така и да се явяват външни компоненти.

В системата за електронно обучение са предложени два модела за анализ, които могат да бъдат интегрирани отделно в нашата система. Основната роля на тези два модела е записването на аудио и визуалните реакции на обучаващия се под формата на емоции, разпознаваеми чрез Системата за разпознаване на емоции, които ние ще обясним по-нататък. Записването на тези реакции се провежда с цел да се пристъпи след това към множество етапи, осъществявани от системата ERS, които са в следния ред: улавяне, анализ и разпознаване на емоцията на обучаващия се в една среда за електронно обучение. Тези модели се поясняват на следващите две фигури.

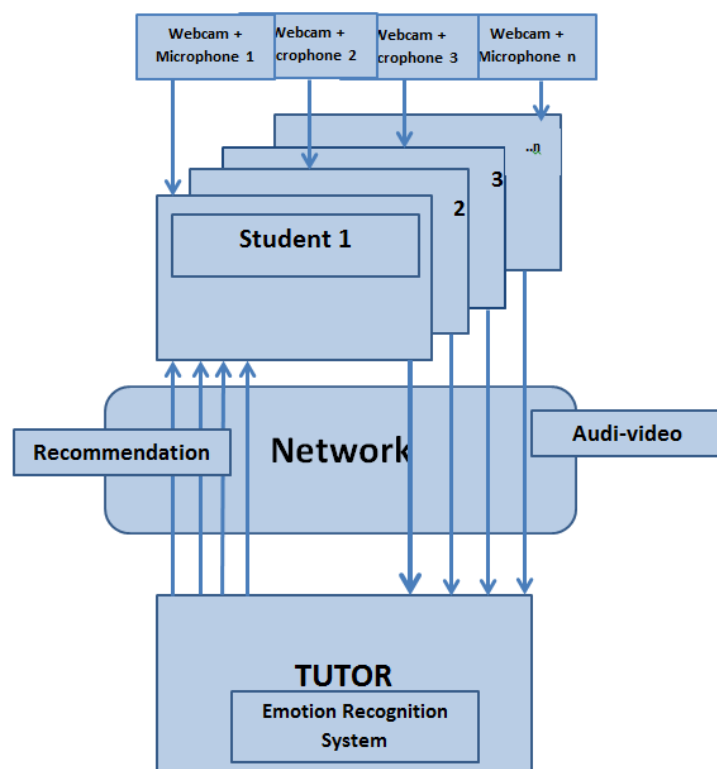
На следващата фигура е представен общият изглед на първия модел с предварителен анализ, предложен в Системата за онлайн обучение, разработена за интерактивен аудио-визуален контрол на студентите



ФИГУРА 2-2: ПЪРВИ МОДЕЛ С ПРЕДВАРИТЕЛЕН АНАЛИЗ ЗА ИНТЕРАКТИВЕН АУДИО-ВИЗУАЛЕН КОНТРОЛ НА СТУДЕНТИТЕ

В този първи модел, интегриран в Системата за дистанционно обучение, се вижда, че Преподавателят (TUTOR) се базира на една интелигентна мрежа (Network), която използва емоциите на обучаващия секато входящи неврони, филтрира тези емоции и като последица взема решение за нивото на усвояване на курса от страна на обучаващия се. Преподавателят представя препоръка на обучаващия се, за да може последният да продължава своя курс по надлежния начин. В този модел Системата за разпознаване на емоциите на обучаващия се е интегрирана в модула на обучаващия се (student).

На следващата фигура е представен общият изглед на втория модел, след анализ, предложен в Системата за електронно обучение, разработена за интерактивен аудио-визуален контрол на студентите.



ФИГУРА 2-3: ВТОРИ МОДЕЛ, СЛЕД-АНАЛИЗ, ЗА ИНТЕРАКТИВЕН АУДИО-ВИЗУАЛЕН КОНТРОЛ НА СТУДЕНТИТЕ

В този втори модел системата за разпознаване на емоции е интегрирана в модула на Преподавателя, поради което последният прилага интелигентен алгоритъм, на който се явяват входящите данни на реакциите на обучаващия се. Тези реакции се анализират, така че да се дефинира точно емоцията, която ще помогне да се определи препоръката, давана на обучаващия се.

Двете предходни фигури представляват сами по себе си общите изгледи на два модела за анализ и вземане на решения, предложени в системата за дистанционно обучение, разработена за интерактивен аудио-визуален контрол на студента. Разликата между двата модела е разположението на алгоритъма на Системата за разпознаване на емоция (EmotionRecognitionSystem), а така също и типа на информацията, предавана между студента и преподавателя.

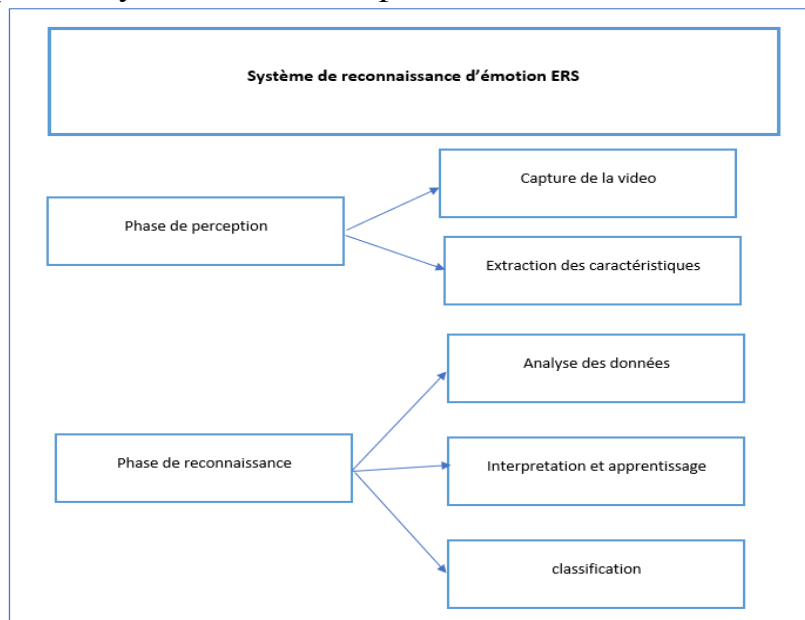
В първия модел алгоритмът за гласово и емоционално визуално разпознаване се изпълнява в частта на студента, като тази част сама по себе си представлява компютърът на студента, оборудван с камера и микрофон. Информацията, която е получена в резултат от системата ERS (Емоция), се предава чрез интернет връзката към частта на преподавателя (компютъра на преподавателя) за анализа и вземането на решение и в крайна сметка за изпращането на препоръки към студента.

Във втория модел аудио-визуалната информация, събрана чрез камерата и микрофона в частта на студента, се предава към частта за преподавателя, като по този начин се превръща във входящи данни /inputs/ за Системата за разпознаване на емоции ERS (инсталирана в компютъра на преподавателя). Резултатът ще бъде анализиран за вземането на решение, а необходимите препоръки ще бъдат изпратени към студента.

Разработване на модели за анализ на аудио и визуални реакции на студентите въз основа на разпознаването на емоциите

На този етап нашата работа се заключава в разработването на самата Система за разпознаване на емоции (ERS), която ние сме интегрирали в моделите за вземане на решения на етапа на предварителния анализ или на последващия анализ, както сме го описали в предишните параграфи.

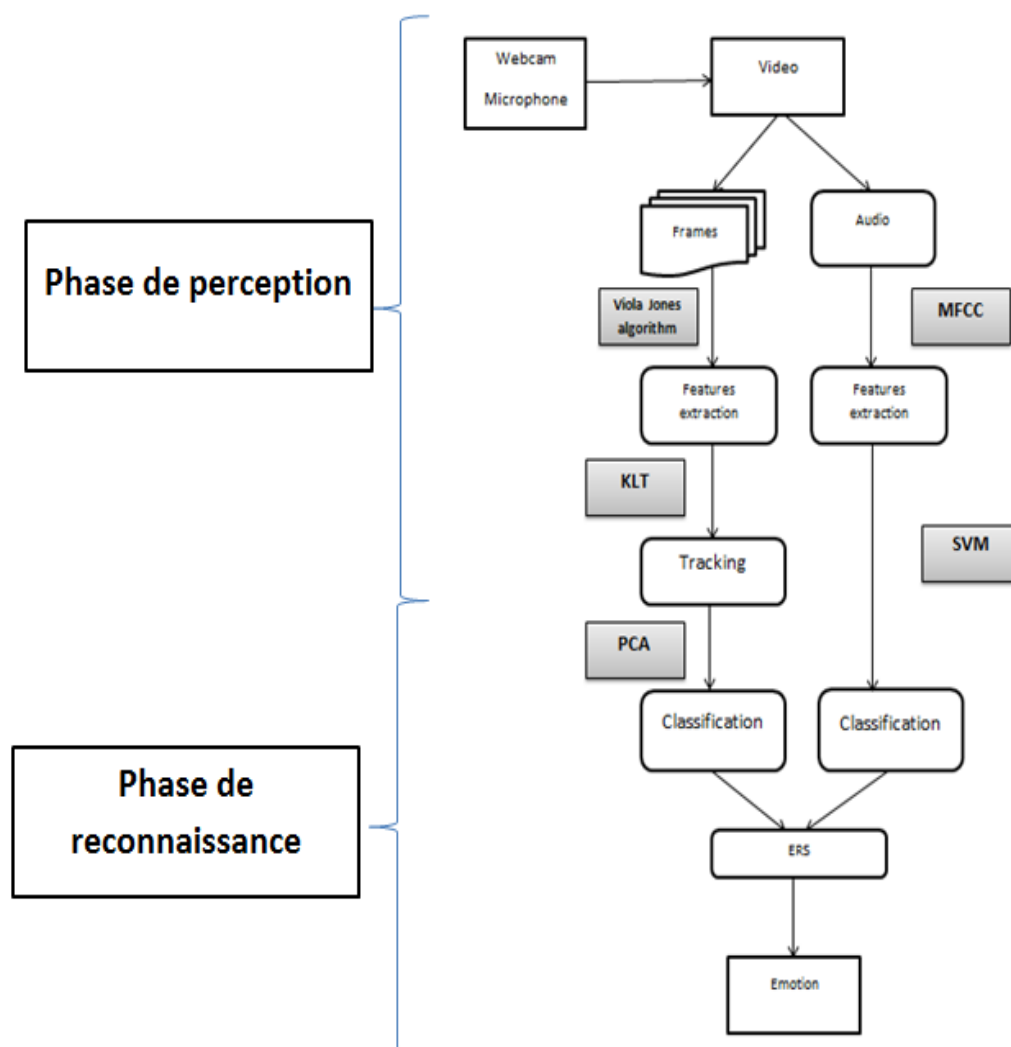
Проектираната от нас Система за разпознаване на емоции се състои от две фази. Първата фаза с алгоритмичен подход къмулавяне и извличане на характеристиките на ключовото изображение. Втората фаза прави лицевия и емоционален анализ и интерпретирането на емоциите, вследствие от която идва класификацията на тази емоция. На следващата фигура е представена архитектурата на системата ERS с нейните две фази: фаза на възприятие, която въвежда видеото и извличането на характеристиките, а след това фаза на разпознаване, която анализира данните, получени от първата фаза, интерпретиране, изучаване и класификация на емоциите.



ФИГУРА 2-5: ОБЩА АРХИТЕКТУРА НА СИСТЕМАТА ЗА РАЗПОЗНАВАНЕ НА ЕМОЦИИ ERS

В качеството на входящи данни /input/ за програмата ERS, ще бъде записаноедно видео на обучаващия се,чрез уеб камерата и микрофона на използвания компютър.

Етапите на процеса на ERSca описани по-подробно в диаграмата на следващата фигура.



ФИГУРА 2-6: ДИАГРАМА НА ДЕЙНОСТТА НА СИСТЕМАТА ERS

На тази диаграма е представеноедно по-подробно обяснение на системата за аудиовизуално и емоционално разпознаване, независимо от това къде се намира разположението на този инструмент, катоетапите, които трябва да се следват, за да се получи резултат, са еднакви.

В тази система ние имаме два основни модела, първият от които е предназначен за това да се анализират емоциите на лицето, докато вторият - да се направи анализ на аудио емоциите.

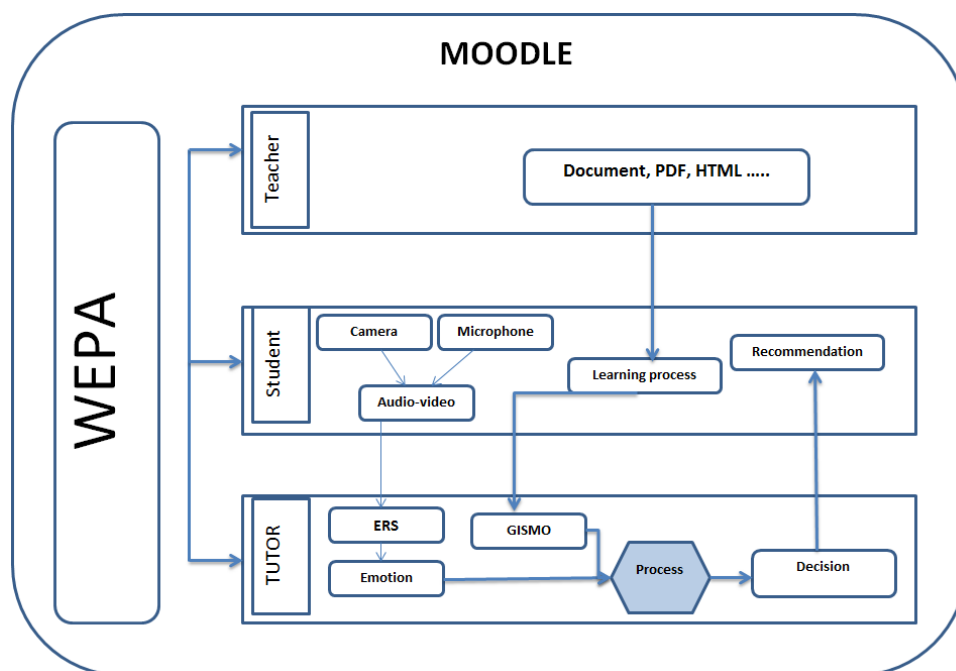
Разработване на етапа за разпознаване чрез модела, предложен за анализ на аудио и визуални реакции

На този етап от дисертационния труд ние обясняваме нашето предложение за интегриране на моделите, разработени за анализа на аудио и визуалните реакции на студентите, в съществуващата система за електронно обучение. За целта, ние сме избрали използваната от университета платформа MOODLE. За да успеем да реализираме това интегриране, ние сме длъжни да започнем с моделирането на една системата за действие, която да бъде отговаряща за вземането на решение от страна на преподавателя в общата система за дистанционно образование. За такова моделиране ще бъдат възможни множество подходи.

За вземането на решения преподавателят събира информация, генерирана от ERS, а така също и информация за проследимостта на студента произтичаща от инструмента, интегриран в платформата MOODLE, която сама по себе си представлява Графична интерактивна система за мониторинг на студенти GISMO („Graphical Interactive Student Monitoring System“ за Moodle). Този вътрешносистемен инструмент за проследимост връща информация относно дейността на студента в продължение на процеса на обучение.

За нашата система ние създаваме наш собствен съвместен работен процес, който има за цел да автоматизира задачата, която да бъде преподавана в среда за електронно обучение, и който ние наричаме действие на работния процес на електронното обучение /Workflow E-learning Process Action/ "WEPA".

На следващата фигура е представен предлаганият модел на автоматичен преподавател в среда за електронно обучение с използването на аудиовизуално разпознаване на реакциите на студентите.



Фигура 2-7: Предложеният модел на автоматичен преподавател в среда за електронно обучение с използване на аудиовизуално разпознаване на реакциите на студентите

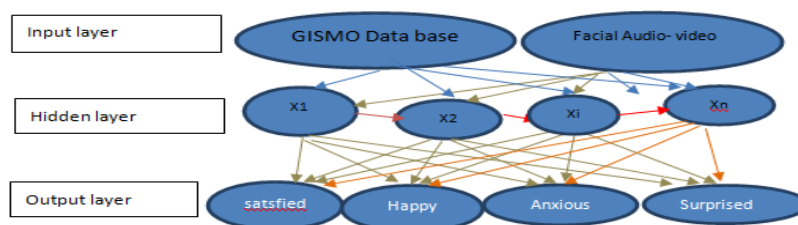
Информацията, която се управлява от "WEPA", се явява:

- Основна информация, която представлява записите на работния поток. На практика Основната информация – това е резултатът, който се връща от инструмента за проследяване на Gismo. Този инструмент връща формуляр с данни, който е необходимо да бъде попълнен с напредването на процеса на преподаване.
- Квалифицирана информация, идваща от информационната система, като например въвежданите от студента транзакции, а така също и резултатите от кодовете, извикани от системата за конкретни задачи. С обработването на тази информация, работният процес трябва да предостави на автоматичния преподавател параметрите за класификация за нивото на студента, степента на разбиране на курса от негова страна и неговата посещаемост. Това се дава от изходния слой на WEPA.

В нашия случай, ние сме констатирали, че този подход най-добре от всички отговаря на нашите потребности при моделирането на една интелигентна система, която обработва голям поток от входящи данни и изпълнява множество нива на анализ и интерпретиране на тези данни. Този подход прилага принципа на когнитивното обучение между тези фази и, в крайна сметка, представя на изхода един слой от възли, със съответни резултати, за вземането на решения от страна на преподавателя.

Този инструмент формално се описва чрез еднаневронна мрежа от три слоя:

- **Входният слой** на проектираната невронна мрежа съдържа съществени информационни възли за обучаващия се, като например данните, събрани от системата GISMO, които обобщават проследимостта на обучаващия се по време на предходното занятие на обучение. Освен това, в този слой ние намираме видеото на лицето на обучаващия се, върху което ще бъде приложен алгоритъмът за проследяване.
 - **Скритият слой** на мрежата прегрупира една съвкупност от подходящи неврони, количеството на които съответства на множествовходящи записи на функцията за проследяване, в резултат от което се получава един набор от векторни матрици, които формират невроните на скрития слой на мрежата. Връзките между невроните се явяват функциите за интерпретиране, които трябва да бъдат изпълнявани, така че да се осмисли всяка емоция, изразявана от страна на обучаващия се. Тази функция изчислява конвергенцията между векторните матрици на съседни изображения от проследяването на лицето на обучаващия се.
 - **Изходният слой** на мрежата. След като веднъж емоцията бъде разпозната, информацията се предава към слоя за класификация, за да се класифицира в една от четирите категории, определени по-горе. Изходният слой на невронната мрежа се състои от няколко възли за всяка категория емоции.
- На следващата фигура е представена Структурата на многослойната невронна мрежа



ФИГУРА 2-8: СТРУКТУРА НА МНОГОСЛОЙНАТА НЕВРОННА МРЕЖА

Тази фигура представя трите слоя, които изграждат структурата на невронната мрежа от събирането на данни до заключението за емоциите.

Заклучение и приноси

В тази глава е било разработено изследване на методите за създаването на Системата за разпознаване на емоции (ERS), като изходните данни /output/ от тази система ще способстват за създаването и реализирането на системата за онлайн обучение, разработена за интерактивен аудиовизуален контрол на студента.

В хода на разработването на теоретичните модели за записването на аудио и визуалните реакции по време на даденото занятие с дистанционно обучение в Глава 2 бяха внесени следните приноси:

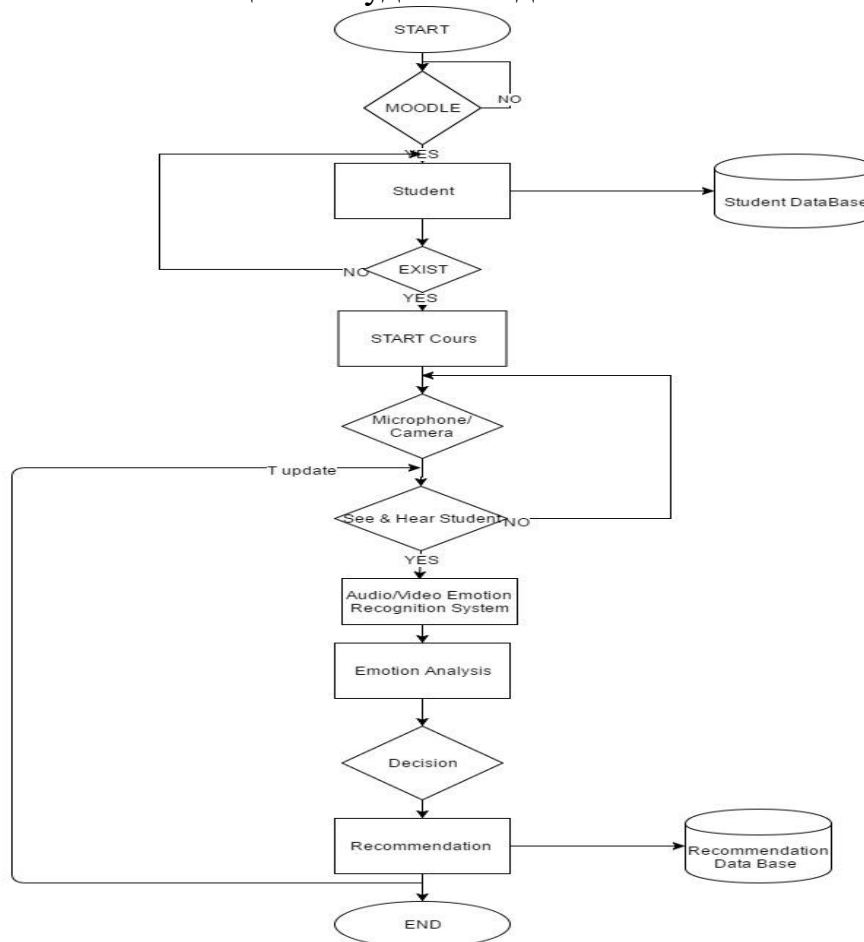
- разработване на два симулационни модела на системата за онлайн обучение за контрола на аудиовизуалните реакции на студентите, както е обяснено на фигури 2.2 и 2.3 и по-подробно показано на фигура 2.4
- представяне на общата архитектура на системата за разпознаване на емоции ERS на фигура 2.5
- създаване на диаграма за дейността на системата за разпознаване на емоции, за разработката на нейните различни фази на фигура 2.6, представена в архитектурата на предходната фигура
- представяне на математическите формули – формула 2.4 и формула 2.7, използвани от различните алгоритми за обработването на аудиовизуалната информация
- създаване на работен поток за автоматичния преподавател в средата за електронно обучение, както е обяснено на фигура 2.7
- разработване на конекционисткия подход към проектирането на системата и създаването на многослойна невронна мрежа за окончателната класификация на емоцията на студента на фигура 2.8

Глава 3: Разработване на алгоритми на основата на математически модели, предложени за аудиовизуален контрол и проследяването на реакцията на студентите чрез електронното обучение.

Разработване на алгоритми за предложения модел на автоматичен преподавател

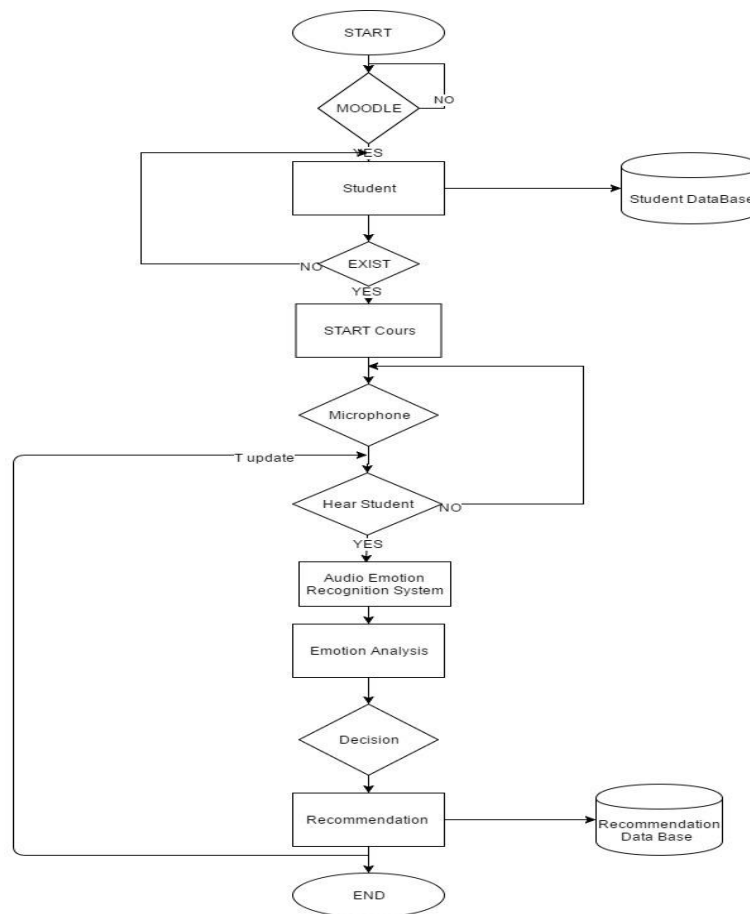
Разработената система за автоматичен преподавател може да функционира около един основен алгоритъм; Системата започва с извършването на проверка за функционирането на платформата за електронно обучение MOODLE, ако последната функционира, тогава преподавателят избира студента от базата с данни, в която се съдържа цялата информация за всеки студент (име, факултетен номер ...). След като се направи този избор, програмата за управление започва с извършването на проверка дали устройствата (камерата и микрофонът) са активни, за да може да се вижда и чува студентът и да прилага системата за разпознаване чрез аудио-визуалната информация. Като изходни данни /output/, тази система генерира емоциите на учащия, а преподавателят започва да извършва необходимите анализи, за да вземе решение по отношение на окончателната емоция, като след това изпрати необходимите препоръки от базата с данни. Такива препоръки ще бъдат изпращани от страна на преподавателя към студента. Обработването на емоциите и препоръките

ще се повтарят през определен интервал от време. На следващата фигура е представен сценарий на програмата на нашия автоматичен преподавател чрез разпознаване на емоции от аудио и видео записите



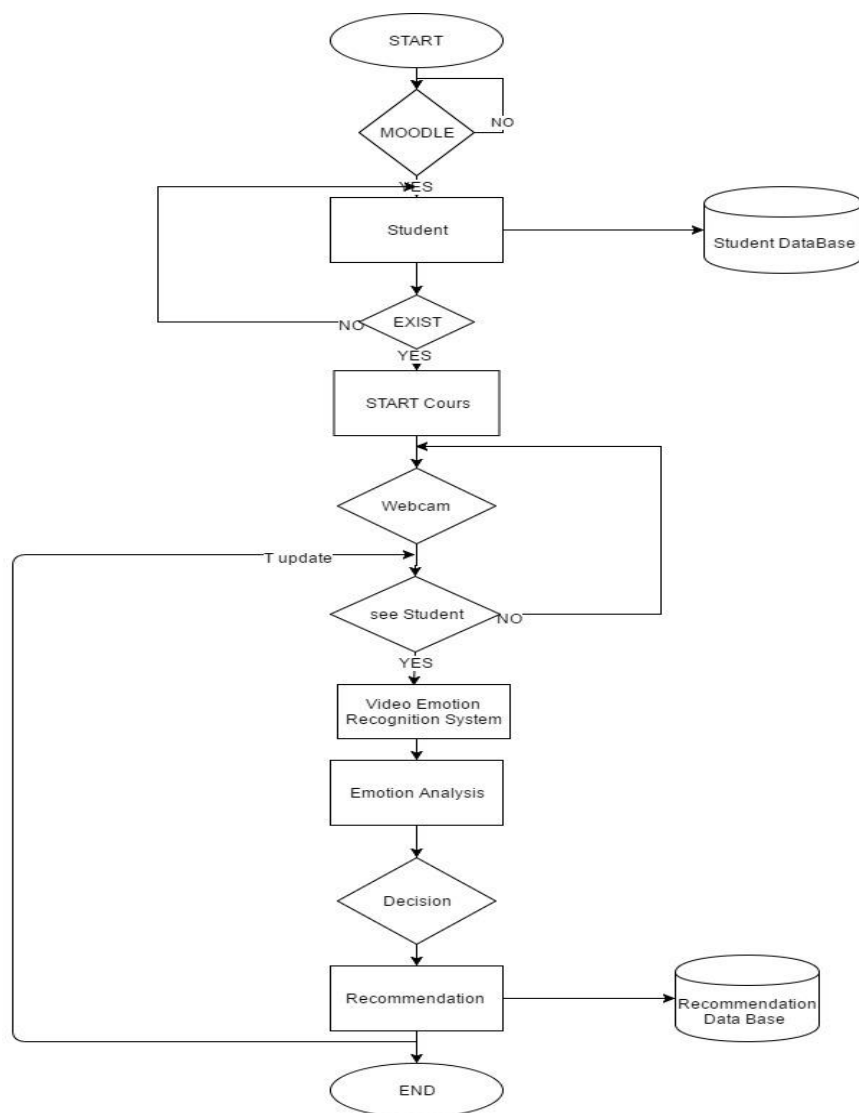
Фигура 3-1 : Алгоритъм на автоматичния преподавател чрез аудио визуално разпознаване на емоции

Системата за разпознаване на емоции може да извлича емоциите чрез изображението на студента, чрез неговия гласили чрез двата типа данни. На следващата фигура е показан алгоритъма за обработка на аудио звукови данни чрез системата.



Фигура 3-2 : Алгоритъм за автоматичен преподавател чрез разпознаване на емоциите от аудио запис

На следващата фигура е показан алгоритъм за обработка на визуални данни от видео запис чрез системата.

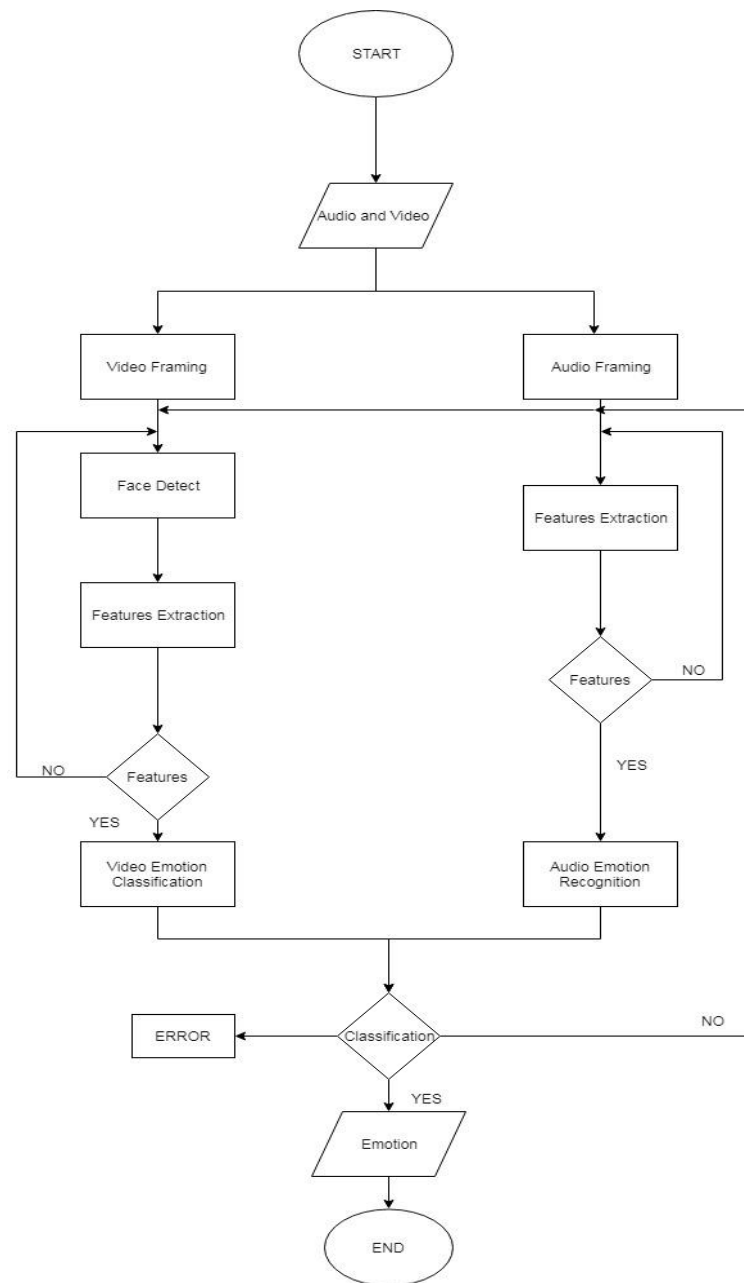


Фигура 3-3: Алгоритъм за автоматичен преподавател чрез разпознаване на емоции от видео запис

Разработване на алгоритъм за модела на записване на аудио и визуалните реакции на студентите въз основа на разпознаване на емоциите

Този алгоритъм приема в качеството на „входящи данни /input/“ видео- и аудио-записна студента, а след прилагането на процеса за разпознаване, той класифицира разпознатата емоция според предварително зададените параметри (Щастлив, Ядосан, Изненадан, Тревожен, Неутрален). Тази класификация ще излиза в резултат от алгоритъма.

На следващата фигура е представен процесът на разпознаване на емоциите, осъществяван чрез един алгоритъм, който взема своите входящи данни от инструментите за Аудио- и Видео-запис.



ФИГУРА 3-4: АЛГОРИТЪМ НА СИСТЕМАТА ЗА ЕМОЦИОНАЛНО РАЗПОЗНАВАНЕ ЧРЕЗ АУДИО И ВИДЕО ЗАПИСИ

Процесът на разпознаване зависи от входящите данни /input/, независимо дали е видео или аудио- запис:

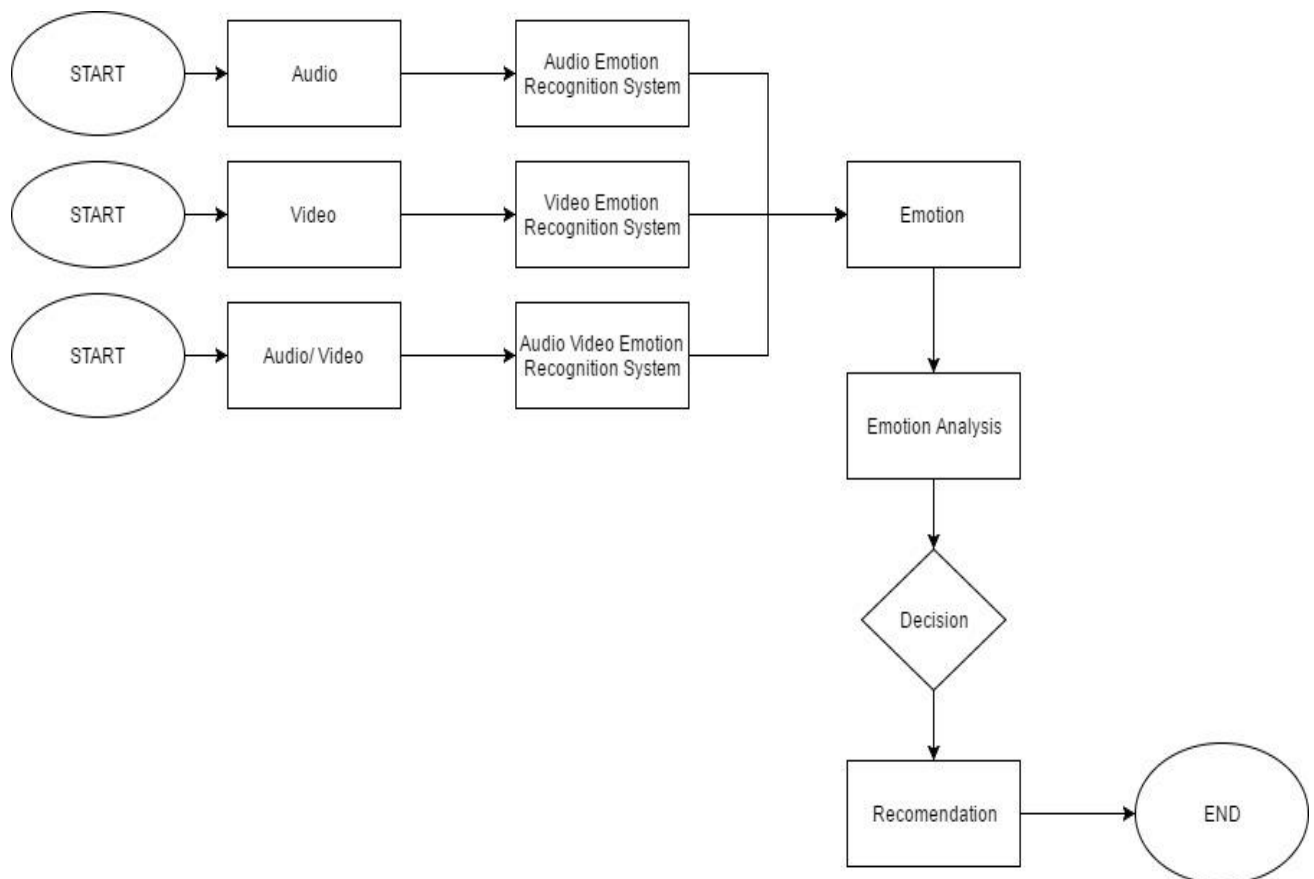
- Видео запис: процесът на разпознаване на емоции започва с кадрирането/Framing/ на видеото, с цел да има на разположение множество изображения. Всяко изображение преминава през процес на разпознаване на лице /FaceDetect/ за разпознаването на лицето на студента, после през проследяване /Tracking/ на това лице във всички останали изображения. Благодарение на това проследяване системата извлича характеристиките на лицето с помощта на опцията за проследяване на

характеристиките /FeatureTracking/. Следните характеристики определят емоциите чрез класификация посредством използването на алгоритъма PCA

- Аудио запис: процесът на разпознаване на емоциите започва с вземане на образциот звук /Audiosampling/, като след това ще бъдат извлечени основните характеристики /Featuresextract/, преди да се премине към класификацията за определянето на емоцията

Разработване на алгоритъм на системата за обработка на емоции и вземането на решения

На следващата фигура е показана частта за обработването на дадена емоция в алгоритъма за автоматичен преподавател в средата за дистанционно обучение.



ФИГУРА 3-7: СИСТЕМА ЗА ОБРАБОТВАНЕ НА ЕМОЦИИ

Тази система има в качеството навходящи данни /INPUT/ информацията, получена от устройството, свързано към компютъра на студента. Тази информация може да представлява аудио запис, ако свързаното устройство е микрофон, видео запис, ако свързаното устройство е уеб камера, или

Аудио Видео, ако и двете устройства са свързани към компютъра на студента.

Системата за разпознаване на емоции обработва тази информация, като използва съответния алгоритъм. За аудио запис се прилага алгоритъм на Система за разпознаване на аудио емоции /AudioEmotionRecognitionSystem/. За видео запис се прилага алгоритъм на Система за разпознаване на видео емоции /VidéoEmotionRecognitionSystem/, а ако системата има в качеството на входящи данни /INPUT/ информацията от аудио и видео записите, прилаганият алгоритъм е Система за разпознаване на аудио и видео емоции /AudioVidéoEmotionRecognitionSystem/.

Тази система извлича емоциите на студента, след което предава тази емоция чрез процеса на емоционален анализ, който помага на преподавателя при вземането на решения, като му отправя препоръки в съответствие с типа на разпознатата емоция.

Тази система се актуализира през определен момент от време $/T_{update}/$ в течение на занятието за дистанционно обучение.

Разработване на алгоритъм за промотиране на препоръките от системата посредством емоциите на студента

Автоматичният преподавател взема решението, като се базира на емоцията на студента на ниво занятие за дистанционно обучение на платформата MOODLE. След като веднъж решението бъде взето, преподавателят отправя препоръка към студента, за да го напътства в неговото напредване по различните нива на курса. Това е, което намираме в Таблица 9.

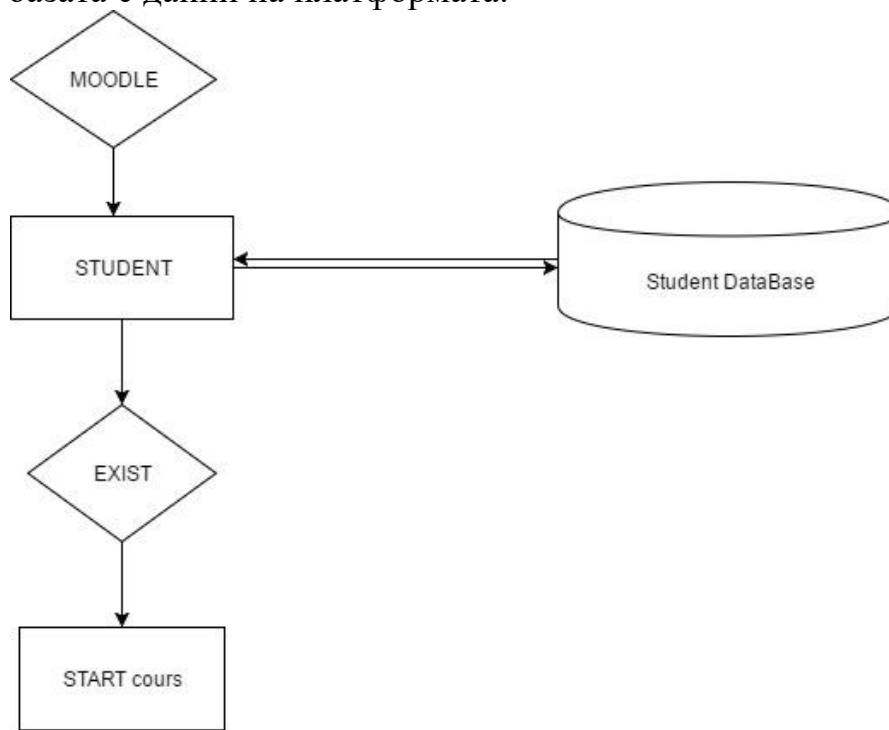
Таблица 9: Решенията на преподавателя във връзка с емоциите на студента

Емоция	Решение
Щастлив	Преминете към следващото занятие
Изненадан	Преминете към по-подробен курс
Разтревожен, неспокоен	Преминете към по-лесно занятие за четене
Тъжен	Преминете към по-лесно занятие за четене
Неутрален	Рестартирайте системата за обработка на аудио визуални емоции

Разработване на алгоритъм, за да се направи Избор на студент

Изборът на студент се осъществява чрез достъпа до базата с данни, наречена «StudentDataBase», която съдържа информацията за всички студенти, които имат достъп до платформата за онлайн обучение MOODLE.

Компонентът „СЪЩЕСТВУВА /EXIST/“ проверява наличието на този студент в базата с данни на платформата.



Фигура 3-8: Процесът на избор на студента

Базите с данни на системата

База с данни на студентите

Тази база с данни съдържа цялата информация, отнасяща се до студентите от платформата за онлайн обучение MOODLE.

Всеки студент е длъжен да регистрира своята информация, преди да получи достъп до интерфейса на платформата, като тази информация представлява:

- Фамилия, собствено име
- Факултетен номер
- Специалност

Тази база данни е създадена от страна на MATLAB, използвайки инструмента DataBaseToolbox, който генерира SQL код и установява връзката между SQL и сценария MATLAB. Студентите добавят своята информация, така че броят на потребителите се увеличава всеки път, когато нов студент получи достъп до платформата.

База с данни за препоръки

Тази база с данни съдържа всички препоръки, които преподавателят е длъжен да изпрати към студентите чрез платформата за електронно обучение MOODLE. Тази база данни е създадена от MATLAB, използвайки DataBaseToolbox.

Заклучение и приноси

В тази глава ние преведохме нашия теоретичен опит от втората глава към алгоритмите, за да можем да ги внедрим в системата за дистанционно обучение MOODLE.

В процеса на разработването на алгоритми, основаващи се на математическите модели, предложени в предишната глава, ние внесохме следния принос:

- Разработване на етапите на алгоритъма за автоматичен преподавател в таблица 6 и създаване на алгоритъм на автоматичен преподавател чрез аудиовизуално разпознаване на емоцията, както е обяснено на фигура 3.1
- Разработване на алгоритъм за модела на записване на аудиовизуални реакции на студентите въз основа на разпознаване на емоцията, както е обяснено на фигура 3.4
- Разработване на системата за обработка на емоцията на фигура 3.7 за създаването на алгоритъмна системата за обработка на емоциите и за вземане на решения
- Обясняване на решенията, които системата трябва да взема в зависимост от емоциите в таблица 9, и разработване на етапите на алгоритъм за вземане на решения в таблица 10, използвайки базата с данни на системата
- Създаване на алгоритъм за избор на студентив зависимост от това дали той съществува в платформата, както е обяснено на фигура 3.8
- Разработване на алгоритъм за изчисляване на маржа за грешка в системата за разпознаване на емоции, обяснен чрез фигура 3.10

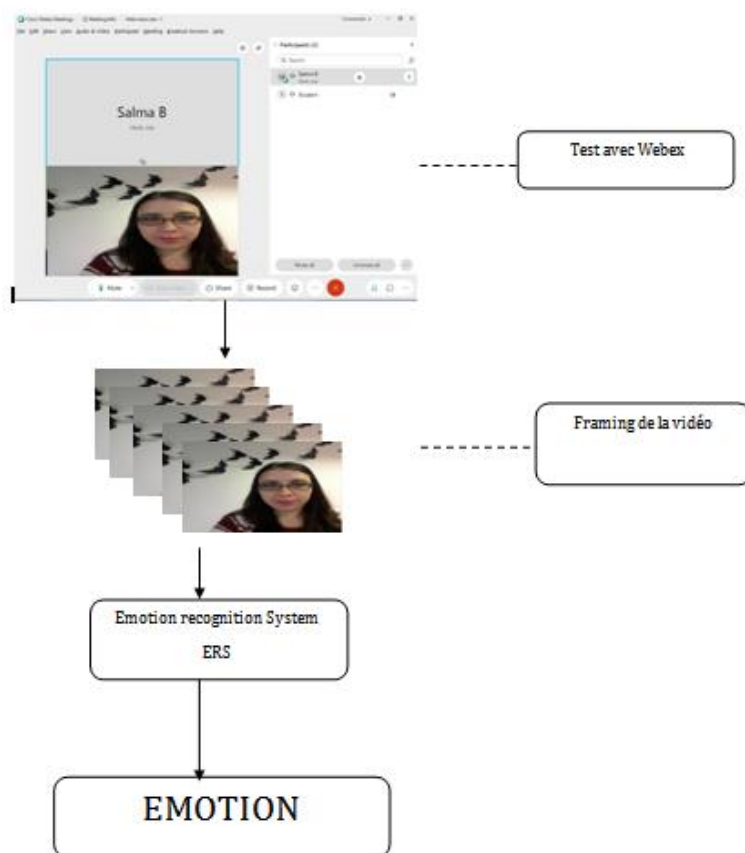
Глава 4: Експериментални изследвания на разработените алгоритми за аудиовизуален контрол и проследяване на реакциите на студентите при електронно обучение.

Системата за разпознаване на емоции

Системата за разпознаване на визуални емоции

Системата първоначално прави кадриране /framing/ на видео записа, както е обяснено на следващата фигура, и събира изображенията в една папка, която

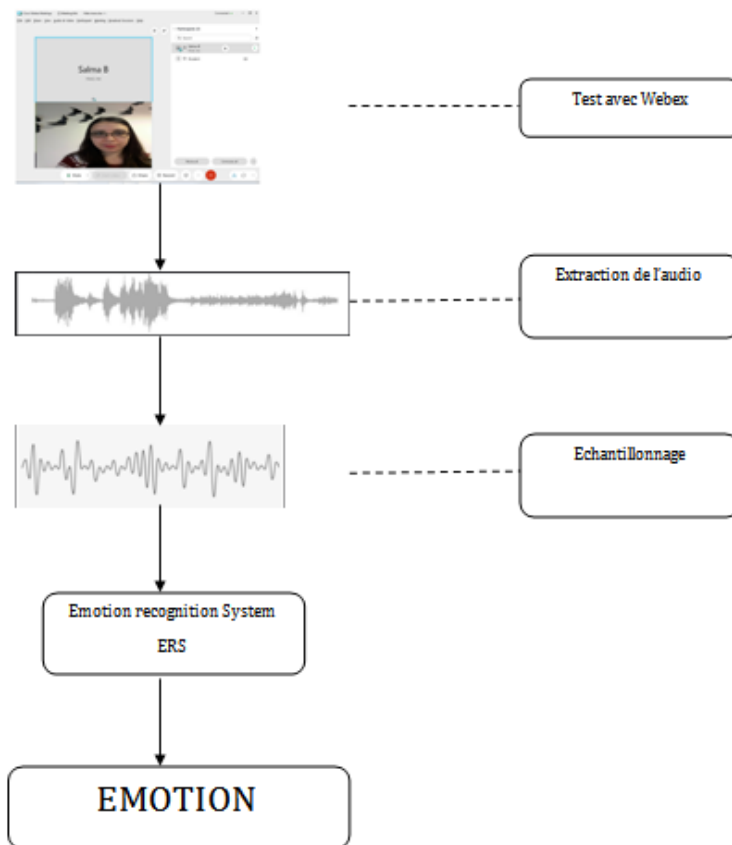
ще бъде извикана впоследствие, за да се изпълни останалата част от обработката на изображенията едно по едно.



ФИГУРА 4-1: КАДРИРАНЕ НА ВИДЕО ЗАПИС

Системата за разпознаване на гласови емоции

Системата първоначално прави извличане на аудио запис, както е посочено на следващата фигура, след това образците се записват в една папка, която ще бъде извикана в експеримента.

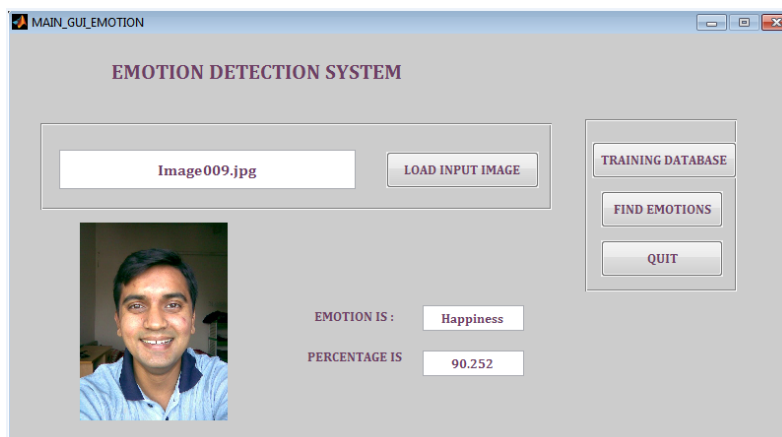


ФИГУРА 4-2: ИЗВЛИЧАНЕ НА ЕМОЦИИ ПОСРЕДСТВОМ АУДИОЗАПИСА

Системата за разпознаване на аудиовизуални емоции

Алгоритмите, разработени от страна на MATLAB, са били тествани по пътя на предоставяне в качеството на входящи данни /input/ един видео запис на студент по време на занятие за дистанционно обучение, използвайки уеб сайта за видео конференция Webex.

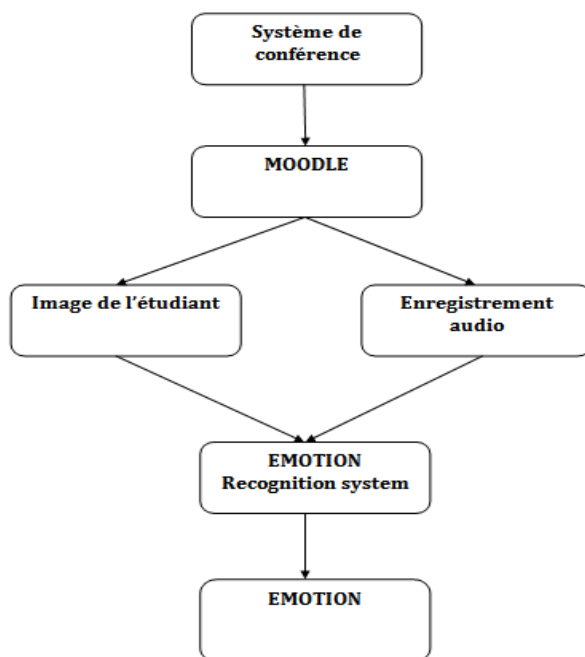
Разработването на графичния интерфейс на системата е било извършено от страна на Matlab, след зареждане от базата с данни на обучението /training/ този интерфейс афишира емоцията, разпозната посредством изображението на студента, а така също и процентното съотношение на тази емоция по отношение на обучението. На следващата фигура е представен пример за тест на графичния интерфейс



Фигура 4-3: Системата за разпознаване на емоции с намерен резултат „щастлив“

Експеримент

По време на експериментите и като се има предвид текущото състояние на пандемията, университетите са се обърнали към платформата за дистанционно обучение, за да провеждат задължителни учебни занятия, използвайки аудио-визуални комуникационни системи като Zoom, Microsoft Teams, Webex и други за провеждането на конференции в реално време между студенти и преподаватели. Нашата система за разпознаване на емоции ERS /EmotionRecognitionSystem / е била тествана от страна на преподаващия за улавянето на емоции на студентите в реално време, за да им предоставя насока, благодарение на моделите и алгоритъма, разработени по време на дисертационния труд.



ФИГУРА 4-5: БЛОК-СХЕМА НА ТЕСТВАНЕТО НА СИСТЕМАТА ERS ПО ВРЕМЕ НА КОНФЕРЕНЦИЯ

НАУЧНО-ПРИЛОЖНИ И ПРИЛОЖНИ ПРИНОСИ

Научни приноси

- разработване на два симулационни модела на онлайн системата за обучение за контрол на аудиовизуалните реакции на студентите, както е обяснено на фигури 2.2 и 2.3 и подробно описано на фигура 2.4
- представяне на общата архитектура на системата за разпознаване на емоции ERS, както и диаграмата на дейностите на фигури 2.5 и 2.6
- Разработване на математически, работен процес и свързващ подход за проектиране на автоматичната система за преподаватели в средата за електронно обучение във формули 2.4 и формула 2.7, фигури 2.7 и 2.8.

Научно приложни приноси

- Разработване на стъпките на автоматичните обучителни алгоритми в таблици 6,7 и 8, както и създаването на алгоритми на автоматичен преподавател чрез аудио-визуално разпознаване на емоция, както е обяснено на фигура 3.1, фигура 3.4 и фигура 3.7
- Дефиниране на решенията, които системата трябва да вземе според емоцията в Таблица 9 и разработването на стъпките на алгоритъма за вземане на решения в Таблица 10, използвайки базата данни за разпознаване, която е създадена
- Създаване на алгоритъм за избор на ученици според съществуването му на платформата, както е обяснено на фигура 3.8
- Разработване на алгоритъм за изчисляване на грешката в системата за разпознаване на емоции на фигура 3.10

Приложни приноси

- Определяне на условията на експеримента, както и на периферните устройства, използвани за извършване на теста
- Разработване на система за визуално разпознаване на емоции от Matlab на фигура 4.1 и аудио на фигура 4.2 и създаване на графичен интерфейс на Matab на фигура 4.3 и фигура 4.4
- Интегриране на системата за разпознаване на емоции в платформата за онлайн обучение MOODLE, както и системния тест с платформата за видеоконференции Webex на фигура 4.5 и фигура 4.6

СПИСЪК НА ПУБЛИКАЦИИТЕ ПО ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

1. Abdelkader, D. Souilem, S. Boumiza “Scorm-compliant course in E-Learning environment for the arabic language”, International Journal of Computer engineering and technology (IJCET), vol.6, page 35-43, year 2015.
2. D.Souilem, S.Boumiza, A.Abelkader, A.Bekiarski “Clarification Dialogue Interface to resolving linguistic ambiguities in E-Learning Environment” 18th International Conference on E-Learning and Distance Learning (ICELDL 2016), January 26-27 2016, Jeddah, Saudi Arabia
3. S. Boumiza, D.Souilem, A.Bekiarski “Workflow approach to design automatic tutor in e-learning environment”, IEEE-2016 International Conference on Control, Decision and Information Technologies (CoDEIT’16), April 6-8, Malta 2016.
4. S.Boumiza, D.Souilem, A.Bekiarski, S.Pleshkova “Developpement of Model for automatic tutor in e-learning environment based on student reactions extraction using facial recognition” XV-th International Conference on Electrical Machines, Drives and Power Systems (ELMA2017). 2017, Sofia , Bulgaria
5. S.Boumiza, D. Souilem and A. Bekiarski, “Design of Intelligent Tool for Learner Emotion Recognition in e-learning context,” International Journal of Advance Research in Computer Science and Management Studies, Volume 6, Issue 4, April 2018.
6. S.Boumiza, A.Bekiarski, D.Souilem, S. Pleshkova ‘Development of Simulation Models for Interactive Audiovisual Control of Students in the E-Learning Environment’ International conference on High Technology for Sustainable Development 11 - 14 June 2018 Sofia, Bulgaria
7. S. Boumiza ,D. Souilem, A.Bekiarski ‘ ‘ Simulation models in electronic learning systems developed for the control of interactive audiovisual students’ ’ Conference: International Multi-Conference on Systems, Signals & Devices, Conference on Communication, Signal Processing & Information Technology At: Monastir/TUNISIA june 2020

SUMMARY

This thesis is called development of models for audiovisual control and student reaction monitoring by e-learning developed by Mag Ing Salma Boumiza from the French faculty of the technical university and supervised by prof Alexander Bekiarski and Prof Snejana Pleshkova is the result of years of research in the e-learning field with the goal to develop an automatic tutor that can supervise and help the student during an on lines sessions by studying his emotions using MATLAB and to be tested on MOODLE

We started by developing two theoretical models of the tutor and the Student audio and visual feedback analysis models for interactive e-learning control

The emotion recognition system consists of two phases: perception phase and recognition phase, the perception phase the system capture the video and extract the key features using the Viola Jones Algorithm and the KLT for the images and the MFCC for the audio and then the data analysis the emotion interpretation and the classification using PCA for the images and the SVM for the audio are done during the recognition phase

We used the workflow approach to modelize the action system and created a Workflow E-learning Process Action "WEPA" that have as input all the data related to the student including the GISMO data

We used a three layer neural network connectionist approach to design the system: input layer contain GISMO data and the audio-video data, hidden layer, and output layer that contain all the emotions

We developed the system algorithms based on the theoretical approaches already studied and we introduced the data bases that will be used in the system

A GUI was created using MATLAB and the system was tested during the pandemic on the Webex platform