

ЛИТЕРАТУРА

1. Эйлер, Л. Введение в анализ бесконечных: в 2 т. / Л. Эйлер; пер. с лат. Е. Л. Пачановского. – 2-е изд. – М.: Гос. изд-во физ.-мат. лит., 1961. – Т. 1. – 315 с.
2. Трубников, Ю. В. Расходящиеся степенные ряды и формулы приближенного аналитического нахождения решений алгебраических уравнений / Ю. В. Трубников, М. М. Чернявский // Весн. Віцеб. дзярж. ун-та. – 2018. – № 4(101). – С. 5–17.
3. Чернявский, М. М. Модификация формул Эйткена и алгоритмы аналитического нахождения кратных корней полиномов / М. М. Чернявский, Ю. В. Трубников // Весн. Віцеб. дзярж. ун-та. – 2021. – № 1(110). – С. 13–25.

УДК 004.934.2

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ
ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ ЭМОЦИЙ**

Е. Г. Шапович, старший преподаватель кафедры ИТиФМД, БарГУ

Резюме – проводится обширное сравнение различных подходов к системам распознавания эмоций по речи. Анализ осуществлялся на аудиозаписи из аудиовизуальной базы данных эмоциональной речи и песен Райерсона. Значение характеристик для классификации эмоций сравнивается с применением таких методов, как сети долгой краткосрочной памяти (LSTM), сверточные нейронные сети (CNN).

Resume – an extensive comparison of various approaches to speech emotion recognition systems is carried out. The analyzes were performed on audio recordings from Ryerson's audiovisual database of emotional speech and songs. The value of characteristics for the classification of emotions is compared with the use of methods such as long short-term memory networks (LSTM), convolutional neural networks (CNN).

Введение. С распространением виртуальных помощников, таких как Siri, Alexa, Алиса и Google Assistant, в наших повседневных взаимодействиях они выполняют роль быстрого и точного ответа на наши вопросы. Хотя эти помощники понимают наши команды, они недостаточно искусны в распознавании нашего настроения и реагирует соответственно. Поэтому важно разработать эффективную систему распознавания эмоций, которая может расширить возможности этих помощников.

Это исследование фокусируется на выявлении наилучшей звуковой функции и архитектуры модели для распознавания эмоций в речи. Эксперименты проводились посредством «Аудиовизуальной базы данных эмоциональной речи и песен Райерсона (RAVDESS)» [1].

Основная часть. Существует три основных компонента проектирования нейронной сети: выбор набора данных эмоциональной речи, выбор признаков из аудиоданных и классификаторы для обнаружения эмоций. RAVDESS dataset – проверенная мультимодальная база данных эмоциональной речи и песен. Эта гендерно сбалансированная база данных состоит

из голосов 24-х профессиональных актеров, каждый из которых выполняет 104 уникальные вокализации с эмоциями, которые включают в себя: счастье, печаль, гнев, страх, удивление, отвращение, спокойствие и нейтральность [1]. Существует в общей сложности 1440 речевых высказываний и 1012 песенных высказываний.

Каждый аудиофайл содержит числовой идентификатор из 7-ми частей, каждый из которых обозначает модальность, вокальный канал, эмоцию, эмоциональную интенсивность, высказывание, повторение и актера соответственно. Целевой переменной является эмоция, к которой была отнесена аудиозапись.

Звуковые функции могут быть широко классифицированы на две категории, а именно функции временной области и функции частотной области. Особенности временной области включают кратковременную энергию сигнала, скорость пересечения нуля, максимальную амплитуду, минимальную энергию, энтропию энергии. Особенности частотной области включают спектрограммы, кепстральные коэффициенты Mel-частоты (далее – MFCC), спектральный центроид, спектральный роллофф, спектральную энтропию и коэффициенты цветности.

MFCC были извлечены с размером окна 10 мс и длиной прыжка 5 мс. Кроме того, такие функции, как высота тона, величина и среднеквадратичная энергия, их дельты и дельта-дельты также были добавлены в MFCC. 128 Log-mel спектрограммы были извлечены из входных аудиосигналов с размером окна и длиной прыжка 0,014 сек и 0,0035 сек соответственно.

Все модели были обучены для 100 эпох с различными размерами партий (в зависимости от сложности архитектуры). Первоначально модели обучались с помощью LSTM.

2D CNN были реализованы на таких инженерных функциях, как MFCC и Log-mel спектрограмма. Обучение 2D CNN началось с 2-х сверточных слоев с фильтрами размером 3x3 и фильтрами максимального объединения с размером 2x2 с шагом 2. Они были настроены путем добавления большего количества сверточных слоев и увеличения размеров фильтров в начальных слоях. Было обнаружено, что увеличение глубины за пределами 4-х слоев не улучшает производительность. В ходе последующих экспериментов к анализу был добавлен класс «Удивление».

Четырехслойная архитектура 2D CNN с функциями Log-mel Spectrogram audio дала максимальную точность 70 % на тестовом наборе.

Заключение. Был проведен углубленный анализ конструирования признаков и моделирования для распознавания эмоций. Гораздо лучшие результаты были получены с помощью инженерных функций, таких как MFCCs и Log-mel спектрограмма. Также можно сделать вывод, что 2D CNN дает лучшую производительность.

ЛИТЕРАТУРА

1. Livingstone, S. R. The Ryerson Audio-Visual Database of Emotional Speech and Song (RAVDESS) [Electronic resource]: A dynamic, multimodal set of facial and vocal expressions in North American English / S. R. Livingstone, F. A. Russo. – HUNGARY: University of Pecs Medical School, 2017. – Mode of access: <https://zenodo.org/record/1188976#.YFHHsWgzaUk/>. – Date of access: 15.04.2022.
2. Головки, В. А. Нейросетевые технологии обработки данных: учеб. пособие / В. А. Головки, В. В. Краснопошин. – Минск: Белорус. гос. ун-т, 2017. – 263 с.

УДК 539.3

**ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ
НА ДЕФОРМИРОВАНИЕ ТРЕХСЛОЙНЫХ ПЛАСТИН
СО СЖИМАЕМЫМ ЗАПОЛНИТЕЛЕМ**

*Ю. В. Шафиева, доцент кафедры строительных технологий
и конструкций, канд. физ.-мат. наук, БелГУТ*

Резюме – рассмотрен термоупругий изгиб несимметричной по толщине круговой трехслойной пластины с легким заполнителем, не сопротивляющимся сдвигу и обжатии. Приведенное аналитическое решение позволяет с большей точностью рассчитывать напряженно-деформированное состояние трехслойных пластин в температурном поле при различных нагрузках, граничных условиях.

Resume – the thermoelastic bending of a circular three-layer plate with a light filler that doesn't resist shear and compression is considered. The above analytical solution makes it possible to calculate with greater accuracy the stress-strain state of three-layer plates in a temperature field under various loads and boundary conditions.

Введение. Слоистая структура композитных элементов конструкций предполагает такое сочетание слоев, которое позволило бы обеспечить надежную работу системы в неблагоприятных условиях окружающей среды (термосиловое, терморadiационное нагружения). Конструкции данной категории часто набирают из трех слоев: внешних тонких высокопрочных и заполнителя.

Развитие механики слоистых элементов конструкций в настоящее время связано с активной разработкой механико-математических моделей деформирования и поиском методов расчета трехслойных балок, пластин, оболочек на новые всевозможные виды и типы нагрузок. Так, влияние температурного поля на напряженно-деформированное состояние трехслойной круглой пластины под действием поверхностных нагрузок различных форм исследовано в [1], при осесимметричном растяжении-сжатии – в публикации [2]. Задача о квазистатическом деформировании цилиндрической оболочки в температурном поле рассмотрена в [3]. Исследованию напряженно-деформированного состояния трехслойных стержней при действии термосиловых нагрузок посвящена работа [4]. Следует отметить, что продолжаются исследования влияния сжимаемости срединного слоя на напряженно-деформированное состоя-