УДК 004.4'242

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ЗВУКОВИХ ПОВІДОМЛЕНЬ МОНІТОРИНГОВИМИ ПРОГРАМНИМИ АГЕНТАМИ

Білоніг А.В.[1]; Голуб С.В., д.т.н., проф.[2]
[1,2] Черкаський державний технологічний університет
[1, 2] Україна, Черкаси
[1] a.v.bilonih.asp23@chdtu.edu.ua; [2] s.holub@chdtu.edu.ua

Анотація. *Інтелектуальний аналіз звукових повідомлень забезпечується перетворенням звуку у формат чисельних характеристик масиву вхідних даних. У роботі розглянуті особливості перетворення звукового повідомлення до формату масиву його чисельних характеристик для формування словника ознак, удосконалено процес побудови точок спостереження масиву вхідних даних, використано метод адаптивного формування алгоритму синтезу моделей моніторинговим програмним агентом.*
Ключові слова: *Інтелектуальний моніторинг; словник ознак; нейронна мережа; програмний агент.*

Вступна частина. Моніторинговий програмний агент (МПА) призначений для видобування із результатів спостережень інформації для забезпечення процесів прийняття рішень. У цій роботі розглядаються процеси перетворення результатів спостережень від форми звукових повідомлень до типової форми двовимірного масиву вхідних даних (МВД) агентного синтезатора моделей. Словник ознак масиву вхідних даних будується експертним методом із наступною параметричною оптимізацією цього процесу. Автоматизація процесу формування словника ознак є результатом оцінки інформативності цих ознак.

Від результатів коректного перетворення звукових повідомлень та ефективності подальшої їх обробки напряму залежить результативність використання отриманих числових даних як основи для різноманітних процесів, від збору статистичних даних до використання даних під час навчання моделей нейронних мереж, та, в деяких випадках, власне швидкість самого процесу і кількість витрачених на нього ресурсів системи. І хоча, наприклад, швидкість роботи алгоритму не завжди цікавить дослідника чи користувача, які віддають перевагу результатам, не можна заперечувати, що інколи буває необхідно провести серію експериментів і, в таких випадках, тривалість одного конкретного циклу перетворення та обробки може відігравати досить значну роль.

Метою дослідження є вивчення залежності результатів класифікації звукових повідомлень від переліку ознак у словнику.

Основна частина. Початковим етапом будь-якого циклу інтелектуального аналізу, не зважаючи на мету системи та кінцеве призначення числових даних, буде процес перетворення початкових даних, тобто звукового запису чи, в деяких випадках, записів на числові дані. Для подібного перетворення звукових повідомлень активно використовуються методи, що уже довели свою ефективність: Перетворення Фур'є, Перетворення Лапласа, окремі з функцій Уолша, та ін. [1].

Було сформульовано гіпотезу, що МВД повинен містити значення амплітуди звукового сигналу, зафіксованої при заданих частотах. Таким чином, як ознаки передбачається використати значення частоти звукового сигналу у момент вимірювання амплітуди.

У зв’язку із цим аналізувались методи, які дозволяють отримати амплітудно-частотну характеристику звукового сигналу.

Дискретне перетворення Фур’є дозволяє за допомогою серії математичних операцій розкладати звукову хвилю на суму синусоїд, алгоритм швидкого перетворення Фур’є, в свою чергу, відповідно його назві є більш швидким методом обчислення дискретного перетворення Фур’є та дозволяє значно зменшити кількість необхідних для обчислення арифметичних операцій [2]. Швидке перетворення Фур’є є методом, що сам по собі значно пришвидшує процес роботи системи та є одним з основних інструментів вирішення різноманітних проблем в освітніх, промислових та військових сферах. Варто також звернути увагу, що через його ефективність та відносну простоту метод набув значної популярності, що призвело до появи великої кількості його реалізацій у різноманітних середовищах. Цей факт, в результаті, також впливає на процес інтелектуального аналізу, а якщо точніше, то на вибір середовища для проведення роботи або створення спеціалізованих систем на його основі, оскільки, в подібних середовищах було також створено безліч методів та інструментів, що можуть як підвищити ефективність, так і значно спростити та пришвидшити процес аналізу.

Що ж стосується результативності перетворення, та точності і відповідності масиву вхідних даних, тут значну роль окрім методу роботи із звуковим повідомленням відіграє формат такого звукового файлу, його якість та відсутність пошкоджень, що, в результаті, буде напряму впливати на отримані числові дані. Аудіо файли поділяються на три великі групи: нестиснені, стиснені з втратами та стиснені без втрат. Оскільки під час проведення досліджень необхідно щоб точки спостереження масиву вхідних даних максимально точно відповідали дійсності, частіше всього, використовували один з форматів без стиснення: AIFF, DXD, DSD, WAV (WAVE). Використання записів з такими форматами гарантувало, що числові дані, отримані після перетворення будуть максимально відповідати оригіналу на відміну від файлів, що зазнали певного рівня стиснення [3]. Але, аналогічно тому, як збільшується якість такого запису, також збільшується і розмір. Це може не відігравати значної ролі під час одиничних досліджень або роботи з відносно невеликою кількістю файлів, проте, зі збільшенням кількості файлів для обробки, або збільшенням їх загальної тривалості буде помітно збільшуватися їх розмір та, відповідно, сповільнюватися робота програми та швидкість формування масиву вхідних даних. Тому, для збільшення ефективності роботи, було б доцільно використати один із форматів категорії стиснених, але без втрат. Подібні формати дозволяють зменшити розмір файлів не переймаючись можливістю погіршення якості запису, та мати можливість, в подальшому, відтворити оригінальний запис зі стисненого формату без зайвих втрат. Рівень стиснення може значно відрізнятися відповідно до конкретного формату, але зазвичай співвідношення буде знаходитися в межах 1:3 – 1:5, що дозволяє полегшити та пришвидшити роботу з великою кількістю файлів, або з файлами великих розмірів [4].

Після завершення процесу первинного перетворення, в більшості випадків, отримані дані можна відразу групувати в МВД, за тою чи іншою ознакою, та використовувати для подальшого використання моніторинговим програмним агентом. Проте, в такому випадку, результати, скоріше всього, будуть далекі від очікуваних. Не менш значну роль в процесі інтелектуального аналізу та створення словника ознак відіграє подальша обробка вхідних числових даних. Відповідно призначення, задач чи певних умов дослідник або програмний агент може та має провести певну кількість операцій над необробленим масивом вхідних даних. Наприклад, згрупувати дані відповідно певної особливості чи ознаки, переглянути та

проаналізувати спектрограми для наглядності отриманих результатів або, навіть, відредагувати чи відкинути певні дані, що здаються досліднику чи агенту зайвими, невпливовими або такими, шо навпаки погіршують результати роботи з масивом вхідних даних. Подібна адаптивність в роботі моніторингових програмних агентів при створенні словника ознак може збільшити швидкість роботи, шляхом як прискорення власне обрахунків, так і зменшення кількості цих обрахунків необхідних для отримання результатів та, в деяких випадках, підвищити їх точність. Але, під час такої роботи, потрібно бути максимально обережними, адже необачні маніпуляції з числовими даними можуть призвести до абсолютно протилежного результату, погіршення результатів або й взагалі повну невдачу під час навчання.

У результаті досліджень були визначені параметри побудови точок МВД. Звукове повідомлення розбивалось на ділянки. Для кожної із ділянок визначались чисельні значення ознак, при обробці яких отримувався вектор значень амплітуд сигналу, зафіксованих при заданих чисельних значеннях частот. Послідовність векторів із характеристик окремих ділянок звукового повідомлення утворювали множину точок спостереження МВД.

Довжина ділянки, дискретність частот, частотний діапазон - є параметрами, які оптимізувались у результаті досліджень. Для параметричної оптимізації використовувався метод повного перебору. Після оптимізації був визначений ефективний діапазон частот в 16 – 360 Гц. Звукове повідомлення розбивалось на ділянки тривалістю 0,1 секунду. Оптимізована дискретність частот для визначення амплітуд. Як ознаки були використані значення частот, що змінювались із кроком 10 Гц. Критерієм якості процесу була кількість правильно класифікованих точок спостереження МВД моделлю, яка була побудована при різних комбінаціях значень параметрів. Моделі будувались за методом адаптивного синтезу.

У результаті проведеної параметричної оптимізації процесу побудови словника ознак було правильно класифіковано 94% точок спостереження. Одне звукове повідомлення описувалось кількома точками спостереження. Класифікація звукових повідомлень проводилась за результатами класифікації більшості точок спостереження, які описують окреме спостереження. У результаті всі звукові повідомлення були класифіковані правильно.

Висновки. У процесі розв’язання інтелектуальної задачі класифікації звукових повідомлень отримала експериментальне підтвердження гіпотеза про доцільність побудови словника ознак цих повідомлень на основі значень амплітуди сигналу, зафіксованої при заданих частотах. Встановлено, що покращення результатів класифікації звукових повідомлень досягається параметричною оптимізацією процесу формування словника ознак при адаптивному синтезі агентної моделі-класифікатора.

СПИСОК ВИКОРИСТАННИХ ДЖЕРЕЛ

[1] Kunz, H.O. (1979). *On the Equivalence Between One-Dimensional Discrete Walsh-Hadamard and Multidimensional Discrete Fourier Transforms*. IEEE Transactions on Computers, Volume: C-28, Issue: 3, March 1979.
[2] Brigham, E.O. (2002). *The Fast Fourier Transform*. New York: Prentice-Hall.
[3] Parasian, D.P Silitonga, Irene S. M. (2019). *Compression and Decompression of Audio Files Using the Arithmetic Coding Method*. Scientific Journal of Informatics, Vol. 6, No. 1, May 2019
[4] Robert, C.M. (2003). *Lossless Compression of Audio Data*. Elsevier Science.

Bilonih A.V., Golub S.V.
Intelligent analysis of sound messages by monitoring software agents

Abstract. *Sound messages intelligent analysis is provided by the conversion of sound into the numerical characteristics array that represents the input data. In this work we reviewed the features of the sound message conversion into numerical characteristics format for upcoming formation of the features dictionary, improved the process of building observation points for the input data array, used the adaptive formation method of the model synthesis algorithm by the monitoring software agent.*
Keywords: *Intelligent monitoring; dictionary of features; neural network; software agent.*