

ПАРАМЕТРИ ДЛЯ ФІЛЬТРАЦІЇ У ТЕРАПЕВТИЧНОМУ МУЗИЧНОМУ ПЛЕЄРІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Визначено основні параметри, необхідні для фільтрації аудіофайлів у терапевтичному музичному плеєрі, та розглянуто вплив діапазонів параметрів на прослуховувача.

Ключові слова: музикотерапія, параметри аудіосигналу, темп, гучність, динамічний діапазон.

Abstract

The main parameters required for filtering audio files in a therapeutic music player are identified and the impact of parameter ranges on the listener is highlighted.

Keywords: music therapy, audio signal parameters, tempo, volume, dynamic range.

Вступ

Музикотерапія є науково підтвердженим методом лікування та полегшення різноманітних фізичних та психологічних станів [1]. Сучасні технології дозволяють створювати автоматизовані системи підбору музики на основі математичного аналізу аудіосигналів. Але для такої роботи терапевтичний музичний плеєр потребує точних параметрів фільтрації для ефективного добору композицій відповідно до медичних та психологічних цілей користувача.

Отже, необхідно визначити параметри фільтрації музики для терапевтичного застосування та розробити математичні критерії оцінки придатності композицій для різних терапевтичних профілів.

Основні параметри аудіосигналу

Музичні файли мають низку параметрів, які значно можуть вплинути на терапевтичний ефект та змінити його.

Першим таким параметром є темп або ж BPM (Beats Per Minute). Даний параметр має прямий вплив на серцевий ритм, частоту дихання та мозкову активність через механізм ритмічного захоплення, оскільки організм намагається синхронізувати свої біологічні ритми з зовнішнім музичним темпом [2].

Темп визначається через автокореляційний аналіз огинаючої амплітуди сигналу. Обчислюється функція автокореляції ACF для різних лагів τ , піки якої відповідають періодичним структурам у музиці.

Формула перетворення в BPM [3]:

$$BPM = 60 / \tau_{peak}, \quad (1)$$

де τ_{peak} – позиція піку в секундах.

Другим параметром є гучність. Погане спостереження за даним параметром може призвести до втрати слуху, стресу, серцево-судинних захворювань (гіпертонія), порушень сну та нервових розладів [4].

Гучність визначається наступним чином [5]:

$$Volume = \sqrt{(1/N \times \sum |x(n)|^2)}, \quad (2)$$

де $x(n)$ – амплітуда відліку;

N – кількість відліків у часовому вікні.

Третім параметром є різниця між найгучнішим та найтихішим моментами композиції, або ж динамічний діапазон, який характеризує контрастність музики та наявність в ній різких змін гучності.

Різкі перепади гучності мають здатність викликати стрес, в той час як відсутність різких перепадів зменшує втому від прослуховування, попри зменшення виразливості самої композиції [6].

Динамічний діапазон визначається такою формулою [7]:

$$\text{Dynamic Range} = 20 \times \log_{10}(\text{Volume_max} / \text{Volume_min}), \quad (3)$$

де Volume_max – максимальний сигнал;

Volume_min – мінімальний сигнал.

Отже, використовуючи такі параметри, можна розробити фільтри для музичних композицій з терапевтичним ефектом.

Діапазони параметрів аудіосигналу та їх вплив на людину

Визначивши основні параметри, за якими буде відбуватися відбір музики для терапевтичного використання, також необхідно визначити діапазони цих параметрів та ефект, який вони мають на прослуховувача.

У темпі музичних композицій можна виділити такі категорії та їх вплив на людину [8]:

- 40-60 BPM використовується для глибокого сну, оскільки такий темп імітує спокійне серцебиття;
- 60-80 BPM сприяє відпочинку;
- 60-100 BPM допомагає з концентрацією, надає стабільний настрій без надмірної стимуляції;
- 100-160 BPM активізує слухача, підвищує енергію та мотивацію;
- 120±5 BPM допомагає людям із синдромом Паркінсона.

Гучність є одним із найбільш особистих параметрів, оскільки звички та життя кожного впливають на слух та можуть його погіршити. Діапазони виділених категорій гучності накладаються, з них виділено такі [9]:

- фонові музика або розслаблення: 50-70 дБ;
- активне прослуховування: 70-80 дБ;
- сон: 50-60 дБ;
- концентрація: 65-75 дБ.

Також варто наголосити, що гучність 75-80дБ та вище є небезпечною для тривалого прослуховування [10].

Динамічний діапазон має наступні категорії та вплив на прослуховувача [11]:

- менше 8 дБ музика є надмірно стиснутою, втомлюючи при тривалому прослуховуванні;
- 8-12 дБ є оптимальним діапазоном для відпочинку та фонового прослуховування;
- 10-15 дБ вважається помірною динамікою, яка може використовуватися для антистресу;
- більше 20 дБ поширений у багатьох композиціях, є широким діапазоном для енергійної музики.

Маючи такий набір опцій, користувач матиме можливість підібрати музичні треки, які виконуватимуть умови пошуку та значно спростить такий етап музичної терапії.

Висновок

Отже, визначено ключові параметри аудіосигналу для фільтрації музичного контенту в терапевтичних цілях: темп, гучність, динамічний діапазон. Ці параметри мають вимірювану математичну формулу та їх діапазони впливу на фізіологічні та психологічні стани людини.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Some principles, practices and techniques in musical therapy | WorldCat.org. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://search.worldcat.org/title/34602650>
2. Effects of musical tempo on physiological, affective, and perceptual variables and performance of self-selected walking pace. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4499966/>
3. BPM Calculator. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.omnicalculator.com/other/bpm>
4. Effect of Sound Preference on Loudness Tolerance and Preferred Listening Levels Using Personal Listening Devices. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12190042/>
5. 16.2: Інтенсивність і рівень звуку - LibreTexts - Ukrayinska. [Електронний ресурс] – Режим доступу: [https://ukrayinska.libretexts.org/фізики/Університетська_фізика/Книга%3А_Фізика_\(Boundless\)/16%3А_Звук/16.2%3А_Інтенсивність_і_рівень_звуку](https://ukrayinska.libretexts.org/фізики/Університетська_фізика/Книга%3А_Фізика_(Boundless)/16%3А_Звук/16.2%3А_Інтенсивність_і_рівень_звуку)
6. Emotion Equalization App: The effectiveness of dynamic music therapy approaches. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://pubs.aip.org/asa/poma/article-pdf/doi/10.1121/2.0001919/20204862/050006_1_2.0001919.pdf#:

[~:text=Moreover%2C%20this%20study%20has%20identified%20specific%20pathways_use%20music%20therapy%20playlists%20for%20mood%20enhancement.](#)

7. Динамічний діапазон у вимірюванні вібрації | Повний посібник. [Електронний ресурс] – Режим доступу: [https://vibromera.eu/uk/glossary/dynamic-range/#: ~:text= Формула * Динамічний діапазон \(дБ\) =20,* Децибельна Шкала Компактно Вміщує Величезні Співвідношення](https://vibromera.eu/uk/glossary/dynamic-range/#:~:text=Формула*Динамічнийдіапазон(дБ)=20,*ДецибельнаШкалаКомпактноВміщуєВеличезніСпіввідношення)

8. A novel music-based therapeutic approach: the Therapeutic Music Listening. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10375023/>

9. Stress Recovery Effects of High- and Low-Frequency Amplified Music on Heart Rate Variability. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5021883/>

10. Safe listening devices and systems: a WHO-ITU standard. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241515276>

11. Dynamic Range Across Music Genres and the Perception of Dynamic Compression in Hearing-Impaired Listeners. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4753356/>

Гавриш Євгеній Олегович – студент групи ІПІ-25м, факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: eugeneedge17@gmail.com

Науковий керівник: **Романюк Оксана Володимирівна** – доцент кафедри програмного забезпечення, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: romaniukoksanav@gmail.com

Havrysh Yevhenii Olehovych – student of group IPI-25m, Faculty of Information Technologies and Computer Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: eugeneedge17@gmail.com

Supervisor: Romaniuk Oksana Volodymyrivna – Associate Professor of the Software Department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: romaniukoksanav@gmail.com