



**Politechnika
Śląska**

Dokumentacja projektowa

**Muzyka i Biocybernetyka, Inżynieria biomedyczna w
praktyce**

Kierunek: Informatyka

Autorzy: Krzysztof Kalita, Tymoteusz Januła-Gniadek, Wojciech Wojtasek

Gliwice, 2023/2024

1 Podział prac

1. Krzysztof Kalita - planowanie architektury, aplikacja mobilna
2. Tymoteusz Januła-Gniadek - planowanie architektury, aplikacja mobilna
3. Wojciech Wojtasek - przygotowanie teoretycznych modeli oddychania i zaimplementowanie ich w aplikacji

2 Opis programu

Program jest aplikacją mobilną na system Android która ma na celu wspomóc naukę i utrzymanie poprawnego oddychania. Aplikacja powstała ponieważ znaczna większość ludzi nie oddycha prawidłowo. Może to wynikać między innymi z niewiedzy, stresu oraz braku świadomego myślenia o tym jak oddychamy. Użytkownik wprowadza swoje dane fizyczne: wzrost i wiek, a następnie na podstawie otrzymanych danych aplikacja oblicza długość wdechu i wydechu. Użytkownik może następnie ćwiczyć swoje oddychanie. Dodatkową funkcjonalnością jest sonifikacja fazy wdechu i wydechu. Aplikacja posiada również dodatkowy tryb, w którym to użytkownik ma możliwość określenia jak długie powinny być poszczególne fazy ćwiczenia.

3 Opis obliczeń

Do prawidłowego przebiegu ćwiczenia niezbędne jest pięć zmiennych: total-time (długość ćwiczenia), exhale (długość wydechu), inhale (długość wdechu) oraz inhale_pause, jak i exhale_pause, długości wstrzymania powietrza po wdechu i po wydechu.

Długości wstrzymania oddechu zostały zdefiniowane z góry. Natomiast wartości trzech pierwszych zmiennych są wyliczane per użytkownik przy użyciu modeli oddechania, zaproponowanych przez autorów aplikacji. Do wyliczenia wartości konieczne jest uzyskanie Respiratory Rate, IBW i Tidal Volume.

Aktualny progres fazy wdechu lub wydechu wyliczany jest za pomocą Funkcji Oddechu.

3.1 Tidal Volume

Tidal volume (objętość oddechowa) - ilość wydychanego/wdychanego powietrza podczas normalnego oddechania. Do obliczenia niezbędna jest wartość IBW, tj. Ideal Body Weight, idealna waga ciała.

$$IBW_{\text{mężczyzna}} = 50 \text{ kg} + 2.3 \times (\text{wysokość (cal)} - 60)$$

$$IBW_{\text{kobieta}} = 45.5 \text{ kg} + 2.3 \times (\text{wysokość (cal)} - 60)$$

$$TV = 6 - 8 \text{ mL/kg} \times IBW$$

3.2 Respiratory Rate

Respiratory rate (częstość oddechów) - liczba oddechów na minutę. Różna w zależności od wieku.

$$RR_1 = RR_{\min} + \frac{TV - TV_{\min}}{TV_{\max} - TV_{\min}}(RR_{\max} - RR_{\min})$$

$$RR_2 = RR_{\min} + \frac{mood - mood_{\min}}{mood_{\max} - mood_{\min}}(RR_{\max} - RR_{\min})$$

$$RR = \frac{RR_1 + RR_2}{2}$$

3.3 Długość ćwiczenia (total time)

Total time - czas trwania ćwiczenia prawidłowego oddechu.

$$\text{totaltime} = \text{start} + \text{add} \times w_{\text{add}} + \text{mood} \times w_{\text{mood}}$$

- *start* - domyślny z góry zdefiniowany offset
- *prev* - liczba wcześniejszych ćwiczeń, nie większa niż 90
- *mood* - wartość samopoczucia użytkownika
- w_{prev} - waga zmiennej *prev*
- w_{mood} - waga samopoczucia

3.4 Długość wdechu i wydechu

Inhale, exhale - długość faz wdechu i wydechu.

$$\text{inhale} = \frac{60}{3 \times RR}$$

height	mood	prev	sex	totaltime	TV	RR	inhale	exhale
152	1	48	m	83	297.83	12.38	1.62	3.23
200	2	9	f	49	531.61	15.48	1.29	2.58
191	5	25	m	80	509.72	17.51	1.14	2.28
188	3	16	f	61	466.42	15.58	1.28	2.57
177	5	54	f	109	406.65	16.48	1.21	2.43

Tabela 1: Przykładowe wyniki kalkulacji

3.5 Funkcja Oddechu

Używana do wyliczenia postępu danej fazy (poziomu napełnienia płuc).

$$f(t, d) = \sin\left(\frac{0.5\pi t}{d}\right)$$

- *t* - aktualny czas
- *d* - maksymalny czas (inhale lub exhale, reprezentujące długość fazy)

4 Sonifikacja

W celu zapewnienia jak najlepszych doświadczeń użytkownika fazy wdechu i wydechu zostały poddane sonifikacji. Dźwięk wdechu i wydechu jest każdorazowo odgrywany w aplikacji i rozciągany dla zgodności z długością bieżącej fazy.

4.1 Motywacja

Zdecydowano się na dźwięk ludzkiego oddechu z kilku powodów:

1. Synchronizacja - dźwięk oddechu może pomóc użytkownikom synchronizować swoje oddychanie z wizualizacją. To może zwiększyć świadomość oddechu i pomóc w osiągnięciu spokoju.
2. Relaksacja - słyszenie spokojnego oddechu może działać relaksująco na umysł i ciało. To może pomóc w redukcji stresu i napięcia.
3. Biofeedback - dźwięk oddechu może pełnić rolę biofeedbacku. Użytkownicy mogą dostosować swoje tempo oddychania, aby dopasować się do dźwięku, co może być korzystne dla zdrowia i samopoczucia.

4.2 Formuła

Szybkość dźwięku (domyślnie równa 1.0) jest modyfikowana na starcie fazy wdechu i wydechu. Następnie dźwięk jest odgrywany. Modyfikacja dźwięku przebiega zgodnie z formułą:

$$\text{speed} = \frac{O}{N}$$

- O - czas trwania oryginalnego dźwięku (ms)
- N - wymagany czas trwania równy długości fazy (ms)

5 Opis architektury

Aplikacja na platformę Android z minimalnym SDK 26 (Android Oreo). Została napisana w języku Kotlin. Dodatkowo użyte zostało środowisko Jetpack Compose, które umożliwia budowanie UI aplikacji w sposób deklaratywny i z użyciem języka Kotlin. Na potrzeby aplikacji zbudowane zostało nieskomplikowane Rest API z użyciem ExpressJS. W aplikacji do komunikacji z Rest API wykorzystywana jest biblioteka Retrofit.

Zgodnie z zaleceniami Google (Architecture Components) kod aplikacji został podzielony na 3 warstwy - Data, Domain i Presentation. Dodatkowo każdy ekran zawarty w warstwie Presentation dzieli się na plik Screen, zawierający definicje budowy UI, oraz plik ViewModel, deklarujący logikę działania UI i przepływu informacji.

Dodatkowo w projekcie użyty został wzorzec projektowy Dependency Injection, który umożliwia łatwą wymianę i wstrzykiwanie zależności (referencji) do różnych obiektów.

6 Bibliografia

- [1] *Dokumentacja Android*. URL: <https://developer.android.com/develop>.
- [2] *Kalkulator IBW*. URL: <https://www.mdcalc.com/calc/3928/endotracheal-tube-ett-depth-tidal-volume-calculator#evidence>.
- [3] *Więcej o IBW i Tidal Volume*. URL: <https://ecampusontario.pressbooks.pub/mechanicalventilators/chapter/ibw-and-the-relationship-to-tidal-volume/>.
- [4] *Wikipedia/Respiratory_rate*. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Respiratory_rate.
- [5] *Wikipedia/Tidal_volume*. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Tidal_volume.