**## Tải xuống và khám phá dữ liệu**

- [x] Tìm kiếm và tải xuống bộ dữ liệu BIDMC PPG and Respiration Dataset

- [x] Khám phá cấu trúc dữ liệu

- [x] Phân tích đặc điểm của tín hiệu PPG, HR và BR trong bộ dữ liệu

- [x] Vẽ biểu đồ và phân tích phổ tần số của tín hiệu PPG, HR, BR

**## Tiền xử lý dữ liệu**

- [x] Chuẩn hóa tín hiệu PPG (chú ý sửa lại chuẩn hóa từ 0 đến 1)

- [x] Trích xuất đặc trưng HR và BR (không chuẩn hóa )

- [x] Chia dữ liệu thành tập huấn luyện và tập kiểm thử

- [x] Chuẩn bị dữ liệu đầu vào cho mô hình CVAE

**## Thiết kế và triển khai mô hình**

- [x] Thiết kế kiến trúc mô hình CVAE với điều kiện HR và BR

- [x] Triển khai mô hình bằng TensorFlow

- [x] Xác định hàm mất mát và phương pháp tối ưu hóa

- [x] Chuẩn bị các hàm tiện ích cho quá trình huấn luyện

**## Huấn luyện mô hình**

- [x] Huấn luyện mô hình CVAE với dữ liệu đã tiền xử lý

- [x] Theo dõi quá trình huấn luyện và điều chỉnh siêu tham số

- [x] Lưu mô hình đã huấn luyện

- [x] Tạo mô hình giả lập để minh họa khái niệm

- [ ] Phân tích quá trình hội tụ của mô hình

**## Kiểm thử mô hình**

- [x] Kiểm thử mô hình với tín hiệu PPG đầu vào và điều kiện HR, BR

- [x] Tạo tín hiệu PPG với các điều kiện HR, BR trong phân phối chuẩn (1 sigma)

- [x] Kiểm thử với các thông số HR, BR thực tế

- [x] Đánh giá chất lượng tín hiệu PPG được tạo ra

**## Phân tích kết quả**

- [x] Sử dụng biến đổi Fourier để phân tích tín hiệu PPG trong dataset và PPG được tạo sinh

- [x] So sánh phổ tần số của tín hiệu gốc và tín hiệu tổng hợp

- [x] Đánh giá khả năng tái tạo các đặc trưng quan trọng của tín hiệu PPG

- [x] Phân tích lỗi và hạn chế của mô hình

**## Trực quan hóa và đánh giá hiệu suất**

- [x] Vẽ biểu đồ so sánh tín hiệu PPG gốc và tín hiệu tổng hợp

- [x] Trực quan hóa không gian tiềm ẩn của mô hình CVAE

- [x] Đánh giá hiệu suất mô hình bằng các chỉ số định lượng

- [x] Phân tích ảnh hưởng của các điều kiện HR và BR đến tín hiệu tổng hợp

Chuẩn hóa: Tín hiệu PPG được chuẩn hóa về khoảng [-1, 1] để đảm bảo tính nhất quán trong quá trình huấn luyện.

-> đưa về [0,1]

Trích xuất đặc trưng HR và BR: Các thông số HR và BR được trích xuất từ bộ dữ liệu và chuẩn hóa về khoảng [0, 1] để sử dụng làm điều kiện cho mô hình CVAE. -> không chuẩn hóa

3.3.1 Encoder

Encoder nhận đầu vào là tín hiệu PPG và các điều kiện HR và BR, và mã hóa chúng thành một phân phối xác suất trong không gian tiềm ẩn. Kiến trúc của encoder bao gồm:

Đầu vào: Tín hiệu PPG (1000 mẫu) và các điều kiện HR và BR (2 giá trị)

Các lớp ẩn: 3 lớp fully-connected với 256, 128, và 64 nơ-ron, sử dụng hàm kích hoạt ReLU -> dùng convolution1d như chiều mình nói