

HIỆN THỰC MÔ HÌNH MẠNG NƠON TÍCH CHẬP DỰA TRÊN PHẦN CỨNG ĐỂ GIẢI QUYẾT BÀI TOÁN PHÂN LOẠI MÓN ĂN

Đinh Phạm Thiên Long - 230202010

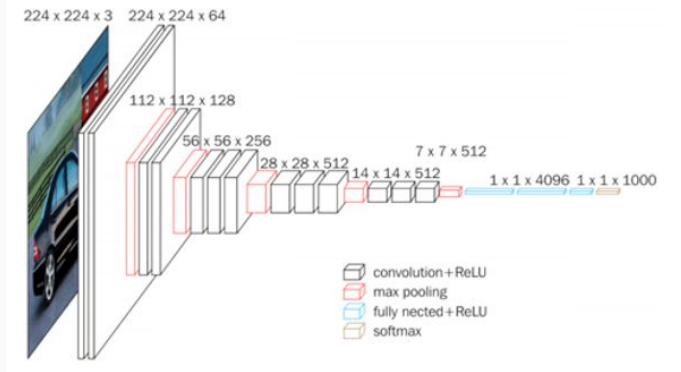
Tóm tắt

- Lớp: CS2205.CH183
- Link Github của nhóm:
<https://github.com/tilo2402/CS2205.CH183.git>
- Link YouTube video:
<https://www.youtube.com/watch?v=EMcet2pbBPw>
- Thành viên: Đinh Phạm Thiên Long - 230202010

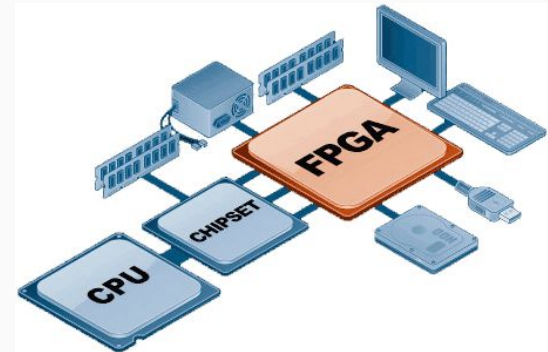


Giới thiệu

- Phân loại món ăn là một công việc tưởng chừng đơn giản nhưng lại ẩn chứa nhiều tiềm năng.
- Nghiên cứu này sẽ tập trung vào việc áp dụng mạng nơon tích chập (CNNs). Điểm đặc biệt của đề tài nằm ở việc hiện thực mô hình này trên phần cứng, tận dụng khả năng xử lý song song và hiệu năng vượt trội của các nền tảng như FPGA hay ASIC.
- Điều này giúp tăng tốc độ xử lý, tối ưu hóa mức tiêu thụ năng lượng, mở đường cho việc triển khai các hệ thống thời gian thực trên các thiết bị di động hoặc nhúng.



Hình 1. Kiến trúc mạng VGG16



Hình 2. Hình ảnh mô phỏng về FPGA

Mục tiêu

- Nghiên cứu và lựa chọn kiến trúc **mạng neuron tích chập phù hợp**, đảm bảo độ chính xác cao và **có khả năng triển khai trên phần cứng**.
- Xây dựng và tối ưu hóa mô hình CNN đã chọn dựa trên dữ liệu món ăn, **đạt được độ chính xác mong muốn**.
- **Hiện thực mô hình CNN trên phần cứng**. Lựa chọn nền tảng phần cứng phù hợp như FPGA hay ASIC để triển khai mô hình CNN đã huấn luyện.
- Đánh giá **độ chính xác** phân loại, **tốc độ xử lý**, và **mức tiêu thụ năng lượng** của hệ thống trên phần cứng.
- **So sánh hiệu năng** của hệ thống với các phương pháp phân loại món ăn khác.

Nội dung và Phương pháp

Nội dung 1: Tìm hiểu về mạng nơ-ron tích chập (CNN)

- **Mục tiêu:**
 - Nắm vững lý thuyết cơ bản về mạng nơ-ron tích chập (CNN).
 - Tìm hiểu các kiến trúc CNN phổ biến, hiểu rõ các ứng dụng của CNN trong lĩnh vực xử lý ảnh
- **Phương pháp:**
 - Tìm hiểu và tham khảo các bài báo liên quan đến chủ đề máy học và học hỏi từ những anh chị, thầy cô đã có kinh nghiệm về lĩnh vực này.

Nội dung và Phương pháp

Nội dung 2: Thu thập dữ liệu, thiết kế mạng nơ ron tích chập trên phần mềm

- **Mục tiêu:**

- Xây dựng và huấn luyện mô hình mạng nơ ron tích chập (CNN) trên phần mềm (ví dụ: Python với các thư viện TensorFlow hoặc PyTorch) để phân loại ảnh món ăn.
- Đạt được độ chính xác phân loại ảnh món ăn ở mức độ nhất định (ví dụ: trên 90%) trên bộ dữ liệu kiểm thử.
- Tối ưu hóa mô hình CNN để giảm độ phức tạp tính toán và bộ nhớ, chuẩn bị cho việc triển khai trên phần cứng.

- **Phương pháp:**

- Lựa chọn kiến trúc CNN phù hợp (ví dụ: ResNet, MobileNet) dựa trên yêu cầu về độ chính xác và hiệu năng.
- Xây dựng mô hình CNN bằng các thư viện học sâu (TensorFlow, PyTorch).
- Thu thập và tiền xử lý bộ dữ liệu ảnh món ăn (ví dụ: Food-101, Recipe1M).
- Huấn luyện mô hình CNN trên bộ dữ liệu đã chuẩn bị.
- Đánh giá hiệu năng của mô hình trên tập kiểm thử.

Nội dung và Phương pháp

Nội dung 3: Thiết kế từng phần của IP phần cứng.

- **Mục tiêu:**

- Thiết kế và hiện thực các module phần cứng (IP cores) cần thiết để triển khai mô hình CNN trên FPGA hoặc ASIC.
- Đảm bảo các module hoạt động chính xác và hiệu quả. Tối ưu hóa thiết kế phần cứng để đạt được hiệu năng cao và tiết kiệm tài nguyên.

- **Phương pháp:**

- Phân tích kiến trúc CNN và xác định các module phần cứng cần thiết (ví dụ: module conv, max pooling, ...).
- Sử dụng ngôn ngữ mô tả phần cứng (HDL) như Verilog hoặc VHDL để thiết kế các module.
- Sử dụng các công cụ thiết kế FPGA/ASIC (ví dụ: Xilinx Vivado, Intel Quartus) để tổng hợp và triển khai các module.

Nội dung và Phương pháp

Nội dung 4: Kết nối tất cả các module phần cứng và tiến hành mô phỏng để đánh giá

- **Mục tiêu:**

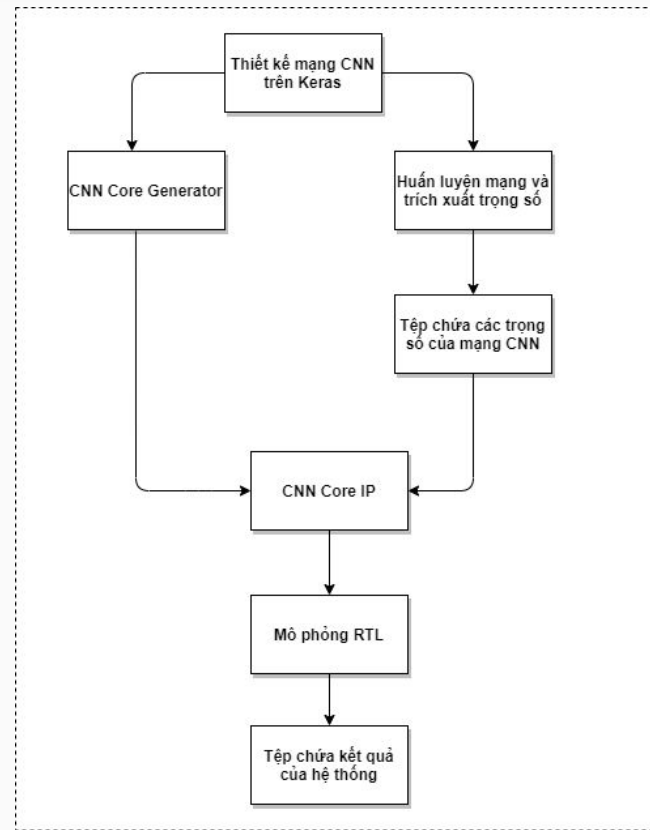
- Tích hợp tất cả các module phần cứng đã thiết kế thành một hệ thống hoàn chỉnh.
- Kiểm tra và xác minh chức năng của toàn bộ hệ thống trên môi trường mô phỏng.

- **Phương pháp:**

- Xây dựng môi trường mô phỏng bằng các công cụ thiết kế FPGA/ASIC.
- Kết nối các module phần cứng theo kiến trúc đã thiết kế.
- Thiết kế các testbench để kiểm tra chức năng của hệ thống trong các tình huống khác nhau. Chạy mô phỏng và phân tích kết quả.
- Gỡ lỗi và tối ưu hóa thiết kế nếu cần thiết.

Kết quả dự kiến

- Lựa chọn được mạng CNN phù hợp để hiện thực trên phần cứng. Thực hiện chức năng chính là phân loại thức ăn cụ thể là Bánh mì và Phở.
- Thiết kế lại mạng CNN trên phần mềm để trích xuất các trọng số cần thiết.
- Hiện thực CNN Core IP lên phần cứng dựa trên các trọng số từ phần mềm và tiến hành đánh giá các thông số như độ chính xác, hiệu năng và tốc độ xử lý giữa phần cứng và phần mềm.



Tài liệu tham khảo

- [1] Simonyan, K., & Zisserman, A. (2014). Very deep convolutional networks for large-scale image recognition. arXiv preprint arXiv:1409.1556.
- [2] T. M. T. P. V. M. N. V. H. T. V. C. Huynh Vinh Phu, "Design and Implementation of Configurable Convolutional Neural Network on FPGA," in 2019 6th NAFOSTED Conference on Information and Computer Science (NICS), Hanoi, Vietnam, 2019.
- [3] Bandi Raja Babu, Billakurthi Sai Sanjana, Syed Ali Hussain, Pradyut Kumar Sanki, "ASIC Implementation of Pre-Trained CNN for Handwritten Digit Detection Using GPD90nm Technology", 2024 IEEE 16th International Conference on Computational Intelligence and Communication Networks (CICN), pp.786-792, 2024.