



ĐỀ CƯƠNG KHOÁ LUẬN TỐT NGHIỆP

Huấn luyện mạng nơ-ron nhiều tầng ẩn bằng thuật toán Adam

(Training deep neural networks using Adam optimizer)

1 THÔNG TIN CHUNG

Người hướng dẫn:

– ThS. Trần Trung Kiên (Khoa Công nghệ Thông tin)

Nhóm Sinh viên thực hiện:

1. Nguyễn Ngọc Lan Như (MSSV: 1712644)

2. Hoàng Minh Quân (MSSV: 1712688)

Loại đề tài: Nghiên cứu

Thời gian thực hiện: Từ 01/2021 đến 07/2021

2 NỘI DUNG THỰC HIỆN

2.1 Giới thiệu về đề tài

Bài toán tối ưu các tham số trong mô hình mạng nơ-ron nhiều tầng ẩn được miêu tả như sau:

- Input: các tham số của mạng nơ-ron được khởi tạo ngẫu nhiên hoặc khởi tạo bằng 0.

- Output: các tham số của mạng đã được tối ưu sao cho giá trị của hàm lỗi là nhỏ nhất.

Bài toán tối ưu được miêu tả là quá trình tìm kiếm một bộ tham số sao cho tại đó, giá trị của hàm mục tiêu là tối đa hoặc tối thiểu. Trong lĩnh vực học máy và học sâu, bài toán trở thành tối ưu các tham số của hàm mục tiêu sao cho giá trị của mô hình trên hàm lỗi là nhỏ nhất. Khi đó, mô hình sẽ được coi là hiệu quả trên dữ liệu huấn luyện, và được kì vọng sẽ hoạt động tốt trên dữ liệu thực.

Bài toán tối ưu có vai trò cốt lõi, thiết yếu trong thực tiễn. Trong lĩnh vực học sâu, việc tối ưu tham số cho mô hình là một vấn đề hiện hữu trong tất cả các kiến trúc mạng nơ-ron nhiều tầng ẩn hiện nay.

2.2 Mục tiêu đề tài

- Nắm rõ cách thức hoạt động cũng như ưu, nhược điểm của thuật toán Adam.
- Nắm rõ các khó khăn khi huấn luyện mạng nơ-ron nhiều tầng ẩn.
- Hiểu sâu về nguyên lý hoạt động của họ các thuật toán adaptive
- Cài đặt lại thuật toán để ra được các kết quả trong bài báo tương ứng, tiến hành thêm các thí nghiệm so sánh giữa các phương pháp khác để thấy rõ hơn về ưu/nhược điểm của thuật toán Adam.
- Nếu còn thời gian sau khi đã nắm rõ các nguyên lý hoạt động thì có thể xem xét các cải tiến có thể có (chẳng hạn như sử dụng lập trình song song để tăng tốc độ xử lý)
- Rèn luyện các kỹ năng mềm như: suy nghĩ logic, lên kế hoạch, làm việc nhóm, thuyết trình,...

2.3 Phạm vi của đề tài

- Đề tài chỉ tìm hiểu và cài đặt lại mô hình của một bài báo có uy tín; ngoài ra có thể có thêm các thí nghiệm ngoài bài báo nhằm thấy rõ hơn về ưu/nhược điểm của thuật toán. Lý do chúng em giới hạn đề tài như vậy là vì:

1. Chúng em thấy chỉ riêng việc tìm hiểu nguyên lý hoạt động (và các kiến thức nền tảng bên dưới, cũng như các thuật toán liên quan) và có thể tự cài đặt lại đã tốn rất nhiều thời gian.
 2. Chúng em xác định là chỉ trên cơ sở hiểu rõ mô hình (và các kiến thức nền tảng bên dưới) thì mới có thể có được các cải tiến thật sự trong tương lai.
- Có thể đề xuất thêm các cải tiến, tuy nhiên, đây không phải là mục tiêu chính

2.4 Cách tiếp cận dự kiến

Dưới đây sẽ trình bày một số bài báo liên quan đến họ thuật toán adaptive mà chúng em đã tìm hiểu được đến thời điểm hiện tại, cũng như là bài báo mà chúng em dự kiến sẽ tập trung tìm hiểu sâu và mô phỏng lại kết quả thí nghiệm.

- Bài báo đầu tiên đề xuất ý tưởng về họ thuật toán adaptive là bài báo [1] được xuất bản vào năm 2011 (số lần trích dẫn bài báo tính tới thời điểm hiện tại theo trang semantic scholar là 6464). Thuật toán AdaGrad là cơ sở cho họ thuật toán Adaptive và cũng là nền tảng để có những cải tiến sau này. Về cơ bản thì thuật toán sử dụng một bước nhảy riêng biệt được học trong lúc huấn luyện.
- Từ đó, nhiều thuật toán liên quan đến việc sử dụng adaptive learning rate ra đời, như các thuật toán RMSProp [2], và trong đó nổi bật nhất là Adam của hai tác giả Kingma và Ba [3] đã tạo nên sự khác biệt lớn trong tốc độ và độ chính xác. Có thể được sự quan tâm dành cho thuật toán Adam là rất lớn khi lượt trích dẫn bài báo đã lên đến 57333 trong vòng 5 năm kể từ năm 2015 khi bài báo được đăng lần đầu ở hội nghị ICLR. Tuy nhiên, đã có sai sót trong việc chứng minh tính hội tụ của bài toán làm ảnh hưởng đến độ hiệu quả của thuật toán trong thực tế khi mà Adam không thể hội tụ đến cực tiểu toàn cục ngay cả trong các hàm lồi đơn giản. Điều đó đã được chứng minh trong bài báo [4]. Từ đó, những cải tiến như [4], [5], [6] đã được đề xuất nhằm khắc phục nhược điểm của thuật toán Adam gốc.

Với những gì đã trình bày ở trên, trong khóa luận, chúng em dự kiến sẽ tập trung tìm hiểu và cài đặt thuật toán Adam dựa trên bài báo [3] vì:

- Đây là bài báo làm cơ sở cho những thuật toán sau này và các cài đặt của nó vẫn được áp dụng trong thực tế. Chúng em xác định là phải hiểu rõ thuật toán Adam trong bài báo gốc thì mới có thể hiểu được các cải tiến sau này.
- Thuật toán Adam đã phủ một lượng lớn các kiến thức (non-convex optimization, adaptive gradient descent,...) mà chúng em nghĩ để có thể hiểu rõ tường tận là một điều không dễ dàng.

2.5 Kết quả dự kiến của đề tài

- Cài đặt thuật toán Adam được đề xuất trong bài báo [3] và mô phỏng lại được các kết quả thực nghiệm trong bài báo.
- Có được các kết quả thí nghiệm làm rõ được các nhược điểm của thuật toán.
- Nếu có thời gian thì có thể cài đặt và thí nghiệm thêm các cải tiến

2.6 Kế hoạch thực hiện

Công việc	Thời gian	Người thực hiện
Tìm hiểu về tình hình nghiên cứu của bài toán huấn luyện mạng nơ-ron nhiều tầng ẩn bằng thuật toán Adam	Tháng 01/2021 - Tháng 02/2021	Như, Quân
Tìm hiểu về lý thuyết của bài toán đã chọn	Tháng 03/2021	Như, Quân
Cài đặt lại thuật toán để ra được các kết quả giống như trong bài báo	Tháng 04/2021	Như, Quân
Tiến hành các thí nghiệm để thấy rõ ưu/nhược điểm của thuật toán	Tháng 05/2021	Như, Quân
Viết cuốn và slide báo cáo	Tháng 05/2021 - Tháng 06/2021	Như, Quân

Bảng 1: Bảng kế hoạch thực hiện khóa luận

Tài liệu

- [1] J. C. Duchi, E. Hazan, and Y. Singer, “Adaptive subgradient methods for online learning and stochastic optimization,” in *J. Mach. Learn. Res.*, 2011.
- [2] T. Tieleman and G. Hinton, “Lecture 6.5 - rmsprop,” *COURSERA: Neural Networks for Machine Learning*, 2012.
- [3] D. P. Kingma and J. Ba, “Adam: A method for stochastic optimization,” *ICLR*, vol. abs/1412.6980, 2015.
- [4] S. Reddi, S. Kale, and S. Kumar, “On the convergence of adam and beyond,” *ArXiv*, vol. abs/1904.09237, 2018.
- [5] T. Dozat, “Incorporating nesterov momentum into adam,” 2016.

- [6] Z. Zhang, L. Ma, Z. Li, and C. Wu, “Normalized direction-preserving adam,” *ArXiv*, vol. abs/1709.04546, 2017.

XÁC NHẬN
CỦA NGƯỜI HƯỚNG DẪN
(*Ký và ghi rõ họ tên*)

TP. Hồ Chí Minh, ngày 21/02/2021
NHÓM SINH VIÊN THỰC HIỆN
(*Ký và ghi rõ họ tên*)