TỔNG LIÊN ĐOÀN LAO ĐỘNG VIỆT NAM

**TRƯỜNG ĐẠI HỌC TÔN ĐỨC THẮNG**

**KHOA CÔNG NGHỆ THÔNG TIN**



**HỌC MÁY**

**SHRINKAGE METHOD**

*Người hướng dẫn*: **Thầy Lê Anh Cường**

*Người thực hiện*: **Nguyễn Duy Hàn Lâm (MSHV: 196005004)**

Khoá  **: 2019**

**THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH, NĂM 2020**

TỔNG LIÊN ĐOÀN LAO ĐỘNG VIỆT NAM

**TRƯỜNG ĐẠI HỌC TÔN ĐỨC THẮNG**

**KHOA CÔNG NGHỆ THÔNG TIN**



**HỌC MÁY**

**SHRINKAGE METHOD**

*Người hướng dẫn*: **Thầy Lê Anh Cường**

*Người thực hiện*: **Nguyễn Duy Hàn Lâm (MSHV: 196005004)**

Khoá  **: 2019**

**THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH, NĂM 2020**

**ĐỒ ÁN ĐƯỢC HOÀN THÀNH**

**TẠI TRƯỜNG ĐẠI HỌC TÔN ĐỨC THẮNG**

Tôi xin cam đoan đây là sản phẩm đồ án của riêng tôi và được sự hướng dẫn của thầy Lê Anh Cường. Các nội dung nghiên cứu, kết quả trong đề tài này là trung thực và chưa công bố dưới bất kỳ hình thức nào trước đây. Những số liệu trong các bảng biểu phục vụ cho việc phân tích, nhận xét, đánh giá được chính tác giả thu thập từ các nguồn khác nhau có ghi rõ trong phần tài liệu tham khảo.

Ngoài ra, trong đồ án còn sử dụng một số nhận xét, đánh giá cũng như số liệu của các tác giả khác, cơ quan tổ chức khác đều có trích dẫn và chú thích nguồn gốc.

**Nếu phát hiện có bất kỳ sự gian lận nào tôi xin hoàn toàn chịu trách nhiệm về nội dung đồ án của mình.** Trường đại học Tôn Đức Thắng không liên quan đến những vi phạm tác quyền, bản quyền do tôi gây ra trong quá trình thực hiện (nếu có).

*TP. Hồ Chí Minh, ngày 30 tháng 04 năm 2020*

*Tác giả*

*(ký tên và ghi rõ họ tên)*

*Nguyễn Duy Hàn Lâm*

PHẦN XÁC NHẬN VÀ ĐÁNH GIÁ CỦA GIẢNG VIÊN

**Phần xác nhận của GV hướng dẫn**

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Tp. Hồ Chí Minh, ngày tháng năm

(kí và ghi họ tên)

**Phần đánh giá của GV chấm bài**

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Tp. Hồ Chí Minh, ngày tháng năm

(kí và ghi họ tên)

MỤC LỤC

[PHẦN XÁC NHẬN VÀ ĐÁNH GIÁ CỦA GIẢNG VIÊN ii](#_Toc38785913)

[MỤC LỤC 1](#_Toc38785914)

[CHƯƠNG 1: DỊCH MÁY NEURAL 4](#_Toc38785915)

[1.1 Giới thiệu về dịch máy neural 4](#_Toc38785916)

[1.2 Recurrent Neural Network trong mô hình 5](#_Toc38785917)

[1.2.1 Cổng update 7](#_Toc38785918)

[1.2.2 Cổng reset 7](#_Toc38785919)

[1.2.3 Xuất kết quả 8](#_Toc38785920)

[1.3 Convolutional Neural Network trong mô hình 9](#_Toc38785921)

[1.4 Mô hình Encoder-Decoder 11](#_Toc38785922)

[1.4.1 Word embedding 12](#_Toc38785923)

[1.4.2 Encoder 13](#_Toc38785924)

[1.4.3 Decoder 13](#_Toc38785925)

[1.4.4 Linguistic Input Feature 16](#_Toc38785926)

[1.5 Tóm tắt chương 1 18](#_Toc38785927)

[CHƯƠNG 2: THỰC HIỆN MÔ PHỎNG ENCODER-DECODER 19](#_Toc38785928)

[2.1 Chuẩn bị nguồn dữ liệu và thư viện 19](#_Toc38785929)

[2.2 Xử lý dữ liệu và tạo các đối tượng quản lý 19](#_Toc38785930)

[2.3 Xây dựng encoder-decoder 23](#_Toc38785931)

[2.4 Huấn luyện 27](#_Toc38785932)

[2.5 Đánh giá 33](#_Toc38785933)

[2.6 Kiểm thử 35](#_Toc38785934)

[2.7 Chạy chương trình và kết quả 36](#_Toc38785935)

[2.8 Tóm tắt 37](#_Toc38785936)

[TÀI LIỆU THAM KHẢO 39](#_Toc38785937)

DANH MỤC CÁC BẢNG BIỂU, HÌNH VẼ, ĐỒ THỊ

**DANH MỤC HÌNH**

[Hình 1.1. Sơ lược cấu tạo hoạt động của RNN [1] 5](#_Toc38785871)

[Hình 1.2. Cấu trúc neural theo GRU [2] 6](#_Toc38785872)

[Hình 1.3. Mô tả cách tính của cổng update [2] 7](#_Toc38785873)

[Hình 1.4. Mô tả cách tính cổng reset [2] 8](#_Toc38785874)

[Hình 1.5. Mô tả cách tính [2] 8](#_Toc38785875)

[Hình 1.6. Cấu trúc của CNN trong encoder [3] 9](#_Toc38785876)

[Hình 1.7. Minh họa cách hoạt động của hàm activation ở mỗi node [3] 10](#_Toc38785877)

[Hình 1.8. Minh họa cho một số cấu trúc của CNN [3] 11](#_Toc38785878)

[Hình 1.9. Mô hình encoder-decoder cơ bản [3] 12](#_Toc38785879)

[Hình 1.10. Cấu trúc của một bộ GRU-RNN encoder [4] 13](#_Toc38785880)

[Hình 1.11. Minh họa cho decoder [4] 14](#_Toc38785881)

[Hình 1.12. Cơ chế attention [5] 15](#_Toc38785882)

[Hình 1.13. Cấu trúc chi tiết của một attention [6] 15](#_Toc38785883)

[Hình 2.1. Các thư viện cần chuẩn bị 19](#_Toc38785884)

[Hình 2.2. Các thư viện phục vụ linguistic input feature 19](#_Toc38785885)

[Hình 2.3. Class quản lý dữ liệu 20](#_Toc38785886)

[Hình 2.4. Xử lý và chuẩn hóa dữ liệu 21](#_Toc38785887)

[Hình 2.5. Hàm đọc dữ liệu 22](#_Toc38785888)

[Hình 2.6. Chuẩn hóa số lượng từ của câu và lemmas hóa dữ liệu 22](#_Toc38785889)

[Hình 2.7. Hàm đọc dữ liệu và thực hiện nạp dữ liệu vào chương trình 23](#_Toc38785890)

[Hình 2.8. Xây dựng bộ encoder 23](#_Toc38785891)

[Hình 2.9. Xây dựng bộ decoder cơ bản 24](#_Toc38785892)

[Hình 2.10. Cấu trúc hoạt động của attention 25](#_Toc38785893)

[Hình 2.11. Class decoder sử dụng attention (hàm khởi tạo của class) 26](#_Toc38785894)

[Hình 2.12. Hàm khởi tạo tiến trình và hàm feedforward 27](#_Toc38785895)

[Hình 2.13. Các hàm tạo vector input và output cho quá trình huấn luyện 28](#_Toc38785896)

[Hình 2.14. Hàm thực hiện huấn luyện 29](#_Toc38785897)

[Hình 2.15. Giai đoạn tiền encoder 29](#_Toc38785898)

[Hình 2.16. Giai đoạn chạy encoder 30](#_Toc38785899)

[Hình 2.17. Giai đoạn hậu encoder và tiền decoder 30](#_Toc38785900)

[Hình 2.18. Giai đoạn chạy decoder 30](#_Toc38785901)

[Hình 2.19. Giai đoạn hậu decoder 31](#_Toc38785902)

[Hình 2.20. Hàm thông báo lượng thời gian chương trình đã và đang chạy 31](#_Toc38785903)

[Hình 2.21. Hàm vẽ biểu đồ thay đổi của giá trị loss 32](#_Toc38785904)

[Hình 2.22. Hàm huấn luyện tổng quát 33](#_Toc38785905)

[Hình 2.23. Hàm thực hiện đánh giá 34](#_Toc38785906)

[Hình 2.24. Hàm thực hiện chọn đánh giá ngẫu nhiên 35](#_Toc38785907)

[Hình 2.25. Các hàm phục vụ trình bày kết quả 35](#_Toc38785908)

[Hình 2.26. Tiến hành huấn luyện mô hình 36](#_Toc38785909)

[Hình 2.27. Kết quả của từng đợt huấn luyện 36](#_Toc38785910)

[Hình 2.28. Chạy thử 1 câu ví dụ 37](#_Toc38785911)

[Hình 2.29. Kết quả chạy thử 1 câu ví dụ 37](#_Toc38785912)

TÓM TẮT NỘI DUNG

Học máy là một lĩnh vực quan trọng trong thời đại công nghệ hiện nay. Trong đó dữ liệu là 1 phần cốt lõi của lĩnh vực vì chương trình sẽ phải dựa trên nguồn tập dữ liệu này mới có thể đào tạo, học và từ đó mới sinh ra được mô hình để có thể từ đó giải quyết bài toán.

Dữ liệu càng lớn, các đối tượng trong dữ liệu càng chứa nhiều thuộc tính (hay còn gọi là chiều dữ liệu) sẽ càng khiến chương trình trở nên nặng nề, khó đào tạo và từ đó sẽ khó có thể đào tạo được ra một mô hình chuẩn xác để giải quyết bài toán. Bằng các kĩ thuật tính toán ta có thể hồi quy đưa số chiều của dữ liệu lớn trở nên nhỏ hơn nhằm giảm bớt gánh nặng trong việc đào tạo ra mô hình. Kĩ thuật tính toán này được gọi là shrinkage method (các phương thức co rút chiều dữ liệu).

Tài liệu này bao gồm các phần chính:

* Giới thiệu lại về mô hình tuyến tính.
* Các phương pháp hồi quy thô.
* Các phương pháp hồi quy chính (shrinkage method).
* Áp dụng vào chương trình mẫu.

CHƯƠNG 1: MÔ HÌNH TUYẾN TÍNH

* 1. Mô hình tuyến tính

Mô hình tuyến tính là mô hình có hàm số biểu diễn cho phương trình đường thẳng:

Trong đó:

* là giá trị mà mô hình tính toán được.
* là giá trị chặn (intercept) hay còn gọi là bias (phần bù đại số).
* là tập vector dữ liệu đầu vào.

Ta có thể thế và rút gọn biểu thức (1) về dạng:

Từ đó ta có thể thấy là tích vô hướng, và kết quả của nó nó tập chứa K các vector, sẽ là một ma trận hệ số có kích thước là . Trong không gian (p + 1) chiều ứng với tập dữ liệu đầu vào và tập dữ liệu đầu ra thì tập sẽ là 1 siêu phẳng. Nếu trong X có chứa hằng số thì siêu phẳng này sẽ chứa cả không gian gốc lẫn các không gian con liên quan. Nếu trong X không có hằng số thì siêu phẳng sẽ là một tập hợp các phép biến đổi cắt trục Y tại điểm .

Xét (1) trong mặt phẳng p chiều, ta có thể thấy nó được tổng quát hóa bằng hàm số , từ đó ta được đạo hàm của nó là là một tập hợp các điểm hình thành nên một nên một đường thẳng có dốc hướng lên.

Việc hiệu chỉnh mô hình đó chính là ta sẽ thay đổi đường thẳng sao cho khoảng cách từ tất các điểm dữ liệu đến đường thẳng là nhỏ nhất hay nói cách khác là làm sao cho giá trị của phương trình sau càng nhỏ càng tốt:

là 1 hàm bậc hai chính vì vậy nó luôn tồn tại giá trị nhỏ nhất, tuy nhiên trong 1 vài trường hợp giá trị này không phải duy nhất. ta có thể biểu diễn RSS về dạng phép tính của ma trận thành:

Trong đó:

* X là ma trận dữ liệu đầu vào có kích thước là . Mỗi dòng là 1 vector dữ liệu đầu vào.
* là tập chứa N vector kết quả mà mô hình tính toán được từ tập dữ liệu huấn luyện.

Ta đạo hàm (3) theo , ta được phương trình:

Từ (4) ta giải phương trình, ta ra được giải pháp ta cần tìm:

Giá trị mà chương trình tính toán được từ input thứ i sau khi hiệu chỉnh sẽ có dạng:

* 1. Mô hình thống kê

Cho là tập dữ liệu đầu vào chứa các giá trị số thực ngẫu nhiên.

Cho là tập dữ liệu kết quả chứa các giá trị số thực ngẫu nhiên.

Đồng thời ta có:

Trong đó:

Ta cần đi tìm một hàm f có khả năng từ các dữ liệu X dự đoán thành các dữ liệu Y. Sai số là điều không tránh khỏi vì vậy ta cần một hàm tính sai số (expected prediction error – EPE):

Ta có thể viết thành:

Kết hợp biểu thức (6) và (8) ta được:

Ta thấy ta có thể giảm bớt giá trị EPE theo từng điểm của f:

Từ đó ta tìm được giải pháp:

Trong đó:

* E là giá trị kỳ vọng

Biểu thức (12) được gọi là biểu thức kỳ vọng có điều kiện, còn được gọi là hàm hồi quy. Các giá trị dự đoán tốt nhất của Y tại bất kỳ điểm X = x nào được gọi là các giá trị trung bình có điều kiện, và giá trị tốt nhất sẽ được tính bằng sai số bình phương trung bình.

Trong bài toán the neareast-neighbor, các phương thức luôn cố gắng tìm cách triển khai trực tiếp quá trình của nó trên dữ liệu huấn luyện. Với mỗi điểm x đầu vào, ta có thể sẽ phải đi tính giá trị trung bình của tất cả các giá trị yi dự đoán được ứng với từng xi của nó.

Trong đó:

* Ave là hàm tính giá trị trung bình.
* là tập chứa các điểm k trong tập dữ liệu gần với x nhất.

Với công thức (13), với , khi thì , dẫn đến .

Khi kích thước số chiều p lớn, sẽ dẫn đến việc kích thước của ma trận sẽ lớn. Mặc dù sự hội tụ vẫn diễn ra như quy luật trên, tuy nhiên tốc độ hội tụ của nó lại diễn ra chậm.

Vì vậy ta đi xây dựng một mô hình hồi quy tuyến tính để giải quyết vấn đề này. Giả sử mô hình hồi quy tuyến tính sẽ có dạng:

Ta kết hợp biểu thức (14) với biểu thức (5) và (8) ta được:

Tuy nhiên về bản chất thì 2 cái hoàn toàn khác nhau, trong biểu thức (5) cố gắng dự đoán giá trị dựa trên một hàm tuyến tính chung tổng thể, còn trong biểu thức (8) lại cố gắng dự đoán bằng các giá trị tính toán nội bộ. Vì thế việc làm này sẽ khiến quá trình tính toán sẽ không ổn định mặc dù ta giải quyết được bớt một phần của vấn đề liên quan đến kích thước của chiều dữ liệu.

Giả sử:

Trong đó:

* là một biến lỗi ngẫu nhiên có và độc lập với X.
* phụ thuộc vào X thông qua điều kiện trung bình của .

Việc thêm sẽ giúp mô hình có giá trị gần hơn với giá trị thật. Vì đối với hầu hết các hệ thống, các cặp (X, Y) sẽ không có mối quan hệ xác định . Nói chung, ngoài giá trị tính toán được từ mô hình thì các yếu tố không liên quan cũng sẽ đóng góp một phần vào giá trị Y. Và chắc chắn giá trị lỗi phát sinh từ mô hình cũng sẽ đóng góp vào Y. Các giá trị này này ta sẽ ước lượng và quy kết bằng giá trị .

* 1. Đánh đổi giữa Bias và Variance

Ta xét lại mô hình phân loại hồi quy k-nearest-neighbor.

Giá trị thật Y được cấu thành như sau:

Trong đó:

* là một biến lỗi ngẫu nhiên có và độc lập với X.

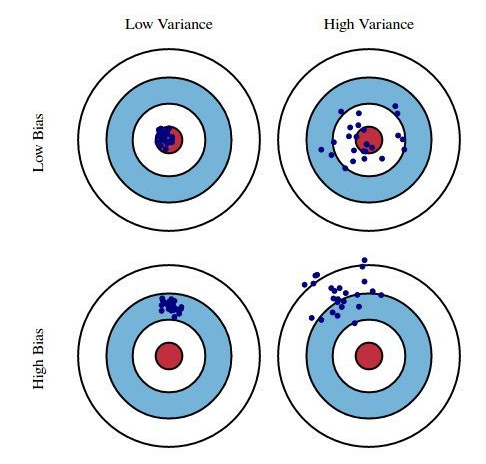
Ta có giá trị lỗi kỳ vọng (Expected Prediction Error – EPE) tại biến đầu vào như sau:

Trong biểu thức trên giá trị là phương sai của giá trị lỗi sinh ra từ giá trị mới phát sinh từ mô hình. Mức độ phân tán này vượt khỏi tầm kiểm soát của ta.

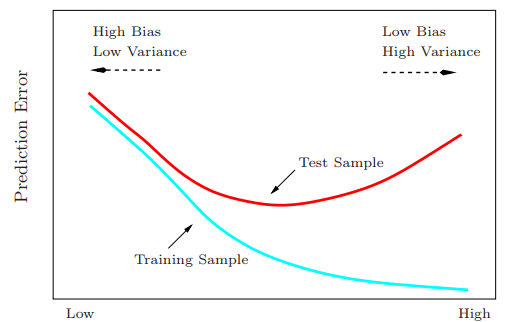
Hai giá trị còn lại trong biểu thức là Bias và Var (Variance).

Bias là sự khác biệt bình phương giữa giá trị trung bình của và giá trị kỳ vọng của ước tính , trong đó giá trị kỳ vọng trung bình được tính ngẫu nhiên từ các dữ liệu huấn luyện. Bias sẽ tăng tỉ lệ thuận với k, nếu việc tính toán trở nên trơn tru. Đối với k nhỏ, một vài tập lân cận gần nhất sẽ có các giá trị gần với , vì vậy trung bình của chúng sẽ gần với . Khi k càng lớn các tâm của các cụm sẽ có khoảng cách với điểm càng lớn. Nói chung Bias biểu thị cho sự khác biệt giữa giá trị thực với giá trị tính toán được từ mô hình. Hay nói cách khác Bias biểu thị cho mức độ sai số của các giá trị dự đoán

Var (Variance) biểu thị cho mức độ phân tán của các giá trị tính toán được từ mô hình.



1. Minh họa về Bias và Variance [2]



1. Sự ảnh hưởng của Bias và Variance trên các tập dữ liệu [1]

Rõ ràng, cả sai lệch (bias) và phương sai (variance) đều có thể gây hại cho hiệu suất dự đoán của mô hình nếu chúng quá lớn. Hồi quy tuyến tính có thể sẽ bị ảnh hưởng bởi phương sai mặc dù chúng có độ sai lệch thấp. Điều này đặc biệt sẽ có thể xảy ra trong các mô hình có nhiều đặc tính (feature), hoặc các đặc tính của dữ liệu có mức độ liên quan với nhau cao.

Các phương pháp phân mảnh và chuẩn hóa sẽ được giới ở các phần sau có thể sẽ giúp làm giảm được phương sai của các giá trị dự đoán, tuy nhiên chúng sẽ làm tăng sai số nhưng thay vào đó giá trị sai số tổng thể lại giảm xuống.

* 1. Tóm tắt chương 1

Trong chương 1 ta đã ôn lại các khái niệm cơ bản về mô hình tuyến tính.

Ngoài ra ta còn biết các khái niệm về Bias và Variance. Ta còn biết thêm về mức độ ảnh hưởng của chúng lên mô hình. Ngoài ra ta hiểu được sự đánh đổi giữa Bias và Variance.

CHƯƠNG 2: PHƯƠNG PHÁP HỒI QUY CƠ BẢN

2.1 Mô hình hồi quy tuyến tính

Mô hình hồi quy tuyến tính sẽ có dạng giống với mô hình tuyến tính thuần:

Mô hình tuyến tính giả định rằng hàm hồi quy là tuyến tính hoặc mô hình tuyến tính là một hàm xấp xỉ hợp lý. Ở đây, là các tham số hoặc hệ số chưa biết và các biến có thể đến từ các nguồn khác nhau:

* Giá trị dữ liệu đầu vào gốc.
* Các giá trị tính toán thông qua từ phép tính biến đổi (log, bình phương, căn, …).
* Các phép tính mở rộng (lũy thừa), chẳng hạn như , , dẫn đến biểu diễn đa thức.
* tương tác giữa các biến, ví dụ, .

Cho dù đầu vào thuộc dạng nào đi chăng nữa vẫn không ảnh hưởng đến tuyến tính của mô hình.

Phương trình lỗi của mô hình:

Trong đó:

* tập chứa các đối tượng dữ liệu đầu vào.
* tập chứa các giá trị thực mong muốn ở đầu ra của mô hình.
* tập chứa các thuộc tính cho từng đối tượng đầu vào .

Ta có thể biểu diễn phương trình lỗi dưới dạng ma trận như sau:

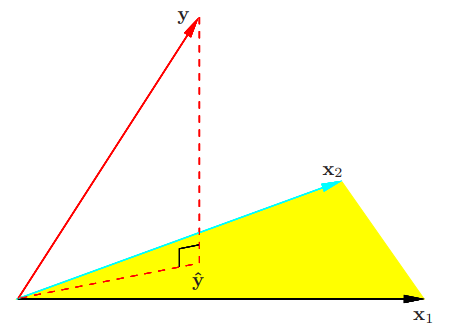
Sử dụng gradiant descent, ta đạo hàm phương trình lỗi theo :

Từ (22), ta lập được phương trình:

Ta giải phương trình (24), ta tìm được giải pháp cho mô hình:

Giá trị dự đoán trên đã hiệu chỉnh:

Với tập các vector đầu vào X, ta luôn muốn mô hình tính được các vector dự đoán trùng với các vector giá trị thật . Hay nói cách khác về mặt toán học ta luôn muốn và là 2 vector trực giao (tích vô hướng của 2 vector là 0) trong không gian tập các vector đầu vào X.



1. Vector dự đoán và vector giá trị thật là cặp vector trực giao trong không gian có tập vector dữ liệu đầu vào gồm 2 vector [1]

Tuy nhiên điều ta muốn chỉ xảy ra khi các thuộc tính của dữ liệu (các cột của ma trận X) không độc lập tuyến tính hay nói cách khác hạng của ma trận X không bảo toàn.

Ta giả định rằng các giá trị thật không quan hệ mật thiết với nhau và phương sai của chúng là hằng số . Phương sai của tập các trọng số được tính như sau:

Phương sai của các giá trị dự đoán được tính như sau:

sẽ giúp .

Từ mô hình trong biểu thức (19) ta có thể suy ra được mô hình cho trường hợp biến đầu ra phụ thuộc có điều kiện vào biến đầu vào như sau:

Trong đó:

* , là phân phối chi bình phương với bậc tự do .

Giá trị thử nghiệm giả thuyết (hypothesis) cho mỗi giá trị được tính thông qua hệ số chuẩn (Z-score):

Trong đó:

* là giá trị ở vị trí thứ j trong ma trận chéo

2.2 Lựa chọn các tập con

CHƯƠNG 3: SHRINKAGE METHOD

3.1 Ridge Regression

3.2 The Lasso

3.3 Elastic Net

3.4 Least Angle Regression

3.5 Principle Components Regression

3.6 Partial Least Squares

3.7 Tổng kết lý thuyết

CHƯƠNG 4: LẬP TRÌNH TRÊN PYTHON

4.1 Dữ liệu

Dữ liệu cho ví dụ này đến từ một nghiên cứu của Stamey et al. (1989). Họ đã kiểm tra mối tương quan giữa mức độ kháng nguyên (antigen) đặc hiệu tuyến tiền liệt (prostate) và một số biện pháp lâm sàng ở những người đàn ông sắp được phẫu thuật cắt bỏ triệt để tuyến tiền liệt. Các biến số gồm khối lượng ung thư (**lcavol**), trọng lượng của tuyến tiền liệt (**lweight**), tuổi, lượng kích thước thay đổi lành tính (không liên quan đến ung thư) của tuyến tiền liệt (**lbph –** benign prostatic hyperplasia), mức độ xâm lấn túi tinh (**svi** - seminal vesicle invasion), log của thâm nhập nang (lcp), điểm Glory (glory ) và phần trăm điểm Glory đạt 4 hoặc 5 (pgg45). Ma trận tương quan của các yếu tố dự đoán được đưa ra trong Bảng 3.1 cho thấy nhiều mối tương quan mạnh mẽ. Hình 1.1 (trang 3) của Chương 1 là ma trận phân tán hiển thị mọi âm mưu cặp đôi giữa các biến. Chúng tôi thấy rằng svi là một biến nhị phân và glory là một biến phân loại có thứ tự. Chúng tôi thấy, cho

4.2 Lập trình mô hình tuyến tính cơ bản

4.3 Triển khai Ridge Regression

4.4 Triển khai Lasso

4.5 Triển khai Elastic Net

4.6 Triển khai Least Angle Regression

4.7 Triển khai Principle Components Regression

4.8 Tổng kết tài liệu

TÀI LIỆU THAM KHẢO

**Tiếng Anh:**

1. Trevor Hastie, Robert Tibshirani, Jerome Friedman, 2008, The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction (Second Edition).
2. <https://towardsdatascience.com/a-comparison-of-shrinkage-and-selection-methods-for-linear-regression-ee4dd3a71f16>