

Phân loại ung thư vú bằng phương pháp Machine learning kết hợp từ dữ liệu hình ảnh mammography và siêu âm

Ngày 28 tháng 3 năm 2024

Ngày công bố:	05/04/2023
Tác giả:	Kushangi Atreya , Bikesh Kumar Singhb* , Narendra K. Bodheyc , Ram Bilas Pachorid
Nguồn:	Biomedical Signal Processing and Control 86(65)
Nguồn dữ liệu (nếu có):	Link of Data Sources or Name of Data Sources
Từ khóa:	Breast cancer, dual-modality, hybrid deep learning, feature fusion
Người tóm tắt:	HELEN ALISSA

Lưu ý:

- Các phần phía dưới có thể không có trong bài nghiên cứu, mọi người có thể thêm/xóa các phần tùy thuộc vào bài báo cụ thể.
- Các câu hỏi có thể không có thông tin trong bài báo. Các câu hỏi với mục đích giúp đỡ và giúp đỡ mọi người trong việc triển khai ý tóm tắt.

1. Mở đầu:

Câu hỏi gợi mở:

- Tại sao đề tài này quan trọng?
- Đối tượng nghiên cứu là gì và tại sao nó đáng chú ý?
- Mục tiêu chính của nghiên cứu là gì?
- Hãy sử dụng một vài câu ngắn gọn để tóm tắt nội dung của phần mở đầu

Phân tóm tắt mở đầu: Đối tượng nghiên cứu của đề tài là hình ảnh từ mammogram và siêu âm với mục tiêu giúp cải thiện việc chẩn đoán sớm của ung thư vú. Tác giả đã sử dụng thuật toán hỗn hợp học sâu hai chế độ **CAD** được hiểu sử dụng mô hình **Convolutional Neural Network (CNN)** kết hợp với **Long-Short Term Memory (LSTM)**. **CNN** được sử dụng để trích xuất đặc trưng từ hình ảnh mammogram và siêu âm, trong khi **LSTM** giúp mô hình học cách kết hợp thông tin từ cả hai phương pháp chụp ảnh. Đề tài được thử nghiệm trên một tập dữ liệu thời gian thực gồm **43** hình ảnh mammogram và **43** hình ảnh siêu âm từ **31** bệnh nhân. Kết quả cho thấy thuật toán đạt độ chính xác phân loại lên đến **99.35%** và diện tích dưới đường cong **ROC (AUC)** là **0.99**, vượt qua các hệ thống **CAD** đơn chế độ truyền thống. Thuật toán hỗn hợp này có thể giúp tránh các biopsies không cần thiết và khuyến khích ứng dụng lâm sàng của nó.

2. Lịch sử và Ngữ cảnh:

Câu hỏi gợi mở

- Lịch sử phát triển của lĩnh vực nghiên cứu là gì?
- Tình hình hiện tại của đề tài là như thế nào và tại sao nó quan trọng?
- Hãy tự hình dung quá trình diễn ra trước, trong và sau của đề tài nghiên cứu này và miêu tả nó bằng một đoạn văn.

Phân tóm tắt lịch sử và ngữ cảnh: Trước nghiên cứu này, các nhà khoa học đã xây dựng các hệ thống CAD cho ung thư vú nhưng chủ yếu dựa trên một phương thức chụp ảnh duy nhất như chụp tia X vú hoặc siêu âm. Những hệ thống này thường mắc phải vấn đề về độ chính xác và tin cậy thấp. Gần đây, với sự phát triển của trí tuệ nhân tạo và học máy, các mô hình học sâu như **Convolutional Neural Network (CNN)**, **Long-Short Term Memory (LSTM)** đã được ứng dụng vào lĩnh vực này và mang lại kết quả khả quan hơn. Đặc biệt, xu hướng phát triển hệ thống CAD đa phương thức bằng cách kết hợp thông tin từ nhiều loại hình ảnh chụp khác nhau đã được chứng minh là hiệu quả hơn so với chỉ sử dụng một loại ảnh đơn lẻ. Nghiên cứu này nằm trong xu thế này, góp phần thúc đẩy lĩnh vực chẩn đoán ung thư vú bằng CAD đa phương thức tiến một bước dài hơn.

3. Tổng quan về các nghiên cứu trước đó

Câu hỏi gợi mở

- Có những công trình nghiên cứu nào quan trọng liên quan đến đề tài?
- Các nghiên cứu trước đó đã đạt được những kết quả gì?
- Những hạn chế của các nghiên cứu trước đó là gì?
- Liệt kê vài nghiên cứu quan trọng và tóm tắt lại ảnh hưởng của nó trong toàn bộ đề tài.

Phân tóm tắt các nghiên cứu trước đó: Hầu hết các nghiên cứu trước chỉ sử dụng một phương thức chụp hình như chụp tia X vú hoặc siêu âm để phân loại ung thư vú. Nghiên cứu đa phương thức kết hợp cả hai loại hình ảnh cho kết quả phân loại tốt hơn so với đơn phương thức. Độ chính xác phân loại cao nhất của các nghiên cứu đơn phương thức dao động trong khoảng 92-97%. Phương pháp đa phương thức đạt AUC lên tới 0,94. Tuy các nghiên cứu trước có những hạn chế như : Thiếu cơ sở dữ liệu được ghi chú đầy đủ với kết quả sinh thiết cho mỗi khối u ; Chưa xác định được mức độ nghiêm trọng theo phân loại BI-RADS do kích thước dữ liệu nhỏ; Phương pháp để đánh giá mô hình còn tồn kém tính toán như leave-one-out, nhưng đã cho thấy tiềm năng của phương pháp đa phương thức trong phân loại ung thư vú, mở đường cho nhiều nghiên cứu tiếp theo bên cạnh đó khẳng định việc kết hợp hình ảnh từ cả chụp tia X vú và siêu âm giúp cải thiện hiệu quả phân loại đáng kể.

4. Các vấn đề còn tồn đọng:

Câu hỏi gợi mở

- Có những vấn đề nào chưa được giải quyết trong lĩnh vực này?
- Tại sao cần phải giải quyết các vấn đề này?
- Bạn có ý tưởng nào để giải quyết vấn đề này không ?

Phân tóm tắt các vấn đề còn tồn đọng:

Vấn đề chưa được giải quyết trong nghiên cứu: Kích thước dữ liệu thực tế còn nhỏ, cần tăng cường thêm dữ liệu; Chưa xác định được mức độ nghiêm trọng của bệnh theo phân loại BI-RADS do

kích thước dữ liệu nhỏ; Kỹ thuật hiện tại chỉ là bán tự động vì phải trích xuất vùng quan tâm (ROI) thủ công; Các siêu tham số của mô hình SVM và CNN-LSTM được chọn thủ công, chưa tối ưu.

Tại sao cần giải quyết các vấn đề này:

Tăng cường dữ liệu, nâng cao khả năng khái quát hóa của mô hình; Xác định mức độ nghiêm trọng theo BI-RADS giúp đánh giá bệnh lý chính xác hơn, hỗ trợ lâm sàng tốt hơn; Kỹ thuật tự động trích xuất ROI giúp giảm thao tác thủ công, tự động hóa quy trình; Việc tối ưu siêu tham số giúp khai thác tối đa khả năng của mô hình, đạt hiệu suất cao nhất.

Ý tưởng để giải quyết vấn đề:

Thu thập và tăng cường thêm dữ liệu hình ảnh từ nhiều bệnh viện, trung tâm y tế; Tăng số lượng mẫu cho mỗi mức độ nghiêm trọng BI-RADS để mô hình có thể học phân loại; Phát triển thuật toán phát hiện và trích xuất ROI tự động dựa trên kỹ thuật phân đoạn, nhận dạng đối tượng; Kết hợp phân tích và đánh giá của bác sĩ chuyên khoa với dữ liệu hình ảnh để nâng cao hiệu quả chẩn đoán.

5. Mục tiêu và ý nghĩa của nghiên cứu:

Câu hỏi gợi mở

- Nghiên cứu muốn đạt được những gì?
- Tại sao nghiên cứu này quan trọng đối với lĩnh vực nghiên cứu?
- Theo đánh giá của bạn, bài nghiên cứu này đã được bao nhiêu phần trong mong muốn của họ ?

Phân tóm tắt mục tiêu và ý nghĩa của nghiên cứu: Nghiên cứu phát triển một thuật toán phát hiện và phân loại khối u ác tính tại vú bằng cách kết hợp thông tin từ hai phương thức chụp hình chẩn đoán là chụp tia X vú (mammography) và siêu âm. Mục tiêu là khắc phục những hạn chế về độ chính xác và độ tin cậy của các hệ thống chỉ sử dụng một phương thức đơn lẻ. Bằng cách kết hợp đặc trưng hình ảnh từ cả hai loại ảnh, có thể đưa ra đánh giá bệnh lý chính xác hơn. Kết quả này cho thấy việc kết hợp thông tin đa phương thức là hướng đi đúng đắn để nâng cao hiệu năng chẩn đoán ung thư vú bằng công nghệ hỗ trợ máy tính. Tuy nhiên, nghiên cứu vẫn còn một số hạn chế như kích thước dữ liệu nhỏ, chưa xác định mức độ nghiêm trọng theo phân loại BI-RADS, và cần giải thích khả năng diễn giải của mô hình để giúp bác sĩ tin tưởng hơn.

6. Câu hỏi và giả thuyết của nghiên cứu:

Câu hỏi gợi mở

- Những câu hỏi nghiên cứu cụ thể là gì?
- Nghiên cứu có giả thuyết gì cần kiểm chứng?
- Đọc lại phần lịch sử và các vấn đề, bạn nghĩ lý do khiến họ đưa ra các giả thuyết này là gì ?

Phân tóm tắt câu hỏi và giả thuyết của nghiên cứu

Nghiên cứu đặt ra 2 câu hỏi cụ thể:

Liệu việc kết hợp thông tin từ cả mammography và siêu âm có cải thiện hiệu suất phân loại khối u so với chỉ sử dụng một phương thức đơn lẻ?

Mô hình học sâu lai ghép **CNN** và **LSTM** có hiệu quả trong việc khai thác đặc trưng hữu ích từ dữ liệu đa phương thức hay không?

Giả thuyết cần kiểm chứng:

Kết hợp thông tin đa phương thức từ mammography và siêu âm sẽ đem lại kết quả phân loại khối u vú chính xác hơn so với chỉ sử dụng một loại ảnh đơn lẻ.

Mô hình deep-learning kết hợp **CNN** và **LSTM** sẽ có khả năng khai thác đặc trưng hiệu quả từ dữ liệu đa phương thức, dẫn đến kết quả phân loại tốt hơn.

Lý do đưa ra các giả thuyết này:

Dựa trên nghiên cứu tổng quan, các hệ thống phân loại ung thư vú truyền thống chỉ sử dụng một phương thức chụp hình thường gặp vấn đề về độ chính xác và tin cậy thấp. Mammography và siêu âm mang lại những thông tin bổ sung lẫn nhau, do đó kết hợp cả hai sẽ giúp đánh giá bệnh lý một cách toàn diện và chính xác hơn. Bên cạnh đó, các mô hình học sâu như **CNN** và **LSTM** đã chứng tỏ khả năng khai thác đặc trưng mạnh mẽ từ dữ liệu phức tạp, đặc biệt là hình ảnh y tế. Do vậy, kết hợp hai mô hình này trong một kiến trúc lai ghép được kỳ vọng sẽ phát huy tối đa ưu điểm của từng thành phần, mang lại hiệu suất phân loại tối ưu từ dữ liệu đa phương thức.

7. Phạm vi nghiên cứu:

Câu hỏi gợi mở

- Nghiên cứu giới hạn trong phạm vi nào?
- Các yếu tố nào được bao gồm và không được bao gồm trong nghiên cứu?
- Nghiên cứu có tiềm năng mở rộng và phát triển trong tương lai không ?

Phạm vi của nghiên cứu này bao gồm việc sử dụng mô hình học sâu kết hợp (**CNN + LSTM**) để phân loại ung thư vú dựa trên các đặc trưng được rút ra từ hình ảnh chụp X-quang và siêu âm. Các tham số của **SVM** và phương pháp học sâu kết hợp đã được chọn một cách thủ công thông qua các thí nghiệm. Nghiên cứu đã sử dụng các đặc trưng được rút ra từ hình ảnh chụp X-quang và siêu âm, sau đó kết hợp chúng để thực hiện phân loại. Các đặc trưng sau đó được giảm xuống để có được các đặc trưng liên quan hơn thông qua phân tích xác suất thống kê. Qua đó cho thấy, nghiên cứu này có tiềm năng mở rộng và phát triển trong tương lai. Các hướng phát triển có thể bao gồm việc phát triển một thuật toán để tự động trích xuất ROI, sử dụng thuật toán tối ưu hóa để thiết lập các tham số của mô hình, và kết hợp các phát hiện của các bác sĩ chuyên khoa với dữ liệu hình ảnh để phân loại ung thư vú.

8. Phương pháp thử nghiệm và kết quả của nghiên cứu:

Câu hỏi gợi ý:

- Các tác giả trong bài đã sử dụng phương pháp gì để hoàn thành bài nghiên cứu ?
- Theo bạn, phương pháp nghiên cứu có phù hợp với chủ đề bài báo không ?
- Ngoài ra, kết quả mà nghiên cứu đã đạt được là gì ?
- Kết quả đã đạt được có phù hợp với mục tiêu đặt ra ở đề bài không ?

Nghiên cứu sử dụng phương pháp dựa trên việc áp dụng một số kỹ thuật tăng cường dữ liệu và hệ thống phân loại dựa trên hình ảnh siêu âm hoặc mammogram. Đồng thời cho thấy phương pháp nghiên cứu này phù hợp với chủ đề bài báo vì có liên quan đến việc phân loại hình ảnh các khối u vú. Kết quả nghiên cứu cho thấy rằng hệ thống phân loại đã đạt được độ chính xác phân loại cao lên đến **99.35%**. Từ đó cho thấy kết quả đã đạt được phù hợp với mục tiêu đặt ra ở đầu bài là cải thiện độ chính xác của việc phân loại các khối u vú.

9. Tổng quan bài nghiên cứu:

Câu hỏi gợi mở

- Đôi lời tóm tắt nội dung của bài nghiên cứu
- Suy nghĩ của bản thân sau khi đọc bài.

- Bài báo tiếp theo bạn sẽ làm sau khi đọc bài nghiên cứu là gì ?

Bài nghiên cứu này tập trung vào việc phát triển một phương pháp mới để phân loại ung thư vú dựa trên cả hình ảnh siêu âm và mammography. Các đóng góp chính của công trình này bao gồm:

1. Phát triển cơ sở dữ liệu hình ảnh vú hai chế độ thời gian thực mới, bao gồm cả mammogram và siêu âm.
2. Phát triển phương pháp **CAD (Computer-Aided Diagnosis)** để phân loại ung thư vú.
3. Cuối cùng, một mô hình học sâu lai dựa trên sự kết hợp của **CNN (Convolutional Neural Networks)** và **LSTM (Long Short-Term Memory)**. **CNN** được sử dụng như một mô hình trích xuất đặc trưng trong khi **LSTM** được triển khai để thực hiện nhiệm vụ phân loại.

AI VIET NAM – RESEARCH TEAM

Mammography and ultrasound based dual modality classification of breast cancer using a hybrid deep learning approach

March 28, 2024

Date of publication:	05/04/2023
Authors:	Kushangi Atreya , Bikesh Kumar Singhb* , Narendra K. Bodheyc , Ram Bilas Pachorid
Sources:	Biomedical Signal Processing and Control 86(65)
Data sources (if any):	Link of Data Sources or Name of Data Sources
Keywords:	Breast cancer, dual-modality, hybrid deep learning, feature fusion
Summary by:	HELEN ALISSA

Note:

- The sections below may not be included in the research paper, people can add/delete sections depending on the specific article.
- Questions may not contain information in the article, so we have the part of suggested questions to help and support you to implement summary ideas.

1. Introduction:

Suggested questions:

- Why is this topic important?
- What is the object of research and why is it remarkable?
- What is the main goal of the research?
- Let's use some short sentences to summarize the content of the introduction.

Introduction summary: Mammography and Ultrasound-Based Dual Modality Classification of Breast Cancer Using a Hybrid Deep Learning Approach” focuses on improving early breast cancer diagnosis. The study employs a hybrid deep learning algorithm that combines **Convolutional Neural Network (CNN)** and **Long-Short Term Memory (LSTM)** models. The CNN extracts features from mammogram and ultrasound images, while the LSTM helps the model learn how to combine information from both imaging methods. The research was tested on a real-time dataset containing **43** mammogram images and **43** ultrasound images from **31** patients. The proposed bimodal CAD algorithm achieved an impressive classification accuracy of **99.35%** and an area under the receiver operating characteristic curve (AUC) of **0.99**, surpassing traditional unimodal **CAD** systems. This hybrid algorithm has the potential to reduce unnecessary biopsies and enhance clinical applications

2. History and Scenarios:

Suggested questions:

- What is the historical development of the research field?
- What is the current situation of the topic and why is it important?
- Self-recognise the process before, current and after of the research topic and describe it by a paragraph.

The historical and contextual summary highlights the limitations of previous computer-aided diagnosis (**CAD**) systems for breast cancer, which primarily relied on single imaging modalities such as X-rays or ultrasound. These systems often faced accuracy and reliability challenges. However, recent advancements in artificial intelligence and machine learning, particularly the use of deep learning models like **Convolutional Neural Networks (CNNs)** and **Long-Short Term Memory (LSTM)**, have shown promising results. Notably, the trend toward developing multimodal **CAD** systems by combining information from different imaging techniques has proven more effective than using a single image type. This research contributes to advancing breast cancer diagnosis through a multifaceted CAD approach, taking a significant step forward.

3. Previous studies:

Suggested questions:

- Are there any important research projects related to the topic?
- What results have previous studies achieved?
- What are the limitations of previous studies?
- List out some important researches and summarize these impacts on the whole topic.

Previous studies summary:

The summary of previous research reveals that most prior studies focused on using a single imaging modality, such as X-rays or ultrasound, for breast cancer classification. However, multimodal research that combines both mammogram and ultrasound images has shown better classification results than unimodal approaches. The highest accuracy achieved by unimodal studies ranged from **92% to 97%**. In contrast, the multimodal method achieved an impressive AUC of **0.94**. Despite limitations in previous research, such as incomplete annotated biopsy results for each tumor and the lack of severity determination based on BI-RADS classification due to small data sizes, the potential of multimodal approaches for breast cancer classification is evident. This paves the way for further research, emphasizing the significant improvement achieved by combining images from both X-rays and ultrasound.

4. Unresolved issues:

Suggested questions:

- Are there any unresolved problems in this area?
- Why is it necessary to address these issues?
- Do you have any ideas to solve these problems ?

Unresolved issues summary:

1. **Small Real-World Data Size:** The dataset used in this study is relatively small. To enhance the model's generalization ability, collecting and augmenting additional image data from multiple hospitals or medical centers is necessary.

2. **Severity Determination Based on BI-RADS:** Currently, the severity level according to BI-RADS classification has not been fully addressed due to the limited data size. Determining the severity accurately based on BI-RADS can improve diagnostic precision and better support clinical decision-making.
3. **Semi-Automatic ROI Extraction:** The current technique for extracting regions of interest (ROIs) is semi-automatic, involving manual intervention. Developing an algorithm for automatic ROI detection and extraction using segmentation and object recognition techniques can streamline the process and reduce manual effort.
4. **Manual Selection of SVM and CNN-LSTM Hyperparameters:** The hyperparameters for the SVM and CNN-LSTM models were manually chosen. Optimizing these hyperparameters can maximize the model's potential and achieve the highest performance.

Proposed Solutions:

1. **Data Collection and Augmentation:** Gather and augment additional image data from various hospitals and healthcare centers to increase the dataset size and improve model robustness.
2. **Enhanced BI-RADS Severity Classification:** Increase the number of samples for each BI-RADS severity level to enable the model to learn accurate classification.
3. **Automated ROI Extraction:** Develop an algorithm that automatically detects and extracts ROIs using segmentation and object recognition techniques, reducing the need for manual intervention.

5. Objectives and Significance:

Suggested questions:

- What does the research want to achieve?
- Why is this research important to the field?
- In your opinion, how much does this research receive there desire ?

Objectives and Significance summary: The objective and significance summary of this research focuses on developing an algorithm for detecting and classifying malignant breast tumors by combining information from two diagnostic imaging modalities: mammography and ultrasound. The goal is to overcome the limitations of using single unimodal approaches in terms of accuracy and reliability. By extracting image features from both types of images, a more precise assessment of breast pathology can be achieved. The results demonstrate that the multimodal approach is a promising direction for enhancing breast cancer diagnosis using computer-aided technology. However, the study still faces some challenges, including a small dataset size, the need to determine severity according to BI-RADS classification, and the necessity to explain the model's interpretability to instill greater confidence among physicians.

6. Hypothesis:

Suggested questions:

- What are the specific research questions?
- Does the research have any hypotheses that need to be tested?
- Review the history and unsolved issues, what do you think is the underlying reasons for authors to bring these hypotheses ?

Hypothesis summary:

1. Does combining information from both mammography and ultrasound improve the classification performance of breast lesions compared to using a single imaging modality?

2. Is a hybrid deep learning model that combines Convolutional Neural Networks (CNN) and Long-Short Term Memory (LSTM) effective in extracting useful features from multimodal data?

The hypotheses to be tested are as follows:

1. Combining information from both mammography and ultrasound will result in more accurate breast cancer classification compared to using a single imaging modality.
2. The deep-learning model combining CNN and LSTM will efficiently exploit features from multimodal data, leading to better classification results.

The rationale behind these hypotheses is as follows:

1. Traditional breast cancer classification systems using a single imaging modality face challenges in terms of accuracy and reliability. Mammography and ultrasound provide complementary information, and combining both modalities can lead to a more comprehensive and accurate assessment of breast pathology.
2. Deep learning models, such as CNN and LSTM, have demonstrated strong feature extraction capabilities from complex data, especially medical images. Combining these two models in a hybrid architecture is expected to maximize the advantages of each component, resulting in optimal classification performance from multimodal data.

7. Scope:

Suggested questions:

- In what scope is the research limited?
- What factors are and are not included in the study?
- Does the research have the potential to develop in the future ?

Scope summary:

The scope of this research involves using a hybrid deep learning model (CNN + LSTM) to classify breast cancer based on features extracted from X-ray and ultrasound images. The parameters of the SVM and the combined deep learning method were manually selected through experiments. The study utilized features extracted from both X-ray and ultrasound images, combining them for classification. These features were then reduced to more relevant ones through statistical probability analysis. This research demonstrates potential for future expansion and development. Possible directions for further development include creating an algorithm for automatic Region of Interest (ROI) extraction, optimizing parameter settings using an optimization algorithm, and integrating expert findings from medical professionals with image data for breast cancer classification.

8. Experimental method and research result:

Suggested questions:

- Which methods does author use in the research ?
- In your opinion, are these methods suitable for the topic of the research paper ?
- How many results does the research reach ?
- Is the result suitable with the topic mentioned ?

Overview summary: The research utilizes a method based on applying data augmentation techniques and a classification system based on ultrasound or mammogram images. It also demonstrates that this research method is relevant to the topic of classifying breast lesions. The study's results indicate that the classification system achieved a high accuracy rate of 99.35%. This outcome aligns with the initial goal stated at the beginning of the article, which aimed to improve the accuracy of breast lesion classification.

9. Overview:

Suggested questions:

- A few words summarizing the content of the research article.
- Your own thoughts after reading the article.
- What is your next research paper in your reading list ?

Overview summary:

The research paper “Mammography and ultrasound based dual modality classification of breast cancer using a hybrid deep learning approach” focuses on developing a novel method for classifying breast cancer based on both ultrasound and mammography images. The key contributions of this work include:

1. Real-Time Bimodal Image Database: The study creates a new real-time dataset containing both mammogram and ultrasound images. This dataset consists of 43 mammogram images and 43 ultrasound images collected from 31 patients, with 25 benign and 18 malignant images in each group.

2. Computer-Aided Diagnosis (CAD) System: The research develops a Computer-Aided Diagnosis (CAD) system specifically for breast cancer classification. This system aims to overcome the limitations of traditional diagnostic methods, which are prone to human errors and time-consuming.

3. Hybrid Deep Learning Model: The proposed approach combines Convolutional Neural Networks (CNNs) and Long-Short Term Memory (LSTM) networks. CNNs are used for feature extraction, while LSTM networks perform the classification task. This hybrid model utilizes both mammogram and ultrasound images to enhance early breast cancer diagnosis.