A logo with a person holding a book

Description automatically generated

*Bài báo khoa học*

**Phương pháp nén ảnh viễn thám vào cơ sở dữ liệu**

**Nguyễn Thanh Thản, Nguyễn Phước Sơn, Lâm Vĩnh Kiện, Phạm Đình Nam**

Trường Đại Học Tài nguyên và Môi trường TPHCM; 1050070027@sv.hcmunre.edu.vn; 1050070025@sv.hcmunre.edu.vn; 1050070008@sv.hcmunre.edu.vn; [1050070013@sv.hcmunre.edu.vn](mailto:1050070013@sv.hcmunre.edu.vn)

Tác giả liên hệ: [1050070027@sv.hcmunre.edu.vn](mailto:1050070027@sv.hcmunre.edu.vn); Tel: +84-359330075

Ban Biên tập nhận bài: .../…/…; Ngày phản biện xong: …/.../…; Ngày đăng bài: …/…/…

**Tóm tắt**: Trong thời đại dữ liệu lớn, ảnh viễn thám đã trở thành một công cụ không thể thiếu trong nhiều lĩnh vực nghiên cứu và ứng dụng. Từ việc theo dõi biến đổi khí hậu, đánh giá chất lượng đất đai, đến quy hoạch đô thị và quản lý tài nguyên thiên nhiên, dữ liệu ảnh viễn thám cung cấp những thông tin quý giá về Trái Đất. Tuy nhiên, lượng dữ liệu khổng lồ thu được từ các vệ tinh và máy bay không người lái đặt ra những thách thức lớn về lưu trữ và xử lý. Việc nén dữ liệu ảnh viễn thám trở nên cấp thiết để giảm thiểu dung lượng lưu trữ, tăng tốc độ truyền tải và nâng cao hiệu quả tính toán.

**Từ khoá**: Nén ảnh viễn thám; Nén ảnh viễn thám vào Postgres

**1. Giới thiệu**

Dữ liệu ảnh viễn thám đã trở thành một nguồn tài nguyên vô giá, cung cấp những thông tin chi tiết về Trái Đất, từ việc theo dõi biến đổi khí hậu, đánh giá chất lượng môi trường đến quy hoạch đô thị và quản lý tài nguyên thiên nhiên. Tuy nhiên, lượng dữ liệu khổng lồ thu thập được từ các vệ tinh và máy bay không người lái đặt ra những thách thức lớn về lưu trữ, truyền tải và xử lý. **[1]**

Nén dữ liệu là một giải pháp tối ưu để giảm thiểu dung lượng dữ liệu, tăng tốc độ truyền tải và nâng cao hiệu quả tính toán. Bằng cách loại bỏ thông tin thừa hoặc không cần thiết, nén dữ liệu giúp tiết kiệm không gian lưu trữ, giảm chi phí truyền tải và tăng tốc độ xử lý ảnh.

Trong nghiên cứu này, chúng tôi tập trung vào việc áp dụng các kỹ thuật nén dữ liệu vào ảnh viễn thám và lưu trữ chúng trong hệ quản trị cơ sở dữ liệu không gian PostgreSQL/PostGIS. Mục tiêu của nghiên cứu là xây dựng một hệ thống lưu trữ và quản lý dữ liệu ảnh viễn thám hiệu quả, giúp giảm thiểu chi phí và thời gian xử lý dữ liệu, đồng thời đảm bảo chất lượng dữ liệu sau khi nén. Phần còn lại của bài báo được tổ chức như sau: Phần 2, cung cấp một số cơ sở lý thuyết liên quan đến nén ảnh viễn thám. Phần 3, trình bày phương pháp nén ảnh viễn thám. Phần 4, mô tả về dữ liệu và kết quả thực nghiệm. Phần 5, kết luận.

**2. Cơ sở lý thuyết**

**2.1. Khái niệm nén ảnh viễn thám**

Nén ảnh viễn thám là một quá trình quan trọng nhằm giảm kích thước tệp hình ảnh mà không làm mất nhiều thông tin cần thiết. Dưới đây là một số cơ sở lý thuyết chính liên quan đến nén ảnh viễn thám.

**2.2. Nguyên lý nén**

Nén ảnh dựa trên việc loại bỏ các thông tin dư thừa hoặc không cần thiết. Có hai loại nén chính:

Nén mất dữ liệu (Lossy Compression): Làm giảm kích thước tệp bằng cách loại bỏ một số chi tiết mà mắt người có thể không nhận thấy. Các phương pháp như nén JPEG sử dụng các kỹ thuật như biến đổi cosine rời rạc (DCT) để đạt được điều này.

Nén không mất dữ liệu (Lossless Compression): Giữ nguyên tất cả các thông tin của ảnh, cho phép phục hồi hình ảnh ban đầu hoàn toàn. Các phương pháp như nén PNG hoặc nén bằng thuật toán Huffman thường được sử dụng trong trường hợp này.

**2.3. Thuật toán nén**

Thuật toán LZW (Lempel-Ziv-Welch): Một phương pháp nén không mất mát, thường được sử dụng trong định dạng TIF. **[2]**

**Nguyên lý hoạt động của LZW:** LZW là một phương pháp nén dựa trên việc tìm và thay thế các chuỗi ký tự hoặc chuỗi byte lặp lại bằng các mã ngắn hơn. Đây là cách nén theo từ điển, nghĩa là nó xây dựng một bảng mã (từ điển) để thay thế các chuỗi byte lặp lại bằng mã số tương ứng. Mỗi khi một chuỗi lặp lại được phát hiện, thay vì lưu lại toàn bộ chuỗi, LZW chỉ lưu mã số tương ứng, giúp giảm kích thước tệp.

**Cách hoạt động chính:**

**Khởi tạo từ điển (dictionary)**: Thuật toán bắt đầu với một từ điển gồm tất cả các ký tự đơn lẻ có thể xuất hiện trong tệp dữ liệu (thường là 256 ký tự đầu tiên trong bảng ASCII).

**Dò tìm chuỗi**: Đọc từng chuỗi byte từ dữ liệu gốc và so sánh với từ điển.

Nếu chuỗi hiện tại đã có trong từ điển, tiếp tục đọc ký tự tiếp theo và kiểm tra chuỗi mở rộng.

Nếu chuỗi mở rộng không có trong từ điển, thêm chuỗi đó vào từ điển với một mã mới.

**Nén dữ liệu**: Thay thế chuỗi vừa đọc bằng mã số từ từ điển và ghi lại mã đó vào tệp nén.

**Giải nén**: Khi giải nén, thuật toán sử dụng cùng một quá trình tạo từ điển và mã hóa, cho phép khôi phục lại dữ liệu gốc một cách chính xác.

**Ưu điểm của LZW:**

**Không mất dữ liệu**: Dữ liệu gốc được phục hồi hoàn toàn mà không có bất kỳ sự suy giảm chất lượng nào. Điều này rất quan trọng trong các ứng dụng ảnh viễn thám cần độ chính xác cao, như trong phân tích khoa học và địa lý.

**Tương thích rộng rãi**: LZW được hỗ trợ trong các định dạng ảnh phổ biến như TIFF và GIF, giúp dễ dàng tích hợp với nhiều hệ thống và công cụ xử lý hình ảnh.

**Tỷ lệ nén**: Mặc dù tỷ lệ nén của LZW không cao như các phương pháp nén mất dữ liệu (lossy), nó vẫn đạt hiệu quả tương đối tốt đối với các tệp có nhiều chuỗi dữ liệu lặp lại, đặc biệt là với các ảnh chứa nhiều vùng màu sắc giống nhau hoặc không có nhiều chi tiết phức tạp.

**Nhược điểm của LZW:**

**Hiệu suất nén thấp đối với dữ liệu phức tạp**: Nếu ảnh có nhiều chi tiết phức tạp hoặc độ tương phản cao (như ảnh viễn thám có độ phân giải cao hoặc ảnh chứa nhiều dải phổ khác nhau), LZW có thể không đạt được tỷ lệ nén cao.

**Đòi hỏi nhiều bộ nhớ**: LZW cần sử dụng từ điển trong quá trình nén và giải nén, vì vậy với dữ liệu rất lớn, nó có thể yêu cầu nhiều bộ nhớ để duy trì hiệu quả hoạt động.

**3. Phương pháp thực hiện**

Trong bài báo này, chúng tôi sẽ trình bày hai giải pháp nhằm mục đích việc nén ảnh viễn thám. Thứ nhất, chúng tôi sử dụng phương pháp nén ảnh viễn thám theo thuật LZW trước khi thực hiện truy vấn. Thứ hai, chúng tôi thực hiện truy xuất ảnh đã nén.

**3.1. Nén ảnh**

**Minh hoạ thuật toán LZW (Lempel-Ziv-Welch):**

Kỹ thuật nén dữ liệu nhằm bảo toàn dữ liệu ảnh và chắc chắn đảm bảo độ chính xác khi truy xuất dữ liệu.

|  |  |
| --- | --- |
| **A B A B C A B C D A B C D E** | |
| A: 65 | AB: 256 |
| B: 66 | BA: 257 |
| AB: 256 | ABC: 258 |
| C: 67 | CA: 259 |
| ABC: 258 | ABCD: 260 |
| D: 68 | DA: 261 |
| ABCD: 260 | ABCDE: 262 |
| E: 69 |  |

**3.2. Giải nén**

Giải nén ảnh là quá trình phục hồi lại ảnh gốc từ dữ liệu đã nén. Khi sử dụng các phương pháp nén không mất thông tin như LZW (Lempel-Ziv-Welch), giải nén đảm bảo rằng bức ảnh phục hồi sẽ giống hệt với bức ảnh gốc, không có bất kỳ sự mất mát thông tin nào.

**Quy trình giải nén ảnh**

**Đọc dữ liệu đã nén**: Tải dữ liệu đã nén từ tệp hoặc nguồn lưu trữ.

**Giải mã dữ liệu**: Sử dụng thuật toán giải nén tương ứng để phục hồi lại dữ liệu gốc.

**Chuyển đổi lại dữ liệu**: Chuyển đổi dữ liệu byte trở lại định dạng ảnh (như RGB hoặc grayscale).

**Lưu ảnh phục hồi**: Lưu ảnh đã được giải nén vào tệp hoặc hiển thị trên màn hình.

**4. Kết quả thực nghiệm**

**4.1. Thực nghiệm 1**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Ảnh** | **Trước khi nén** | **Sau khi nén** |
| Landsat 8 | 90MB | 92MB |

Khi nén một bức ảnh gốc 90MB bằng phương pháp LZW, chất lượng của bức ảnh **giữ nguyên** mà không bị giảm. Mặc dù kích thước tệp có thể giảm, nhưng thông tin và chi tiết trong bức ảnh vẫn được bảo toàn hoàn toàn. Điều này làm cho LZW trở thành một phương pháp lý tưởng cho việc nén dữ liệu hình ảnh trong các ứng dụng yêu cầu độ chính xác và chất lượng cao.

**4.2. Thực nghiệm 2**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Ảnh** | **Sau khi nén** | **Giải nén** |
| Landsat 8 | 92MB | 90MB |

Giải nén ảnh là quá trình quan trọng để phục hồi dữ liệu gốc từ ảnh đã nén. Sử dụng thuật toán nén không mất thông tin như LZW giúp đảm bảo rằng chất lượng ảnh được giữ nguyên trong quá trình nén và giải nén. Việc triển khai giải nén cần được thực hiện cẩn thận để đảm bảo rằng dữ liệu được khôi phục chính xác.

**5. So sánh các bài báo khác**

Bài báo quốc tế: *High-resolution image compression algorithms in remote sensing imaging*

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0141938223000951>

Mô tả: Bài báo nói về nén ảnh viễn thám bằng cách sử dụng thuật toán JPEG (Joint Photographic Experts Group). Đây là thuật toán nén mất dữ liệu (Lossy Compression Method).

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Tiêu chí** | **LZW** | **JPEG** |
| **Phương pháp** | Nén không mất dữ liệu | Nén mất dữ liệu |
| **Nguyên lý hoạt động** | |  | | --- | |  |  |  | | --- | | - Xây dựng từ điển từ các chuỗi pixel lặp lại - Sử dụng mã hóa các chuỗi dài bằng mã ngắn hơn, giảm kích thước ảnh mà không mất dữ liệu. | | - Dựa trên biến đổi DCT (Discrete Cosine Transform) để chuyển ảnh từ không gian ảnh sang không gian tần số - Lượng tử hóa các giá trị tần số cao, giữ lại tần số thấp quan trọng để giảm kích thước ảnh |
| **Chất lượng ảnh sau khi nén** | Không thay đổi, chất lượng ảnh được bảo toàn tuyệt đối | Giảm đi một phần chất lượng, đặc biệt là chi tiết và độ sắc nét, tùy thuộc vào tỷ lệ nén |
| **Định dạng tệp** | Thường gặp trong các định dạng không mất dữ liệu như GIF, TIFF | Định dạng JPEG/JPG tiêu chuẩn cho ảnh kỹ thuật số và ảnh trên web |
| **Hiệu suất nén ảnh viễn thám** | - Phù hợp cho ảnh cần bảo toàn độ chính xác cao, nhưng kích thước nén không giảm đáng kể với ảnh nhiều chi tiết | - Phù hợp cho ảnh cần giảm kích thước tối đa để truyền tải, nhưng có thể mất chi tiết trong quá trình nén |

**Ghi chú: \***Biến đổi DCT là chuyển các khối 8x8 pixel từ không gian ảnh sang không gian tần số.

**6. Kết luận**

Bài báo đã giới thiệu phương pháp giúp bảo toàn dữ liệu trong việc nén ảnh viễn thám. Phương pháp nén dữ liệu ảnh viễn thám theo thuật toán LZW giúp đảm bảo tính chính xác của dữ liệu. Vì nén không mất dữ liệu nên chất lượng và kích thước ảnh vẫn giữ nguyên hoặc có thể lớn hơn khí lưu vào cơ sở dữ liệu. Thuật toán sẽ phù hợp nén ảnh viễn thám với chất lượng nhỏ.

Lời cảm ơn: Để hoàn thành nghiên cứu này, chúng tôi trân trọng gửi lời cảm ơn đến Ts. Dương Thị Thuý Nga đã góp ý chúng tôi trong quá trình thực hiện nghiên cứu này.

Lời cam đoan: Tập thể tác giả cam đoan bài báo này là công trình nghiên cứu của tập thể tác giả, chưa được công bố ở đâu, không được sao chép từ những nghiên cứu trước đây; không có sự tranh chấp lợi ích trong nhóm tác giả.

**Tài liệu tham khảo**

[1] <https://viet-thanh.vn/tim-hieu-du-lieu-anh-vien-tham-la-gi/>

[2] <https://voer.edu.vn/m/lzw-thuat-toan-nen-du-lieu/8016a37b/>

[3] <https://vjol.info.vn/index.php/TCKHTV/article/view/66876/56456/>