

# XÂY DỰNG PHẦN MỀM XỬ LÝ SỐ LIỆU PHÓNG ĐIỆN KHÍ QUYỂN THU QUA VỆ TINH TRMM

TS. Nguyễn Xuân Anh, TS. Lê Văn Lưu, KS. Lê Việt Huy  
Viện Vật lý địa cầu – TTKHTN và CNQG

## Mở đầu

Việc khai thác số liệu (đặc biệt những số liệu có tính phức tạp như số liệu vệ tinh) thì người sử dụng cần phải hiểu rõ đặc điểm máy móc thiết bị và hoàn cảnh thu nhận số liệu. Người dùng số liệu phải biết cơ chế và đánh giá các nguồn gây nhiễu có thể có. Người sử dụng phải nắm được chu trình, cách thức xử lý số liệu của người cung cấp. Có hiểu biết như vậy thì người sử dụng mới có thể tiến hành dùng nguồn số liệu này để giải quyết bài toán cụ thể của mình một cách hợp lý. Nói chung, việc sử dụng số liệu càng gần với số liệu gốc bao nhiêu thì càng hiệu quả bấy nhiêu.

Thường thì số liệu có thể được cung cấp ở các dạng khác nhau, từ số liệu thô đến số liệu đã qua xử lý (có thể có các mức xử lý khác nhau). Về số liệu phóng điện, NASA cũng có phần mềm xử lý số liệu LIS/OTD Software [2]. Tuy nhiên, để sử dụng phần mềm này phải mua thêm một số phần mềm khác liên quan (như giao diện IDL). Cần phải nói thêm rằng, việc sử dụng phần mềm viết sẵn thường có nhiều hạn chế bởi hai lý do. Thứ nhất, các số liệu đã xử lý hoàn chỉnh sẽ mất đi những thông tin nhất định trong quá trình xử lý. Ngoài ra, trong những phần mềm này có những chức năng xử lý mà người sử dụng cần nhưng không có.

Trong bài báo trước [1], chúng tôi đã giới thiệu phương pháp xử lý sơ bộ dựa trên khai thác số liệu thô HDF. Việc xử lý này có nhiều ưu thế là nắm được các thông tin sâu hơn về số liệu so với việc sử dụng phần mềm có sẵn và có thể linh hoạt giải quyết bài toán cụ thể đặt ra.

Dưới đây, sẽ trình bày đặc điểm chính về hoạt động của bộ cảm biến LIS trong quá trình thu nhận số liệu, các hoàn cảnh môi trường tác động lên hoạt động của nó, các nguồn nhiễu và nội dung chính của phần mềm (tác giả xây dựng). Ý tưởng chủ đạo của phần mềm là can thiệp sâu, làm chủ nguồn số liệu vệ tinh. Công cụ tin học sử dụng ở đây là bộ Microsoft Visual C++6.0.

## 1. Chu trình thu nhận và xử lý số liệu

Quá trình hình thành bộ cảm biến LIS là một quá trình tương tác phức tạp (hình 1). Dựa trên các công trình nghiên cứu trước đây, NASA đã chế tạo ra bộ cảm biến này với một số yêu cầu kỹ thuật nhất định. Trước khi phóng lên vệ tinh, người ta tiến hành chuẩn hóa để kiểm tra chất lượng bộ cảm biến. Sau khi được phóng lên vệ tinh, bộ cảm biến đo đạc và gửi số liệu về trái đất. Ở mặt đất, người ta tiến hành xử lý hay so sánh với các nguồn số liệu khác để đánh giá hiệu quả của thiết bị. Kết quả thu được có thể lại chứa những thông tin để điều chỉnh hoạt động của thiết bị sao cho hiệu quả hơn (ví dụ như sự cần thiết phải chỉnh lại ngưỡng tín hiệu). Sau đây trình bày chi tiết hơn về chu trình này.

### a. Hoạt động của bộ cảm biến LIS trên quỹ đạo

Bộ cảm biến LIS gồm có kính quang học 80x80, bộ lọc dải hẹp thu năng lượng ở bức xạ của ô-xy OI (1) 777,4 nm. Tại mặt phẳng tiêu cự của kính đặt lưới 128x128 CCD, cùng với các thiết bị điện tử khuếch đại lên đến biên độ thích hợp.

Bộ vi xử lý sự kiện theo thời gian thực (real-time event processor) bao gồm các phân xác định tín hiệu nền (background signal estimator), loại bỏ nền (background remover), mức ngưỡng tín hiệu phóng điện (lightning event thresholder), bộ lọc sự kiện (event selector), và phân biệt tín hiệu (signal identifier). Nhiệm vụ của bộ phận này là giải quyết bài toán như thế nào gọi là sự kiện. Tại đây, số liệu được qua các bộ lọc, loại nhiễu trước. Ví dụ, người ta tính đến sự khác biệt giữa ban ngày và ban đêm và như vậy, ngưỡng nền và ngưỡng tín hiệu phải thay đổi sao cho hợp lý. Cơ sở vật lý của bộ lọc là dựa trên tính chất của bức xạ do phóng điện sét phát ra khác với bức xạ nền do ánh nắng mặt trời, và sự khác nhau căn bản giữa tín hiệu nền và phóng điện về thời gian, không gian và phổ để phân tích...

Mức tín hiệu ở một phần tử CCD vượt ngưỡng cho trước thì bộ vi xử lý sự kiện trên coi như đã xảy ra sự kiện. Sự kiện cùng với các thông tin khác như tín hiệu nền, thông tin hoạt động, trạng thái của vệ tinh sẽ được gửi về trái đất.

Phần mềm xử lý của bộ phận vi xử lý này có thể thay đổi điều chỉnh để sao cho hoạt động của bộ cảm biến có hiệu quả nhất.

### **b. Xử lý tín hiệu dưới mặt đất**

Sau khi xử lý trên quỹ đạo, tín hiệu được gửi về trái đất và phân tích tiếp. Tín hiệu từ vệ tinh được giải mã, lọc, phân dạng lớp và tạo thành dạng file HDF.

- Bộ phận lọc: Những tín hiệu bị lặp hai lần (dedupe); tín hiệu chậm pha (do bộ phận đọc ra từ CCD (ghost) khi có một phần tử quá sáng nên đột đọc tiếp theo chưa chuyển kịp về ngưỡng); nhiễu đọc theo nhóm do tràn CCD (lollypop); nhiễu do có hạt năng lượng cao, chẳng hạn như khi đến khu vực Nam Đại Tây Dương có nhiều hạt năng lượng cao gây nhiễu...
- Bộ phận chuyển tọa độ: từ các thông tin về hoạt động của vệ tinh, vị trí của các sự kiện được chuyển hóa thành tọa độ dưới mặt đất.
- Bộ phận phân loại: sau khi lọc xong người ta tiến hành phân loại theo định nghĩa. Dựa trên những đặc tính của phóng điện mà loại bỏ những phần tín hiệu được coi là nhiễu. Thành lập những tiêu chuẩn lỗi. Loại bỏ nhiễu và nhớ những thông số để người sử dụng biết được về quá trình này. Trong quá trình này người ta tiến hành đánh giá, chuẩn hóa thiết bị dựa trên những kiến thức đã biết, ví dụ như tiến hành so sánh chúng với các nguồn số liệu thu qua các thiết bị khác để đánh giá về hiệu quả phát hiện phóng điện khi vệ tinh đi qua các khu vực khác nhau trên quả đất...
- Tạo file HDF: Sau khi các quá trình trên được hoàn tất, số liệu sẽ được ghi dưới dạng file HDF. File bao gồm các thông số điểm về phóng điện, nhóm, sự kiện, các thông tin về đặc điểm quá trình khi thu nhận các điểm này, thời gian quan sát, các thông tin về trạng thái của vệ tinh.

## **2. Nội dung phần mềm**

Phần mềm được xây dựng để thực hiện các nhiệm vụ chính sau đây:

- Xây dựng giao diện hiển thị thông tin trạng thái vệ tinh: tọa độ, tốc độ, trạng thái phân cứng, trạng thái bộ phận xử lý, đặc điểm của môi trường xung quanh trong quá trình thu nhận số liệu;
- Đọc các sự kiện và thông số của chúng như các ngưỡng mở, vị trí tọa độ, ngưỡng nền, vị trí sự kiện trên CCD, trạng thái chu trình xử lý;
- Phân tích theo sự kiện, nhóm, và phóng điện. Dùng phương pháp ảnh động (animation) để hiển thị nhóm, phóng điện trong thời gian thực để đánh giá sự phát triển;

- Nghiên cứu các đặc trưng khác của sự kiện, nhóm hay phóng điện. Cụ thể tính diện tích vùng, thống kê năng lượng bức xạ, độ dài thời gian của nhóm, phóng điện hay vùng;
- Nghiên cứu mật độ phóng điện, nhóm hay sự kiện trong thời gian. Lập lưới tọa độ thích hợp (có thể thay đổi bởi người sử dụng phần mềm) để tính toán các đại lượng nói trên.

### 3. Cấu trúc thông tin đầu vào

Nhóm 1: Các thông tin chung về quỹ đạo:

- Thời gian bắt đầu quỹ đạo,
- Thời gian kết thúc,
- Kinh vĩ độ bắt đầu,
- Kinh vĩ độ kết thúc,
- Số lượng các điểm ghi nhận số liệu,
- Số lượng các thông báo về hoạt động của vệ tinh.

Nhóm 2: Thông tin về vệ tinh theo thời gian:

- Vị trí vệ tinh,
- Tốc độ bay,
- Ma trận biến đổi,
- Góc hướng so với mặt trời,
- Vectơ trạng thái:
  - Flag báo chung,
  - Flag vệ tinh,
  - Flag môi trường,
  - Flag phần mềm xử lý.

Nhóm 3: Các lớp số liệu

*Lớp 1: Sự kiện*

- Thời gian xảy ra sự kiện,
- Vị trí tọa độ,
- Thời gian mà vị trí sự kiện nằm trong ống kính,
- Vị trí CCD tạo nên sự kiện,
- Năng lượng bức xạ của sự kiện: E là năng lượng bức xạ phát ra do phóng điện trong khoảng thời gian là 2ms,
- Diện tích sự kiện bao phủ,
- Ngưỡng tín hiệu nền,
- Biên độ tín hiệu gốc mà thiết bị chỉ,
- Ngưỡng sử dụng để coi đó là sự kiện,
- Flag dự báo cho sự kiện,
- Độ tin cậy (tỷ lệ tín hiệu đối với nhiễu, cách so sánh tín hiệu với nền).

*Lớp 2: Nhóm*

- Thời gian xảy ra nhóm,
- Vị trí tọa độ trung tâm nhóm,
- Thời gian mà vị trí nhóm nằm trong ống kính,
- Năng lượng bức xạ của nhóm đã được chuẩn hóa,
- Diện tích nhóm bao phủ,

- Độ tròn của nhóm,
- Các sự kiện cấu thành nhóm,
- Ngưỡng tín hiệu nhóm sử dụng,
- Flag dự báo cho nhóm,
- Độ tin cậy (tỷ lệ tín hiệu đối với nhiễu, cách so sánh tín hiệu với nền).

#### *Lớp 3: Phóng điện*

- Thời gian xảy ra phóng điện,
- Vị trí tọa độ trung tâm phóng điện,
- Thời gian giữa nhóm đầu tiên của phóng điện đến nhóm cuối cùng,
- Thời gian mà vị trí phóng điện nằm trong ống kính,
- Năng lượng bức xạ của phóng điện đã được chuẩn hóa,
- Diện tích phóng điện bao phủ,
- Độ tròn của phóng điện,
- Các nhóm cấu thành phóng điện,
- Ngưỡng tín hiệu phóng điện sử dụng,
- Flag dự báo cho phóng điện,
- Độ tin cậy (tỷ lệ tín hiệu đối với nhiễu, cách so sánh tín hiệu với nền).

#### *Lớp 4: Vùng*

- Thời gian xảy ra vùng,
- Vị trí tọa độ trung tâm vùng,
- Thời gian giữa phóng điện đầu tiên của vùng đến phóng điện cuối cùng,
- Thời gian mà vị trí vùng nằm trong ống kính,
- Năng lượng bức xạ của vùng đã được chuẩn hóa,
- Diện tích vùng bao phủ,
- Độ tròn của vùng,
- Các phóng điện cấu thành vùng,
- Ngưỡng tín hiệu vùng sử dụng,
- Flag dự báo cho vùng,
- Độ tin cậy (tỷ lệ tín hiệu đối với nhiễu, cách so sánh tín hiệu với nền).

#### *Lớp 5: Các tín hiệu nền 12bit ảnh 128x128 điểm*

### 4. Các menu chính của phần mềm

#### *a. File:*

- Open orbit: là một hộp thoại chọn các files đầu vào.
- Nhìn ảnh raster nhanh để có thể quan sát ngay đường đi của vệ tinh trên bản đồ (hình 2).
- Exit: giải phóng bộ nhớ.

*b. Preferences (hình 3):* ở đây là các phân thông số đọc phân nào của dữ liệu, các thông số biên vùng quan sát, màu hiển thị, bản đồ gốc sử dụng. Những thông số này có thể thay đổi phù hợp với quá trình xử lý.

#### *c. Analyse (phân tích)*

(1) Phân tích flash đơn lẻ theo khu vực cho trước.

- Ảnh khu vực gồm có chấm điểm là vị trí trung tâm các flash.

- Thông tin chung: có bao nhiêu quỹ đạo rơi vào catalog này có phóng điện xảy ra tại khu vực nghiên cứu. Trong vùng có bao nhiêu phóng điện, nhóm sự kiện. Ngoài ra, có thể tính toán thống kê các số liệu như số hiện tượng trung bình, diện tích trung bình, năng lượng bức xạ trung bình.
- Trong listbox khi ấn nút hiện lên từng phóng điện cụ thể. Khi ấn cụ thể vào từng phóng điện sẽ hiện hộp thoại cho thông tin cụ thể về các sự kiện, có thể thông qua giao diện ảnh động để xem sự phát triển của nó (hình 4).

(2) Phân tích các cấu trúc số liệu trong thời gian cho trước và vùng cho trước.

- Đầu tiên, chọn khu vực và chọn một tập file, ấn nút analyse density thì trên màn hình xuất hiện chấm điểm trung tâm của các flash, sau đó hiển thị có bao nhiêu flash trong từng khu vực.
- Tính toán các giá trị về flash, ví dụ độ dài trung bình, năng lượng trung bình...
- Hiển thị sự kiện, hay phóng điện. Các thông tin này có thể in ra để so sánh.
- Tính toán mật độ phóng điện trong khu vực Việt Nam. Trên bản đồ lập lưới và tính mật độ phóng điện (thuật toán sử dụng như trong [1]).

Ngoài các phần nêu trên còn có phần xem (View) và hướng dẫn sử dụng (Help).

## 5. Kết luận

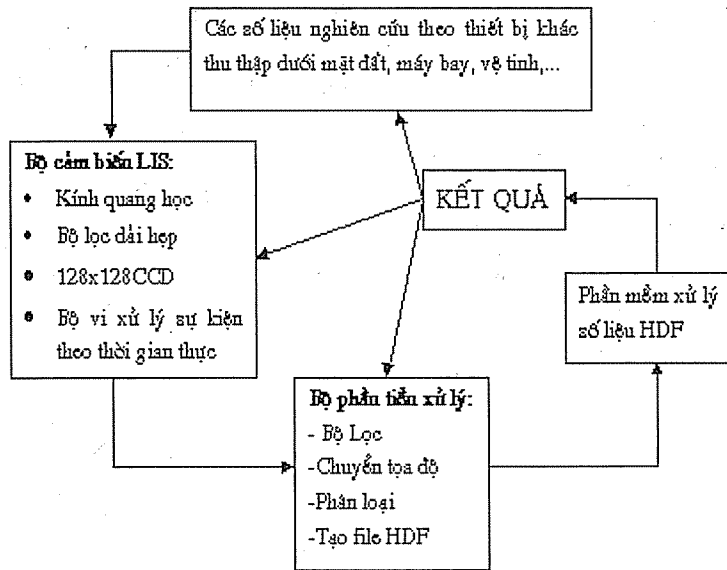
Phần mềm VNLI Software nói trên có thể sử dụng tốt trong việc khai thác, xử lý số liệu phóng điện qua vệ tinh TRMM, cho phép can thiệp sâu vào số liệu này. Ngoài các chức năng như xác định mật độ phóng điện, phần mềm còn giải quyết một số bài toán khác như sự hình thành và phát triển của phóng điện trong từng cơn dông cụ thể khi có vệ tinh đi qua. Phần mềm cũng có thể sử dụng trong mục đích so sánh với các nguồn số liệu khác về phóng điện thu thập trên mặt đất.

Khi làm việc với một trường số liệu có cấu trúc phức tạp thì phần mềm cần có thêm thời gian để hoàn thiện. Nhiệm vụ thời gian tới là khai thác triệt để hơn từng trường số liệu trong file HDF, nghiên cứu mối liên quan giữa các trường số liệu này khi vệ tinh đi qua lãnh thổ của Việt Nam.

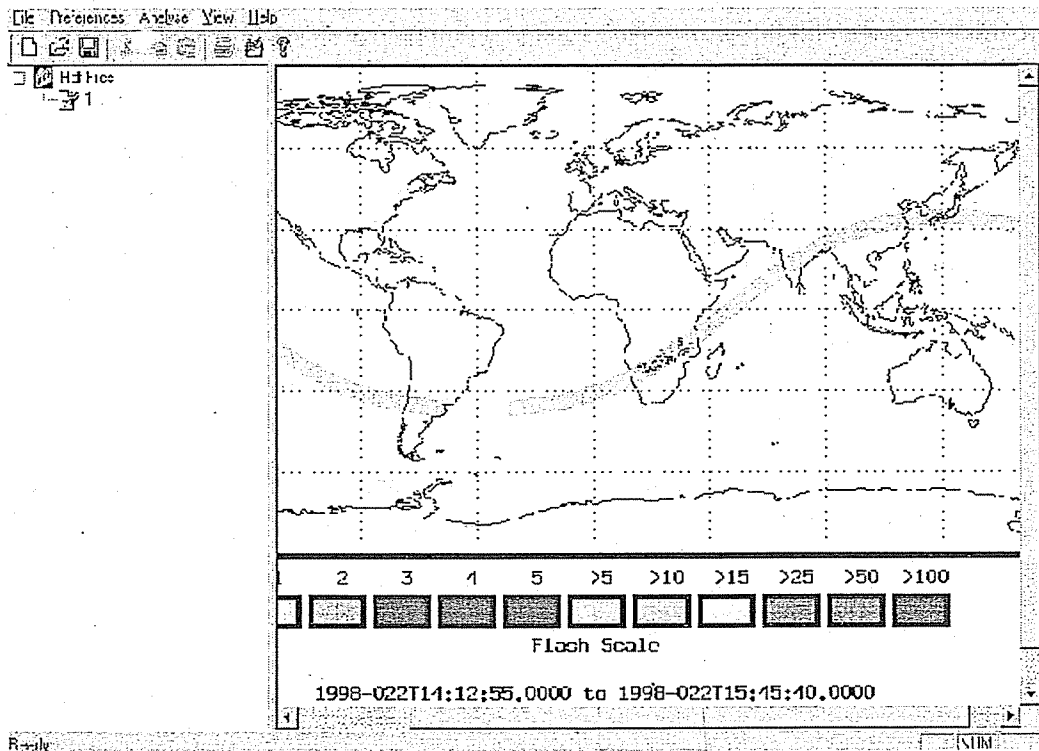
Lời cảm ơn: bài báo được hoàn thành với sự hỗ trợ kinh phí của Hội đồng Khoa học tự nhiên năm 2001.

## Tài liệu tham khảo

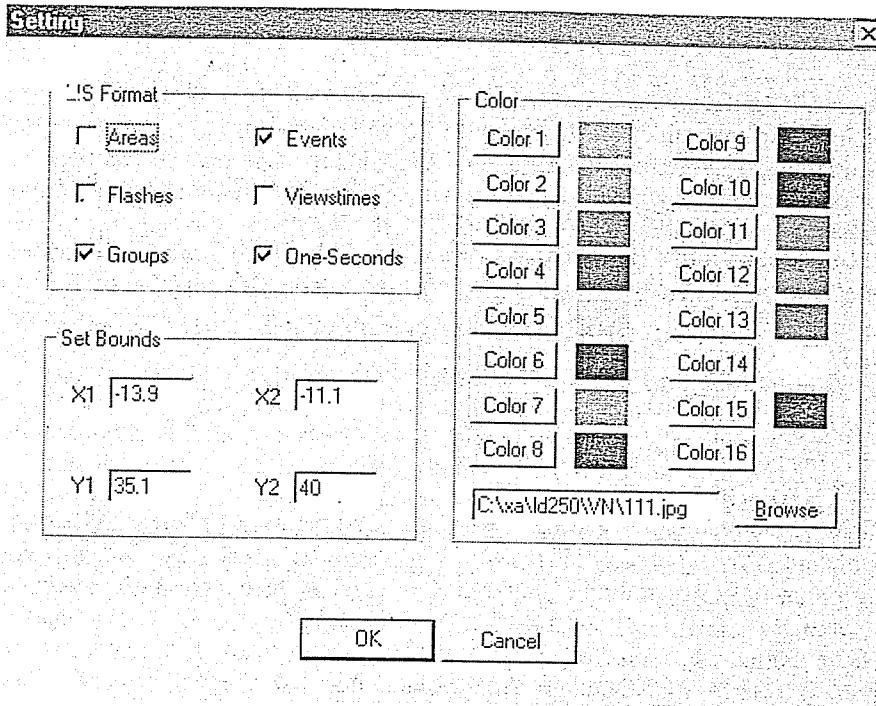
1. Nguyễn Xuân Anh, Lê Văn Lưu, Lê Việt Huy. Đánh giá sơ bộ số liệu phóng điện trên lãnh thổ Việt Nam thu thập qua vệ tinh. *Tạp chí các khoa học về trái đất số 3, 2002.*
2. D. J. Bocippio, K. T. Driscoll, J. M. Hall, D. E. Buechler, *LIS/OTD Software Guide*. Global Hydrology and Climate Center, 1998.



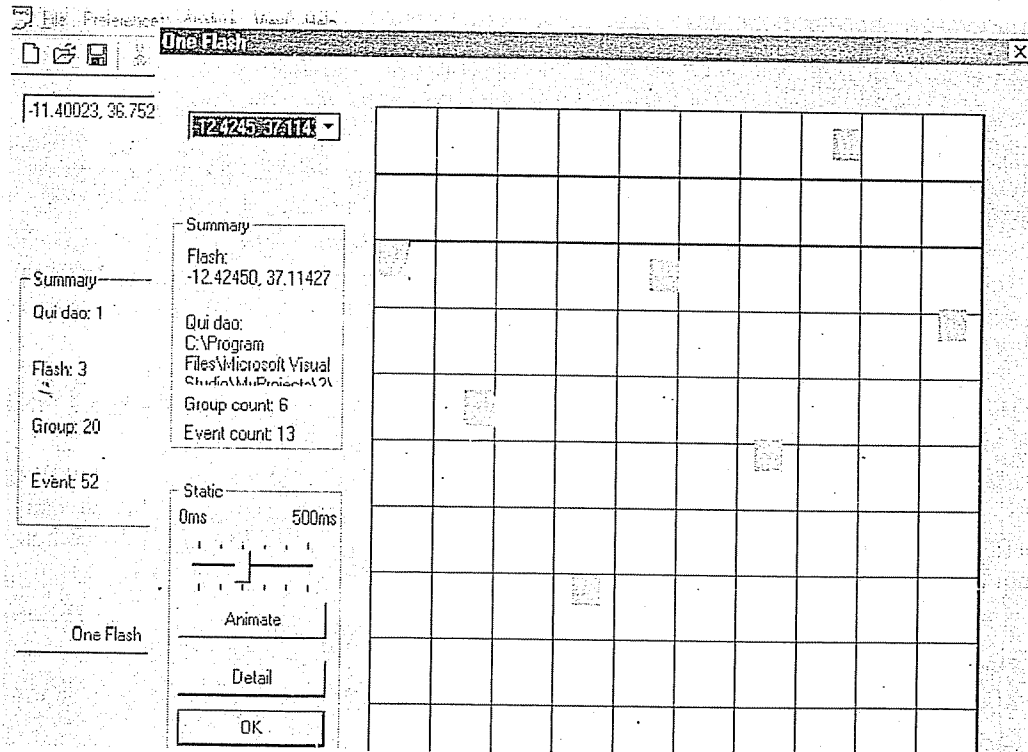
Hình 1. Sơ đồ quá trình hình thành, kiểm định và chuẩn hóa Bộ cảm biến LIS.



Hình 2. Xem quỹ đạo vệ tinh



Hình 3. Hộp thoại thay đổi tính chất



Hình 4. Giao diện ảnh động của một phóng điện