



Ứng dụng phương pháp radar giao thoa (Psinsar) xử lý ảnh Sentinel1 xác định biến dạng bề mặt đất khu vực thị xã Mường Lay - Điện Biên

Nguyễn Đức Anh*, Phạm Thanh Hải, Nguyễn Trung Thành, Nguyễn Công Quân, Bùi Phương Thảo
¹Viện Các khoa học Trái đất, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

*Email tác giả liên hệ: nguyenducanh237@gmail.com

doi.org/10.5281/zenodo.17042742

Tóm tắt:

Radar giao thoa là một kỹ thuật được sử dụng rộng rãi để đo lún mặt đất và đã cho thấy khả năng xây dựng bản đồ biến dạng bề mặt đất cho một khu vực lớn với độ chính xác cao. Nghiên cứu này trình bày phương pháp Radar giao thoa tán xạ cố định (PSInSAR- Persistent Scatterer Interferometric Synthetic Aperture Radar) xác định vận tốc biến dạng bề mặt địa hình cho khu vực thị xã Mường Lay – Điện Biên dựa vào dữ liệu ảnh Sentinel 1, quỹ đạo Ascending với 50 ảnh thời gian từ năm 2018 đến năm 2022. Kết quả nghiên cứu chỉ ra biến dạng bề mặt địa hình với 20.493 điểm PS giá trị từ -8.1 mm/năm đến 7.4 mm/năm trên toàn bộ khu vực thị xã Mường Lay. Giá trị các điểm PS phân bố trên các khu dân cư dọc theo suối Nậm Lay thuộc khu vực thị xã Mường Lay cho thấy có khu vực biểu hiện của việc dịch chuyển lún xuống (giá trị âm) và khu vực dịch chuyển trôi lên (giá trị dương). Các kết quả này cung cấp cơ sở để xác định nguyên nhân biến đổi bề mặt địa hình và đề xuất các giải pháp phòng ngừa, giảm thiểu thiệt hại tại thị xã Mường Lay – Điện Biên trong các nghiên cứu chuyên sâu tiếp theo.

Từ khóa: Mường Lay, PSInSAR, StamPS, SNAP

Ngày nhận bài: 10/08/2025 Ngày sửa lại: 18/08/2025 Ngày chấp nhận đăng: 20/08/2025 Ngày xuất bản: 30/08/2025

Application of Persistent Scatterer Interferometric SAR (PSInSAR) Method for Processing Sentinel-1 Images to Detect Surface Deformation in Muong Lay Town, Dien Bien Province

Nguyen Duc Anh*, Pham Thanh Hai, Nguyen Trung Thanh, Nguyen Cong Quan, Bui Phuong Thao
Institute of Earth Sciences, Vietnam Academy of Science and Technology

*Corresponding Author Email: nguyenducanh237@gmail.com

Abstract:

Interferometry (InSAR) is a technique to measure ground subsidence and has ability to building ground subsidence map on a large spatial scale with high accuracy from space. This study presents the Persistent Scatterer Interferometric Synthetic Aperture Radar (PSInSAR) method to determine the surface deformation velocity of the terrain in Muong Lay town – Dien Bien province, based on Sentinel-1 ascending orbit data with 50 images acquired from 2018 to 2022. The results reveal surface deformation in the Muong Lay area with 20.493 PS points, ranging from -8.1 mm/year to 7.4 mm/year. The distribution of PS values across residential areas along the Nam Lay stream within Muong Lay town indicates zones experiencing downward subsidence (negative values) as well as uplift (positive values). These findings provide a basis for identifying the causes of terrain surface changes and for proposing preventive measures to mitigate damages in Muong Lay town, Dien Bien province, in future in-depth studies.

Keywords: Mường Lay, PSInSAR, StamPS, SNAP

Submission received: 10/08/2025

Revised: 18/08/2025

Accepted: 20/08/2025

Published: 30/08/2025

1. Mở đầu

Biến dạng bề mặt đất hiện nay là một trong những dạng tai biến ảnh hưởng trực tiếp đến đời sống của người dân. Các hiện tượng trượt lở đất, sụt lún trong khu vực có biến dạng bề mặt đất thường ảnh hưởng và gây thiệt hại nghiêm trọng trong đời sống của người dân. Nghiên cứu biến dạng bề mặt đất trở thành một trong những nhiệm vụ quan trọng trong phát triển kinh tế - xã hội. Hiện nay, nghiên cứu biến dạng bề mặt đất bằng các phương pháp khác nhau bao gồm nhóm các phương pháp đo đạc truyền thống tại hiện trường và nhóm các phương pháp ứng dụng viễn thám và GIS.

Trên thế giới, với sự phát triển của công nghệ radar vệ tinh, cùng với sự ra đời của phương pháp radar giao thoa đã cho phép nghiên cứu biến dạng bề mặt đất trên khu vực không



gian rộng với độ chính xác đạt tới milimet. Nguyên lý của giao thoa radar là thông qua xử lý cặp ảnh của một hoặc hai vệ tinh thu nhận ảnh trên cùng một khu vực và ở hai thời điểm khác nhau, cùng một băng tần dựa trên giá trị lệch pha của cặp ảnh radar. Pha giao thoa có thể được tạo thành khi một cặp ảnh với thời gian giãn cách rất ngắn, lúc này địa hình không có thay đổi và pha giao thoa chỉ chứa pha của địa hình. Nhưng nếu khoảng thời gian giãn cách lớn, địa hình thay đổi thì pha giao thoa lúc đó sẽ bao gồm pha địa hình và pha thay đổi của địa hình.

Công nghệ radar giao thoa vi phân (DInSAR – Differential InSAR) đầu tiên được ứng dụng với ảnh Seasat để nghiên cứu những thay đổi nhỏ về độ cao trên một vùng rộng 50 km ở thung lũng Imperial, California, Mỹ. Chatterjee và cộng sự đã nghiên cứu tình trạng lún bề mặt đất do khai thác nước dưới đất bằng công nghệ Ra-đa giao thoa áp dụng cho thành phố Calcutta, Ấn Độ với dữ liệu từ năm 1992 tới 1998. Fruneau và nnk nghiên cứu sụt lún do khai thác nước dưới đất ở Pa-ri (Pháp) với 40 ảnh ra-đa, 87 điểm đo các đặc trưng của khí quyển và 670 điểm đo sụt lún tại mặt đất. Nghiên cứu đã hạn chế được nhược điểm của phương pháp ra-đa giao thoa là bị ảnh hưởng do sự khác biệt về khí quyển giữa hai lần chụp. López-Quiroz và cộng sự đã nghiên cứu sụt lún ở thành phố Mê-xi-cô (Mê-xi-cô) từ năm 2002 tới 2007 bằng công nghệ ra-đa giao thoa vệ tinh. Với 14 tấm ảnh RadarSat-1 độ phân giải 8.9 m từ tháng 10/2005 tới 10/2009, mô hình số địa hình từ ra-đa giao thoa (SRTM- Shuttle Radar Topography Mission) độ phân giải 90 m, các điểm đo lún mặt đất và sử dụng phương pháp ra-đa giao thoa tán xạ cố định (PSI- Permanent Scatterers Interferometry), 40 ảnh giao thoa đã được thành lập cho thành phố Băng-Cốc nhằm nghiên cứu lún mặt đất.

Ứng dụng kỹ thuật SAR giao thoa nghiên cứu biến dạng bề mặt địa hình tại nước ta đã được ứng dụng tương đối rộng rãi và tập trung tại khu vực thành phố lớn như Hà Nội, thành phố Hồ Chí Minh và một số đô thị lớn dọc ven biển nước ta.

Nghiên cứu của Lê Văn Trung và Hồ Tống Minh Định [3] kết hợp với dữ liệu DEM-SRTM, tiến hành xử lý giao thoa theo kỹ thuật InSAR và thử nghiệm tiếp kỹ thuật xử lý PSInSAR với các ảnh vệ tinh ERS-1 và ERS-2 (đều cho khu vực thành phố Hồ Chí Minh). Nghiên cứu của Trần Văn Anh và nnk [6], năm 2007 đã sử dụng ảnh JERS-1 kênh L các năm 1995 và 1998 cho nghiên cứu sụt lún đất khu vực nội đô và phụ cận Hà Nội đã sử dụng dữ liệu đo lún tại các trạm mặt đất so sánh và chuẩn hoá với kết quả từ ảnh giao thoa. Nghiên cứu của Đặng Vũ Khắc và nnk, 2013 [7] sử dụng 22 ảnh ALOS PALSAR (kênh sóng L) trong giai đoạn 2/2007-2/2011 với phương pháp giao thoa đa thời gian StaMPS/MTI, phương pháp này tổ hợp cả hai cách tiếp cận Persistent Scatterers và Small Baseline để tách ra dấu hiệu biến dạng tại các điểm ảnh và làm tăng tỷ số tín hiệu/nhiều. Nghiên cứu của Trần Quốc Cường và nnk [1] ứng dụng công nghệ radar giao thoa để nghiên cứu xác định lún cho thành khu vực trung tâm phố Hà Nội thời gian từ năm 2000 đến 2014, đề tài mã số DTDL.2012 – T/28 sử dụng dữ liệu ảnh TerraSAR-X và ảnh Cosmo Skymed với bước sóng 3.1cm (kênh X) xác định biến dạng bề mặt đất giai đoạn 2011 – 2014 qua hai phương pháp PSInSAR và phương pháp SQueueSAR. Tuy nhiên hai dữ liệu trên đều là dữ liệu ảnh thương mại với chi phí rất lớn. Gần đây, nghiên cứu cơ sở khoa học và đề xuất giải pháp cảnh báo sớm tai biến sụt đất, trượt lở, lũ quét, lũ bùn đá miền Bắc Việt Nam bằng công nghệ viễn thám và dữ liệu về cấu trúc địa chất” mã số VT-UD.05/18-20 của Trần Quốc Cường và nnk (2021) [2] đã xác định biến dạng bề mặt đất cho khu vực trung tâm Cẩm Phả - Quảng Ninh thông qua ảnh radar Sentinel là ảnh miễn phí được cung cấp bởi cơ quan Vũ trụ châu Âu (ESA – European Space Agency thông qua phương pháp xử lý PSInSAR.

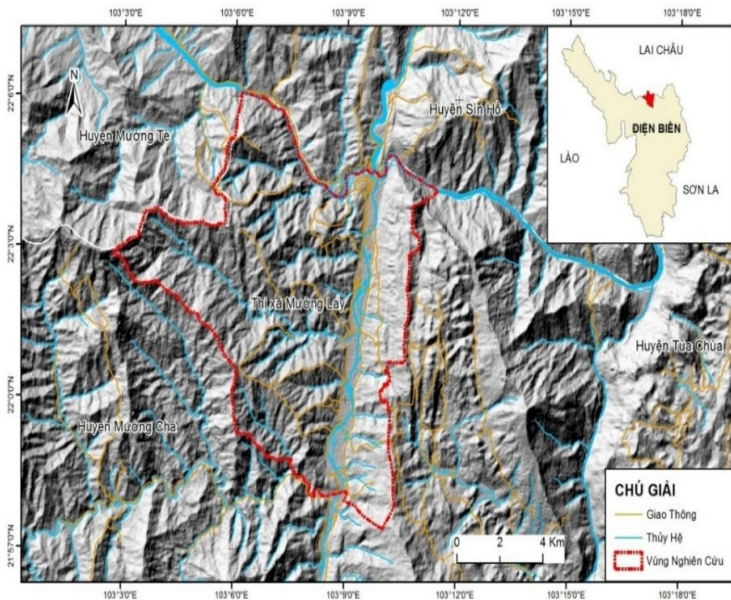
Trong bài báo này, tác giả sử dụng tư liệu ảnh Sentinel thông qua phương pháp PSInSAR để xác định biến dạng bề mặt đất cho một khu vực thuộc miền núi phía Bắc là thị xã Mường Lay – Điện Biên.

2. Phạm vi khu vực nghiên cứu và số liệu sử dụng

Thị xã Mường Lay nằm ở phía bắc tỉnh Điện Biên, cách thành phố Điện Biên Phủ 103 km về phía bắc, cách trung tâm thủ đô Hà Nội 576 km về phía tây bắc, có vị trí địa lý:

Phía bắc giáp huyện Nậm Nhùn và huyện Sìn Hồ, tỉnh Lai Châu qua sông Đà, các phía còn lại giáp huyện Mường Chà.

Thị xã Mường Lay có diện tích 112,67 km², gồm 3 đơn vị hành chính cấp xã trực thuộc, bao gồm 2 phường: Na Lay, Sông Đà và xã Lay Nưa.



Về địa chất, khu vực Mường Lay có cấu trúc chính phương á kinh tuyến với hệ đứt gãy lớn (đứt gãy Lai Châu-Điện Biên) cung phương á kinh tuyến, ở đây gồm các thành tạo Paleozoi- Mezozoi gồm đá lục nguyên, lục nguyên-cacbonat và đá biến chất. Chiều dày vỏ phong hóa thay đổi từ 0- 20-30m, Kiểu vỏ phong hóa chủ yếu là Sapolit, ferosialit.

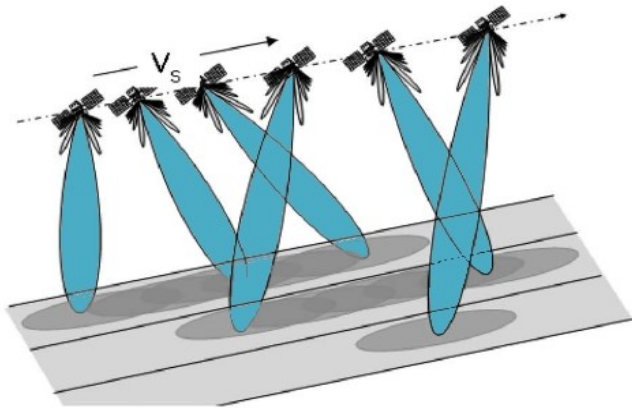
Hình 1. Sơ đồ khu vực nghiên cứu

Địa hình trong khu vực phân dị mạnh với độ chia cắt sâu lớn 500-800m, chia cắt ngang mạnh với dòng chảy cấp 1 chiếm đa số, mạng lưới sông suối dạng cành cây đặc trưng với hình thái lưu vực hình chữ nhật. Độ dốc sườn lớn với dạng sườn thẳng, phát triển nhiều vách dốc đứng.

2.1. Cơ sở dữ liệu

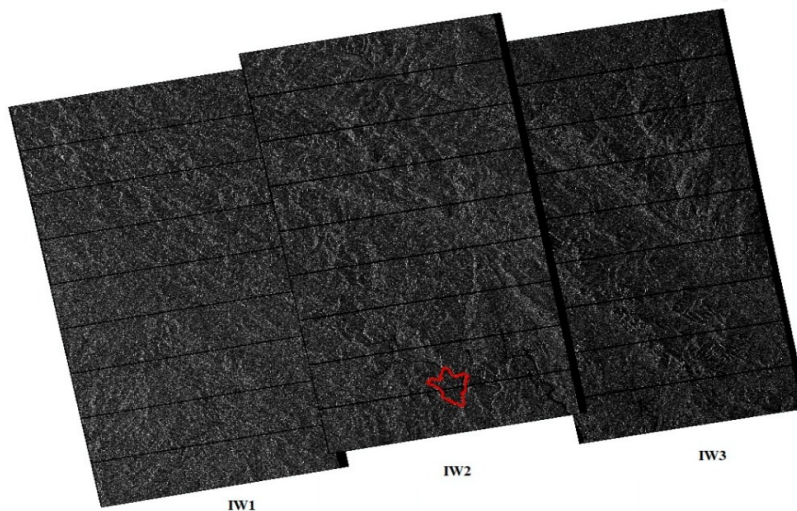
- Dữ liệu ảnh radar: Trong nghiên cứu, sử dụng ảnh Sentinel từ vệ tinh Sentinel-1 thuộc chương trình Copernicus đã được đưa lên quỹ đạo ngày 3/4/2014. Dữ liệu Sentinel-1 hiện nay hoàn toàn miễn phí, trong phạm vi vùng nghiên cứu của đề tài, dữ liệu ảnh sentinel được download về từ trang web: <https://scihub.copernicus.eu/> Dữ liệu ảnh khu vực nghiên cứu với 50 ảnh, phân cực VV và quỹ đạo Ascending. Thời gian từ năm 2018 đến 2022.

Ảnh Sentinel-1 được sử dụng trong nghiên cứu này là ảnh thu nhận ảnh dạng Interferometric Wide (IW). Dữ liệu với độ dài 250 km ở độ phân giải không gian 5 m x 20 m (nhìn đơn). Chế độ IW chụp ba dải phụ thông qua công nghệ quét lũy tiến TOPSAR (The Terrain Observation with Progressive Scans SAR).



Mỗi ảnh thu nhận được đều có ba vệt dọc ảnh subswaths IW, được đánh dấu IW1, IW2, IW3 từ phải qua trái. Trong mỗi IW có 9 đến 10 burst tùy từng khu vực nghiên cứu. Vùng Mường Lay – Điện Biên thuộc subswaths IW2, burst từ 1 – 2.

Hình 2. Chế độ thu nhận của TOPSAR Sub-Swath.



Hình 3. Dải chụp và burst ảnh khu vực nghiên cứu Mường Lay – Điện Biên

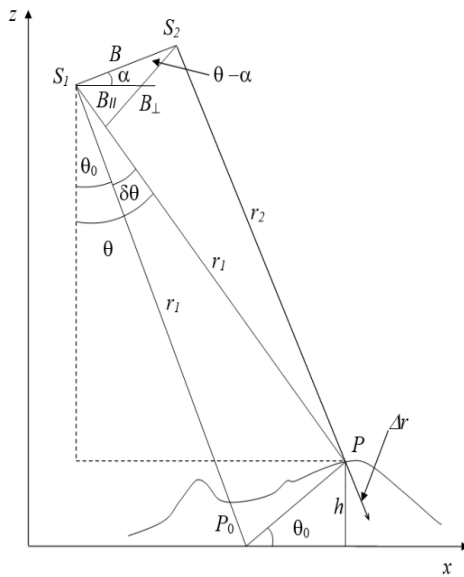
Bảng 1. Tập hợp ảnh quỹ đạo Ascending khu vực Mường Lay – Điện Biên

STT	Thời gian	STT	Thời gian	STT	Thời gian	STT	Thời gian
1	19/01/2018	15	19/06/2019	27	19/07/2020	40	26/07/2021
2	08/03/2018	15	13/07/2019	28	12/08/2020	41	19/08/2021
3	13/04/2018	16	06/08/2019	29	29/09/2020	42	12/09/2021
4	19/05/2018	17	11/09/2019	30	23/10/2020	43	06/10/2021
5	24/06/2018	18	17/10/2019	31	16/11/2020	44	11/11/2021
6	11/08/2018	19	22/11/2019	32	10/12/2020	45	17/12/2021
7	16/09/2018	20	16/12/2019	33	15/01/2021	46	10/01/2022
8	22/10/2018	21	21/01/2020	34	08/02/2021	47	03/02/2022
9	09/12/2018	22	14/02/2020	35	04/03/2021	48	23/03/2022
10	14/01/2019	23	21/03/2020	36	28/03/2021	49	28/04/2022

11	19/02/2019	24	14/04/2020	37	21/04/2021	50	22/05/2022
12	27/03/2019	25	20/05/2020	38	15/05/2021		
13	02/05/2019	26	13/06/2020	39	20/06/2021		

Trong phương pháp PSInSAR, ảnh được thu vào ngày 19/01/2018 được chọn là ảnh master và tập hợp ảnh còn lại là ảnh slaves.

3. Phương pháp xử lý



Hình 4. Cơ sở của InSAR

SAR giao thoa (InSAR) là công nghệ xử lý tín hiệu mà nó liên kết hai ảnh SAR của cùng một khu vực với nhau để tạo ra hai thành phần là ảnh cường độ và ảnh giao thoa. Hay nói cách khác InSAR hoạt động trên nguyên tắc là trích ra pha thay đổi giữa hai ảnh của cùng một khu vực nhưng được ghi nhận có thể cùng thời điểm (nếu vệ tinh có hai bộ thu và phát, hoặc là hai thời điểm khác nhau và vị trí tâm chụp khác nhau. Pha thay đổi này thường dựa vào sự thay đổi khoảng cách từ vệ tinh đến đối tượng quan sát mà nó sẽ liên quan đến địa hình của khu vực chụp hoặc sự biến dạng bề mặt tại vị trí quan sát. Cơ sở của việc tạo ra InSAR (hình 4).

Giao thoa radar (InSAR) [8] bằng cách tách chiết thông tin pha từ cặp ảnh giao thoa cho phép nghiên cứu biến dạng bề mặt địa hình và theo công thức:

$$\varphi_{interferometry} = \varphi_{topo} + \varphi_{defo} + \varphi_{atm} + \varphi_{noise} \quad (1)$$

$\varphi_{interferometry}$: pha giao thoa

φ_{topo} : pha địa hình

φ_{defo} : pha biến dạng (defomation)

φ_{atm} : pha ảnh hưởng khí quyển (atmosphere)

φ_{noise} : pha nhiễu

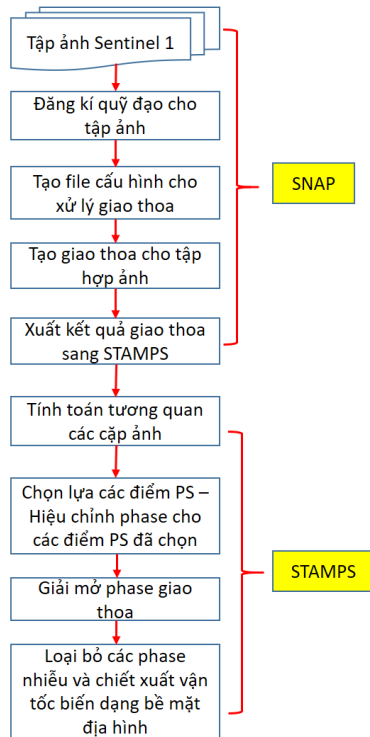
Trong pha giao thoa của cặp ảnh radar bao gồm pha địa hình, pha biến dạng, pha ảnh hưởng khí quyển do độ trễ của tín hiệu khi đi qua khí quyển, pha nhiễu khác ví dụ như suy giảm tương quan hình học hay đường đáy ảnh, suy giảm tương quan do thời gian, nhiễu nhiệt...

Pha biến dạng (defomation) được tính theo công thức:

$$\varphi_{defo} = \frac{4 \pi \Delta r}{\lambda} \quad (2)$$

Trong đó: Δr là thành phần biến dạng theo hướng nhìn hay song song với tầm xiên hướng phát tín hiệu radar xuống mặt đất, λ bước sóng radar.

Nghiên cứu biến dạng bề mặt đất khu vực Mường Lay - Điện Biên được xử lý thông qua phương pháp PSInSAR với dữ liệu ảnh Sentinel với một ảnh SAR master được



Hình 7. Xử lý giao thoa radar cho tập hợp ảnh Sentinel trên SNAP và STAMPS.

StaMPS là phần mềm được xây dựng để xử lý seri ảnh bằng phương pháp PSInSAR và SBAS cho phần lớn các loại ảnh Radar hiện nay. Phần mềm StaMPS được lập trình đầu tiên tại Đại học Stanford, nhưng sự phát triển tiếp theo của StaMPS và StaMPS / MTI đã diễn ra tại Đại học Leeds. Ngoài ra còn có sự đóng góp từ người dùng của ở nhiều các tổ chức khác. Phần mềm trở nên nổi tiếng khi được nhóm các nhà nghiên cứu tại ĐH Leed Vương Quốc Anh trong đó người đứng đầu là Andi Hooper phát triển. Phương pháp xác định PS hay còn được gọi là phương pháp xác định tán xạ liên tục (PS) mà phần mềm được phát triển để hoạt động ngay cả ở địa hình không có cấu trúc nhân tạo như các khu vực nhiều cây hoặc địa hình trải qua biến dạng không ổn định. StaMPS / MTI (Multi-Temporal InSAR) là một phần mở rộng của StaMPS, đó là việc kết hợp hai phương pháp PSInSAR truyền thống và phương pháp đường đáy ngắn SBAS [3].

4. Kết quả

4.1. Ưu điểm và nhược điểm công nghệ radar giao thoa

Việc phân tích các nguyên lý trong giao thoa radar (InSAR) đã cho thấy tiềm năng ứng dụng trong nghiên cứu biến dạng bề mặt địa hình cả về không gian và thời gian, trên phạm vi rộng với độ chính xác đến milimet. Tuy nhiên, công nghệ này cũng tồn tại cả ưu điểm và nhược điểm trong giai đoạn xử lý.

Ưu điểm:

Cảm biến radar vệ tinh chủ động cho phép phát và thu tín hiệu, nhờ đó có thể nghiên cứu các đối tượng trên bề mặt Trái đất cả ngày lẫn đêm, ít bị ảnh hưởng bởi điều kiện thời tiết. Vì vậy các đối tượng dưới bề mặt đất vẫn được nghiên cứu ngay trong cả trong điều kiện mưa và mây mù như ở nước ta. Radar vệ tinh hỗ trợ giám sát và nghiên cứu các đối tượng ở những khu vực khó tiếp cận trên bề mặt Trái đất. Việc sử dụng radar vệ tinh trong nghiên cứu biến dạng bề mặt mang lại kết quả có độ chính xác cao, độ chính xác lên tới milimet.

Nhược điểm:

Nhược điểm của công nghệ này chủ yếu bắt nguồn từ quá trình phát và thu tín hiệu theo tâm xiên khác với chiều thẳng đứng như ảnh quang học. Vì vậy, các đối tượng trên ảnh radar thu được thường sẽ có các hiện tượng như bị co ngắn, bị chùng đẽ và bị bóng phủ. Ngoài ra, kết quả xử lý radar có thể chịu tác động bởi nhiều nguồn nhiễu khác nhau. Tuy nhiên, các nhược điểm này có thể được khắc phục trong giai đoạn xử lý, khiến công nghệ InSAR trở thành một phương pháp đáng tin cậy trong nghiên cứu biến dạng bề mặt địa hình và mang lại kết quả chất lượng cao.

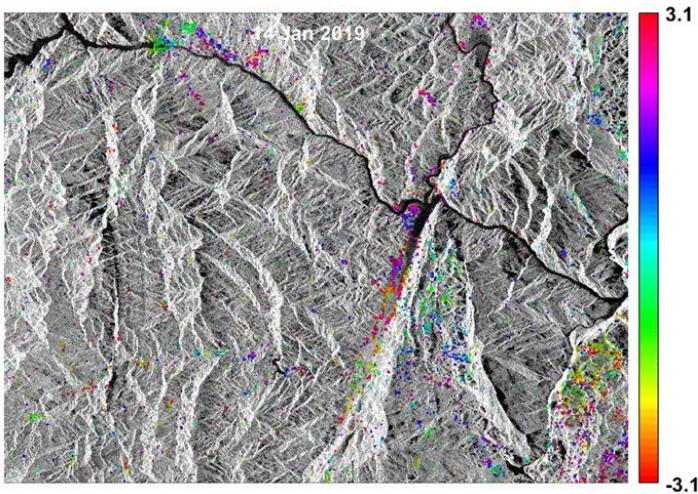
4.2. Kết quả giao thoa radar

```
Snap_Muonglay.conf - Notepad
File Edit Format View Help
##### CONFIGURATION FILE #####
#####
# PROJECT DEFINITION
PROJECTFOLDER=F:\Sentinel_Muonglay
GRAPHSFOLDER=F:\Sentinel_Muonglay\GRAPH
#####
# PROCESSING PARAMETERS
IW1=IW2
MASTER=F:\Sentinel_Muonglay\master\20180119.dim
#####
# AOI BBOX DEFINITION
LONMIN=102.94
LATMIN=21.93
LONMAX=103.28
LATMAX=22.15
#####
# SNAP GPT
GPTBIN_PATH=C:\Program Files\snap\bin\gpt
#####
# COMPUTING RESOURCES TO EMPLOY
CPU=1
CACHE=4G
#####
```

Hình 8. Cấu hình cho file xử lý khu vực Mường Lay - Điện Biên

Phương pháp PSInSAR xử lý radar giao thoa cho khu vực Mường Lay – Điện Biên thông qua phần mềm Snap và StaMPS được lập trình trên Python và các graph *.xml được tạo ra trong SNAP được sử dụng cùng với SNAP GPT [4]. Các file dữ liệu có thể xử lý tự động qua Configuration và được chạy trên python.

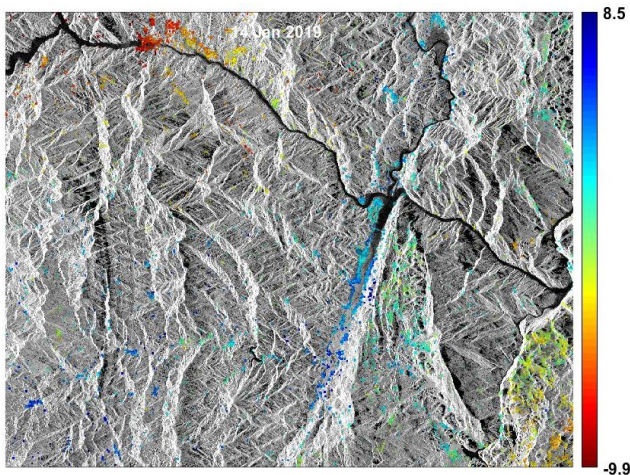
Một số kết quả thu được trong quá trình xử lý giao thoa radar từ tập ảnh Sentinel cho khu vực Mường Lay – Điện Biên:



Hình 9. Hiệu chỉnh pha cho ảnh ngày 14/1/2019 khu vực Mường Lay – Điện Biên

- Kết quả hiệu chỉnh pha (Phase correction)

Đây là bước điều chỉnh sai lệch pha của tín hiệu radar do nhiều nguyên nhân như quỹ đạo vệ tinh, điều kiện khí quyển, hoặc sai số hệ thống với mục tiêu đảm bảo dữ liệu giao thoa (interferogram) phản ánh đúng biến dạng bề mặt.

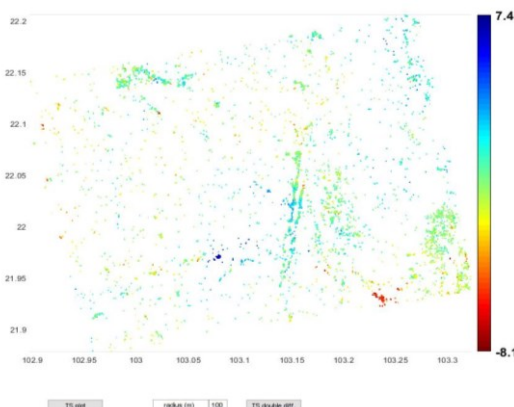


Hình 10. Kết quả giải mở pha cho ảnh ngày 14/01/2019

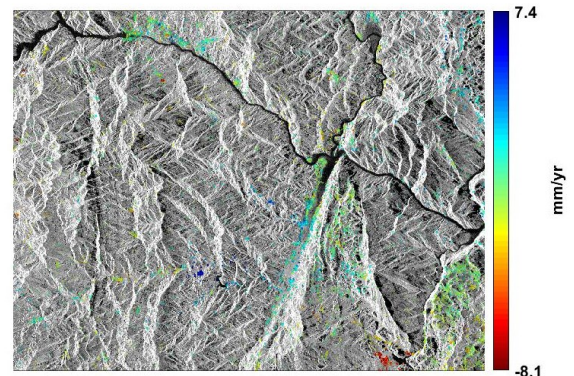
- Kết quả giải mở pha

Trong ảnh giao thoa radar (interferogram), thông tin pha thu được chỉ nằm trong khoảng từ $-\pi$ đến $+\pi$ (hay $0 \rightarrow 2\pi$). Trong trường hợp biến dạng bề mặt vượt quá bước sóng của radar, giá trị pha sẽ bị wrapped khi đây kết quả thu được sẽ tạo thành các vòng lặp (fringe) giống như các vạch đồng tâm mà không có sự liên tục. Giải mở pha trong radar giao thoa là quá trình biến đổi tín hiệu pha bị giới hạn $0-2\pi$ thành tín hiệu liên tục [10].

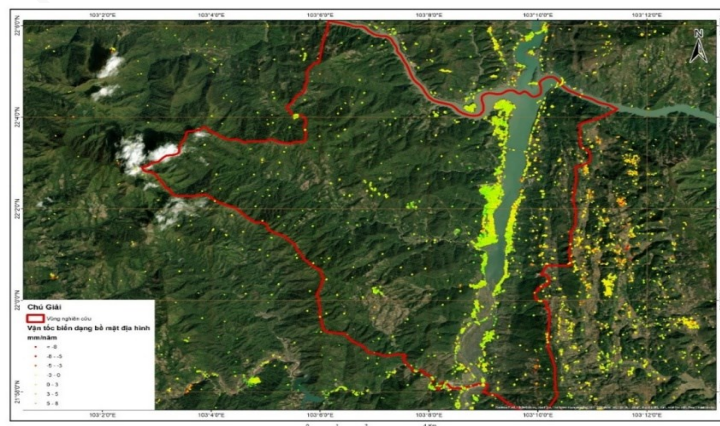
- Kết quả vận tốc biến dạng bề mặt: khu vực Mường Lay – Điện Biên từ ảnh Sentinel giai đoạn 2018 – 2022



Hình 11. Vận tốc biến dạng bề mặt khu vực Mường Lay – Điện Biên từ ảnh Sentinel giai đoạn 2018 – 2022



Hình 12. Vận tốc biến dạng bề mặt khu vực Mường Lay – Điện Biên từ ảnh Sentinel giai đoạn 2018 – 2022



Hình 13. Vận tốc biến dạng bề mặt khu vực Mường Lay – Điện Biên từ ảnh Sentinel giai đoạn 2018 – 2022

5. Thảo luận

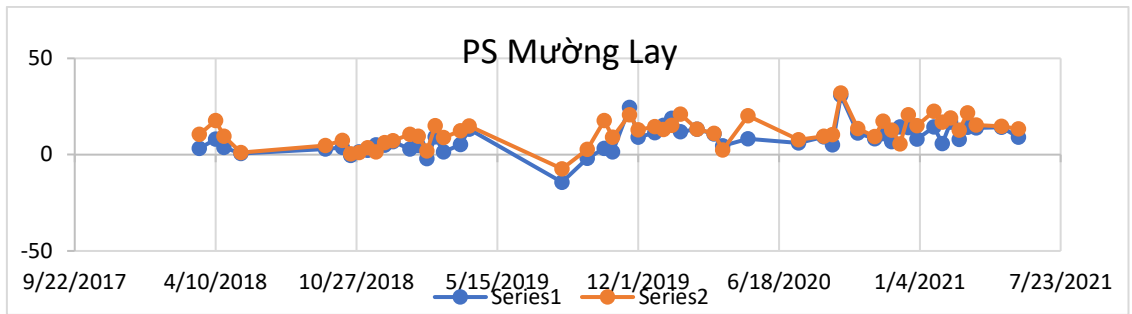
Vận tốc biến dạng bề mặt địa hình tính toán bằng phương pháp PSInSAR cho khu vực khu vực thị xã Mường Lay – Điện Biên với dữ liệu ảnh Sentinel 1, quỹ đạo Ascending với 50 ảnh thời gian từ năm 2018 đến năm 2022 cho kết quả 20.493 điểm giá trị PS và vận tốc biến dạng bề mặt địa hình tại đây có giá trị từ -8.1 mm/năm đến 7.4 mm/năm. Các khối trượt trong khu vực dịch chuyển xuống khu vực dân cư tác động đến bề mặt địa hình tại đây. Mặc dù đã có các công trình được xây dựng nhằm ổn định mái dốc cho các khối trượt trong khu vực. Tuy nhiên, theo thời gian việc dịch chuyển này xô đẩy các công trình đã xây dựng tại đây, khiến các công trình tại đây bị nghiêng nứt, thậm chí bị phá hủy và đẩy trôi lên cao.



Hình 14. Công trình bảo vệ mái dốc phía sau UBND thị xã Mường Lay

Trong khu vực đường giao thông dọc theo chân các sườn các núi phiến sét bị ảnh hưởng của trượt lở sườn rất lớn. Tuyến đường đi từ trung tâm thị trấn Mường Lay đi về phía Bản Mo, việc trượt lở sườn núi làm cho tuyến đường bị biến dạng mạnh, đất đá dịch chuyển xuống làm cho phần hành lang của tuyến đường bị trôi lên. Kết quả phân tích điểm PS giao thoa radar tại tuyến đường này cho thấy trong khoảng thời gian từ 2018 đến 2021 giá trị biến dạng bề mặt địa hình trong khu vực chủ yếu mang giá trị dương tại các vị trí này và đây là thể hiện cho hiện tượng bị nâng lên hay trôi lên.





Hình 15. Vị trí và giá trị biến dạng bề mặt địa hình tuyến đường đi về phía Bản Mo cho thấy tuyến đường bị nâng và trôi lên.



(a)



(b)



(c)

Hình 16. Hệ thống kè sườn bị phá hủy do dịch chuyển của sườn núi phiến sét (a), (b), (c) dọc theo tuyến đường đi về bản Mo - Mường Lay - Điện Biên

6. Kết luận

Giao thoa radar cụ thể với phương pháp PSInSAR là một giải pháp khả thi trong việc phát hiện các biến dạng bề mặt địa hình theo không gian và thời gian. Tư liệu ảnh radar Sentinel miễn phí hoàn toàn cho phép nghiên cứu biến dạng bề mặt địa hình ở một nước thuộc khí hậu nhiệt đới như nước ta, không chỉ áp dụng tại các khu vực thành phố và còn áp dụng cho các khu vực miền núi nước ta. Kết quả nghiên cứu lún từ dữ liệu radar cho phép phân tích nhanh vận tốc biến dạng bề mặt địa hình cung cấp cho chúng ta nguồn dữ liệu hữu ích phục vụ cho giám sát và dự báo các tai biến trong hiện tượng biến dạng bề mặt đất là tai biến trượt lở, sụt lún đất.

Kết quả tính toán lún mặt đất giai đoạn 2018 – 2022 khu vực Mường Lay – Điện Biên bằng phương pháp PSInSAR được xử lý trên phần mềm SNAP và STAMPS cho dữ liệu ảnh Sentinel được kết quả 20.493 điểm giá trị PS với giá trị vận tốc biến dạng bề mặt tại đây từ -8.1 mm đến 7.4 mm/năm.



Qua khảo sát thực tế tại khu vực cho thấy một số công trình phòng chống ổn định bờ dốc bị biến dạng do ảnh hưởng của các khối trượt lớn đang hoạt động trong khu vực. Kết hợp nghiên cứu lún bằng giao thoa radar với một số phương pháp quan quan trắc, đo lún ngoài thực tế sẽ giúp theo dõi biến dạng bề mặt đất hiệu quả và chính xác. Tuy nhiên với các khu vực biến dạng bề mặt đất cần phải có các nghiên cứu sâu hơn về nguyên nhân, các yếu tố gây ra biến dạng để từ đó đưa ra dự báo và các biện pháp ứng phó với hiện tượng này.

Lời cảm ơn:

Tập thể tác giả xin chân thành cảm ơn Đề tài Nghiên cứu sử dụng công nghệ địa không gian nhằm đánh giá nguy cơ, khả năng thiệt hại do trượt lở và lũ bùn đá khu vực miền núi phía Bắc. Mã số ĐTDL.CN-82/21 đã hỗ trợ và tạo điều kiện nghiên cứu cho nhóm nghiên cứu hoàn thành nghiên cứu biến dạng bề mặt địa hình cho khu vực Mường Lay –Điện Biên.

Cam kết của các tác giả:

Tất cả các tác giả có tên trong bài báo cam kết sự đồng thuận và không có xung đột lợi ích trong công bố khoa học tại bài báo này.

Tài liệu tham khảo

- [1] Trần Quốc Cường, 2016, “Nghiên cứu cơ sở khoa học và đề xuất giải pháp dự báo lún mặt đất thành phố Hà Nội bằng kỹ thuật ra-đa giao thoa”. Mã số đề tài ĐTDL.2012-T/28.
- [2] Trần Quốc Cường và nnk (2021), “Nghiên cứu cơ sở khoa học và đề xuất giải pháp cảnh báo sớm tai biến sụt đất, lở, lũ quét, lũ bùn đá miền Bắc Việt Nam bằng công nghệ viễn thám và dữ liệu về cấu trúc địa chất”, VT-UD.05/18-20. Báo cáo tổng kết. Lưu trữ Viện Địa chất
- [3] Lê Văn Trung, Hồ Tổng Minh Định. Ứng dụng kỹ thuật InSAR vi phân trong quan trắc biến dạng mặt đất khu vực thành phố Hồ Chí Minh. 2008. *Tạp chí Phát triển KH&CN*, Tập 11, số 12 – 2008. tr.121-130.
- [4] Hồ Tổng Minh Định, 2007, Principle Investigator ESA CAT1 ID.3832 project, “Applying SAR Interferometry for ground subsidence investigation in Ho Chi Minh City area”, 2007
- [5] Tran Van Anh, Shinji Masumoto, Kiyoji Shiono and Venkatesh Raghavan, (2007), Spatial distribution of subsidence in Hanoi detected by JERS-1 SAR interferometry, *Journal of GeoInformatics-Japan*, Vol. 18, no.1
- [6] Tran Van Anh, Tran Quoc Cuong, Nguyen Duc Anh, Dang Vu Khac. Studying of Subsidence detection by DinSAR and evaluation of some factors to the outcome. 2015. *Tạp chí các Khoa học về Trái đất (số tiếng Anh) Vol 37, No 4, 2015*, pp.344-354. ISSN 0866-7187
- [7] V. K. Dang., C. Doubre, C. Weber, F. Masson and N. Gourmelen, 2013. “Recent land subsidence caused by the rapid urban development in the Hanoi urban region (Vietnam) using ALOS InSAR data”. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci. Discuss.*, 1, 6155–6197, 2013.
- [8] L.C Graham, "Synthetic interferometer radar for topographic mapping," *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, pp. 62:763–768, 1974.
- [9] Benedicte Fruneau, J.P Rudant, P.S Roy, Pierre-Louis Frison, R.C Lakhera, V.K. Dadhwal and Ranajit Saha Chatterjee R.S, "Subsidence of Kolkata city, India during the 1990s as observed from space by Differential Synthetic Aperture Ra-đa Interferometry (D-InSAR) technique," *Remote Sensing of Environment*, pp. vol. 102, pp. 176-185, 2006.
- [10] De Zan, F., & Guarnieri, A. M. (2006). “TOPSAR: Terrain Observation by Progressive Scans. Geoscience and Remote Sensing”, *IEEE Transactions on*, 44(9), 2352–2360. doi:10.1109/TGRS.2006.873853

