

CHUYỂN ĐỔI RINEX PHIÊN BẢN 2.11 SANG PHIÊN BẢN 3.01

Bùi Thị Hồng Thắm¹, Vy Quốc Hải²

¹Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

²Viện Địa chất, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

Tóm tắt

Với mục đích trao đổi số liệu của hệ thống vệ tinh dẫn đường toàn cầu (GNSS) và xử lý được bằng các phần mềm khác nhau, tệp số liệu RINEX (Receiver Independent Exchange) được cộng đồng quốc tế chuẩn hóa về dạng ASCII, không phụ thuộc vào loại máy thu. Kể từ khi ra đời năm 1990 cho đến nay, RINEX luôn được hoàn thiện bổ sung và phát triển. Với các phiên bản RINEX 3.xx, các thông tin của các hệ thống định vị vệ tinh được thể hiện đầy đủ hơn và trực quan hơn so với các phiên bản trước đó. Để thuận tiện cho việc sử dụng dữ liệu, các hãng chế tạo máy thu GNSS đều thiết kế phần mềm có chức năng chuyển đổi số liệu đo gốc sang dạng RINEX. Tuy nhiên, các phần mềm này lại không có chức năng chuyển đổi giữa các phiên bản RINEX. Trong một số trường hợp xử lý số liệu GNSS, RINEX phiên bản 2.xx cần được chuyển sang phiên bản 3.xx để tránh nhầm lẫn trong việc sử dụng các thông tin dữ liệu. Trong nghiên cứu này, các thông tin cơ bản trong cấu trúc của tệp RINEX phiên bản 2.xx và 3.xx được trình bày. Bên cạnh đó, cấu trúc của số liệu đo RINEX phiên bản 2.11 cũng sẽ được chuyển sang phiên bản 3.01. Kết quả nghiên cứu giúp người sử dụng có thêm công cụ và làm chủ trong công tác xử lý số liệu GNSS.

Từ khóa: RINEX; GNSS; Số liệu GNSS

Abstract

Converting RINEX version 2.11 to version 3.01

For the purpose of data exchange of the global navigation satellite system and data processing using different softwares, the receiver independent exchange data file RINEX is standardized on ASCII by the international community, regardless of the type of receiver. Since its inception in 1990, RINEX has always been refined and developed. With RINEX versions 3.xx, the information of satellite navigation systems are more complete and visual than previous versions. To facilitate the use of data, all of GNSS receiver manufacturers designed software that converts the original measurement data into RINEX format. However, these softwares do not have the function of converting among RINEX versions. In some cases of GNSS data processing, RINEX version 2.xx should be transferred to version 3.xx to avoid confusion in the use of information. In this study, basic information in the structure of the file RINEX version 2.xx and 3.xx is presented. Besides, the data in format of RINEX version 2.11 will also be transferred to version 3.01 format. Research results will help users to have more tools in GNSS data processing.

Keywords: RINEX; GNSS; GNSS data

1. Đặt vấn đề

RINEX (Receiver Independent Exchange) là định dạng dữ liệu thô của hệ thống vệ tinh dẫn đường toàn cầu dưới dạng ASCII (American Standard Code

for Information Interchange - Chuẩn mã trao đổi thông tin Hoa Kỳ). Khác với các định dạng *.dat, *.T01, *.sth,... của máy thu GNSS, dữ liệu RINEX hiển thị như một văn bản, do đó người sử dụng có thể

Nghiên cứu

nghiên cứu, biên tập, lưu trữ, trao đổi thông tin và xử lý bằng các phần mềm xử lý số liệu GNSS.

Theo thời gian, định dạng RINEX được hoàn thiện bổ sung và phát triển. Phiên bản RINEX đầu tiên được phát hành bởi W. Gurtner và G. Mader ngày 9 tháng 10 năm 1990. Năm 1993, RINEX 2 được phát hành, sau đó đã được sửa đổi nhiều lần tạo ra các phiên bản 2.xx. Tháng 11 năm 2007, phiên bản RINEX 3.00 đã được công bố và áp dụng. Phiên bản mới nhất hiện nay là RINEX 3.04 mới được công bố vào tháng 11 năm 2018.

So với các RINEX phiên bản 1 và 2, RINEX phiên bản 3 có những ưu điểm vượt trội. Bên cạnh việc cho phép lưu trữ đa dạng hơn các phép đo hay nói cách khác các thông tin của các hệ thống định vị được thể hiện đầy đủ hơn thì cách hiển thị các thông tin trong tệp RINEX 3 cũng trực quan hơn so với các phiên bản trước đó. Như vậy, các thông tin của các hệ thống định vị vệ tinh có thể được sử dụng triệt để, người sử dụng tránh được những nhầm lẫn trong quá trình khai thác số liệu RINEX.

Thực tế cho thấy, các phần mềm của các hãng chế tạo máy thu chỉ cho phép chuyển số liệu đo GNSS gốc sang dạng RINEX mà không có chức năng chuyển đổi dữ liệu giữa các phiên bản RINEX. Vì vậy, trong nghiên cứu này, công cụ chuyển đổi RINEX phiên bản 2.11 sang phiên bản 3.01 lần đầu tiên được khai thác thực hiện tại Việt Nam. Người sử dụng sẽ có thêm các công cụ hữu ích và làm chủ trong công tác xử lý số liệu GNSS.

2. Cơ sở lý luận, dữ liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Cơ sở lý luận về dữ liệu RINEX

*** Số liệu dạng RINEX**

Định dạng RINEX số liệu đo của các hệ thống định vị vệ tinh là định dạng đọc

lập, không phụ thuộc vào máy thu GNSS. Định dạng của RINEX gồm các loại tệp ASCII: Tệp số liệu đo (Observation Data File); Tệp lịch vệ tinh (Navigation Message File); Tệp số liệu khí tượng (Meteorological Data File); Tệp lịch vệ tinh GLONASS (GLONASS Navigation Message File); Tệp lịch vệ tinh GEO (GEO Navigation Message File); Tệp số liệu đồng hồ máy thu, vệ tinh (Satellite and Receiver Clock Date File); Tệp lịch vệ tinh SBAS (SBAS Broadcast Data File) [1].

Ký hiệu tệp RINEX có dạng ssssdddff. yyt, thì các ký tự này có ý nghĩa: ssss là 4 ký tự ký hiệu tên điểm đo; ddd là ngày trong năm (DOY – day of year) của trị đo đầu tiên; f là ký hiệu ca đo trong ngày; yy là 2 ký tự chỉ năm; t là kiểu tệp (trong đó: t = O là tệp số liệu đo; t = N là tệp lịch vệ tinh GPS; t = M là tệp số liệu khí tượng; t = G là tệp lịch vệ tinh GLONASS; t = L là tệp lịch vệ tinh Galileo; t = B là tệp lịch vệ tinh của SBAS; t = H là tệp lịch vệ tinh địa tĩnh của GPS; t = C là tệp số liệu đồng hồ; t = S là tệp tổng hợp).

Mỗi tệp RINEX được chia làm phần đầu tệp và phần thân tệp. Phần đầu tệp chứa các thông tin tổng quát liên quan tới toàn bộ tệp số liệu, phần thân tệp chứa số liệu.

Số liệu đo của GNSS chuyển về dạng RINEX thường có 2 dạng tệp là:

- Tệp thông tin đạo hàng, chứa các số liệu quỹ đạo vệ tinh, số hiệu chỉnh đồng hồ vệ tinh và tình trạng của hệ thống. Tệp này có phần đuôi là *.YYn (hoặc *.nav), *.YYg, *.YYc,... tùy thuộc máy thu thu tín hiệu vệ tinh của hệ thống định vị nào, trong đó YY là 2 số cuối của năm (số liệu đo). Nội dung của tệp thông tin đạo hàng của các máy thu cùng ca đo thường như nhau.

- Tệp số liệu đo, chứa các trị đo khác nhau như trị đo khoảng cách giả theo

code, trị đo pha song tải, trị đo Doppler, ...
 Tập này có phần đuôi là *.YYo hoặc *.obs (observation). Đối với các trị đo chưa trong tệp, các quy định trong RINEX như sau: C là trị đo khoảng cách giả (C1), (P1, P2) có đơn vị mét; L là trị pha song tải (L1, L2) có đơn vị là chu kỳ; D là trị đo hiệu khoảng cách Doppler (D1, D2) có đơn vị là mét; S là cường độ tín hiệu.

Trong khuôn khổ của nghiên cứu này, tệp số liệu đo dạng RINEX sẽ được trình bày vì đây là tệp dữ liệu rất quan trọng mà mọi ứng dụng đều sử dụng đến.

* Dữ liệu RINEX phiên bản 2.xx và phiên bản 3.xx

- Dữ liệu RINEX phiên bản 2.xx

Các phiên bản RINEX 2.xx đó là 2.0, 2.10, 2.11 và 2.20, tuy nhiên phiên bản 2.20 là phiên bản không chính thức phục

vụ cho chuyển đổi số liệu các máy thu trên vệ tinh. Với phiên bản 2.0, so với phiên bản 1.0 trước đó thì tệp RINEX đã mở rộng cho các trị đo của các hệ định vị toàn cầu khác như GLONASS và SBAS. Phiên bản 2.10, trong tệp RINEX mở rộng tần suất thu tín hiệu không chỉ theo số nguyên giây cường độ tín hiệu được bổ sung như một trị đo. Phiên bản 2.11, tệp RINEX có thêm định nghĩa trị đo mã L2C và sửa đổi tệp các tệp GEO, NAV và MES. Ví dụ về cấu trúc của tệp số liệu đo dạng RINEX phiên bản 2.11 [2] là phiên bản mới nhất trong các phiên bản 2.xx được trình bày trong bảng 1. Tệp này có được do việc chuyển đổi tệp số liệu đo gốc 45282561.T02 sang dạng RINEX bằng modul của phần mềm Trimble Business Center 3.5 có tên gọi Convert to RINEX phiên bản 3.06.0.

Bảng 1. Tệp số liệu 45282561.18o dạng RINEX phiên bản 2.11

2.11	OBSERVATION DATA	Mixed(MIXED)	RINEX VERSION / TYPE
cnvtToRINEX 3.06.0	convertToRINEX	OPR	06-Jan-19 08:45 UTC PGM / RUN BY / DATE
----- COMMENT			
4528	MARKER NAME		
4528	MARKER NUMBER		
GNSS Observer	Trimble	OBSERVER / AGENCY	
5708R15658	TRIMBLE R8S	5.22	REC # / TYPE / VERS
08R15658	TRMR8S	NONE	ANT # / TYPE
-1634146.2081	5728548.4924	2271318.4487	APPROX POSITION XYZ
-0.0649	0.0000	0.0000	ANTENNA: DELTA H/E/N
1 1 0	WAVELENGTH FACT L1/2		
7 C1 C2 C8 L1 L2 L8 P2	# / TYPES OF OBSERV		
15.000	INTERVAL		
2018 9 13 0 10	30.0000000	GPS	TIME OF FIRST OBS
2018 9 13 4 30	15.0000000	GPS	TIME OF LAST OBS
0	RCV CLOCK OFFS APPL		
18	LEAP SECONDS		
39	# OF SATELLITES		
E01 513 0 513 513 0 513 0	PRN / # OF OBS		

Nghiên cứu

E04	631	0	631	631	0	631	0	PRN / # OF OBS
.....								
E26	46	0	46	46	0	46	0	PRN / # OF OBS
E31	980	0	980	980	0	980	0	PRN / # OF OBS
G01	298	0	0	298	298	0	298	PRN / # OF OBS
G02	763	0	0	763	763	0	763	PRN / # OF OBS
.....								
G28	924	0	0	924	924	0	924	PRN / # OF OBS
G30	503	0	0	503	503	0	503	PRN / # OF OBS
R02	743	743	0	743	1486	0	743	PRN / # OF OBS
R03	770	770	0	770	1540	0	770	PRN / # OF OBS
R04	478	478	0	478	956	0	478	PRN / # OF OBS
.....								
R19	518	518	0	518	1036	0	518	PRN / # OF OBS
R24	263	263	0	263	524	0	261	PRN / # OF OBS
CARRIER PHASE MEASUREMENTS: PHASE SHIFTS REMOVED								
COMMENT								
END OF HEADER								
18	9	13	0	10	30.0000000	0	9E01E12G01G06G11G17G22R13R17	
				24420432.211	7	128330235.97717		
				23077915.688	6	121275263.93716		
				22018886.469	6	115710029.39616 90163660.21858		
				22018886.648	48			
				22945656.180	6	120580235.30016 93958624.57557		
				22945656.531	47			
				22999503.016	5	120863202.69615		
				22481615.773	7	118141687.53917 92058443.77058		
				22481612.891	48			
				23402735.711	6	122982205.91816 95830272.66657		
				23402731.340	47			
				21749920.852	5	21749919.930	8	116143356.43715
				20423080.383	7	20423079.484	9	109288027.92917
				20423079.164	9			

Cấu trúc của tệp RINEX phiên bản này được trình bày trong bảng 2.

Bảng 2. Các mô tả quan trọng nhất của tệp RINEX phiên bản 2.11

Các yếu tố	Chú giải
RINEX VERSION / TYPE	Phiên bản RINEX/kiểu tệp Dạng số liệu đo của hệ thống định vị (M: hỗn hợp; G: GPS, R: GLONASS, E: Galileo)
MARKER NAME	Tên mốc
MARKER NUMBER	Số mốc
OBSERVER / AGENCY	Người đo/Tổ chức
REC # / TYPE / VERS	Máy thu, kiểu loại, phiên bản
ANT # / TYPE	Anten, kiểu loại
APPROX POSITION XYZ	Tọa độ gần đúng của điểm đo trong WGS84
ANTENNA: DELTA H/E/N	Yếu tố lệch tâm của anten
WAVELENGTH FACT L1/2	Các yếu tố sóng mặc định cho L1/2 (chỉ GPS)
# / TYPES OF OBSERV	Các loại trị đo
INTERVAL	Khoảng thời gian thu tín hiệu
TIME OF FIRST OBS	Thời điểm bắt đầu: Năm, tháng, ngày, giờ, phút, giây, hệ thống thời gian
TIME OF LAST OBS	Thời điểm kết thúc: Năm, tháng, ngày, giờ, phút, giây, hệ thống thời gian
RCV CLOCK OFFS APPL	Thời điểm, mã và pha được hiệu chỉnh bằng cách áp dụng bù đồng hồ nhận có nguồn gốc thời gian thực: 1 = có, 0 = không; mặc định là 0
# OF SATELLITES	Tổng số vệ tinh tại thời điểm đo
PRN / # OF OBS	Vệ tinh và giá trị tần số tương ứng với các loại trị đo
Ví dụ 18 9 13 0 10 30.0000000 0 9E01E12G01G06G11G1 7G22R13R17	Năm, tháng, ngày, giờ, phút, giây, tổng số vệ tinh tại thời điểm đo, đánh dấu thời điểm (Epoch flag - 0: OK, 1: mất điện cho đến thời điểm hiện tại, >1: đánh dấu sự kiện), các vệ tinh tại thời điểm này
Ví dụ 24420432.211 128330235.97717 23077915.688 121275263.93716...	Các giá trị lần lượt tương ứng với các loại trị đo, nối liền tiếp nhau thành một chuỗi giá trị đo cho đến khi kết thúc quá trình thu tín hiệu. Trong suốt quá trình thu tín hiệu một vài giá trị của một số loại trị đo có thể bị khuyết do không thu được tín hiệu nhưng các giá trị vẫn được sắp xếp theo thứ tự, chỗ nào bị khuyết thì được bỏ trống.

- Dữ liệu RINEX phiên bản 3.xx

Phiên bản RINEX 3.xx được xây dựng trên cơ sở của các phiên bản 2.xx, tuy nhiên RINEX phiên bản 3.0 [3] thay đổi về cấu trúc và các định nghĩa về trị đo nhằm đáp ứng yêu cầu của các vệ tinh mới (kéo theo là các tần số và các trị đo mới) xuất hiện (ví dụ như Galileo) và không giới hạn độ dài của record (trước đây là 80 ký tự) của tệp số liệu đo. Sự thay đổi lớn trong phiên bản RINEX 3.01 [4] là tạo ra các trị đo pha phù hợp qua các chế độ theo dõi hoặc qua các kênh khác nhau. RINEX phiên bản 3.02 [5] có thêm các trị đo của hệ thống Quasi Zenith (QZSS), cải thiện, chỉnh sửa,

Nghiên cứu

cập nhật (tín hiệu mới như L1C, cập nhật thông tin về hệ thống BeiDou (BDS)), bảng và đồ họa của tệp dữ liệu. Phiên bản RINEX 3.03 [6] cập nhật, bổ sung, chỉnh sửa một số yếu tố như hệ thống thời gian, thay đổi ký hiệu của hệ thống BeiDou là B1 thành C2x, thêm mô tả của vệ tinh dẫn đường khu vực Ấn Độ (IRNSS), Nhật Bản (QZSS) vào cấu trúc tệp dữ liệu. RINEX

phiên bản 3.04 hỗ trợ thêm dữ liệu của hệ thống định vị vệ tinh IRNSS. Cùng với việc bổ sung các tín hiệu mới, định dạng RINEX 3.04 cũng điều chỉnh các ký hiệu trong cấu trúc tệp [7].

Về cơ bản, cấu trúc của tệp RINEX phiên bản 3.xx là giống nhau. Bảng 3 sau đây thể hiện tệp số liệu 45282561.T02 ở dạng RINEX phiên bản 3.03:

Bảng 3. Tệp dữ liệu 45282561.18o dạng RINEX phiên bản 3.03

3.03	OBSERVATION DATA	Mixed(MIXED)	RINEX VERSION /
TYPE			
cnvtToRINEX 3.06.0 convertToRINEX OPR 06-Jan-19 09:18 UTC PGM / RUN			
BY / DATE			
----- COMMENT			
4528		MARKER NAME	
4528		MARKER NUMBER	
GEODETTIC		MARKER TYPE	
GNSS Observer	Trimble	OBSERVER / AGENCY	
5708R15658	TRIMBLE R8S	5.22	REC # / TYPE / VERS
08R15658	TRMR8S	NONE	ANT # / TYPE
-1634146.2081	5728548.4924	2271318.4487	APPROX POSITION XYZ
-0.0649	0.0000	0.0000	ANTENNA: DELTA H/E/N
G	4 C1C C2W L1C L2W		SYS / # / OBS TYPES
E	4 C1X C8X L1X L8X		SYS / # / OBS TYPES
R	6 C1C C2C C2P L1C L2C L2P		SYS / # / OBS TYPES
C	4 C2I C7I L2I L7I		SYS / # / OBS TYPES
J	4 C1C C2X L1C L2X		SYS / # / OBS TYPES
15.000		INTERVAL	
2018	9 13 0 10	30.0000000	GPS TIME OF FIRST OBS
2018	9 13 4 30	15.0000000	GPS TIME OF LAST OBS
0		RCV CLOCK OFFS APPL	
13 R02 -4 R03	5 R04 6 R05 1 R09 -2 R13 -2 R14 -7 R15	0	GLONASS SLOT /
FRQ #			
R16 -1 R17	4 R18 -3 R19 3 R24 2		GLONASS SLOT / FRQ #
R L2C -0.25000			SYS / PHASE SHIFT
R L2P 0.00000			SYS / PHASE SHIFT

J L2X -0.25000		SYS / PHASE SHIFT
18		LEAP SECONDS
53		# OF SATELLITES
C01 1039 1039 1039 1039		PRN / # OF OBS
C02 109 109 109 109		PRN / # OF OBS
.....		
.....		
C13 1040 1039 1039 1039		PRN / # OF OBS
C16 2 2 2 2		PRN / # OF OBS
E01 513 513 513 513		PRN / # OF OBS
E04 631 631 631 631		PRN / # OF OBS
.....		
.....		
E26 46 46 46 46		PRN / # OF OBS
E31 980 980 980 980		PRN / # OF OBS
G01 298 298 298 298		PRN / # OF OBS
G02 763 763 763 763		PRN / # OF OBS
.....		
.....		
G28 924 924 924 924		PRN / # OF OBS
G30 503 503 503 503		PRN / # OF OBS
J01 1039 1039 1039 1039		PRN / # OF OBS
R02 743 743 743 743 743 743		PRN / # OF OBS
R03 770 770 770 770 770 770		PRN / # OF OBS
.....		
.....		
R19 518 518 518 518 518 518		PRN / # OF OBS
R24 263 263 261 263 263 261		PRN / # OF OBS
DBHZ		SIGNAL STRENGTH UNIT
		END OF HEADER
> 2018 09 13 00 10 30.0000000 0 10		
C13 36550521.883 7		
E01 24420432.211 8 24420429.586 9 128330235.72718 97080979.29719		
E12 23077915.688 7 23077910.613 8 121275263.68717 91743923.55418		
G01 22018886.469 7 22018886.648 6 115710029.39617 90163660.21816		
G06 22945656.180 7 22945656.531 5 120580235.30017 93958624.57515		

G11	22999503.016 6	120863202.69616		
G17	22481615.773 8	22481612.891 5	118141687.53918	92058443.77015
G22	23402735.711 7	23402731.340 5	122982205.91817	95830272.66615
R13	21749920.852 6	21749919.930 6	116143356.43716	
R17	20423080.383 7	20423079.484 8	20423079.164 7	109288027.92917

Cấu trúc của RINEX phiên bản 3 có những ưu điểm vượt trội so với RINEX phiên bản 2, cụ thể như sau:

- Phần đầu tệp ghi các thông tin chung của tệp dữ liệu. Trong khi các loại trị đo của các hệ thống định vị trong phiên bản 2 được ghi trên 1 dòng thì tại phiên bản 3, các trị đo này được ghi tương ứng với hệ thống định vị và mỗi hệ thống được thể hiện trên 1 dòng. Bên cạnh đó, ký hiệu của các trị đo giữa hai phiên bản này cũng có sự thay đổi (ví dụ như trị đo C1, C2 trong phiên bản 2 được thay bằng trị đo C1C C2W đối với hệ thống GPS, C1X C8X đối với hệ thống Galileo, C1C C2C C2P đối với hệ thống GLONASS, C2I C7I đối với hệ thống BeiDou, C1C C2X đối với QZSS. Các dòng tiếp theo của tệp số liệu trong 2 phiên bản RINEX đều biểu thị giá trị của trị đo tương ứng với trị đo của các hệ thống định vị.

- Phần thân tệp ghi dữ liệu trị đo tương ứng với các vệ tinh. Từ bảng 1 và bảng 3 cho thấy, đối với RINEX phiên bản 2, trong 1 record, sau khi thống kê số tổng số vệ tinh, tên của các vệ tinh thì các trị đo được sắp xếp lần lượt tương ứng với các vệ tinh (bảng 1). Đối với RINEX phiên bản 3, đầu mỗi dòng thể hiện số hiệu vệ tinh, tiếp theo là các trị đo. Với cách biểu thị như vậy, RINEX phiên bản 3 rất rõ ràng và trực quan.

2.2. Dữ liệu

Để nghiên cứu chuyển đổi dữ liệu RINEX từ phiên bản 2 sang phiên bản 3, tệp dữ liệu 45282561.18o dạng RINEX phiên bản 2.11 được sử dụng cho mục

đích nghiên cứu. Tệp dữ liệu được thu nhận vào ngày 13 tháng 9 năm 2018 bằng máy TRIMBLE R8S.

2.3. Phương pháp nghiên cứu

Để chuyển đổi dữ liệu RINEX từ phiên bản 2 sang phiên bản 3, trước tiên cấu trúc của tệp dữ liệu RINEX (ý nghĩa của các con số, các dữ liệu trong tệp) phiên bản 2 và 3 cần được nghiên cứu, tìm hiểu. Sau đó là nghiên cứu cách chuyển đổi cấu trúc tệp dữ liệu sao cho các thông tin của tệp được bảo toàn, phù hợp với định dạng quy ước.

Trong nghiên cứu này, phần mềm có tên gọi **gfzrnx** của Trung tâm Helmholtz Potsdam thuộc Trung tâm nghiên cứu khoa học Trái Đất của Đức [7, 8] được khai thác sử dụng phục vụ cho mục đích chuyển đổi cấu trúc của tệp dữ liệu RINEX phiên bản 2 sang phiên bản 3. Phần mềm này bên cạnh việc cho phép người sử dụng có những hiểu biết chuyên sâu về các thông tin trong cấu trúc tệp RINEX phiên bản 2 và 3, chỉnh sửa, biên tập tệp RINEX như tách tệp, nối tệp,... mà còn cho phép chuyển đổi giữa các RINEX phiên bản 2.xx và 3.01 (phần mềm chưa hỗ trợ chuyển đổi sang phiên bản cao hơn). Vì vậy, chức năng này được khai thác sử dụng trong cho mục đích nghiên cứu.

Câu lệnh chuyển đổi RINEX phiên bản 2.xx sang phiên bản 3.01 của phần mềm **gfzrnx** như sau:

```
gfzrnx -finp ssssdfff.yyo -fout  
sssdfff.yyo_rx3_↓
```


3. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

Như trên đã trình bày, phần mềm **gfzrn** chỉ cho phép chuyển RINEX các phiên bản 2.xx sang phiên bản 3.0. Do vậy,

câu lệnh dùng để chuyển đổi tệp số liệu 45282561.18o phiên bản 2.11 được chuyển sang 3.01 được thể hiện như hình 1, kết quả chuyển đổi được trình bày tại bảng 4.

```

C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
Microsoft Windows [Version 10.0.17134.523]
(c) 2018 Microsoft Corporation. All rights reserved.

d:\xxxxx>gfzrn -finp 45282561.18o -fout 45282561.18o_rx3

DATE/TIME | C | EPOCH / FILE | SITE | T | MESSAGE
-----|---|-----|-----|---|-----
2019-01-10 10:16:04 | W | 0000-00-00 00:00:00.000 | 4528 | 0 | non-standard day-id >1< in file >45282561.18o<
2019-01-10 10:16:04 | N | 0000-00-00 00:00:00.000 | 4528 | 0 | header label LEAP SECONDS: time system >GPS< added
2019-01-10 10:16:04 | W | 0000-00-00 00:00:00.000 | 4528 | 0 | CRUX: obs. type C -> C1_ replaced by C2_
2019-01-10 10:16:04 | W | 0000-00-00 00:00:00.000 | 4528 | 0 | CRUX: obs. type C -> L1_ replaced by L2_
2019-01-10 10:16:06 | N | 2018-09-13 04:30:15.000 | 4528 | 0 | mandatory HEADER label >GLONASS COD/PHS/BIS< added to output

d:\xxxxx>
    
```

Hình 1: Chuyển đổi tệp 45282561.18o dạng RINEX phiên bản 2.11 sang 3.01

Bảng 4. Tệp dữ liệu 45282561.18o dạng RINEX phiên bản 3.01

3.01	OBSERVATION DATA	M (MIXED)	RINEX VERSION / TYPE
cnvtToRINEX 3.06.0	convertToRINEX	OPR	06-Jan-19 08:45 UTC PGM / RUN
gfzrn-1.10-7329	FILE CONVERSION	20190109 075419	UTC COMMENT
----- COMMENT			
4528	MARKER NAME		
4528	MARKER NUMBER		
GNSS Observer	Trimble	OBSERVER / AGENCY	
5708R15658	TRIMBLE R8S	5.22	REC # / TYPE / VERS
08R15658	TRMR8S	NONE	ANT # / TYPE
-1634146.2081	5728548.4924	2271318.4487	APPROX POSITION XYZ
-0.0649	0.0000	0.0000	ANTENNA: DELTA H/E/N
1 1 0	WAVELENGTH FACT L1/2		
0	RCV CLOCK OFFS APPL		
18	GPS	LEAP SECONDS	
CARRIER PHASE MEASUREMENTS:	PHASE	SHIFTS	REMOVED
COMMENT			
C1C 0.000 C2C 0.000 C2P 0.000	GLONASS COD/PHS/BIS		
COMMENT			
E 2 C1 L1	SYS / # / OBS TYPES		
G 4 C1C L1 L2 C2W	SYS / # / OBS TYPES		
R 5 C1C C2C L1 L2 C2P	SYS / # / OBS TYPES		
39	# OF SATELLITES		
E01 513 513	PRN / # OF OBS		

Nghiên cứu

E04	631	631							PRN / # OF OBS
E09	159	159							PRN / # OF OBS
.....									
.....									
E24	1039	1039							PRN / # OF OBS
E25	446	446							PRN / # OF OBS
E26	46	46							PRN / # OF OBS
E31	980	980							PRN / # OF OBS
G01	298	298	298	298					PRN / # OF OBS
G02	763	763	763	763					PRN / # OF OBS
.....									
.....									
G28	924	924	924	924					PRN / # OF OBS
G30	503	503	503	503					PRN / # OF OBS
R02	743	743	743	743	743				PRN / # OF OBS
R03	770	770	770	770	770				PRN / # OF OBS
.....									
.....									
R18	1039	1039	1039	1039	1039				PRN / # OF OBS
R19	518	518	518	518	518				PRN / # OF OBS
R24	263	263	263	263	261				PRN / # OF OBS
15.000									INTERVAL
2018	9	13	0	10	30.0000000	GPS			TIME OF FIRST OBS
2018	9	13	4	30	15.0000000	GPS			TIME OF LAST OBS
END OF HEADER									
> 2018 09 13 00 10 30.0000000 0 9									
E01	24420432.211 7 128330235.97717								
E12	23077915.688 6 121275263.93716								
G01	22018886.469 6 115710029.39616 90163660.21858 22018886.64848								
G06	22945656.180 6 120580235.30016 93958624.57557 22945656.53147								
G11	22999503.016 5 120863202.69615								
G17	22481615.773 7 118141687.53917 92058443.77058 22481612.89148								
G22	23402735.711 6 122982205.91816 95830272.66657 23402731.34047								
R13	21749920.852 5 21749919.930 8 116143356.43715								
R17	20423080.383 7 20423079.484 9 109288027.92917 20423079.164 9								

Từ bảng 4 cho thấy, sau quá trình chuyển đổi, tệp dữ liệu có định dạng đúng theo RINEX phiên bản 3. Các thông tin về dữ liệu trong tệp đều đảm bảo độ chính xác như phiên bản gốc.

So sánh bảng 1, 3 và 4 cho thấy, cùng một tệp số liệu đo GNSS gốc, khi chuyển sang RINEX các phiên bản khác nhau thì số lượng và các tín hiệu vệ tinh nhận được cũng khác nhau. Điều này do bởi phiên bản RINEX sau được hoàn thiện hơn so với phiên bản trước đó về cách biểu thị thông tin của các hệ thống vệ tinh dẫn đường.

4. Kết luận

Qua quá trình nghiên cứu và xử lý số liệu cho thấy:

- Cấu trúc của RINEX phiên bản 3 ưu điểm vượt trội so với RINEX phiên bản 2 về cách biểu thị và số lượng tín hiệu của các hệ thống định vị vệ tinh thu được. Cấu trúc của RINEX phiên bản 3 trực quan hơn các phiên bản trước đó.

- Chức năng chuyển đổi tệp số liệu đo GNSS dạng RINEX phiên bản 2.11 sang phiên bản 3.01 của phần mềm **gfzrnx** đã được sử dụng. Kết quả cho thấy, các thông tin trong tệp kết quả phiên bản 3.01 được đảm bảo độ chính xác so với phiên bản gốc 2.11.

- Với công việc cần khai thác, sử dụng thông tin của tệp số liệu đo GNSS, trong trường hợp không còn số liệu đo gốc, việc sử dụng phần mềm để chuyển đổi RINEX các phiên bản 2.xx sang phiên bản 3.01 là hết sức hữu ích do bởi tính trực quan của các tín hiệu tương ứng với mỗi vệ tinh trong từng record. Điều này, giúp cho người sử dụng chủ động và tránh được những nhầm lẫn trong quá trình khai thác, xử lý số liệu GNSS.

Lời cảm ơn: Bài báo được hoàn thành với sự tài trợ của chương trình hỗ trợ nghiên cứu viên cao cấp, mã số NVCC11.06/19-19, (Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam).

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Bùi Thị Hồng Thắm (2015). *Giáo trình Xử lý số liệu trắc địa nâng cao*. Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội.

[2]. Werner Gurtner and Lou Estey (2007). *RINEX, The Receiver Independent Exchange Format Version 2.11*.

[3]. Werner Gurtner and Lou Estey (2007). *RINEX, The Receiver Independent Exchange Format, Version 3.00*.

[4]. Werner Gurtner and Lou Estey (2009). *RINEX, The Receiver Independent Exchange Format, Version 3.01*.

[5]. Werner Gurtner and Lou Estey (2013). *RINEX, The Receiver Independent Exchange Format, Version 3.02*.

[6]. Werner Gurtner and Lou Estey (2015). *RINEX, The Receiver Independent Exchange Format. Version 3.03*.

[7]. Werner Gurtner and Lou Estey (2018). *RINEX, The Receiver Independent Exchange Format. Version 3.04*.

[8]. Dokuwiki (2016). *GFZRNX 1.05 Users Guide*. Helmholtz Centre Potsdam/GFZ German Research Centre for Geosciences.

[9]. Nischan and Thomas (2016). *GFZRNX-RINEX GNSS Data Conversion and Manipulation Toolbox*. GFZ Data Services, <http://dx.doi.org/10.5880/GFZ.1.1.2016.002>.

BBT nhận bài: 15/01/2019; Phản biện xong: 19/02/2019