

ERSD 2018

KỶ YẾU

HỘI NGHỊ TOÀN QUỐC
KHOA HỌC TRÁI ĐẤT VÀ TÀI NGUYÊN
VỚI PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG

Hà Nội, 07 - 12 - 2018

DỮ LIỆU THÔNG TIN KHÔNG GIAN
VÀ PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG



Nhà xuất bản giao thông vận tải

MỤC LỤC

TIỂU BAN TRẮC ĐỊA CAO CẤP VÀ QUAN TRẮC ĐỊA ĐỘNG LỰC

Phương án sử dụng trị trung bình nhân diện tích elip sai số vị trí các điểm trong đánh giá độ tin cậy lưới không chế tọa độ <i>Lê Ngọc Giang</i>	01
Khảo sát một số dạng đồ hình đặc trưng của lưới thi công thủy điện <i>Nguyễn Hà, Trần Thùy Linh</i>	07
Nghiên cứu giải pháp kỹ thuật phát triển hệ thống quan trắc chuyển dịch biến dạng công trình theo thời gian thực <i>Phạm Công Khải, Nguyễn Quang Thắng, Vũ Trung Ruy, Trần Trọng Xuân</i>	13
Ứng dụng phương pháp hướng chuẩn quan trắc chuyển dịch ngang cầu Chương Dương <i>Trần Khánh, Nguyễn Thùy Linh, Nguyễn Thị Kim Thanh</i>	22
Phân tích và đánh giá chất lượng dữ liệu trạm tham chiếu hoạt động liên tục CORS trên lãnh thổ Việt Nam phục vụ xử lý sau <i>Nguyễn Hải Ninh, Trần Văn Anh</i>	29
Phương pháp ước tính độ chính xác lưới GPS trong các công tác trắc địa công trình <i>Nguyễn Quang Phúc</i>	37
Ứng dụng phương pháp bình sai hiệu trị đo để xử lý lưới quan trắc độ lún công trình <i>Lê Đức Tình, Tạ Thị Thu Hương, Nguyễn Thị Kim Thanh</i>	43
Khảo sát ảnh hưởng của địa triều đến kết quả định vị GNSS trên lãnh thổ Việt Nam <i>Nguyễn Gia Trọng, Phạm Ngọc Quang</i>	49
Phương pháp xác định tọa độ của các vệ tinh COMPASS theo thời gian <i>Nguyễn Gia Trọng, Nguyễn Văn Lâm, Lê Thị Thanh Tâm</i>	55
Một số giải pháp nâng cao độ chính xác xác định dị thường trọng lực bằng số liệu đo cao vệ tinh trên vùng biển vịnh Bắc bộ - Việt Nam <i>Phạm Văn Tuyên, Nguyễn Văn Sáng</i>	62
Khảo sát khả năng đo thủy chuẩn hạng cao của máy DiNi07 <i>Vũ Trung Ruy</i>	69

Nghiên cứu giải pháp kỹ thuật phát triển hệ thống quan trắc chuyển dịch biến dạng công trình theo thời gian thực

Phạm Công Khải^{1*}, Nguyễn Quang Thắng¹, Vũ Trung Ruy¹, Trần Trọng Xuân²

¹Trường Đại học Mỏ - Địa chất

²Công ty Cổ phần Thế giới Kỹ thuật miền Bắc

TÓM TẮT

Bài báo trình bày một giải pháp kỹ thuật để quan trắc chuyển dịch biến dạng công trình theo thời gian thực dựa trên công nghệ GNSS CORS. Các thành phần và nguyên lý hoạt động của hệ thống quan trắc chuyển dịch biến dạng công trình đã được thiết kế, xây dựng. Trạm tham chiếu hoạt động liên tục (CORS) đã được sử dụng để hiệu chỉnh vị trí cho trạm quan trắc theo định dạng chuẩn dữ liệu RTCM. Một thiết bị thu nhận và truyền dẫn số liệu từ trạm quan trắc về trạm chủ (server) đã được thiết kế phát triển. Các tin nhắn theo chuẩn định dạng NMEA từ trạm quan trắc truyền về trạm chủ đã được giải mã và được lọc qua ba bước bằng phần mềm tự thiết kế xây dựng đã nâng cao độ chính xác kết quả quan trắc. Kết quả nghiên cứu thực nghiệm bằng thiết bị kiểm nghiệm tự thiết kế thành lập cho thấy hệ thống quan trắc được phát triển có thể quan trắc được dịch chuyển công trình theo phương nằm ngang đến 3 mm và dịch chuyển đứng đến 5 mm.

Từ khóa: Quan trắc liên tục; chuyển dịch; biến dạng; hệ thống vệ tinh dẫn đường toàn cầu; trạm tham chiếu hoạt động liên tục; thời gian thực

1. Đặt vấn đề

Hiện nay ở nước ta quá trình công nghiệp hóa, đô thị hóa diễn ra rất mạnh mẽ. Các công trình công nghiệp và dân dụng xây dựng ngày càng lớn cả về mặt bằng cũng như chiều cao. Tuy nhiên, các công trình xây dựng trên mặt đất thường bị dịch chuyển và biến dạng do tác động của nhiều yếu tố khác nhau, vì vậy quan trắc chuyển dịch biến dạng công trình là nhiệm vụ quan trọng trong thực tiễn. Việc xác định kịp thời sự chuyển dịch biến dạng của các công trình theo thời gian thực có thể làm giảm nguy cơ tai nạn có thể xảy ra với con người và tránh được thiệt hại về tài chính. Cho đến nay, ở nước ta, phần lớn nội dung quan trắc biến dạng công trình chủ yếu thực hiện theo từng chu kỳ bằng các thiết bị đo đạc truyền thống như máy thủy chuẩn, máy kinh vĩ, toàn đạc điện tử hoặc bằng công nghệ GPS. Với công nghệ và thiết bị đó khó có thể quan trắc liên tục chuyển dịch biến dạng theo thời gian thực.

Với sự phát triển nhanh chóng về công nghệ mới, việc quan trắc chuyển dịch biến dạng công trình được thực hiện theo hướng tự động, liên tục theo thời gian thực. Việc quan trắc biến dạng công trình nhà cao tầng đã được nghiên cứu bằng công nghệ GNSS rất có hiệu quả (N. Quesada-Olmo, M.J. Jimenez-Martinez, M. Farjas-Abadía, 2018); (Wan Abdul Aziz Wan Mohd Akib, Shu Kian Kok Zulkarnaini Mat Amin, 2012). Với công nghệ GNSS có thể xác định được độ võng cũng như chuyển dịch ngang của cầu (Hepi Hapsari Handayani, Yuwono, Taufik M, 2015). Hiện nay, hệ thống GNSS cho phép thu tín hiệu vệ tinh liên tục nên sử dụng được kỹ thuật đo động thời gian thực RTK với độ chính xác cao. Công nghệ GNSS có ưu điểm là cung cấp số liệu 3D trong thời gian thực, hoạt động liên tục trong mọi điều kiện thời tiết, định vị với độ chính xác cao nên đã được ứng dụng để quan trắc chuyển dịch biến dạng cầu rất hữu hiệu (Ruijie Xi, Weiping Jiang, Xiaolin Meng, Hua Chen, Qusen Chen, 2018).

Hệ thống quan trắc bằng công nghệ GNSS đã được ứng dụng rộng rãi và rất hiệu quả ở các nước trên thế giới. Tuy nhiên, các hệ thống này đều có phần cứng, phần mềm riêng và giá thành thường rất cao. Vì vậy ý tưởng phát triển một hệ thống quan trắc liên tục chuyển dịch biến dạng công trình theo thời gian thực dựa trên công nghệ GNSS/CORS đã được đề xuất. Dựa vào nguyên lý hoạt động và cơ chế truyền dẫn số liệu của trạm CORS đã được xây dựng, nghiên cứu này phát triển một thiết bị thu nhận và truyền dẫn số liệu đã cài chính từ trạm sử dụng (User) đặt ở điểm quan trắc về trạm chủ (Server). Tất cả số liệu đo từ trạm

* Tác giả liên hệ

Email: phamcongkhai@humg.edu.vn

1	Ăng ten GNSS
2	Module thu GNSS
3	Module Bluetooth
4	Module thu nhận tín hiệu max232
5	Module xử lý dữ liệu Arduino UNO R3
6	Module thời gian thực
7	Module Ethernet Shield W5100
8	Modem Internet không dây
9	Trạm CORS

4.1.1. Module thu nhận tín hiệu max232

Module thu nhận tín hiệu max232 là một thiết bị chuyển tín hiệu RS232 (Recommended Standard 232) thành tín hiệu logic TTL (Transistor-Transistor Logic) để có thể tạo sự giao tiếp giữa các thiết bị dùng chuẩn RS232 và thiết bị dùng chuẩn TTL. Đặc điểm của module là có độ chính xác cao, độ tin cậy về bảo toàn dữ liệu, tốc độ xử lý cao, dòng điện tiêu thụ và độ trễ tín hiệu nhỏ.

4.1.2. Module xử lý dữ liệu Arduino UNO R3

Đây là module điều khiển trung tâm có nhiệm vụ điều khiển các module khác hoạt động, mọi mã code được nạp trực tiếp lên vi xử lý ATmega 328. Trong các giao thức truyền dẫn tín hiệu, ATmega328 có nhiệm vụ nhận dữ liệu tính toán và trả về các module kết nối các lệnh, các dữ liệu từ đây tạo thành các vòng kết nối liên tục và phụ thuộc vào nhau.

Module được thiết kế với 7 chân analog, 13 chân digital, 6/13 chân digital tích hợp. Bo mạch chạy trong vùng điện áp trực tiếp DC từ 7V đến 20V, chip ATmega 328 là dòng chip mới, họ AVR, hoạt động trên nền 8 bit, điện áp 5V, cường độ dòng 0,2 mA, toàn bộ Board có mức tiêu thụ điện năng là 2,5 W.

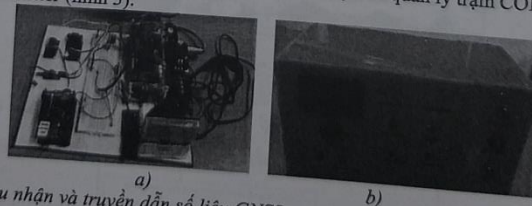
4.1.3. Module lưu trữ và truyền dẫn dữ liệu về máy chủ Ethernet W5100

Đây là hệ thống truyền dẫn cũng là hệ thống lưu trữ dữ liệu. Module tích hợp chip xử lý Ethernet W5100 cho tốc độ truyền mạng LAN lên tới 100 Mbps. Tích hợp thêm tính năng gắn thẻ nhớ Micro SD lên tới 4Gb.

Trên Module còn tích hợp các đèn báo trạng thái bao gồm đèn báo mạng LAN, Full, RX, TX... giúp cho việc kiểm soát lỗi trở nên dễ dàng linh hoạt hơn.

4.1.4. Module thời gian thực

Module thời gian thực (Real Time Module) có tác dụng cấp thời gian thực cho Arduino để xác định được thời điểm truyền dữ liệu từ trạm Rover về trạm CORS. Module thời gian thực được hiệu chỉnh định kỳ từ thời gian vệ tinh nên luôn đảm bảo độ chính xác cần thiết cho mọi hoạt động trên hệ thống Rover. Module thời gian thực giao tiếp trực tiếp với Arduino bằng chuẩn IC2s chân analog 5 và analog 6. Module được cấp nguồn 5V trực tiếp từ Board Arduino. Tất cả các Module trên được tích hợp với nhau tạo nên một bộ thu nhận và truyền dẫn số liệu GNSS từ trạm quan trắc về máy chủ quản lý trạm CORS. Thiết bị này có tên là GNSS Data Transmitter (hình 3).



Hình 3. Thiết bị thu nhận và truyền dẫn số liệu GNSS: a - Trước khi hoàn thiện; b - Sau khi hoàn thiện

4.1.5. Hệ thống truyền dẫn tín hiệu Modem internet

Đây là một công cụ truyền tín hiệu từ Rover về trạm CORS và truyền tín hiệu ngược lại. Ở trạm CORS modem được tích hợp và hỗ trợ thêm công kết nối ra để tạo đường dẫn tín hiệu thông qua mạng internet không dây. Công này được đặt cố định với một địa chỉ IP tĩnh được nhà mạng cung cấp.

4.2. Thiết kế xây dựng phần mềm điều khiển hệ thống

Bộ thu nhận và truyền dẫn dữ liệu GNSS sau khi được thiết kế lắp đặt, một phần mềm điều khiển đã được thiết kế, xây dựng. Phần mềm được viết theo định dạng chuẩn dữ liệu của NMEA, sử dụng công cụ lập trình Arduino và ngôn ngữ lập trình C#.

Mã nguồn phần mềm sau khi được viết và kiểm tra lỗi, được nạp vào bộ truyền số liệu GNSS thông qua công kết nối USB với máy tính nhờ công cụ lập trình của Arduino. Phần mềm điều khiển chức năng thu nhận và truyền dẫn số liệu GNSS được thực hiện như sau:

Tín hiệu vệ tinh thu từ Rover theo định dạng chuẩn NMEA được truyền trực tiếp về Arduino theo công RS232;

Tín hiệu Arduino nhận được chia làm 2 loại là \$GPGGA, \$GNGGA và các tín hiệu NMEA khác;

Các tín hiệu \$GNGGA được truyền về Server theo giao thức NTRIP Server đồng thời các tín hiệu NMEA khác được truyền về Ethernet và được lưu trữ trong thẻ nhớ SD card được tích hợp trong Ethernet dưới định dạng tệp văn bản (text file);

Các tín hiệu \$GNGGA được phần mềm chuyên dụng xử lý gửi kết quả vào phần mềm trong máy chủ để đưa ra được vị trí tức thời;

Các dữ liệu này được xử lý tự động nhờ phần mềm chuyên dụng đã được thiết kế xây dựng và xác định được các đại lượng chuyên dịch biến dạng công trình với độ chính xác cao nhất.

5. Giải mã cấu trúc dữ liệu GNSS theo định dạng NMEA

Cấu trúc dữ liệu theo định dạng của NMEA là tiêu chuẩn kỹ thuật cho phép các thiết bị điện tử gửi thông tin về máy tính và tới một thiết bị điện tử khác (https://en.wikipedia.org/wiki/NMEA_0183). Tiêu chuẩn được xây dựng bởi Hiệp hội Điện tử Hàng hải Quốc gia Mỹ (National Marine Electronics Association - NMEA). Hiện nay cấu trúc dữ liệu NMEA có nhiều phiên bản nhưng phiên bản NMEA 0183 đang được sử dụng rộng rãi và sử dụng mã tiêu chuẩn ASCII.

Tiêu chuẩn điện được sử dụng là EIA-232, hầu hết phần cứng cho phép định dạng với NMEA-0183 kết nối qua cổng EIA-232. Để xây dựng chương trình điều khiển bộ thu nhận và truyền dẫn tín hiệu vệ tinh cần có những thông tin chuẩn về cấu trúc định dạng của chuẩn dữ liệu này. Bảng 2 là cấu trúc dữ liệu GNSS theo chuẩn định dạng NMEA 0183 của một số loại tin nhắn từ Rover trả về.

Mỗi đoạn mã theo chuẩn định dạng NMEA bắt đầu với một ký tự "\$" trên một hàng nối tiếp và không thể lớn hơn 80 ký tự. Dữ liệu được chứa đựng bên trên một hàng với những kiểu khác nhau và được cách nhau bởi dấu phẩy (,), sau dấu phẩy có ký tự khoảng trống. Các dòng dữ liệu thường là GNGSA, GNRMC, GNVTC, GNGGA, GNGLL, GNGSV, GNZDA sau đó đến thông tin về thời gian, tọa độ, trạng thái, độ cao. Trong bảng 2 là một số đoạn mã dữ liệu theo chuẩn định dạng NMEA thu nhận từ thiết bị thu GNSS.

Bảng 2. Một số đoạn mã dữ liệu theo chuẩn định dạng NMEA 0183

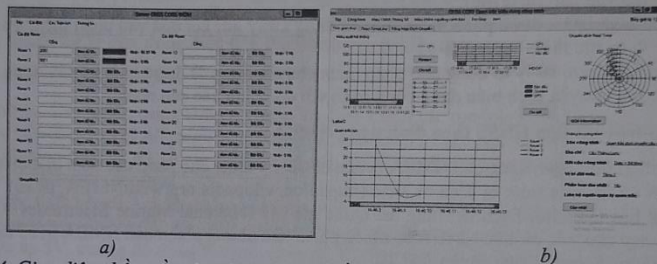
\$GNGGA,hhmmss.ss,llll.lll,a,yyyyy.yyy,a,x,uu,v,v,w,M,x,x,M,,zzzz*hh<CR><LF>
\$GNGLL,llll.lll,a,yyyyy.yyy,b,hhmmss.sss,A,a*hh<CR><LF>
\$GNGSA,a,x,xx,xx,xx,xx,xx,xx,xx,xx,xx,xx,xx,xx,u,u,v,v,z,z*hh<CR><LF>
\$GNGSV,x,u,xx,uu,vv,zzz,ss,uu,vv,zzz,ss,....,uu,vv,zzz,ss*hh<CR><LF>
\$GNRMC,hhmmss.sss,x,llll.lll,a,yyyyy.yyy,a,x,x,u,u,xxxxxx,,,v*hh<CR><LF>
\$GNVTG,x,x,T,y,y,M,u,u,N,v,v,K,m*hh<CR><LF>
\$GNZDA,hhmmss.sss,dd,mm,yyyy,xx,yy*hh<CR><LF>

Tất cả các dữ liệu này đã được giải mã để lọc ra những thông tin tự đo GNSS có chất lượng tốt nhất, đặc biệt chú ý đến hai loại tin nhắn \$GNGGA và \$GNGSV. Dòng tin nhắn GNGGA cho biết những trị đo nào đạt yêu cầu độ chính xác (trị đo Fixed), còn dòng tin nhắn GNGSV cho biết sai số vị trí điểm đo đã Fixed. Tất cả những trị đo đạt yêu cầu độ chính xác được lưu trữ trong một tệp theo từng ngày và có tên data kết hợp với ngày tháng năm (ví dụ: data25082018.txt). Tệp số liệu này được được một phần mềm xử lý để cho kết quả chuyển dịch biến dạng công trình theo thời gian thực.

6. Xây dựng phần mềm thu nhận, xử lý số liệu quan trắc chuyển dịch biến dạng công trình

Số liệu quan trắc dịch chuyển biến dạng công trình được truyền liên tục từ trạm quan trắc về máy tính chủ (Server) thông qua bộ truyền dữ liệu. Có hai phần mềm được thiết kế xây dựng để đảm bảo cho hệ thống trạm quan trắc hoạt động được liên tục mà không bị sập do sự cố về dữ liệu. Phần mềm thứ nhất có chức năng thu nhận số liệu từ các Rover đặt ở điểm quan trắc gửi về máy chủ và được phân tích xử lý để có được file số liệu đo chính xác nhất (hình 4a). Phần mềm thứ hai có chức năng phân tích, xử lý số liệu từ phần mềm thứ nhất gửi đến để xác định và hiển thị các đại lượng dịch chuyển biến dạng công trình. Phần mềm phân tích, xử lý số liệu quan trắc chuyển dịch biến dạng công trình được viết bằng ngôn ngữ lập trình VB.Net nhờ công cụ lập trình Visual Studio 2017. Giao diện của phần mềm được thiết kế thành lập thể hiện như (hình 4b). Các module chính của phần mềm gồm có:

- Module xử lý dữ liệu GNSS theo thời gian thực;
- Module xử lý dữ liệu timeline;
- Modul tổng hợp xác định dịch chuyển đứng và dịch chuyển ngang;
- Modul cập nhật tên các công trình quan trắc;
- Modul điều khiển thời gian thực;
- Modul cảnh báo dịch chuyển biến dạng công trình vượt giới hạn cho phép.



Hình 4. Giao diện phần mềm thu nhận và xử lý số liệu quan trắc dịch chuyển biến dạng công trình
Các thiết bị phần cứng và phần mềm được thiết kế, xây dựng tạo thành một hệ thống đồng bộ có thể quan trắc liên tục sự chuyển dịch biến dạng công trình theo thời gian thực.

7. Kết quả và thảo luận

7.1. Thiết kế, xây dựng hệ thiết bị đánh giá độ chính xác quan trắc chuyển dịch công trình theo thời gian thực

Hệ thiết bị được thiết kế, chế tạo gồm một đường ray nằm ngang có gắn một thước thép để xác định chuyển dịch ngang. Mốc quan trắc với định tâm bắt buộc được gắn 4 bánh xe để có thể chuyển dịch trên đường ray. Mốc quan trắc có gắn một thước thép theo phương thẳng đứng để quan trắc chuyển dịch đứng. Thiết bị quan trắc gồm một máy thu GNSS S82 của South, bộ thu nhận và truyền dẫn số liệu GNSS, Modem Internet không dây, acquy, pin năng lượng mặt trời. Máy thu GNSS được đặt cố định lên mốc quan trắc, bật nút khởi động máy thu và kết nối với bộ thu nhận bằng Bluetooth. Hệ thống sẽ tự động thu nhận và truyền dẫn số liệu về máy chủ. Các đèn báo sẽ hiển thị tình trạng hoạt động của hệ thống trạm quan trắc (hình 5).



Hình 5. Hệ thiết bị đánh giá độ chính xác quan trắc chuyển dịch biến dạng công trình theo thời gian thực

7.2. Số liệu quan trắc và xử lý số liệu

Việc thực nghiệm quan trắc chuyển dịch biến dạng công trình theo thời gian thực được tiến hành ở bốn thời gian khác nhau vào các ngày 20, 22, 24, 26 của tháng 8 năm 2018. Mỗi lần quan trắc tiến hành thu tin

hiệu ở hai thời điểm cách nhau 1 giờ và dịch chuyển điểm quan trắc đi một khoảng cách nhất định. Đại lượng dịch chuyển của điểm quan trắc này được xác định dựa vào thước thép gắn trên mốc quan trắc (đại lượng này dùng để kiểm tra), sau đó dựa vào số liệu quan trắc để xác định đại lượng dịch chuyển bằng kỹ thuật đo CORS/RTK.

Dữ liệu thu được ở trạm quan trắc theo tiêu chuẩn NMEA 183 được gửi liên tục từ trạm quan trắc về máy chủ với tần suất 1 giây một tin nhắn. Ở bảng 3 thể hiện một đoạn của tệp số liệu theo tiêu chuẩn NMEA thu được ở trạm quan trắc bắt đầu từ lúc 16 giờ, 47 phút, 13 giây, ngày 20/8/2018.

Bảng 3. Dữ liệu NMEA thu được ở trạm quan trắc ngày 20/8/2018

\$GNGGK,164713.00,082518,2104.3054650,N,10546.4090182,E,1,23,1.7,EHT-1.331,M*72
\$PTNL,GGK,164713.00,082518,2104.3054650,N,10546.4090182,E,1,23,1.1,EHT-1.331,M*57
\$GNGGQ,164713.00,082518,2104.3054650,N,10546.4090182,E,1,23,1.000,-1.331,M*36
\$GNGLL,2104.3054650,N,10546.4090182,E,164713.00,A,A*77
\$GNGNS,164713.00,2104.3054650,N,10546.4090182,E,AANA,23,0.6,-1.331,,,*63
\$GNGSA,A,3,03,10,14,16,22,26,29,31,,,,,1.1,0.6,0.9*2E
\$GNGSA,A,3,70,71,73,80,,,,,,1.1,0.6,0.9*2E
\$GPGSV,3,1,10,03,12,320,41,10,28,166,44,14,57,029,49,16,37,203,46*75
\$GPGSV,3,2,10,22,30,307,46,25,16,038,,26,69,200,51,29,14,084,41*7D
\$GPGSV,3,3,10,31,50,356,51,32,51,077,50,,,,,,*7B
\$GLGSV,1,1,04,70,68,348,45,71,17,333,43,73,49,267,50,80,45,003,45*66
\$GAGSV,2,1,06,04,48,123,49,05,21,322,43,09,70,352,52,24,59,251,51*6F

Từ tệp dữ liệu thu được theo chuẩn NMEA của loại tin nhắn GPGGA và GPGST thu được để xử lý lọc ra những trị đo tốt nhất, quá trình xử lý tiến hành qua 3 bước sau:

Bước thứ nhất, kiểm tra tính toàn vẹn của các tin nhắn trong tệp dữ liệu NMEA

Khi các tin nhắn theo định dạng NMEA nhận được từ Rover, cần phải kiểm tra tính toàn vẹn (đầy đủ) của các tin nhắn trong tệp dữ liệu này, nếu trong các dòng tin nhắn này thiếu hay thừa thông tin thì không sử dụng tin nhắn này để lấy số liệu. Việc kiểm tra tính toàn vẹn của dữ liệu được thực hiện bằng cách phân tích tất cả các ký tự trong khoảng từ \$ đến * của chuỗi tin nhắn NMEA thành một chuỗi mới. Sau đó, chỉ cần thực hiện thuật toán thao tác bit XOR ký tự đầu tiên với ký tự tiếp theo, cho đến khi kết thúc chuỗi.

Bước thứ hai, lọc ra những tin nhắn có tọa độ đã được hiệu chỉnh vị trí (Fixed).

Trong chuỗi tin nhắn GNGGA hoặc GPGGA, nếu sau ký tự "E" là số 4 thì trị đo này đã được hiệu chỉnh và lọc ra giá trị đó. Nếu sau ký tự "E" là số 0, 1, 2, 3 hay 5 thì không lấy trị đo này, (bảng 4) thể hiện một đoạn tin nhắn được lọc ra để lấy được tọa độ đã hiệu chỉnh vị trí.

Bước thứ ba, lọc những tin nhắn có tọa độ đã được hiệu chỉnh vị trí nhưng có sai số vị trí nhỏ nhất. Trong số những tin nhắn có tọa độ đã được hiệu chỉnh nhưng sai số vị trí của nó cũng khác nhau, vì vậy để nâng cao độ chính xác định vị cần lọc ra những tin nhắn có sai số vị trí điểm nhỏ nhất. Việc lọc ra tọa độ có sai số nhỏ được thực hiện bằng cách phân tích chuỗi tin nhắn GPGST hoặc GNGST.

Bảng 4. Dữ liệu GNGGA theo chuẩn định dạng NMEA 0183

\$GNGGA,070309.00,2104.29999960,N,10546.41406609,E,4,22,0.7,23.698,M,-28.333,M,1.0,4095*4C
\$GNGGA,070310.00,2104.30000020,N,10546.41406564,E,4,22,0.7,23.699,M,-28.333,M,1.0,4095*41
\$GNGGA,070311.00,2104.29999998,N,10546.41406593,E,4,22,0.7,23.703,M,-28.333,M,1.0,4095*41
\$GNGGA,070312.00,2104.29999893,N,10546.41406725,E,4,22,0.7,23.700,M,-28.333,M,1.0,4095*44
\$GNGGA,070313.00,2104.29999942,N,10546.41406699,E,4,22,0.7,23.701,M,-28.333,M,1.0,4095*4F

SGNGGA,070314.00,2104.29999894,N,10546.41406737,E,4,22,0,7,23.701,M,-28.333,M,1.0,4095*47
SGNGGA,070315.00,2104.30000032,N,10546.41406652,E,4,22,0,7,23.689,M,-28.333,M,1.0,4095*40
SGNGGA,070316.00,2104.29999938,N,10546.41406966,E,4,22,0,7,23.699,M,-28.333,M,1.0,4095*48
SGNGGA,070317.00,2104.29999921,N,10546.41406725,E,4,22,0,7,23.698,M,-28.333,M,1.0,4095*49
SGNGGA,070318.00,2104.29999947,N,10546.41406839,E,4,22,0,7,23.701,M,-28.333,M,1.0,4095*45
SGNGGA,070319.00,2104.29999955,N,10546.41406849,E,4,22,0,7,23.696,M,-28.333,M,1.0,4095*4F
SGNGGA,070320.00,2104.29999779,N,10546.41406726,E,4,22,0,7,23.699,M,-28.333,M,1.0,4095*4C

Từ giá trị tọa độ đã được lọc ra trong một khoảng thời gian quan trắc, tính ra giá trị tọa độ trung bình. Khi đó chuyển dịch của công trình trong mặt phẳng ngang giữa hai thời điểm quan trắc được xác định thông qua đại lượng tọa độ mặt bằng (X, Y).

Với số liệu quan trắc của ngày 20/8/2018, xác định được các thành phần chuyển dịch ngang:

-Chuyển dịch theo trục OX:

$$Q_x = X^{i+1} - X^i = 2330973.6773 - 2330973.6302 = 0.0471 \text{ m}$$

- Chuyển dịch theo trục OY:

$$Q_y = Y^{i+1} - Y^i = 580383.4861 - 580383.4816 = 0.0045 \text{ m}$$

-Chuyển dịch toàn phần:

$$Q = \sqrt{Q_x^2 + Q_y^2} = \sqrt{0.0471^2 + 0.0045^2} = 0.0473 \text{ m} = 47.3 \text{ mm}$$

-Dịch chuyển đứng:

$$\eta = H^{i+1} - H^i = 23.651 - 23.690 = 39 \text{ mm}$$

Trong bảng 5 thể hiện giá trị dịch chuyển ngang và đứng xác định bằng thiết bị quan trắc và được đo trực tiếp bằng thước thép gắn trên mốc quan trắc, độ chênh lệch về chuyển dịch ngang lớn nhất là 2.3 mm, nhỏ nhất là 1.5 mm. Độ chênh lệch về dịch chuyển đứng lớn nhất là 4.2mm và nhỏ nhất là 3.5 mm

Bảng 5. Đánh giá độ chính xác kết quả quan trắc dịch chuyển ngang và đứng

Ngày quan trắc	Dịch chuyển ngang (mm)			Dịch chuyển đứng (mm)		
	Đo bằng thước thép	Quan trắc bằng thiết bị CMSS	Sai lệch	Đo bằng thước thép	Quan trắc bằng thiết bị CMSS	Sai lệch
20/8/2018	45	47.3	2.3	35	39.0	4.0
22/8/2018	50	51.5	1.5	45	49.2	4.2
24/8/2018	55	53.2	1.8	55	58.5	3.5
26/8/2018	60	57.8	2.2	65	68.7	3.7

8. Kết luận

Nghiên cứu này đã tập trung vào giải quyết vấn đề quan trắc liên tục chuyển dịch biến dạng công trình với việc ứng dụng công nghệ GNSS/CORS. Một sơ đồ hệ thống quan trắc liên tục đã được thiết lập gồm có hệ thống trạm CORS và trạm quan trắc CMSS. Những dạng tin nhắn của cấu trúc dữ liệu GNSS đã được nghiên cứu, giải mã thành công trong đó có các tin nhắn định dạng NMEA được gửi từ trạm quan trắc về máy tính chủ của trạm CORS.

Một hệ thống truyền dẫn số liệu GNSS đã được thiết kế phát triển cả về phần cứng và phần mềm có thể thực hiện việc quan trắc liên tục chuyển dịch biến dạng công trình một cách tự động và diễn ra trong thời gian thực. Hệ thống được phát triển hoạt động tốt, ổn định, đảm bảo truyền dẫn số liệu từ trạm quan trắc về máy tính chủ của trạm CORS một cách tự động, tức thời.

Phần mềm xử lý số liệu GNSS đã được thiết kế xây dựng cho phép xử lý số liệu xác định được độ dịch chuyển biến dạng công trình một cách tức thời. Hệ thống trạm quan trắc đã được nghiên cứu phát triển và đã được kiểm nghiệm bằng thiết bị chuyên dụng cho thấy hệ thống quan trắc hoạt động tốt, ổn định, liên tục và đảm bảo được yêu cầu độ chính xác để có thể quan trắc được độ chuyển dịch biến dạng công trình đến 3 mm về mặt bằng và 5mm về độ cao.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được hỗ trợ bởi Ủy ban nhân dân Thành phố Hà Nội, Sở Khoa học và Công nghệ Hà Nội. Tác giả chân thành cảm ơn PGS.TS Nguyễn Quang Thăng, nguyên Trưởng phòng Đào tạo Sau đại học, trường Đại học Mỏ - Địa chất đã hỗ trợ để hoàn thiện nghiên cứu này.

Tài liệu tham khảo

Bochen Zhang, Xiaoli Ding, Charles Werner, Kai Tan, Bin Zhang, Mi Jiang, Jingwen Zhao, Youlin Xu, 2018. Dynamic displacement monitoring of long-span bridges with a microwave radar interferometer. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 138, p252-264.

Deng hui Wang, Xiaolin Meng, Chengfa Gao, Shuguo Pan, Qusen Chen, 2017. Multipath xtraction and mitigation for bridge deformation monitoring using a single-difference model. *Advances in Space Research*, 60, p2882-2895.

Hepi Hapsari Handayani, Yuwono, Taufik M, 2015. Preliminary study of bridge deformation monitoring using GPS and CRP (case study: Suramadu Bridge). *Procedia Environmental Sciences*, 24, 266-276.

Jiayong Yu, Xiaolin Meng, Xudong Shao, Banfu Yan, Lei Yang, 2012. Identification of dynamic displacements and modal frequencies of a medium-span suspension bridge using multimode GNSS processing. *Engineering Structures*, 81, p432-443.

N. Quesada-Olmo, M.J. Jimenez-Martinez, M. Farjas-Abadia, 2018. Real-time high-rise building monitoring system using global navigation satellite system technology. *Journal of Measurement*, 123, 115-124.

Ruijie Xi, Weiping Jiang, Xiaolin Meng, Hua Chen, Qusen Chen, 2018. Bridge monitoring using BDS-RTK and GPS-RTK techniques. *Journal of Measurement*, 120, 128-139.

Wan Abdul Aziz Wan Mohd Akib, Shu Kian Kok Zulkarnaini Mat Amin, 2012. High Rise Building Deformation Monitoring With GPS. Department of Geomatic Engineering Faculty of Geoinformation Science & Engineering University Teknologi Malaysia, 81310 Skudai, Johor Malaysia.

Đặng Nam Chinh, Đỗ Ngọc Đường, 2014. Định vị vệ tinh. *Giáo trình Nhà xuất bản Khoa học kỹ thuật*, Hà Nội

Phạm Công Khai, 2018. Nghiên cứu phát triển hệ thống quan trắc độ ổn định công trình theo thời gian thực. *Hội nghị khoa học kỹ thuật mở toàn quốc lần thứ XXVI*, Móng Cái 8/2018, Nhà xuất bản Công thương, trang 143 đến 150.

Trần Khánh, Nguyễn Quang Phúc, 2012. Quan trắc chuyển dịch và biến dạng công trình. *Giáo trình Nhà xuất bản Khoa học kỹ thuật*, Hà Nội

<http://www.gpsinformation.org/dale/nmea.htm>.

https://en.wikipedia.org/wiki/NMEA_0183

www.rtklib.com.

ABSTRACT

Research on technical solutions to develop monitoring systems for displacement and deformation of works in real time

Pham Cong Khai^{1,*}, Nguyen Quang Thang¹, Vu Trung Ruy¹, Tran Trong Xuan²

¹ Hanoi University of Mining and Geology

² Northern technology world Joint Stock Company

This article presents a technical solution for monitoring for displacement and deformation in real-time based on GNSS CORS technology. The components and principles of operation of the monitoring system for displacement and deformation have been designed and establish. The continuously operation reference station (CORS) was used to correct position for monitoring station in the RTCM format. A device for receiving and transmitting data from the monitoring station to the server has been designed and developed. NMEA messages have been decoded and filtered through three steps using home-made software that improves the accuracy of the monitoring results. The results show that the developed equipment system can monitor horizontally displacement to 3 mm and vertical displacement to 5 mm.

Keywords: Continuously Monitoring; Displacement; Deformation; Global Navigation Satellite System; Continuously Operating Reference Station GNSS; Real Time.