

ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ LIDAR PHỤC VỤ XÂY DỰNG MÔ HÌNH SỐ ĐỊA HÌNH

KS. BÙI KIM CHÍNH⁽¹⁾
KS. BÙI VINH QUANG⁽²⁾
KS. VŨ THỊ HỒNG NHỊ⁽³⁾
TS. TRẦN VÂN ANH⁽⁴⁾

Tóm tắt:

Có nhiều biện pháp, công cụ có thể sử dụng để thu nhận độ cao phục vụ cho việc thành lập mô hình độ cao đó là đo đạc mặt đất thông thường, đo vẽ ảnh và viễn thám. Trong phương pháp viễn thám thì LiDAR đang là một phương pháp mới được đưa vào sử dụng thử nghiệm ở Việt nam nhưng nó cũng đã chứng minh được khả năng vượt trội của mình.. LiDAR là hệ thống cảm nhận tích cực sử dụng ánh sáng tia Lazer để đo khoảng cách. Khi lắp trên giá đỡ trong máy bay (có cánh cố định hoặc cánh quay) thiết bị này có thể đo tức thì khoảng cách giữa bộ cảm biến đặt trên máy bay và điểm dưới mặt đất (tòa nhà, cây...) để từ đó có thể tổng hợp ra các số liệu độ cao dày đặc và chính xác. Bài báo đã tập trung nghiên cứu khả năng của công nghệ LiDAR và việc xử lý số liệu để thành lập mô hình số độ cao của khu vực thành phố Bắc Giang.

1. Mở đầu

Dù chúng ta đã biết mô hình số địa hình là một yếu tố vô cùng quan trọng và cần thiết trong công tác thành lập bản đồ, mô phỏng địa hình và rất nhiều ứng dụng trong tài nguyên và môi trường. Có rất nhiều phương pháp thành lập mô hình số địa hình như đo trực tiếp ngoài thực địa các điểm độ cao dày đặc và sử dụng một phép nội suy nào đó để tạo thành mô hình số địa hình. Hoặc có thể sử dụng phương pháp đo ảnh hành không bằng việc sử dụng các trạm đo vẽ ảnh số, phương pháp này hiện nay vẫn đang được sử dụng phần lớn ở các cơ sở sản xuất. Còn phương pháp kém chính xác hơn đó là lấy điểm độ cao từ bản đồ địa hình kết hợp với đường bình độ được số hóa và cũng sử dụng phương pháp nội suy để tạo mô hình. Dù phương pháp nào được sử dụng thì cũng bộc

lộ những ưu và nhược điểm của nó nhưng nhược điểm lớn nhất đó là tính thời sự của mô hình không cao đối với phương pháp ảnh hàng không và phương đường bình độ trên bản đồ địa hình và rất mất thời gian với phương pháp đo trực tiếp ngoài thực địa.

Vài năm trở lại đây công nghệ LiDAR đã được thử nghiệm ở nước ta. Hệ thống LiDAR có khả năng thu nhận nhanh chóng và chính xác số liệu độ cao, địa hình mà không cần lưới khống chế lớn. Chỉ cần một trạm kiểm tra mặt đất cho 1 khu đo khoảng 30km. Tùy theo chiều cao, độ rộng vật quét, góc quét, tốc độ xung và quét, dẫn cách điểm đọc có thể từ 25 điểm/1m² cho đến 1 điểm trên 12m (144m²). LiDAR rất lý tưởng cho các dự án lập bản đồ hành lang và có thể cung cấp thông tin chính xác cho việc phác họa đường bờ. Lập bản đồ bằng LiDAR có tính khả thi vào ban ngày, bầu trời nhiều mây phía trên

⁽¹⁾Xí nghiệp Tài nguyên Môi trường 1 – Tổng công ty Tài nguyên Môi trường

⁽²⁾Xí nghiệp bay chụp và đo vẽ ảnh – Tổng công ty Tài nguyên Môi trường

⁽³⁾Trung tâm Viễn thám quốc gia

⁽⁴⁾Trường Đại học Mở-Địa chất

máy bay hoặc ban đêm. Việc thu số liệu vào ban ngày không phụ thuộc vào góc chiếu của mặt trời như trong chụp ảnh thông thường. Một số hãng cung cấp còn phát triển khả năng phân loại và loại bỏ bề mặt thực phủ để xác định bề mặt thực của mặt đất, khi một số điểm của LiDAR có thể xuyên qua lớp thực phủ.

Công nghệ lập mô hình số bằng LiDAR là khả năng thu nhận số liệu độ cao với độ chính xác 15cm và độ chính xác mặt phẳng là: 1/1000 chiều cao bay. Để đạt được độ chính xác trên, hệ thống LiDAR tin cậy vào GPS và hệ thống tham vấn bên trong (IRS).

2. Nguyên lý hoạt động chung của hệ thống LiDAR

Mô hình hoạt động chung của hệ thống LiDAR là phép đo dài laser đồng thời thực hiện định vị chính xác vị trí không gian các tia laser thông qua các hệ thống DGPS và INS.

Các hệ thống LiDAR trên thế giới có nguyên lý hoạt động chung gần như giống nhau, độ chính xác gần tương đương nhau, khác nhau chủ yếu là các chỉ tiêu kỹ thuật như: cường độ của sóng laser, bước sóng laser, số lượng xung laser phát trong một giây và phương pháp phân dòng tia quét (gương hoặc tổ hợp sợi).

Bản chất của công nghệ LiDAR là kỹ thuật nhận dạng và đo xa ánh sáng. Xung của laser được phát hướng xuống mặt đất trên một độ cao nào đó. Sóng laser được phản hồi từ mặt đất hay từ các bề mặt đối tượng như là cây, đường hoặc nhà..., với mỗi xung sẽ đo được thời gian đi và trở lại của tín hiệu và từ đó tính được khoảng cách từ nguồn phát laser tới đối tượng:

$$S_i = T_i C / 2$$

S_i : Khoảng cách từ nguồn phát laser tới đối tượng

T_i : Khoảng thời gian từ thời điểm phát tia

laser đến thời điểm nhận tia laser phản xạ.

C: Tốc độ ánh sáng (3.108 m/s)

Trong thời điểm phát và nhận tia laser thì góc quét, dữ liệu định hướng, cường độ tín hiệu laser phản xạ và các dữ liệu hỗ trợ khác của tia quét được xác định và ghi lại nhờ hệ thống INS. Hệ thống định vị GPS sẽ xác định tọa độ tâm antenna của GPS trên máy bay. Sau đó, phần mềm xử lý sẽ kết hợp các dữ liệu thu được với các thông tin về điều kiện khí quyển, hiệu chỉnh sai lệch phần cứng và các thông số thích ứng khác để tạo ra hàng loạt điểm có tọa độ (X,Y,Z). Tập hợp các điểm này tạo nên một đám mây điểm với một mật độ dày đặc biểu thị chi tiết bề mặt địa hình trái đất (DEM). Với mỗi điểm có tọa độ này sẽ được gắn các thuộc tính thể hiện cường độ tín hiệu trở lại của tia laser. Từ dữ liệu này, phần mềm sẽ phân tích, xử lý, tạo ra ảnh ortho cường độ xám làm cơ sở để thành lập bản đồ và các mục đích tác nghiệp khác.

Từng tia laser riêng biệt không chỉ đi và về từ bề mặt trái đất một cách trọn vẹn và duy nhất mà có thể được phản xạ thành một hay nhiều mức truyền. Hệ thống LiDAR có thể ghi nhận tới 4 mức truyền các tín hiệu phản xạ của từng tia laser. Mỗi mức phản xạ thường là của một tầng đối tượng mà tia laser đi qua. Mỗi mức phản xạ lại có một cường độ tín hiệu phản xạ khác nhau. Từ những thông tin của các mức phản xạ và cường độ tín hiệu tia laser phản xạ mà phần mềm sẽ xử lý và tạo ra được hình ảnh tương ứng với các tầng đối tượng trên mặt đất. Đây là một tính năng đặc biệt của công nghệ LiDAR.

Trong quá trình quét laser, máy chụp ảnh số sẽ chụp ảnh ở các thời điểm đã được thiết kế. Các dữ liệu như thời điểm chụp ảnh, góc chụp sẽ được INS ghi nhận, sau đó kết hợp với dữ liệu GPS, phần mềm sẽ tính toán yếu tố định hướng ngoài cho tấm ảnh ($X_i, Y_i, Z_i, \varphi_i, \omega_i, \kappa_i$). Từ ảnh gốc, dữ liệu mô hình số

bề mặt DSM của lidar và yếu tố định hướng ngoài của ảnh, phần mềm sẽ nắn ảnh tạo trueorthophoto.

3. Quy trình tổng thể

Quy trình tổng thể của giải pháp ứng dụng công nghệ LiDAR xây dựng mô hình 3 chiều đô thị gồm giai đoạn chính và được mô tả trong sơ đồ dưới đây. Nội dung chi tiết từng giai đoạn như sau: (hình 1)

Giai đoạn I là giai đoạn cơ bản. Các công việc bao gồm:

Khảo sát sơ bộ ban đầu: thực hiện khảo sát yêu cầu của khách hàng về sản phẩm đầu ra như: độ chính xác (X, Y, Z); mục đích sử dụng dữ liệu, những ràng buộc về thời gian, nhân lực, tài chính... Thông tin thu thập được là đầu vào để lên kế hoạch thu thập dữ liệu tối ưu.

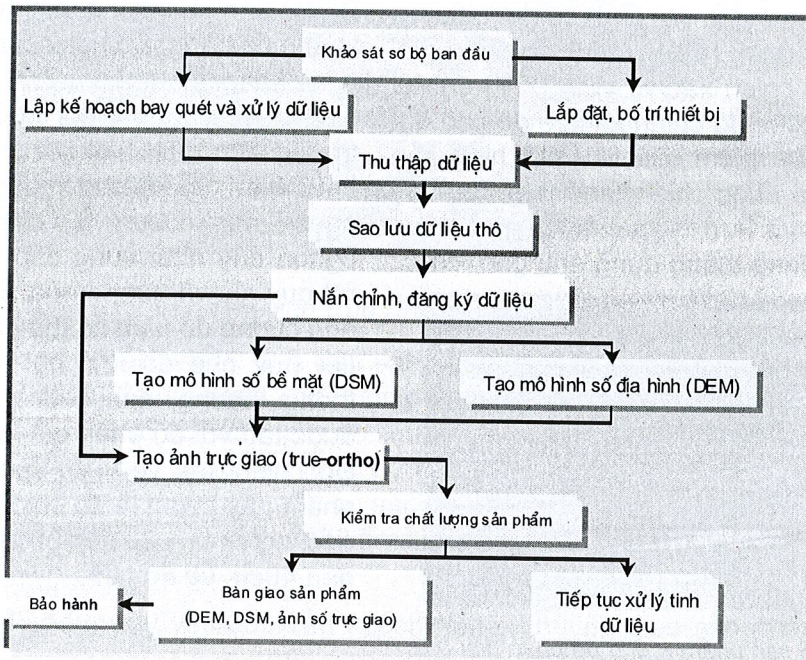
Lập kế hoạch: dựa trên các thông tin thu thập trong bước khảo sát, kế hoạch tập kết trang thiết bị, bay quét thu thập dữ liệu, xử lý dữ liệu và nhân lực được xây dựng một cách chi tiết và tối ưu

Lắp đặt bố trí thiết bị: với kế hoạch được lập, các trang thiết bị cần thiết với từng bước thực hiện dự án sẽ được huy động và lắp đặt đúng quy cách, đúng hạn. Nội dung này rất quan trọng đối với dự án sử dụng công nghệ LiDAR vì đặc điểm của công nghệ này là sử dụng các thiết bị đặc chủng (như máy bay và máy quét laser...)

Thu thập dữ liệu: khu vực dự án sẽ được quét laser, chụp ảnh (nếu có yêu cầu) và thu thập GPS mặt đất cũng như thu thập dữ liệu đối chứng bằng các phương pháp đo đạc truyền thống để kiểm tra kết quả tuân theo kế hoạch đã đưa ra. Tiến độ thu thập dữ liệu thực tế có thể bị thay đổi ít nhiều khi thời tiết không đảm bảo. Tuy nhiên, do LiDAR là công nghệ viễn thám chủ động nên việc bay quét có thể thực hiện cả ban ngày và ban đêm, do đó, rủi ro này có thể coi là không đáng kể.

Sao lưu dữ liệu: do dung lượng dữ liệu thu được rất lớn, việc sao lưu dữ liệu không những đảm bảo tính an toàn của dự án mà còn đảm bảo khả năng làm việc liên tục

Hình 1: Quy trình ứng dụng công nghệ LiDAR xây dựng mô hình 3 chiều



không quá tải lưu trữ của thiết bị. Quá trình sao lưu dữ liệu sẽ được thực hiện song song với quá trình thu thập để quay vòng sử dụng thiết bị lưu trữ, giảm chi phí dự án.

Nấn chỉnh đăng ký dữ liệu: Cũng như các công nghệ viễn thám khác, khi bay quét thu thập dữ liệu, hệ thống LiDAR sử dụng hệ tọa độ và lưới chiếu chuẩn quốc tế WGS84, do đó, trước khi xử lý dữ liệu, cần có bước đăng ký và nắn chỉnh dữ liệu về hệ chuẩn mà khách hàng yêu cầu (VD: VN2000).

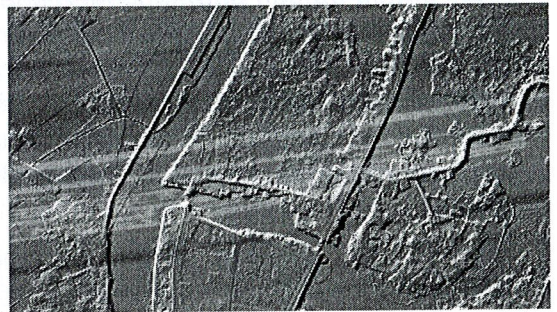
Tạo sản phẩm kết quả: Kết quả được tạo ra trong giai đoạn là các kết quả sơ cấp cơ bản trích xuất trực tiếp từ đám mây điểm 3 chiều do công nghệ LiDAR thu thập. Các sản phẩm điển hình bao gồm: mô hình số bề mặt (DSM); mô hình số địa hình (DEM), ảnh cường độ laser thể hiện bằng xám độ (ảnh intensity) và không ảnh quang trực giao (nếu hệ thống có camera số quang học tích hợp). Quy cách của các sản phẩm được mô tả như sau:

Mô hình số bề mặt (DSM): sử dụng các phần mềm chuyên nghiệp để tạo ra mô hình bề mặt của khu vực dự án. Mô hình này sẽ bao gồm các địa vật như nhà cửa, cây xanh... trên mặt đất. Mô hình sẽ được tạo ra trong khuôn dạng raster (grid) độ phân giải tới 0,5m; độ chính xác về vị trí (X,Y) đạt tới ± 20 đến 30cm; độ chính xác về độ cao đạt tới ± 20 đến 40cm. Dữ liệu mô hình sản phẩm có thể được chia mảnh theo lưới tùy chọn (VD:1kmx1km...) và chuyển giao trong các khuôn dạng thông dụng như grid, txt...



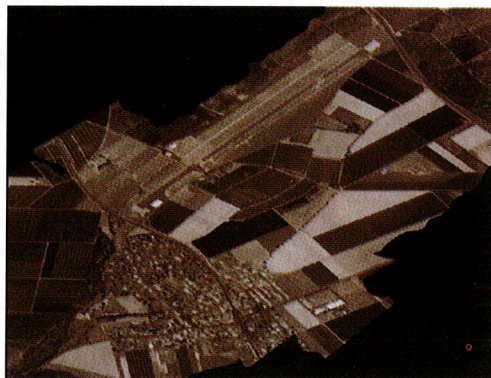
Hình 2: DSM sản phẩm – grid độ phân giải 0,5m

Mô hình số địa hình (DEM): tương tự DSM, các phần mềm chuyên nghiệp sẽ được sử dụng để xây dựng bề mặt địa hình là bề mặt thể hiện riêng mặt đất, bóc đi toàn bộ địa vật bên trên. Mô hình này sẽ chỉ bao gồm các phản hồi từ mặt đất, cũng được tạo ra trong khuôn dạng raster (grid) độ phân giải tới 0,5m; độ chính xác về vị trí (X,Y) đạt tới ± 20 đến 30cm; độ chính xác về độ cao đạt tới ± 20 đến 40cm. Dữ liệu mô hình sản phẩm có thể được chia mảnh theo lưới tùy chọn (VD:1kmx1km...) và chuyển giao trong các khuôn dạng thông dụng như grid, txt...



Hình 3: DEM sản phẩm – grid độ phân giải 0,5m

Ảnh cường độ xám (không bóng, trực giao): cường độ phản xạ của laser thu được sẽ được sử dụng để nội suy tạo ảnh xám. Đây là sản phẩm ảnh trực giao và hoàn toàn không có bóng. Do các đối tượng hấp thụ tia laser khác nhau nên ảnh cường độ xám thể hiện được các loại đối tượng. Trong nhiều trường hợp, đặc biệt khi ảnh quang không thể thu thập được cho khu vực cần khảo sát, nguồn ảnh cường độ xám này trở thành nguồn duy nhất cung cấp thông tin, do đó rất quý giá và quan trọng. Độ phân giải của ảnh cường độ xám có thể đạt tới mức rất chi tiết (tuy chế độ lưới nội suy được chọn), thông thường, ảnh cường độ xám thường được tạo với độ phân giải chi tiết tới 0,25m. Độ chính xác về vị trí và độ cao của sản phẩm này chính là độ chính xác của dữ liệu gốc, nghĩa là ± 20 đến 30cm về vị trí và ± 20 đến 40cm về độ cao.



Hình 4: Sản phẩm ảnh xám – độ phân giải 0,25m.

Ảnh màu trực giao (true-ortho): nếu có yêu cầu thu thập ảnh trong quá trình bay quét, bước này sẽ căn chỉnh các tấm không ảnh, đăng ký chúng về hệ tọa độ được chỉ định và sử dụng ngay DEM và DSM tạo ra trong 2 bước trên để tạo ra ảnh chiếu vuông góc của khu vực dự án (ảnh trực giao). Đây là sản phẩm ảnh trực giao quang học (có bóng) và có thể đạt tới độ phân giải 0,25m.



Hình 5: Sản phẩm ảnh true ortho – độ phân giải 0,25m.

Kiểm tra chất lượng sản phẩm: dựa trên sai phương trung bình (do phần mềm chuyên dụng tính toán tự động) để đánh giá chất lượng của sản phẩm so với chuẩn và so với yêu cầu của khách hàng. Sai số so sánh giữa dữ liệu thu thập bằng phương pháp LiDAR và các phương pháp có độ tin cậy cao khác (như đo đạc tại thực địa theo phương pháp truyền thống...) cũng có thể được thực hiện nếu có sẵn dữ liệu đối chứng. Nếu chất lượng đạt yêu cầu, chuyển sang bước kế tiếp. Nếu sản phẩm không đạt yêu cầu chất lượng, quay lại thực hiện bước căn chỉnh đăng ký dữ liệu.

Bàn giao sản phẩm: tùy yêu cầu của khách hàng, chuyển giao sản phẩm cuối cùng

trong định dạng thông dụng được yêu cầu (ASCII, grid, TIF, GIF, EWC...). Nếu khách hàng yêu cầu chuyển giao dữ liệu dạng đám mây điểm, tập hợp điểm dữ liệu DEM có thể được giữ nguyên mật độ hoặc được làm mỏng bằng các công cụ phần mềm phù hợp mà vẫn thể hiện chính xác các đặc trưng địa hình cần khảo sát.

Bảo hành sản phẩm: thực hiện theo thỏa thuận chung về bảo hành dữ liệu, thông thường là 3 tháng.

Tiếp tục xử lý tinh: tùy theo yêu cầu và nguồn lực thời gian cũng như nhân lực và kinh phí của khách hàng, các bước xử lý tinh dữ liệu sẽ được thực hiện, chuyển sang giai đoạn II.

4. Thực nghiệm: Xây dựng mô hình số độ cao khu đo TP Bắc Giang

Giới thiệu về khu vực thực nghiệm

TP. Bắc Giang nằm trong phạm vi:

Từ $21^{\circ}15'37,5''$ đến $21^{\circ}19'22,5''$ độ vĩ Bắc.

Từ $106^{\circ}08'15''$ đến $106^{\circ}13'44,5''$ độ kinh Đông.

Khu vực TP. Bắc Giang có địa hình tương đối bằng phẳng. Độ cao trung bình từ 5m đến 10m. Rải rác có các đồi gò đột xuất, diện tích không lớn, chiếm khoảng 7% diện tích khu đo, độ cao từ 10m đến 100m.

5. Dữ liệu đầu vào

Sau quá trình xử lý dữ liệu LiDAR kết quả thu nhận được là file (*.txt) trong đó có tọa độ (x,y,z), độ cao Z ở đây là độ cao mặt đất đã được lọc điểm; ảnh ortho đã được nắn và cắt ghép theo mảnh bản đồ. Ta bắt đầu quá trình thực hiện thành lập DTM cho bản đồ tỷ lệ 2000 dưới file định dạng (*.dgn), dựa trên file (*.txt) để nội suy bình độ số 3D mà không cần dùng đến đo vẽ ảnh số. Đây chính là một trong các ưu việt của LiDAR mang lại. Nó giảm thiểu được thời gian để đo vẽ công việc phải đầu tư cả về máy trạm lẫn con người, vì không phải ai cũng có khả

năng nhìn lập thể.

6. Quá trình thực hiện

Khởi động phần mềm MicroStation, đặt tên mảnh bản đồ từ việc save file seed sạch (file trắng rỗng trong đó chứa tất cả cơ sở toán học của bản đồ như: kinh tuyến trục, múi chiếu, elip quỵ chiếu...)

Tiến hành trải patterns điểm với khoảng cách Row, Column (5,5). Khởi động phần mềm LidarDigitize (phần mềm số hoá 3D).

Fence bản đồ dùng lệnh 2DI3D khi đó điểm lưới đã được gán độ cao ta nhận được file tập hợp điểm độ cao với dẫn cách (5m,5m).

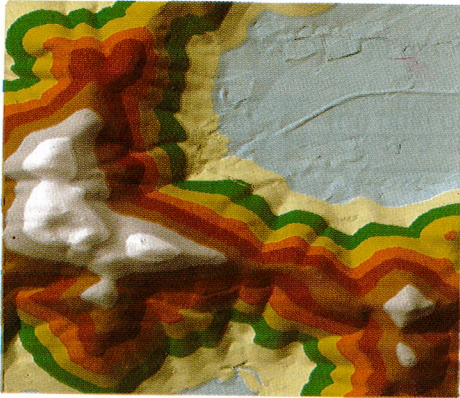
Tiếp theo ta sử dụng phần mềm MGE để nội suy đường bình độ

Với file địa vật ta tiến hành số hóa trên bình đồ ảnh. Với phần mềm LidarDigitize các đối tượng số hóa có độ cao.

Kết quả file DGN tổng DH và DV



(1)



(2)

Hình 6: Mô hình TIN trong ArcSence (1) và Mô hình TIN trong ArcMap (2)

(Phân màu theo tầng độ cao dựa vào bảng màu thiết kế trong ArcGis 9.0)

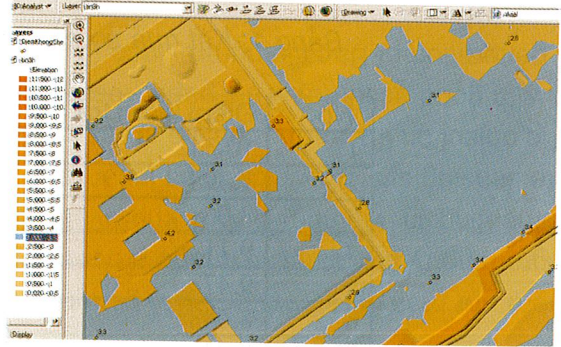
7. Kiểm tra nghiệm thu và đánh giá độ chính xác.

Để kiểm tra DEM có rất nhiều phương án kiểm tra nhưng yêu cầu bắt buộc cho các điểm kiểm tra phải được chuyển về cùng hệ tọa độ với DEM và độ chính xác của các điểm này phải cao hơn hoặc bằng độ chính xác của điểm tạo DEM. Cơ sở để kiểm tra DEM là yêu cầu về độ chính xác DEM được tạo đã nêu ở các phần trên.

- Kiểm tra mức độ đầy đủ các yếu tố địa hình: đường đứt gãy, đường tự thủy, phân thủy, các mặt biến đổi địa hình.

- Phương án dùng các điểm kiểm tra ngoại nghiệp để kiểm tra DEM: các điểm ngoại nghiệp có thể được đo bằng nhiều phương pháp như GPS động, máy kinh vĩ, Total Station... nhưng file điểm dùng để kiểm tra là file ASCII có tên điểm và tọa độ X,Y,Z tương ứng. Các điểm này sẽ được kiểm tra và in ra báo cáo kết quả nếu sai số nằm trong hạn sai cho phép thì DEM đạt yêu cầu.

- Tạo thể TIN theo màu tương ứng để kiểm tra một các trực quan trên mô hình TIN.



Hình 7: Biểu diễn các điểm kiểm tra trên mô hình số độ cao khu vực đô thị

- Đối với khu vực đô thị cần phải kiểm tra kỹ những điểm nằm sát đường giao thông mà độ cao không phù hợp với mặt đường. Nhất là những điểm độ cao nằm cạnh các vùng biến đổi địa hình...

- Đối với những khu vực nhiều đắp cao xếp sâu cần phải thành lập màu để phân tầng độ cao kiểm tra tiếp biên giữa các mảnh bản đồ với nhau.

Sử dụng dữ liệu kiểm tra độc lập bằng việc đo GPS động tại khu vực thực nghiệm. Tổng điểm kiểm tra 26. (Theo bảng 1).

Dựa vào bảng trên sai số trung bình đạt được là: 0.217m. Từ bảng trên chúng ta có thể biểu diễn được biểu đồ so sánh của hai loại số liệu (hình vẽ 8)

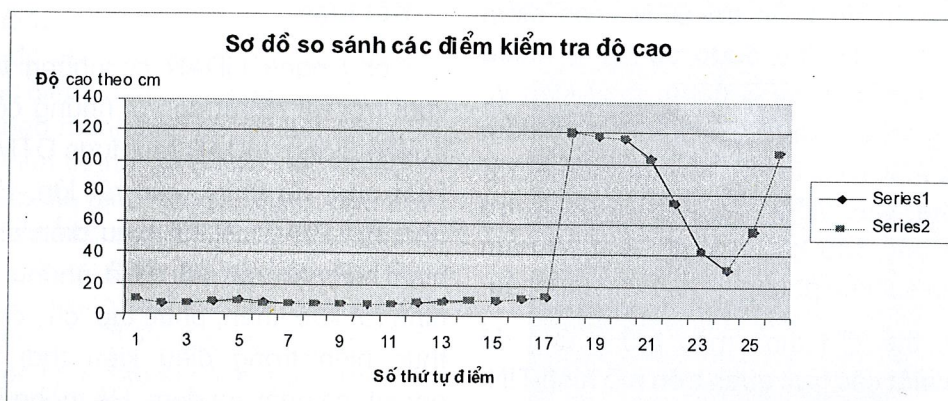
Kết luận

Công nghệ LiDAR có những tính năng vượt trội rất rõ rệt so với những công nghệ truyền thống. LiDAR tạo được DTM với hiệu suất cao, độ chính xác rất lớn, tốc độ rất nhanh. LiDAR có thể biểu diễn chi tiết địa hình bề mặt trái đất cả ở những vùng địa hình rất khó khăn, phức tạp, cây che phủ và thực hiện trong điều kiện thời tiết khắc nghiệt, cả ngày và đêm. Hệ thống lidar sẽ là

Bảng 1: Kết quả so sánh độ cao đo và độ cao trên mô hình

No	Điểm kiểm tra (m)	Điểm mô hình (m)	Sai số (m)
1	10.542	10.396	0.146
2	7.398	7.164	0.234
3	8.06	7.843	0.217
4	9.11	8.88	0.230
5	9.47	9.268	0.202
6	8.648	8.464	0.184
7	8.342	8.166	0.176
8	8	7.73	0.270
9	8.172	7.956	0.216
10	6.984	6.767	0.217
11	8.51	8.283	0.227
12	9.008	8.881	0.127
13	9.493	9.263	0.230
14	10.688	10.471	0.217
15	9.92	9.723	0.197
16	11.79	11.556	0.234
17	13.864	13.622	0.242
18	119.6	119.412	0.188
19	117.96	117.741	0.219
20	115.77	115.498	0.272
21	102.91	102.677	0.233
22	74.63	74.408	0.222
23	42.718	42.544	0.174
24	31.744	31.537	0.207
25	56.07	55.806	0.264
26	106.89	106.594	0.296

Hình 8: Biểu đồ so sánh độ cao các điểm kiểm tra của hai phương pháp LiDAR và GPS



cực kỳ hữu hiệu, đem lại lợi ích đặc biệt khi thi công ở những vùng xa, vùng sâu, vùng khó khăn về giao thông, địa hình phức tạp và cần thời gian thi công ngắn. LiDAR thực hiện đa mô tả đối tượng, cung cấp hình ảnh mặt đất theo từng tầng, từng loại đối tượng. LiDAR có thể trích dẫn được ảnh các đối tượng có cùng chất liệu, ví dụ như hệ thống điện (mạng điện) có thể nhìn rõ được đường dây và cột điện.

Hệ thống LiDAR ngoài xây dựng mô hình số địa hình (DTM), tạo ảnh ortho để thành lập bản đồ địa hình, cung cấp dữ liệu cho GIS, còn được ứng dụng rất có hiệu quả trong công tác quản lý, đánh giá rừng; theo dõi, quản lý các công trình kinh tế kỹ thuật; xây dựng bản đồ chuyên đề; nghiên cứu vùng ven biển và hệ thống sông ngòi; thành lập, cập nhật bản đồ lũ lụt; quy hoạch và theo dõi khai thác mỏ, nghiên cứu tổng hợp vùng thành thị; sử dụng trong mục đích quân sự; đánh giá và dự đoán các thảm họa...

Việc đầu tư và triển khai thực hiện dự án "ứng dụng công nghệ Lidar phục vụ xây dựng mô hình số địa hình" là rất cần thiết và cấp bách cho công tác quản lý đô thị tại các thành phố trong công cuộc đổi mới. Công

nghệ LiDAR có nhiều ưu điểm và hiệu quả, áp dụng cho dự án là hợp lý và tối ưu.M

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Tăng Quốc Cương (2003) Nghiên cứu cơ sở khoa học xây dựng mô hình số độ cao phục vụ quản lý tài nguyên thiên nhiên, Báo cáo tổng kết đề tài nghiên cứu khoa học, Bộ tài nguyên và Môi trường.

[2]. TSKH Lương Chính Kế (2004), Tam giác ảnh không gian tuyệt đối với ứng dụng công nghệ GPS/INS. Báo cáo khoa học tại Hội nghị Khoa Học lần thứ nhất của Viện nghiên cứu Địa chính, Bộ Tài nguyên và Môi trường, Hà Nội.

[3]. Axelsson P (2000), DEM generation from laser scanner data using adaptive TIN models, IAPRS, Vol. XXX, part B4, p.110 – 117, Amsterdam, Netherlands

[4]. Kurczynski Z (1999), DTM inaczej, Geodeta Nr 2(45) Luty/1999. Warsaw, Poland

[5]. Wack R., Stelzl H (2005), Laser DTM generation for South-Tyol and 3D visualization, ISPRS, WG III/4, V/3, Workshop: "laser scanning 2005", p. 49 – 53, Enschede, Netherlands.○

SUMMARY

APPLICATION OF LIDAR TECHNOLOGY FOR DEM GENERATION

There are many method for DEM generation such as: collect the surveying data, aerial photogrammetry and satellite image processing. Recently LiDAR is a new method which is experimenting in Vietnam and it improved its prominent capabilities. LiDAR is a active remote sensing system which uses laser ray to measure the distance between the sensor and the object on the earth (houses, trees...). This system can also create the height points cloud with good accuracy. This paper focus on the abilities of LiDAR and its processing for DEM generation of Bac Giang province.○