

NGHIÊN CỨU SO SÁNH CHẤT LƯỢNG DỮ LIỆU ĐỊA HÌNH SỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN TÍNH TOÁN NGẬP LỤT KHU VỰC BÁN ĐẢO THANH ĐA – THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH

Bùi Chí Nam

Phân viện Khí tượng Thủy văn và Môi trường phía Nam

Nghiên cứu này đã so sánh dữ liệu DEM từ các nguồn SRTM, DOST và LiDAR qua các chỉ tiêu thống kê. Đồng thời, nghiên cứu cũng đã sử dụng các nguồn dữ liệu DEM này để vẽ bản đồ ngập lụt của bán đảo Thanh Đa. Kết quả so sánh các bản đồ DEM và bản đồ ngập lụt cho thấy dữ liệu LiDAR có nhiều ưu điểm. Tuy nhiên, khi dùng dữ liệu LiDAR để tính toán ngập lụt thì cần lưu ý đến phạm vi của khu vực nghiên cứu.

1. Mở đầu

Công nghệ LiDAR (Light Detecting And Ranging) hay còn gọi là công nghệ đo dài bằng laser từ máy bay ALR (Airborne Laser Ranging) phục vụ cho công tác nghiên cứu địa hình được đưa vào sử dụng vào từ thập niên 90 của thế kỷ XX. LiDAR gồm nhiều hệ thống có kết nối với nhau, trong đó, thiết bị đo dài laser đặt trên máy bay, cho phép đo khoảng cách từ máy bay đến điểm địa vật hay địa hình. Thiết bị laser có thể quét tuyến địa hình với độ rộng từ vài chục mét tới vài trăm mét. Tầm gương gắn ở phần đầu của thiết bị quét bề chùm tia laser hướng về bề mặt địa hình. Tia laser hoạt động theo nguyên lý xung điện (có loại theo nguyên lý sóng) có tần số lớn tới vài kHz phát ra từ nguồn sáng laser. Phần năng lượng phản hồi từ bề mặt địa hình hay địa vật qua hệ thống quang học được ghi thu lại.

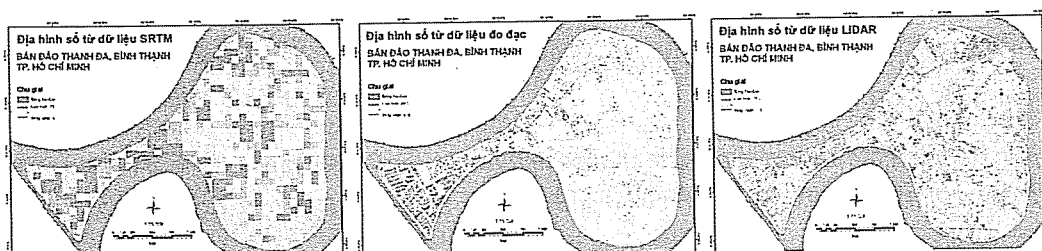
Công nghệ LiDAR cung cấp dữ liệu địa hình chính xác ở tốc độ cao. Dữ liệu có độ phân giải cao, cao độ chính xác. Thời gian thu thập và xử lý dữ liệu

ngắn nhờ hệ thống tự động, thời tiết và ánh sáng độc lập. Dữ liệu ở định dạng số ngay từ lúc thu thập [1].

Việc tính toán vẽ bản đồ ngập lụt dựa trên dữ liệu địa hình số giúp việc quản lý thiên tai, quản lý đô thị được thuận lợi hơn. Tuy nhiên, việc sử dụng nhiều loại dữ liệu địa hình sẽ cho ra các kết quả có mức độ chính xác khác nhau. Để thực hiện so sánh các dữ liệu DEM cũng như các kết quả được tính toán từ các dữ liệu này, bài báo đã tiến hành sử dụng 3 nguồn dữ liệu. Đó là nguồn dữ liệu Shuttle Radar Topography Mission – SRTM, nguồn dữ liệu đo đạc của Sở Khoa học Công nghệ Tp. Hồ Chí Minh – DOST và nguồn dữ liệu từ công nghệ LiDAR [2] của khu vực bán đảo Thanh Đa – Tp. Hồ Chí Minh.

2. Nguồn dữ liệu

Shuttle Radar Topography Mission (gọi tắt là dữ liệu DEM SRTM) là một dự án kết hợp giữa NASA và NSA (Cơ quan phòng vệ mặt đất, Mỹ) để vẽ bề mặt địa hình của Trái đất 3 chiều [3].



Hình 1. Địa hình SRTM, DOST và LiDAR

Dữ liệu địa hình do Sở Khoa học và Công nghệ Tp. Hồ Chí Minh (gọi tắt là dữ liệu DEM DOST) cung cấp, bao gồm các điểm đo đạc trực tiếp ngoài hiện trường được thể bản đồ tỷ lệ 1:2000 và 1:5000; bản đồ địa hình bao gồm các điểm và các đường bình độ được số hóa thành lớp bản đồ dạng điểm, độ cao của mỗi điểm có giá trị Z. Các điểm độ cao với mức độ chi tiết ở tỷ lệ 1:2000 và 1:5000 được nội suy không gian theo phương pháp Spline.

Tại Tp. Hồ Chí Minh, dự án “Ứng dụng công nghệ LiDAR xây dựng mô hình 3 chiều phục vụ quản lý đô thị tại Tp. Hồ Chí Minh” (gọi tắt là dữ liệu DEM LiDAR) do Sở Khoa học Công nghệ Tp. Hồ Chí Minh là chủ quản đầu tư, Liên danh giữa Công ty Cổ phần Đầu tư Địa Việt và Tổng Công ty Tài nguyên và Môi trường Việt Nam. Dự án đã hoàn thành vào tháng 12/2012

3. Phương pháp tính toán

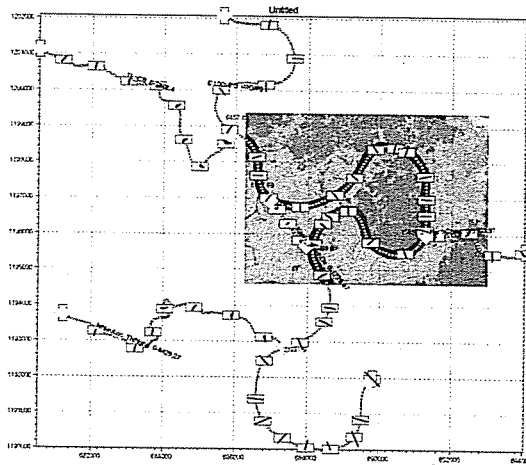
Nghiên cứu sử dụng mô hình MIKE 11 và Mike 11 GIS là phần mềm kỹ thuật chuyên dụng của Viện Thủy lực Đan Mạch (DHI), với các số liệu đầu vào như sau:

Hệ thống mạng lưới và các mặt cắt ở hệ tọa độ UTM (Zone 48) như hình 4 bao gồm 5 nhánh sông: sông Sài Gòn, sông Vàm Thuật, kênh Nhiêu Lộc – Thị Nghè, kênh Thanh Đa, rạch Chiếc; 59 mặt cắt.

- Lưu lượng nhập bên có lưu lượng nước mưa tại trạm Cầu Bông[4].

- Các biên thủy lực gồm mực nước và lưu lượng được tính toán từ mạng lưới mô phỏng cho sông Sài Gòn – Đồng Nai[5] (đã được kiểm định tại trạm Phú An)

Kết quả tính toán mực nước của mô hình so với số liệu thực đo mực nước tại trạm Cầu Bông với sai số là 4,91% và chỉ số Nash là 0,98.



Hình 2. Sơ đồ tính toán thủy lực

4. Kết quả và thảo luận

Sau khi thực hiện theo quy trình như hình 3. Các kết quả vẽ bản đồ ngập lụt được so sánh với nhau dựa trên các so sánh các thông số của các mô hình DEM trước đó.

a. So sánh DEM

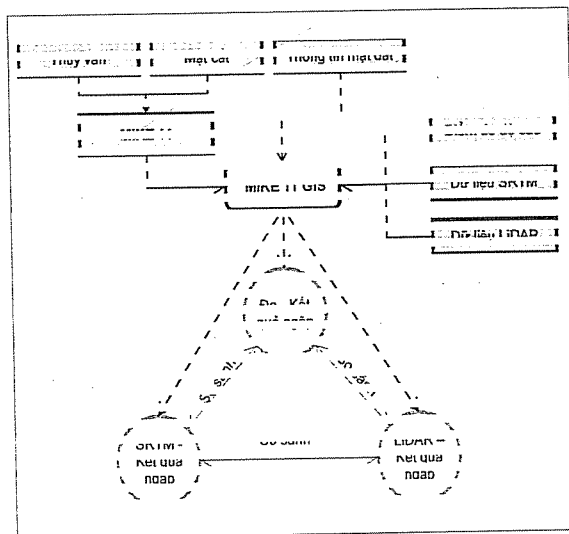
Các thông số thống kê dùng để so sánh bao gồm: số ô phân giải, phạm vi dao động, giá trị độ cao trung bình, độ biến động, độ lệch chuẩn, độ phân giải, diện tích của khu vực.

Số ô phân giải của dữ liệu DEM SRTM là 582 ô, trong khi đó, dữ liệu DEM DOST và LiDAR lần lượt 48.198 và 6.029.264 ô. Trên cùng một diện tích, số ô phân giải nhiều, cho thấy mức độ chi tiết, rõ ràng của DEM. Dữ liệu DEM LiDAR có số ô phân giải cao hơn khoảng 10.000 lần so với dữ liệu DEM SRTM và cao hơn khoảng 125 lần so với dữ liệu DEM DOST. Như vậy, dữ liệu DEM LiDAR có khả năng thể hiện mức độ chi tiết và phức tạp của địa hình tốt hơn nhiều so với 2 nguồn còn lại.

Ở phạm vi dao động, dao động giữa độ cao thấp nhất và cao nhất của dữ liệu DEM DOST là nhiều nhất (58m). Trong khi đó, của dữ liệu DEM SRTM và LiDAR lần lượt là 22 m và 22,7 m. Do phải qua 1 bước trung gian là nội suy không gian, những vị trí không có dữ liệu được thay bằng các giá trị nội suy nên có những vị trí có giá trị không đúng thực tế.

Ở giá trị độ cao trung bình của dữ liệu DEM

SRTM là 2,03m, cao hơn so với dữ liệu DEM DOST và LiDAR (lần lượt là 1,51 và 1,53 m). Như vậy, dữ liệu DEM DOST và LiDAR có độ cao như nhau, trong khi đó, dữ liệu DEM SRTM lại cao hơn khoảng 0,5 m. Điều này là do dữ liệu DEM SRTM sử dụng theo hệ cao độ của quốc tế, trong khi đó, dữ liệu DEM DOST và LiDAR sử dụng hệ cao độ của Việt Nam nên độ cao trung bình gần như là bằng nhau.



Hình 3. Lưu đồ quá trình thực hiện so sánh các mô hình DEM

Bảng 1. Thống kê so sánh giữa các loại dữ liệu DEM

Nguồn DEM	Độ cao (m)			Độ biến động (Variance)	Độ lệch chuẩn (Standard Deviation)	Độ phân giải (mét)	Số ô phân giải	Diện tích
	Thấp nhất	Cao nhất	Trung bình					
SRTM	-9	13	2,03	4,69	2,17	91,44	582	486,64
DOST	-8,68	49,55	1,51	7,69	2,77	10,00	48.198	481,98
LiDAR	-1,11	21,65	1,53	0,20	0,44	0,89	6.029.264	482,00

Độ biến động (Variance) chỉ mức độ phân tán của giá trị độ cao quanh giá trị trung bình, độ biến động càng nhỏ thì giá trị độ cao càng có giá trị tập trung quanh giá trị trung bình. Như vậy, độ biến động của các giá trị độ cao của dữ liệu DEM LiDAR là thấp nhất (0,2) so với dữ liệu DEM SRTM và DOST (lần lượt là 4,69 và 7,69). Vì vậy, giá trị độ cao trung bình của dữ liệu DEM LiDAR phản ánh chính xác độ cao trung bình của toàn bán đảo Thanh Đa tốt hơn so với 2 nguồn còn lại.

Độ lệch tiêu chuẩn (Standard Deviation), chỉ mức độ chênh lệch của các giá trị độ cao của các ô phân giải so với độ cao trung bình. Độ lệch tiêu

chuẩn càng thấp thì các giá trị độ cao của các ô phân giải có xu hướng tiến tới gần độ cao trung bình. Độ lệch tiêu chuẩn của dữ liệu DEM LiDAR là thấp nhất, điều này cho thấy địa hình của bán đảo Thanh Đa đồng đều, bằng phẳng hơn so với dữ liệu DEM SRTM và DOST, nghĩa là địa hình ít lồi lõm hơn.

Về diện tích, để so sánh chất lượng dữ liệu ảnh hưởng đến diện tích của bán đảo Thanh Đa, ranh giới dạng polygon được tính toán theo phương pháp hàm tọa độ các điểm. Đây là giá trị nền để so sánh. Giá trị nền của diện tích theo phương pháp này là 482 ha.

Các dữ liệu của các nguồn được cắt ra theo ranh

giới dạng polygon (Các ô phân giải có tọa độ trung tâm nằm bên trong phạm vi của polygon biên sẽ được lấy), sau đó được tính diện tích theo phương pháp đếm ô phân giải.

Diện tích có được sau khi tính toán của dữ liệu DEM SRTM, DOST và LiDAR lần lượt là 486,64 ha; 481,98 ha; 482,00 ha. Như vậy, dữ liệu DEM LiDAR có diện tích gần như không sai lệch so với giá trị diện tích nền, 2 nguồn còn lại thì dữ liệu DEM DOST sai lệch ít hơn so dữ liệu DEM SRTM. Điều này, là do độ phân giải của dữ liệu dạng raster, độ phân giải càng thấp các ô phân giải có tọa độ trung tâm nằm bên trong, nhưng lại có một phần ô phân giải nằm ngoài vùng diện tích, nên dẫn đến sai lệch về diện tích.

Về mức độ cập nhật, nguồn dữ liệu từ SRTM có từ năm 2000, nguồn từ DOST có từ năm 2005 và nguồn từ LiDAR vừa mới hoàn thành trong năm

2012. (Các nguyên nhân làm cho các dữ liệu có nguồn gốc cũ sai lệch là sụt lún, mức độ cao cũng bị lún, các biến đổi địa hình do các yếu tố con người, phát triển kinh tế - xã hội)

b. So sánh kết quả ngập lụt

Kết quả từ mô phỏng thủy lực bao gồm mực nước và lưu lượng được truy nhập vào GIS theo các điểm trên các nhánh sông. Theo thời gian, cách 30 phút là số liệu ở các điểm này lại thay đổi. Kết quả nội ngoại suy khu vực ngập lụt là các lớp bản đồ ngập. Thời gian chọn để mô phỏng là tháng 11 là tháng điển hình trong mùa mưa từ 0 giờ ngày 1/11/2009 đến 23 giờ 30 phút ngày 10/11/2009, mỗi 30 phút có 1 lớp độ sâu mực nước.

Các kết quả ngập lụt từ các dữ liệu DEM SRTM, DOST và LiDAR, được chọn thời điểm ngập cao nhất để so sánh các con số thống kê bao gồm: diện tích ngập, độ sâu ngập, độ biến động, số ô phân giải.

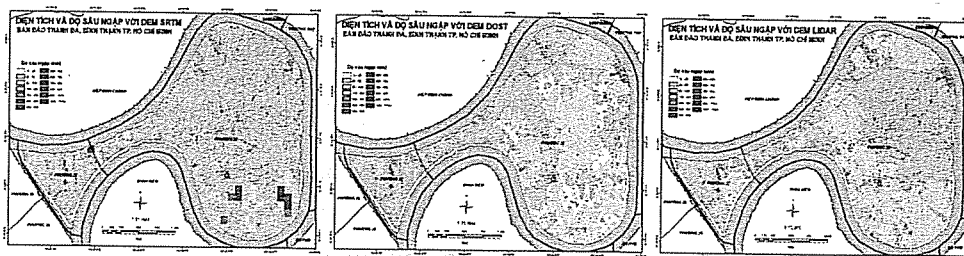
Bảng 2. Thống kê so sánh giữa các loại dữ liệu DEM

Nguồn DEM	Độ sâu ngập (cm)			Độ biến động (Variance)	Độ lệch chuẩn (Standard Deviation)	Số ô phân giải	Diện tích (ha)
	Thấp nhất	Cao nhất	Trung bình				
SRTM	65	1.067	184	22.684	150	81	77,08
DOST	10	733	31	291	17	20.267	202,67
LiDAR	10	267	46	691	26	1.898.058	151,74

1) Về diện tích ngập

Dữ liệu DEM SRTM có diện tích ngập ít nhất với diện tích khoảng 77,08 ha, dữ liệu DEM DOST có diện tích ngập là 202,67 ha và dữ liệu DEM LiDAR

có vùng ngập chủ yếu là ven sông với diện tích là 151,74 ha. Điều này do độ cao trung bình của dữ liệu DEM SRTM cao hơn so với 2 loại còn lại. Minh họa cho vị trí ngập được trình trong hình 4.



Hình 4. Kết quả ngập nhiều nhất ở thời điểm mực nước cao nhất từ SRTM, DOST và LiDAR

2) Độ sâu ngập

Về độ sâu ngập, dữ liệu DEM SRTM cho thấy độ sâu ngập trung bình khá lớn (184 cm), trong khi diện tích ngập khá nhỏ, điều này ít thực tế và không

chính xác.

Dữ liệu DEM LiDAR có độ sâu ngập trung bình nhỉnh hơn. Phạm vi dao động của độ sâu ngập thấp nhưng độ lệch chuẩn lại cao cho thấy độ sâu ngập

trên toàn vùng ngập từ DEM LiDAR thể hiện rõ sự ngập nông - sâu rõ ràng hơn. Trong khi đó, dữ liệu DEM DOST cho thấy độ sâu ngập đồng đều.

Do giá trị độ cao của dữ liệu DEM SRTM là số nguyên, có đơn vị là mét với đơn vị chênh lệch nhỏ nhất là 1 mét, nên kết quả ngập của dữ liệu DEM SRTM các khoảng cách độ sâu ngập đều cách nhau 100 cm (61 cm, 161 cm, 216 cm,...). Độ sâu ngập phân bố nhiều nhất ở mức 161 cm.

Giá trị độ cao của dữ liệu DEM DOST và LiDAR là số thập phân, nên các khoảng cách của độ sâu ngập mang tính liên tục. Trong khi độ sâu ngập của dữ liệu DEM DOST phân bố nhiều nhất ở khoảng từ 1 – 21 cm thì độ sâu ngập của dữ liệu DEM LiDAR lại phân bố ở khoảng từ 10 – 41 cm

3) Mức độ chi tiết ảnh hưởng đến vị trí vùng ngập

Do có mức độ chi tiết cao, nên trong dữ liệu DEM LiDAR, các vị trí cao như đê, đường phố, các công trình khác cũng được thể hiện trên DEM là chướng ngại vật ngăn sự lan truyền của ngập, mang tính hợp lý và thực tế hơn.

Trong khi đó, đối với dữ liệu DEM DOST do nội suy không gian, nên các công trình thể hiện được trên DEM không chi tiết và nếu có, các công trình này cũng không được thể hiện liên lạc để có thể ngăn được sự lan truyền của nước từ ô này sang ô khác. Vì vậy, diện tích ngập nhiều hơn.

Đối với dữ liệu DEM SRTM, ngoài việc độ cao trung bình cao hơn dữ liệu DEM DOST và SRTM thì việc ô phân giải lớn nên không thể hiện được các công trình cũng như sự liên lạc liên tục của các công trình có diện tích nhỏ hơn 91,44 m x 91,44 m. Đồng thời giá trị độ cao là số nguyên khoảng chênh lệch nhỏ là 1 mét, nên chênh lệch độ cao của 1 ô so với các ô kế bên là khá lớn nên khả năng lan truyền khá thấp, vì vậy diện tích ngập rất ít và chủ yếu là các ô nằm giáp ranh với các điểm mô phỏng mực nước trên sông.

4) Thời gian ngập

Nghiên cứu tiến hành tính toán ngập trong khoảng thời gian 10 ngày. Đồng thời, mức thời gian chuẩn để tính toán là 2 giờ

Trong thời gian này, thời gian ngập của dữ liệu DEM SRTM kéo dài hơn, thời gian ngập 2 giờ chiếm

8% thời gian trong 10 ngày nghĩa là khoảng 19,2 giờ ngập. Thời gian ngập chủ yếu là khi mực nước triều lên. Diện tích ngập của thời gian ngập này khoảng 77 ha, bằng với diện tích ngập nhiều nhất của khu vực

Đối với dữ liệu DEM DOST, thời gian ngập 2 giờ chiếm 4% trong tổng thời gian 10 ngày, khoảng 9,6 giờ. Thời gian ngập là vào những ngày có mực nước thủy triều thuộc dạng cao. Diện tích ngập trong 2 giờ khoảng 35 ha và giảm khi mức thủy triều xuống.

Trong khi đó, dữ liệu DEM LiDAR có thời gian ngập 2 giờ chỉ xảy ra vào đúng ngày, đúng thời gian có thủy triều cao nhất trong 10 ngày tính toán và chỉ chiếm 2% thời gian trong 10 ngày, khoảng 4,8 giờ. Diện tích ngập gần bằng với dữ liệu DEM DOST, khoảng 33 ha và diện tích này giảm nhanh khi thủy triều xuống.

Như vậy, thời gian ngập của dữ liệu DEM LiDAR tương ứng với thời gian thủy triều lên cao nhất, trong khi đó, dữ liệu DEM DOST phản ứng kém hơn, còn dữ liệu DEM SRTM thì ít phản ứng với mực nước thủy triều cao nhất.

5) Thời gian tính toán

Với thời gian tính toán cho 10 ngày, cứ mỗi 30 phút cho kết quả ngập theo mực nước thì quá trình tính toán có 480 bước thời gian. Thời gian tính toán ngập lụt từ các dữ liệu DEM như sau:

- SRTM: trung bình 1 bước thời gian tính toán trong 15 giây, mất 2 giờ để tính toán xong. Lớp có diện tích ngập lụt cao nhất thời điểm mực nước cao nhất (F-Hmax) cũng chỉ mất 15 giây.

- DOST: trung bình 1 bước tính toán trong 17 giây, mất 2 giờ 16 phút để tính xong. Lớp F-Hmax mất 20 giây để cho kết quả.

- LiDAR: trung bình 1 bước tính trong 141 giây, mất 18 giờ 48 phút để hoàn thành tính toán. Đặc biệt là lớp F-Hmax mất 2305 giây (38 phút 25 giây) mới cho kết quả.

Với các thông số trong công cụ tính toán ngập như nhau về chất lượng nội ngoại suy thì việc tính toán ngập lụt từ DEM LiDAR mất thời gian hơn tính toán ngập lụt từ dữ liệu DEM SRTM và DOST là 8,3 và 9,4 lần.

5. Kết luận

Nguồn dữ liệu LiDAR có khả năng thể hiện mức độ chi tiết và phức tạp của địa hình tốt hơn nhiều so với nguồn từ DOST và SRTM. Để tạo DEM, dữ liệu DOST phải qua một bước nội suy không gian, nên ở một tỷ lệ bản đồ nhất định có những vị trí có giá trị không đúng thực tế. Hệ cao độ của dữ liệu DEM SRTM sử dụng là của quốc tế nên nếu chưa qua điều chỉnh hệ cao độ thì chưa phù hợp để sử dụng. Dữ liệu DEM LiDAR phản ánh chính xác độ cao cũng như có thể mô hình hóa tốt hơn so với dữ liệu của 2 nguồn còn lại. Việc tính toán diện tích từ dữ liệu DEM LiDAR cho kết quả chính cũng chính xác hơn. Hơn nữa, nguồn dữ liệu LiDAR vừa mới hoàn thành trong năm 2012 và công nghệ này có khả năng cập nhật dữ liệu nhanh chóng.

Chính vì chất lượng DEM từ LiDAR tốt hơn, nên kết quả tính toán ngập hợp lý, chính xác và đáng tin cậy hơn.

Như vậy, các dữ liệu cần được sử dụng tùy vào mục đích cũng như phạm vi, đối với dữ liệu toàn cầu SRTM được sử dụng cho quy mô vùng, ở mức độ của dữ liệu của DOST có thể dùng cho tỉnh thành, quận huyện, xã. Ở mức độ LiDAR, chỉ nên dùng ở phạm vi nhỏ hơn, nếu dùng cho phạm vi lớn thì độ sai lệch ít, nhưng việc thu thập dữ liệu tốn kém hơn, có một số khu vực trong phạm vi này không cần thiết, cũng như trong quá trình tính toán khả năng xử lý dữ liệu đòi hỏi phải cao, cần nhiều thời gian.

Khuyến nghị sử dụng dữ liệu LiDAR để vẽ bản đồ lụt ngập cho các khu vực mà các nghiên cứu trước đó chỉ dừng lại ở một mức độ chính xác nhất định. Các khu vực được chọn để có thể vẽ là các khu vực huyện Nhà Bè, phía Nam huyện Bình Chánh, Quận 2, Quận 7 và Quận 9, khu vực ven sông giáp ranh huyện Củ Chi và Hóc Môn.

Tài liệu tham khảo

1. Lê Minh, Hoàng Ngọc Lâm, Nguyễn Tuấn Anh, Trung tâm Viễn thám, "Ứng dụng công nghệ Lidar ở Việt Nam", 2008.
2. Sở Khoa học và Công nghệ Tp. Hồ Chí Minh, đề tài "Ứng dụng công nghệ LiDAR xây dựng mô hình 3 chiều phục vụ quản lý đô thị tại Thành phố Hồ Chí Minh", Tp. Hồ Chí Minh, 2012
3. Farr, T. G., et al. (2007), The Shuttle Radar Topography Mission, Rev. Geophys., 45, RG2004, doi:10.1029/2005RG000183.
4. Đậu Thị Dung, luận văn cao học "Nghiên cứu giải pháp chống ngập khu vực bán đảo Thanh Đa trong điều kiện ảnh hưởng của biến đổi khí hậu", Tp. Hồ Chí Minh, 2011
5. Phùng Chí Sỹ, đề tài cấp bộ "Điều tra, đánh giá bổ sung các nguồn gây ô nhiễm và đề xuất các giải pháp quản lý, khắc phục tình trạng ô nhiễm môi trường nước sông Đồng Nai", 2010

COMPARATIVE STUDY OF DIGITAL TERRIAN DATA QUALITY AFFECT THE CALCULATION OF MAP FLOODING IN THANH DA PENINSULA – HO CHI MINH CITY

Bui Chi Nam - Sub – Institute of HydroMeteorology and Environment of South Viet Nam

Abstract

This study compared the DEM data sources through statistical indicators. Also, this study uses the data source for flood mapping of Thanh Da peninsula. Results comparing the DEM maps and flood maps showing LiDAR data have many advantages. However, when using LiDAR data for flood mapping, the user should pay attention to the scope of the study area.