

# ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ VIỄN THÁM ĐÁNH GIÁ BIẾN ĐỘNG ĐẤT RỪNG HUYỆN EA SÚP - TỈNH ĐẮK LẮK

**ThS. PHẠM XUÂN HƯNG**

*Cty CP XD và Môi giới nhà đất Vinh Hưng*

**ThS. PHẠM THẾ TRINH**

*Sở Khoa học và Công nghệ Đắk Lắk*

## 1. Đặt vấn đề

**T**rong những năm gần đây, mặc dù Nhà nước đã có những chính sách cho việc khôi phục rừng, nhưng kết quả chưa đủ bù đắp phần diện tích rừng bị mất hàng năm, trong khi đó chất lượng rừng tiếp tục bị suy thoái nghiêm trọng. Để có thể quản lý, bảo vệ đất đai nói chung và đất rừng nói riêng cần có sự theo dõi biến động thường xuyên nhằm đưa ra những giải pháp thích hợp nhất. Vì vậy, việc nghiên cứu giải pháp tích hợp viễn thám và GIS trong xây dựng bản đồ hiện trạng sử dụng đất và đánh giá biến động sử dụng đất là việc làm cần thiết nhằm phát huy thế mạnh của kỹ thuật này từng bước góp phần đưa kỹ thuật viễn thám và GIS vào thực tiễn công tác để thuyết phục và thay thế dần các phương pháp truyền thống từ trước tới nay chúng ta vẫn làm. Huyện Ea Súp là một huyện biên giới nằm ở phía Tây bắc tỉnh Đắk Lắk có đường biên giới phía tây giáp với Campuchia. Tổng diện tích tự nhiên là 176.563 ha; Dân số 56.432 người mật độ dân số bình quân 31,9 người/km<sup>2</sup>, (huyện có mật độ dân số thấp nhất của tỉnh Đắk Lắk). Nhằm ứng dụng công nghệ viễn thám để theo dõi được sự biến động thường xuyên các loại đất đặc biệt là đất rừng phục vụ các mục tiêu quản lý, bảo vệ, quy hoạch phát triển và giúp cho lãnh đạo huyện Ea Súp đưa ra những quyết định đúng trong quản lý sử dụng đất.

## 2. Kết quả thực hiện

### 2.1. Điều kiện tự nhiên của huyện Ea Súp:

- Vị trí địa lý: Ea Súp nằm về phía Tây Bắc tỉnh Đắk Lắk, có tọa độ địa lý từ 12°57'28" đến 13°23'44" vĩ độ bắc, 107°31'12" đến 108°02'48" kinh độ đông có vị trí tiếp giáp như sau: Phía bắc giáp tỉnh Gia Lai; Phía đông giáp huyện Ea H'leo và Cư M'gar tỉnh Đắk Lắk; Phía Nam giáp huyện Buôn Đôn tỉnh Đắk Lắk; Phía tây giáp Cam Pu Chia với đường biên giới dài 26 km; 9 xã và 01 thị trấn.

- Đặc điểm khí hậu, thủy văn: Huyện Ea Súp nằm trong vùng nhiệt đới gió mùa, có tiểu vùng khí hậu cá biệt, chịu ảnh hưởng trực tiếp của khí hậu lục địa cao nguyên, nhiệt độ cao đều và nắng nóng qua số liệu theo dõi từ năm 1980 đến 2007 cho thấy: Nhiệt độ trung bình nhiều năm 24,7°C; tổng tích ôn 8500 - 9000°C; Lượng mưa trung bình: 1400 - 1500 mm. Trên địa bàn huyện có 2 suối chính là Ea H'leo và Ea Súp chảy qua các xã trung tâm huyện với tổng diện tích lưu vực khoảng trên 2000km<sup>2</sup>. Về mùa mưa lượng nước từ các cao nguyên phía Đông, Đông Nam và xa hơn là từ các khu vực Đắk Mil, Đắk Song, đổ theo dòng Sê Rê Pôk cùng dồn về với lượng nước rất lớn trong khi mật độ sông suối chính trên địa bàn thấp, nước tiêu chậm gây ngập lụt trên diện rộng.

## 2.2. Thảm thực vật rừng

Theo số liệu của chi cục kiểm lâm tỉnh Đắk Lắk: Năm 2005 diện tích đất có rừng huyện Ea Súp 130.620 ha, chiếm 73,98% tổng diện tích, toàn bộ là rừng tự nhiên trong đó rừng sản xuất chiếm 98.282 ha, rừng phòng hộ 16.904 ha và rừng đặc dụng 15.434 ha. Trữ lượng gỗ bình quân khoảng 65-70m<sup>3</sup>/ha, tổng trữ lượng gỗ khoảng 9 triệu m<sup>3</sup>.

## 2.3. Nguồn dữ liệu thu thập và các bước xử lý

### 2.3.1. Các nguồn dữ liệu thu thập:

\* Ảnh vệ tinh: Ảnh vệ tinh Spot 5 chụp ở các thời điểm năm 2004 và 2009 được mô tả ở Bảng 1

Ảnh vệ tinh đã được Trung tâm Viễn thám Quốc gia xử lý, hiệu chỉnh trộn màu tự nhiên 3 kênh hình ảnh thể hiện rất rõ ràng, không bị dòng lỗi, không có mây che phủ... nên tư liệu được chọn để phục vụ cho nghiên cứu nói chung đạt chất lượng tốt.

\* Bản đồ: Bản đồ hiện trạng sử dụng đất năm 2005, năm 2010 theo số liệu kiểm kê đất đai và xây dựng bản đồ hiện trạng huyện Ea Súp dùng làm tài liệu tham khảo. Bản đồ địa chính cơ sở, Bản đồ địa hình 1/50.000 huyện Ea Súp.

\* Số liệu thuộc tính: thu thập tại các phòng ban của huyện Ea Súp, Hạt kiểm lâm bao gồm các số liệu về điều kiện tự nhiên kinh tế xã hội, các loại hình rừng, loại hình thảm thực vật... Ngoài ra chúng tôi đã làm việc và kết hợp chặt chẽ với các xã, các đơn vị lâm nghiệp để điều tra phỏng vấn.

\* Nội dung công tác ngoại nghiệp

Để tiến hành công tác ngoại nghiệp chúng tôi đã sử dụng các loại tư liệu sau:

- Ảnh toàn sắc tỷ lệ 1/50.000 của toàn bộ khu vực nghiên cứu được chụp ngày 17 tháng 03 năm 2009 và được in ra trên giấy khổ A0 để thuận tiện cho việc đi đối chiếu thực địa.

- Máy GPS để xác định toạ độ vùng mẫu.
- Máy chụp ảnh để chụp ảnh vùng mẫu.
- Dụng cụ và tư liệu liên quan như địa bàn cầm tay, sổ ghi chép v.v...

### 2.3.2. Các bước xử lý ảnh, kết quả đạt được:

- Hiệu chỉnh hình học tư liệu ảnh: ảnh toàn sắc đã được Trung tâm Viễn thám Quốc gia phối mẫu và nắn hiệu chỉnh về hệ toạ độ VN2000 nên ở đây chúng tôi chỉ sử dụng ảnh để xây dựng các công việc tiếp theo.

- Cắt chọn khu vực nghiên cứu: Sử dụng ảnh vệ tinh đã được hiệu chỉnh hình học năm 2004 và 2009, ranh giới hành chính huyện Ea Súp theo bản đồ hiện trạng sử dụng đất năm 2005 chúng tôi cắt ảnh trong toàn bộ phạm vi ranh giới bằng phần mềm EnVi.

- Giải đoán ảnh vệ tinh theo các bước:

*Bước 1:* Chọn vùng mẫu

*Bước 2:* Tính toán chỉ số thống kê số liệu các vùng mẫu

*Bước 3:* Phân loại các đối tượng theo thuật toán xác suất cực đại.

*Bảng 1: Nguồn dữ liệu ảnh vệ tinh*

Năm	Số dòng quét	Độ cao chụp (km)	Số kênh phổ	Ngày chụp	Độ phân giải (m)
2004	6000	844	P,XP	18/1/2004	5x5
2009	6000	844	P,XP	17/1/2009	2.5x2.5

**Bước 1: Chọn vùng mẫu**

**\* Chọn vùng mẫu**

Để chọn vùng mẫu phục vụ phân loại các đối tượng phải dựa vào số liệu điều tra thực địa phải thoả mãn một số yêu cầu sau:

- Mẫu giám định phải đủ lớn và không được nằm gần ranh giới giữa các đối tượng.

- Mẫu giám định cần phải vừa đủ và nên phân bố đều trên khu vực cũng như phân bố đều trên các đối tượng phân loại để đảm bảo tính đặc trưng cho đối tượng phân loại.

Để phục vụ cho việc xây dựng tệp dữ liệu mẫu, chúng tôi tiến hành xác định các loại hình sử dụng đất, căn cứ vào thảm thực vật rừng của huyện Ea Súp, chúng tôi đưa ra 8 loại hình sử dụng đất trong Bảng 2.

\* Xây dựng tệp mẫu các hình thái sử dụng đất.

Quá trình xây dựng tệp mẫu cho ảnh vệ tinh được thực hiện dựa vào các loại bản đồ

đã thu thập được cùng với việc đi thực địa với sự trợ giúp của GPS cầm tay. Sau khi cài đặt các thông số hệ tọa độ cho GPS cầm tay, chúng tôi tiến hành đi thực địa cho tất cả các loại hình sử dụng đất nói trên, các khoảnh đất được chọn là những loại hình rừng đặc trưng nhất, phân biệt rõ ràng nhất, nó không nằm gần ranh với các loại hình khác. Kết thúc quá trình đi thực địa toàn bộ số liệu được chuyển vào máy tính và hiển thị trên nền ảnh vệ tinh, dựa vào các thông tin thực địa, ảnh chụp chúng tôi xác định được bộ mẫu các đối tượng trong vùng nghiên cứu của ảnh vệ tinh năm 2004 và 2009.

**Bước 2: Tính toán chỉ số thống kê số liệu các vùng mẫu**

Mỗi lần xây dựng tệp dữ liệu mẫu, chúng ta cần đánh giá, khẳng định tính chính xác của mẫu các loại đất. Dựa vào đặc tính phản xạ phổ của các đối tượng tự nhiên, chúng ta đánh giá độ tin cậy của tệp mẫu theo hai phương pháp xây dựng ma trận nhầm lẫn.

**Bảng 2: Các loại hình sử dụng đất huyện Ea Súp**

Mã	Ký hiệu	Loại đất	Mô tả
1	ONT	Đất dân cư	Khu vực dân cư
2	AO	Đất Ao hồ	Khu vực Ao, hồ, sông suối
3	LUC	Đất trồng lúa	Khu vực trồng lúa bao gồm cả lúa cạn
4	KHA	Đất khác	Khu vực có các loại đất khác
5	DCS	Đất trống	Đất đang bị bỏ hoang
6	CB	Cây bụi, cỏ	Chủ yếu là cây bụi có xen cây gỗ rải rác
7	KHO	Rừng khộp	Rừng gỗ lá rộng rụng lá, độ tàn che 5% - 40%
8	TXTB	Rừng trung bình	Cây gỗ lá rộng thường xanh, nửa rụng lá, độ tàn che 50% - 70%
9	TXG	Rừng giầu	Cây gỗ lá rộng thường xanh, độ tàn che >70%

Ma trận nhầm lẫn được xây dựng dựa vào số lượng pixel lấy mẫu các loại đất và số lượng pixel đúng các loại đất sau phân loại. Kết quả xây dựng ma trận nhầm lẫn cho thấy Độ chính xác phân loại ảnh năm 2004 là:  $3208/3365 \times 100 = 95.33\%$  và năm 2009 là:  $2914/3048 \times 100 = 95.60\%$ .

**Bước 3:** Phân loại các đối tượng theo thuật toán xác suất cực đại

Để phân loại có giám định các đối tượng chúng tôi sử dụng thuật toán xác suất cực đại. Trên quan điểm của lý thuyết xác suất thì phương pháp này có nhiều ưu điểm và nó thường được sử dụng trong xử lý ảnh viễn thám để phân loại các đối tượng cho các khu vực có thảm thực vật ít có sự đồng nhất như rừng ở Việt Nam. Nguyên lý của nó là: Mỗi pixel được tính xác suất thuộc vào một lớp nào đó và nó chỉ được gán vào lớp mà xác suất thuộc vào lớp đó là lớn nhất.

Kiểm chứng thực địa và đánh giá kết quả phân loại: Do đất đai có biến động lớn từ năm 2004 - 2009 nên chúng tôi chỉ điều tra thực địa với ảnh được phân loại năm 2009 với yêu cầu mẫu kiểm chứng cũng phải phân bố đều trên khu vực cho các đối tượng và nằm ngoài vị trí mẫu giám định đã phục vụ quá trình phân loại trước đây. Kết quả kiểm chứng tổng số điểm kiểm chứng là 40, cho thấy các điểm trùng khớp là 35, các điểm không trùng khớp là 5. Kết quả thu nhận được:  $(0,802 \quad P_1 \quad 0,948) = 0,95$ . Vậy

có thể tin rằng với mức 95% tỷ lệ trùng khớp các ô mẫu rút ngẫu nhiên trong một tổng thể sẽ nằm trong khoảng từ 0,802 đến 0,948.

#### 2.4. Kết quả xử lý số liệu sau giải đoán

##### 2.4.1. Xây dựng bản đồ sử dụng đất rừng năm 2004 và 2009

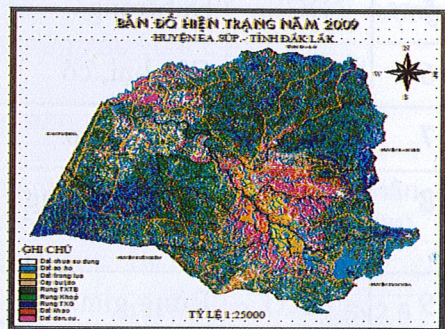
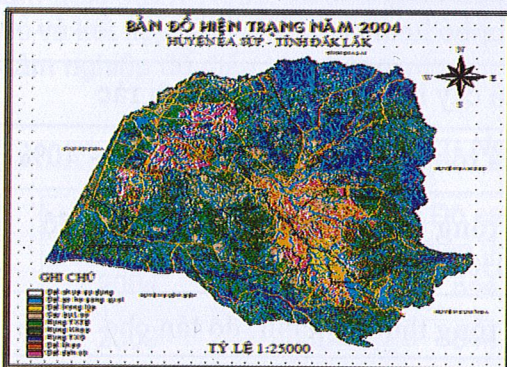
Từ kết quả giải đoán ảnh năm 2004 và 2009 chúng tôi dùng phần mềm Microstation và các tài liệu GIS sẵn có để biên tập hoàn chỉnh bản đồ hiện trạng sử dụng đất, phân tích xử lý số liệu không gian, số liệu thuộc tính.

Kết quả ta được hai bản đồ sử dụng đất của hai thời điểm 2004 và 2009 thể hiện trên hình 1 và số liệu thống kê diện tích các loại đất của hai thời điểm được thể hiện trên Bảng 3

##### 2.4.2. Xây dựng bản đồ biến động đất ở hai thời kỳ 2004 và 2009

Để nghiên cứu, theo dõi, đánh giá biến động đất bằng phương pháp truyền thống, người ta thường xây dựng bản đồ hiện trạng ở các thời điểm, rồi chủ yếu sử dụng phương pháp so sánh các số liệu thống kê về diện tích, qua đó đưa ra những con số về diện tích. Ngày nay kỹ thuật viễn thám cùng với phương pháp xử lý số đã trở thành công cụ không thể thiếu được trong công tác nghiên cứu, theo dõi, đánh giá biến động tài nguyên thiên nhiên nói chung và biến động diện tích

Hình 1: Bản đồ hiện trạng năm 2004 và 2009



Bảng 3: Thống kê diện tích đất huyện Ea Súp năm 2004 và 2009

STT	Loại đất	Diện tích năm 2004	Tỷ lệ %	Diện tích năm 2009	Tỷ lệ %
1	ONT	9066.3	5.135	10559.5	5.981
2	AO	3192.3	1.808	4165.5	2.359
3	LUC	4899.8	2.775	6607.9	3.743
4	KHA	13877.9	7.860	13566.3	7.684
5	DCS	8704.4	4.930	6694.1	3.791
6	CB	17222.1	9.754	17413.9	9.863
7	KHO	52336.6	29.642	38535.1	21.825
8	TXTB	27832.5	15.763	55958.1	31.693
9	TXG	39431.1	22.333	23062.6	13.062
Tổng		176563.0	100	176563.0	100

rừng nói riêng. Đồng thời viễn thám còn kết hợp với hệ thống tin địa lý xây dựng bản đồ phục vụ các mục đích nghiên cứu cụ thể. Như vậy diện tích mất rừng không những được chỉ ra bằng con số mà nó còn được thể hiện bằng hình ảnh trên các bản đồ biến động này.

Để xây dựng bản đồ biến động, các dữ liệu đầu vào phải thoả mãn những điều kiện sau: Tư liệu ảnh đã được xử lý giải đoán và lưu ở dạng Raster, có cùng kích thước, số hàng và số cột. Để thực hiện nhiệm vụ này chúng tôi dùng phần mềm ARC VIEW GIS và tiến hành qua các bước:

**Bước 1:** Nhập ảnh và cơ sở dữ liệu. Thực chất là nhập ảnh cùng cơ sở dữ liệu tương ứng vào hệ thống tin địa lý.

**Bước 2:** Xây dựng cơ sở dữ liệu biến động diện tích.

**Bước 3:** Xây dựng bản đồ biến động diện tích bằng cách chồng ghép Raster cảnh ảnh đã giải đoán của hai thời kỳ với file cơ sở dữ liệu biến động diện tích để tạo thành file dữ liệu ảnh biến động.

Từ kết quả đó chúng tôi biên tập được bản đồ thay đổi thảm thực vật rừng bằng phần mềm ARCVIEW GIS. Kết quả ta có bản đồ biến động sử dụng đất từ năm 2004 - 2009 được thể hiện ở hình 2:

Từ bản đồ và số liệu về biến động sử dụng đất chúng ta có ma trận về thay đổi diện tích sử dụng đất thể hiện trên Bảng 4

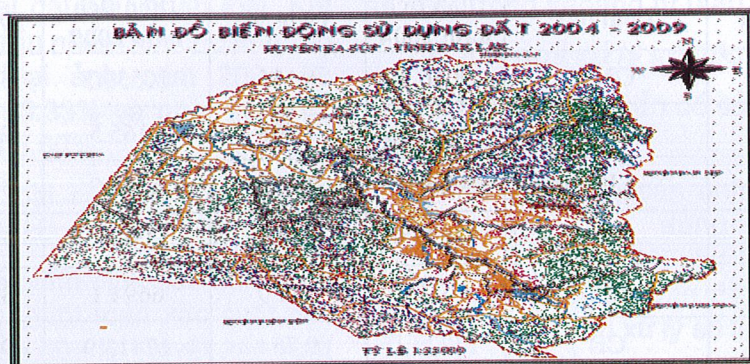
- **Chữ đậm:** Diện tích của các loại đất không thay đổi từ năm 2004 đến 2009.

Tổng hợp số liệu từ bảng 4 ta có số liệu về diện tích, tỷ lệ các loại hình sử dụng đất huyện Ea Súp thể hiện ở Bảng 5.

### 3. Kết luận

- Qua kết quả nghiên cứu chúng tôi đã xây dựng được cơ bản cơ sở dữ liệu GIS cho khu vực nghiên cứu tại hai thời điểm theo mô hình tích hợp viễn thám và GIS để tiến hành phân tích biến động sử dụng đất thời kỳ 2004 - 2009. Các loại hình sử dụng đất thay đổi đáng kể đặc biệt là do khai thác bừa bãi nên mất đi rất nhiều rừng già rậm rạp thường xanh, tuy nhiên đất rừng trung bình thì tăng lên chủ yếu do rừng khộp qua thời gian phát triển trở thành rừng trung bình.

Hình 2: Bản đồ biến động sử dụng đất 2004 - 2009



Bảng 4: Sự thay đổi loại hình sử dụng đất thời kỳ 2004 - 2009

Loại đất	NĂM 2004										
	ONT	AO	LUC	DCS	CB	KHO	TXTB	TXG	KHA	TỔNG	
N Ă M 2 0 0 9	ONT	9064.5	4.3	24.3	502.2	82.1	842.3			39.8	10559.5
	AO	1.0	3186.5	111.2		200.4	446.8	212.7		6.9	4165.5
	LUC			4732.2	451.7	327.1	1086.9			10.0	6607.9
	DCS				5893.0	239.1	56.0	506.0			6694.1
	CB				358.6	9340.4	4754.8	2423.2	476.8	60.1	17413.9
	KHO				1375.4	6681.0	26330.4	3534.4	567.8	46.1	38535.1
	TXTB						15146.5	20985.9	19825.7		55958.1
	TXG						587.6	162.3	18536.3	3776.4	23062.6
	KHA	0.8	1.5	32.1	123.5	352.0	3085.3	8.0	24.5	9938.6	13566.3
	TỔNG	9066.3	3192.3	4899.8	8704.4	17222.1	52336.6	27832.5	39431.1	13877.9	176563.0

Bảng 5: Thống kê diện tích các loại đất năm 2004 và 2009

STT	Loại đất	Năm 2004		Năm 2009		Tăng/Giảm	
		Diện tích	Tỷ lệ %	Diện tích	Tỷ lệ %	Diện tích	Tỷ lệ %
1	ONT	9066.3	5.135	10559.5	5.981	1493.2	0.846
2	AO	3192.3	1.808	4165.5	2.359	973.2	0.551
3	LUC	4899.8	2.775	6607.9	3.743	1708.1	0.967
4	KHA	13877.9	7.860	13566.3	7.684	-311.6	-0.176
5	DCS	8704.4	4.930	6694.1	3.791	-2010.3	-1.139
6	CB	17222.1	9.754	17413.9	9.863	191.8	0.109
7	KHO	52336.6	29.642	38535.1	21.825	-13801.5	-7.817
8	TXTB	27832.5	15.763	55958.1	31.693	28125.6	15.929
9	TXG	39431.1	22.333	23062.6	13.062	-16368.5	-9.271
<b>Tổng</b>		<b>176563.0</b>	<b>100</b>	<b>176563.0</b>	<b>100</b>	<b>0.0</b>	<b>0.000</b>

- Tuy rằng số liệu phân tích còn mang tính minh họa cho mô hình nhưng khi so sánh đối chiếu với số liệu thống kê diện tích một số loại hình sử dụng đất năm 2005 và 2010 của địa phương có sự tương đương, điều đó nói lên được bước đầu phương pháp đã đạt được độ chính xác tốt. Mô hình đề xuất đã chứng minh được tính khả thi của nó. Phương pháp tích hợp viễn thám và GIS đã tỏ rõ khả năng phát hiện nhanh các biến động sử dụng đất có qui mô diện tích lớn như đất rừng, đất trồng lúa, đất nuôi trồng thủy sản v.v... Trên cơ sở dữ liệu đã được quản lý trong GIS sẽ phục vụ tốt cho các ngành khác và tiết kiệm được nhiều thời gian, công sức và tiền bạc trong ứng dụng.

- Từ số liệu về các loại hình sử dụng đất cơ bản của huyện Ea Súp và những thay đổi của nó, UBND huyện Ea Súp và các ban ngành liên quan nói chung cần có những biện pháp hữu hiệu trong công tác quản lý

bảo vệ rừng, tăng cường công tác khoa học trong việc bảo vệ tính đa dạng sinh học của rừng, Việc lấy từ đất rừng để sử dụng vào các mục đích khác là điều không tránh khỏi tuy nhiên cần có sự đầu tư để đưa các diện tích đất hoang, đất cây bụi vào trồng rừng, bảo vệ để nâng cao chất lượng rừng.○

### **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

[1]. Nguyễn Thanh Xuân, Nguyễn Hoàng Đan, Trung tâm viễn thám Viện Quy hoạch và Thiết kế Nông nghiệp (1999), *Ứng dụng Tư liệu Viễn thám và hệ thống tin địa lý trong đánh giá biến động lớp phủ và sử dụng đất ở lưu vực Srêpôk ở Tây Nguyên Việt Nam;*

[2]. Báo cáo Quy hoạch tổng thể phát triển kinh tế xã hội huyện Ea Súp thời kỳ 2008 – 2020;

[3]. Kết quả thống kê đất đai huyện Ea Súp ở hai thời điểm 2004, 2009.○

### **XÂY DỰNG MÔ HÌNH 3D...**

*(Tiếp theo trang 40)*

ScanEx Image Processor 3.0 là phần mềm mới, đa chức năng được ứng dụng cho việc xử lý chuyên sâu ảnh vệ tinh và dữ liệu không gian địa lý trong đó có modul xây dựng và hiển thị mô hình 3D. Phần mềm không chỉ hỗ trợ xây dựng mô hình 3D theo từng mức độ chi tiết mà còn hỗ trợ hiển thị 3D rất hiệu quả với các hiệu ứng như camera quan sát theo từng góc độ, bầu trời, mây, sương mù,... tạo hiệu ứng 3D rất trực quan.

Tuy nhiên với phần mềm ScanEx Image Processor 3.0, việc mô hình hoá các đối tượng 3D đòi hỏi công biên tập, số hoá thủ công khá nhiều. Đối với các đối tượng nhà có kiến trúc dạng mái phức tạp, các đối tượng thực vật, phần mềm chưa thể thực hiện một cách tối ưu nhất mà phải cần sự hỗ trợ từ các định dạng file \*.mesh.○

### **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

[1]. Nguyễn Thị Thục Anh, 2003. Nghiên cứu và thử nghiệm thành lập bản đồ địa hình 3D, Báo cáo đề tài nghiên cứu khoa học cấp Bộ. Bộ Tài nguyên và Môi trường.

[2]. Lương Chính Kế, 2005. Thành lập DEM/DTM DSM bằng công nghệ LiDAR. Viện Đo ảnh và Bản đồ, Đại học Bách Khoa Vacsava.

[3]. Cáp Xuân Tú, 2011. Nghiên cứu ứng dụng công nghệ tích hợp lidar và máy ảnh số trong thành lập cơ sở dữ liệu mô hình số độ cao và bình đồ trực ảnh tại Việt Nam. Luận văn Tiến sỹ, Trường Đại học Mỏ - Địa chất. Hà Nội.

[4]. P. Van Oosterom, S. Zlctanova, F. Penninga, E. Fendel. Advances in 3D Geoinformation System (2007), Publisher: Springer.

[5]. (O.C). Tse, Gold and Kidner. 3D City Modelling from Lidar Data, Abs tract. Airborne Laser Surveying (ALS) or Lidar (2008).○