

MÔ PHỎNG TẠO ẢNH BÁN THỰC ĐỊA ỨNG DỤNG TRONG NGUY TRẠNG ẢNH NHIỆT

Vũ Hữu Khánh*, Nguyễn Văn Thư, Nguyễn Anh Tuấn,
Đỗ Xuân Doanh, Trần Tiến Bảo, Nguyễn Thành Lâm

Tóm tắt: Bài báo trình bày một phương pháp tạo ảnh bán thực nghiệm. Trên cơ sở nguyên lý phóng đại ảnh của hệ quang học và ảnh hưởng của các điều kiện môi trường lên chất lượng ảnh (suy hao năng lượng bức xạ) và bằng phương pháp mô phỏng trong phòng thí nghiệm, đã xác định được hệ số suy hao với điều kiện môi trường xác định. Sử dụng các kết quả này và bằng phần mềm MODTRAN phỏng tạo ảnh ở cự li bất kỳ dựa vào bức ảnh gốc tại một cự ly xác định. Kết quả nhận được sẽ áp dụng trong đánh giá hiệu quả nguy trạng nói chung và trong nguy trạng ảnh nhiệt nói riêng giảm đáng kể độ phức tạp.

Từ khóa: Nguy trạng; Tỷ lệ truyền qua; MODTRAN; Tạo ảnh mô phỏng bán thực địa.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

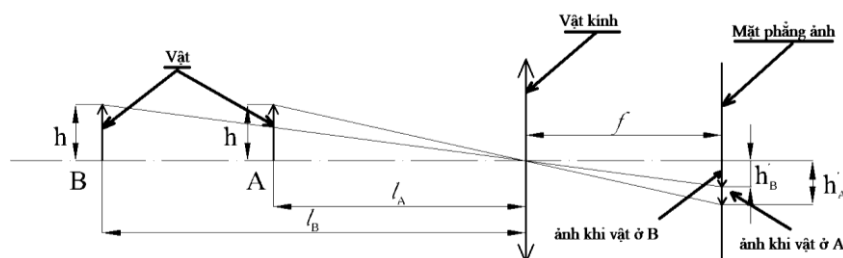
Hiệu quả của nguy trạng sẽ quyết định đến mức độ tổn thất có thể gặp phải khi tác chiến, do đó xây dựng các phương pháp đánh giá hiệu quả là hết sức cần thiết. Các phương pháp đánh giá có thể phân chia thành 3 loại, gồm đánh giá chủ quan bằng thị giác, đánh giá trong phòng thí nghiệm bằng các mô hình mô phỏng, và phương pháp bán thực địa kết hợp giữa đánh giá chủ quan [1] với mô phỏng trên máy tính [2]. Để giải quyết vấn đề này, nhiều nhóm nghiên cứu đã đưa ra các mô hình đánh giá gián tiếp trong phòng thí nghiệm [3]. Các phương pháp này sử dụng kỹ thuật mô phỏng trên máy tính để tạo ra tất cả các yếu tố của một quá trình tạo ảnh từ mục tiêu, môi trường, ống kính đến cảm biến. Một số trong số đó đã xây dựng mô hình đánh giá dựa trên đặc tính của thị giác con người [4], nhưng một số khác thì không [5]. Mặc dù vậy, rất khó để đưa ra kết luận mô hình đánh giá trong phòng thí nghiệm nào tốt hơn mô hình nào và trên thế giới cũng không có một mô hình tiêu chuẩn nào cho việc đánh giá nguy trạng trong phòng thí nghiệm [6].

Tuy nhiên, trong thực tiễn, vấn đề chụp ảnh ở các cự ly khác nhau là rất phức tạp và tốn kém, đặc biệt tính chất tức thời, cấp thiết trong tác chiến. Để có thể khắc phục được nhược điểm, khó khăn trên, chúng ta có thể sử dụng phương pháp tạo ảnh bán thực địa trên cơ sở nguyên lý phóng đại ảnh với sự có mặt của ảnh hưởng điều kiện môi trường.

Bài báo trình bày một số cơ sở lý thuyết và thực nghiệm về quá trình tạo ảnh và tính toán hệ số suy giảm bức xạ trong các điều kiện môi trường khác nhau. Từ đó áp dụng mô phỏng ảnh ở cự ly bất kỳ từ ảnh chụp bằng camera ở cự ly xác định. Cuối cùng bình luận về hiệu quả của phương pháp đối với việc nâng cao hiệu quả nguy trạng.

2. XÂY DỰNG MÔ HÌNH TÍNH TOÁN MÔ PHỎNG BỨC ẢNH ĐƯỢC CHỤP Ở CỰ LY BẤT KỲ

2.1. Tính toán sự tương quan của kích thước đối tượng trên hai bức ảnh chụp ở hai cự li khác nhau



Hình 1. Ảnh của 2 mục tiêu có kích thước bằng nhau đặt ở 2 cự li khác nhau qua hệ quang.

Sơ đồ nguyên lý của một quá trình tạo ảnh qua vật kính được thể hiện trên hình 1. Giả sử có một vật cứng có độ cao h được đặt vuông góc với trục quang vật kính ở vị trí A, qua vật kính hình ảnh của vật được tạo trên mặt phẳng ảnh có độ cao h_A . Cũng với vật cứng trên, đặt vuông góc với trục quang ở vị trí B, qua vật kính hình ảnh của vật được tạo trên mặt phẳng ảnh có độ cao h_B . Khi này, độ phóng đại ảnh của hệ quang khi chụp ảnh ở vị trí A và B được tính bởi công thức (1) và (2):

camera

$$\Gamma_A = \frac{h'_A}{h} = \frac{f}{l_A} \quad (1)$$

$$\Gamma_B = \frac{h'_B}{h} = \frac{f}{l_B} \quad (2)$$

Từ công thức (1) và (2) tính ra được tương quan kích thước của ảnh tạo bởi vật thể khi đặt tại B và A là:

$$\Gamma_{BA} = \frac{h'_B}{h'_A} = \frac{\frac{h'_B}{h}}{\frac{h'_A}{h}} = \frac{\frac{f}{l_A}}{\frac{f}{l_B}} = \frac{l_B}{l_A} \quad (3)$$

Từ công thức (3) có thể thấy, tương quan kích thước ảnh tạo bởi cùng một vật thể hoặc các vật thể có kích thước bằng nhau chỉ phụ thuộc vào khoảng cách từ vật thể đến hệ quang vật kính. Nếu biết trước hình dạng của ảnh vật thể được chụp ở một cự li biết trước, hoàn toàn có thể dựa vào mô phỏng để tính toán ra hình dạng của ảnh vật thể ở cự li bất kỳ. Đối với mục tiêu người có chiều cao thường không quá 2 mét, mục tiêu xe thường không quá 3 mét, khi bay chụp từ trên cao có thể coi các mục tiêu này và bối cảnh lân cận nằm cùng trên một mặt phẳng, độ phóng đại chỉ thay đổi đáng kể khi độ cao bay chụp thay đổi vài trăm mét, do đó, kích thước hình ảnh của mục tiêu được chụp ở 2 cự li khác nhau có thể coi như chỉ khác nhau một hằng số liên quan đến cự li chụp của 2 bức ảnh. Tuy nhiên, với công thức (3) chúng ta chỉ có thể thu được ảnh dạng tỉ lệ theo lý thuyết.

2.2. Mô phỏng tạo ảnh ở độ cao bất kỳ dựa trên ảnh được chụp ở độ cao gần mặt đất

Bức xạ phát ra từ mục tiêu đến được đồng tử vào vật kính camera bắt buộc phải đi qua môi trường không khí. Đường truyền càng gần, ảnh được tạo ra bởi camera càng phản ánh chân thực hình ảnh của mục tiêu. Hơn nữa, việc chụp ảnh ở độ cao nhỏ ít tổn kém và dễ thực hiện hơn, do đó lấy ảnh của mục tiêu được chụp ở chiều cao nhỏ làm ảnh đầu vào mô phỏng.

Với điều kiện môi trường không đổi, ở cự li 0 so với mục tiêu, độ rọi của bức xạ phát ra từ mục tiêu là L . Camera được đặt trên máy bay không người lái ở độ cao h_0 so với mục tiêu, khi này, độ rọi bức xạ phát ra từ mục tiêu đến đồng tử vào vật kính là L_a . L_a và L liên hệ bởi công thức:

$$L_a = \tau_a L + L_c \quad (4)$$

trong đó, L_c là độ rọi bức xạ của riêng không khí trên đường truyền lọt vào đồng tử vào của camera. Trong thực tế, phần lớn các điều kiện L_c có giá trị rất nhỏ và có thể bỏ qua, τ_a là độ truyền qua từ mục tiêu đến vị trí A của không khí đối với dải phổ làm việc.

Trong trường hợp tổng quát, camera được đặt ở vị trí B có độ cao h bất kỳ, độ rọi phát xạ đi qua đồng tử vào của camera để tham gia tạo ảnh được tính theo công thức:

$$L_b = \tau_b L + L_c \quad (5)$$

trong đó, τ_b độ truyền qua từ mục tiêu đến vị trí B của không khí đối với dải phổ làm việc.

Từ công thức (4) và (5), bỏ qua L_c tính được:

$$L_b \approx \frac{\tau_b}{\tau_a} L_a \quad (6)$$

hoặc tỉ lệ độ truyền qua giữa 2 cự li là:

$$\tau_{ba} = \frac{\tau_b}{\tau_a} \quad (7)$$

Đối với camera ảnh nhiệt, quan hệ giữa L và DN (Digital Number) được tính theo công thức[10]:

$$DN = kL + b \quad (8)$$

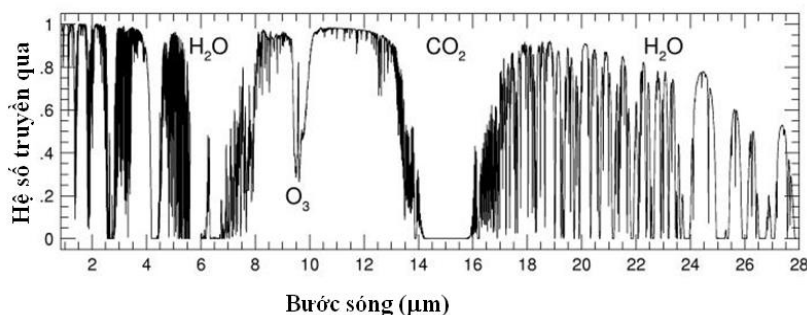
trong đó, các hằng số k và b là các hằng số đặc tính của camera, có thể được cho bởi nhà sản xuất hoặc có thể tự tính toán ra được bằng thực nghiệm [18].

Từ công thức (8), nếu biết ảnh ở vị trí A, τ_a và τ_b , có thể mô phỏng tính toán ra được ảnh sẽ được chụp ở vị trí B.

Trong thực tế hai ảnh ở hai khoảng cách khác nhau ngoài ảnh hưởng của khoảng cách không gian, ảnh hưởng của điều kiện môi trường đóng vai trò quan trọng. Vì vậy, cần tính toán đến ảnh hưởng của điều kiện môi trường gồm nhiệt độ, độ ẩm, son khí,... lên chất lượng ảnh, tức là lên năng lượng bức xạ tới đầu thu (camera), trực tiếp lên τ_a τ_b .

2.3. Các yếu tố ảnh hưởng lên năng lượng bức xạ

* **Hấp thụ của các phân tử khí** : Môi trường không khí ảnh hưởng đến các phát xạ hồng ngoại thông qua các quá trình: (1) sự hấp thụ có chọn lọc của các phân tử không khí và phân tử hơi nước; (2) các hạt nhỏ lơ lửng trong không khí tán xạ dẫn đến năng lượng phát xạ bị suy giảm. Yếu tố chủ yếu được đặc trưng bởi hệ số truyền qua như trong hình 2 [7].



Hình 2. Sự hấp thụ của các phân tử khí đến các tia phát xạ hồng ngoại trong không khí [15].

Đối với 7 loại phân tử khí hấp thụ bức xạ hồng ngoại chủ yếu gồm: H₂O, CO₂, O₃, CO, N₂O, CH₄, O₂ mỗi loại sử dụng thuật toán tích phân từng tia đơn sắc LBLRTM (Line-By-Line Radiative Transfer Model), lấy dẫn cách phổ 1 cm⁻¹, dùng công thức (4) để tính toán[8]:

$$\bar{T}_v(t, p, u) = \frac{\int_{v-\Delta v}^{v+\Delta v} \exp[-k_v(t, p)u] dv}{\int_{v-\Delta v}^{v+\Delta v} dv} \quad (9)$$

Trong công thức trên $\bar{T}_v(t, p, u)$ là độ thấu xạ của không khí đối với ánh bức xạ có số sóng (wave number) ν ở nhiệt độ t , áp suất p và hàm lượng phân tử u ; $k_v(t, p)$ là tiết diện hấp thụ chùm sáng ν của một loại phân tử khí nào đó dưới nhiệt độ t và áp suất p ; u là hàm lượng phân tử khí, $\Delta \nu$ lấy bằng 1 cm⁻¹.

* **Tán xạ của bụi mịn**

Các hạt bụi mịn làm suy hao năng lượng phát xạ hồng ngoại chủ yếu thông qua sự tán xạ ánh sáng, mức độ ảnh hưởng chủ yếu phụ thuộc vào kích thước hạt và mật độ. Do trong thực tế việc đo đặc thông số bụi mịn cho từng độ cao là khó khả thi hoặc tốn kém, nên dựa vào công thức của bài báo tham khảo, tính độ suy hao năng lượng của chùm phát xạ ở mọi độ cao cho từng bước sóng λ như sau [10]:

$$\beta(\lambda, h) = \frac{3,912}{vis} \left(\frac{0,55}{\lambda} \right)^q \quad (10)$$

trong đó, q là hằng số kinh nghiệm, được xác định như sau [9]:

$$q = \begin{cases} 0,585\sqrt[3]{vis} & vis < 6km \\ 1,3 & 6km \leq vis \leq 80km \\ 1,6 & vis > 80km \end{cases} \quad (11)$$

Từ công thức trên, nếu biết cự li quan sát R , tính được độ truyền qua trong bụi mịn:

$$A_{aer} = e^{-\beta(\lambda, h)R} \quad (12)$$

Từ các công thức (10), (11), (12) tính được tỉ lệ truyền qua trong bụi mịn. Hệ số truyền qua τ của bức xạ hồng ngoại dưới các điều kiện môi trường khác nhau được tính toán bằng phần mềm MODWIN 3.7. Với việc sử dụng phần mềm MODWIN, chỉ cần nhập các điều kiện về địa hình và khí hậu, phần mềm sẽ tự động tính toán ra độ truyền qua của các bước sóng trong không khí.

3. THÍ NGHIỆM MÔ PHỎNG

Dữ liệu ảnh dùng cho bài báo được chụp bởi camera ảnh nhiệt Microcam 3, dải phổ làm việc từ 8~14 μ m, vật kính camera có tiêu cự 60 mm, đường kính thông quang 30 mm. Camera được lắp trên máy bay không người lái, bay thấp ở độ cao h_0 để lấy ảnh đầu vào, sau đó, độ cao bay được điều chỉnh lên độ cao h để lấy ảnh đối chiếu sau mô phỏng. Các ảnh chụp trong các điều kiện chụp được liệt kê trong bảng 1.

Bảng 1. Điều kiện chụp ảnh.

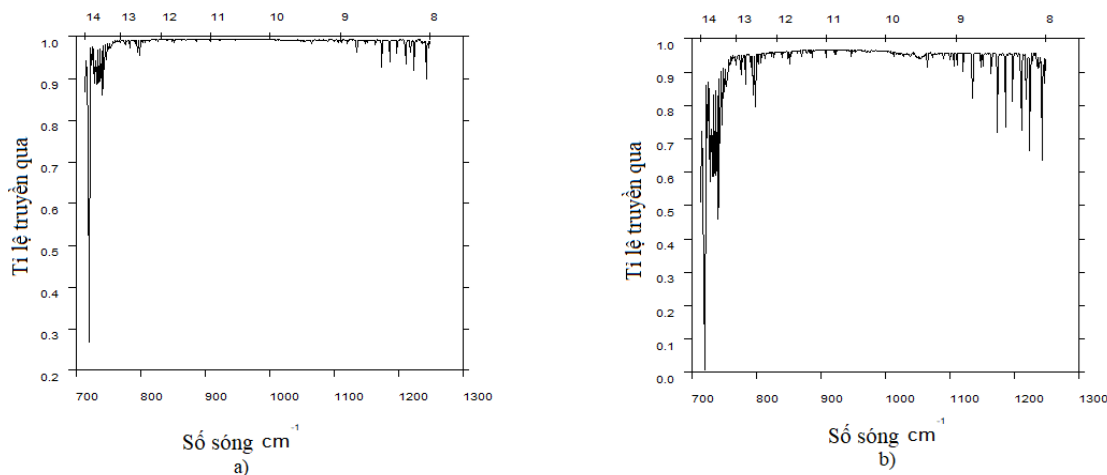
Điều kiện	Ảnh 1	Ảnh 2	Ảnh 3
h_0 (m)	70	275	390
h (m)	400	425	430
Thời gian (giờ)	12:30	14:00	14:00
Nhiệt độ ($^{\circ}$ C)	25	24	24
Tốc độ gió (km/h)	8	17	17
Độ ẩm (%)	91	70	70
Áp suất (hPa)	1014	1015	1015
Tầm nhìn xa (km)	4	16	16

Căn cứ vào điều kiện môi trường tại thời điểm chụp ảnh và cự li chụp, nhập các thông số vào phần mềm PcMODWIN3.7, tính toán được tỉ lệ truyền qua của các bức xạ nhiệt trong vùng phổ từ 8 - 14 μ m từ mục tiêu trên mặt đất đến độ cao h_0 và h mét. Hình 3 thể hiện biểu đồ tỉ lệ truyền qua của các bước sóng ở các cự li lần lượt là 70 mét và 400 mét với ảnh chụp 2.

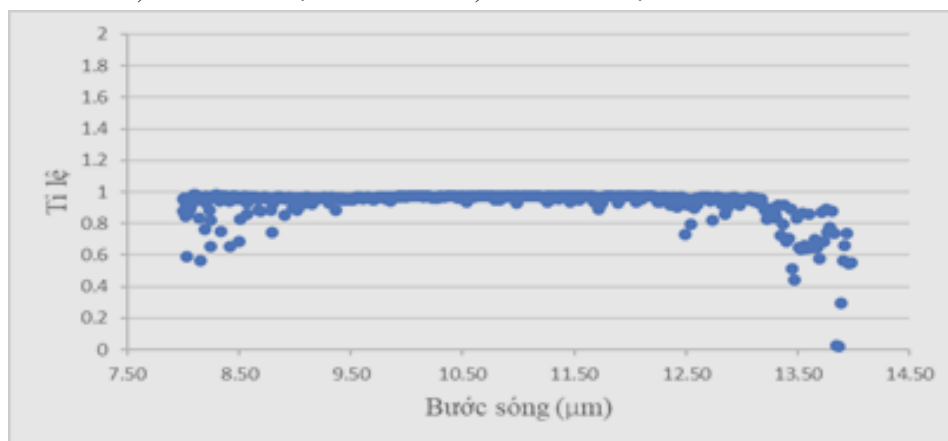
Lấy tỉ lệ truyền qua (hình 3) của từng bước sóng ở độ cao 400 mét chia cho tỉ lệ truyền qua các bước sóng tương ứng ở độ cao 70 mét, dữ liệu thu được phân bố như được thể hiện trên hình 4.

Trên hình 4 có thể thấy rõ phần lớn các điểm nằm gần một đường thẳng nằm ngang, chỉ có một số ít điểm nằm xa đường thẳng này, đồng thời các điểm này đa số phân bố ở đoạn đầu (trên dưới 8,5 μ m) và đoạn cuối (trên dưới 13 μ m) của dải phổ 8-14 μ m (có tổng cộng 46/536 điểm có giá trị nhỏ hơn 0.85), trong khi các camera ảnh nhiệt đa số có độ nhạy thấp ở 2 đầu này. Dựa trên

dữ liệu tính toán ra được tỉ lệ truyền qua giữa 2 cự li có giá trị trung bình là 0,94, phương sai bằng 0,01, giá trị phương sai rất nhỏ, do đó, để tiện cho tính toán có thể lấy giá trị trung bình làm hệ số truyền qua của tất cả các bước sóng ở 2 cự li.



Hình 3. Tỉ lệ truyền qua của các bức xạ nhiệt từ mục tiêu đặt trên mặt đất đến vị trí đầu thu;
a) Đầu thu ở độ cao 70 mét, b) Đầu thu ở độ cao 400 mét.



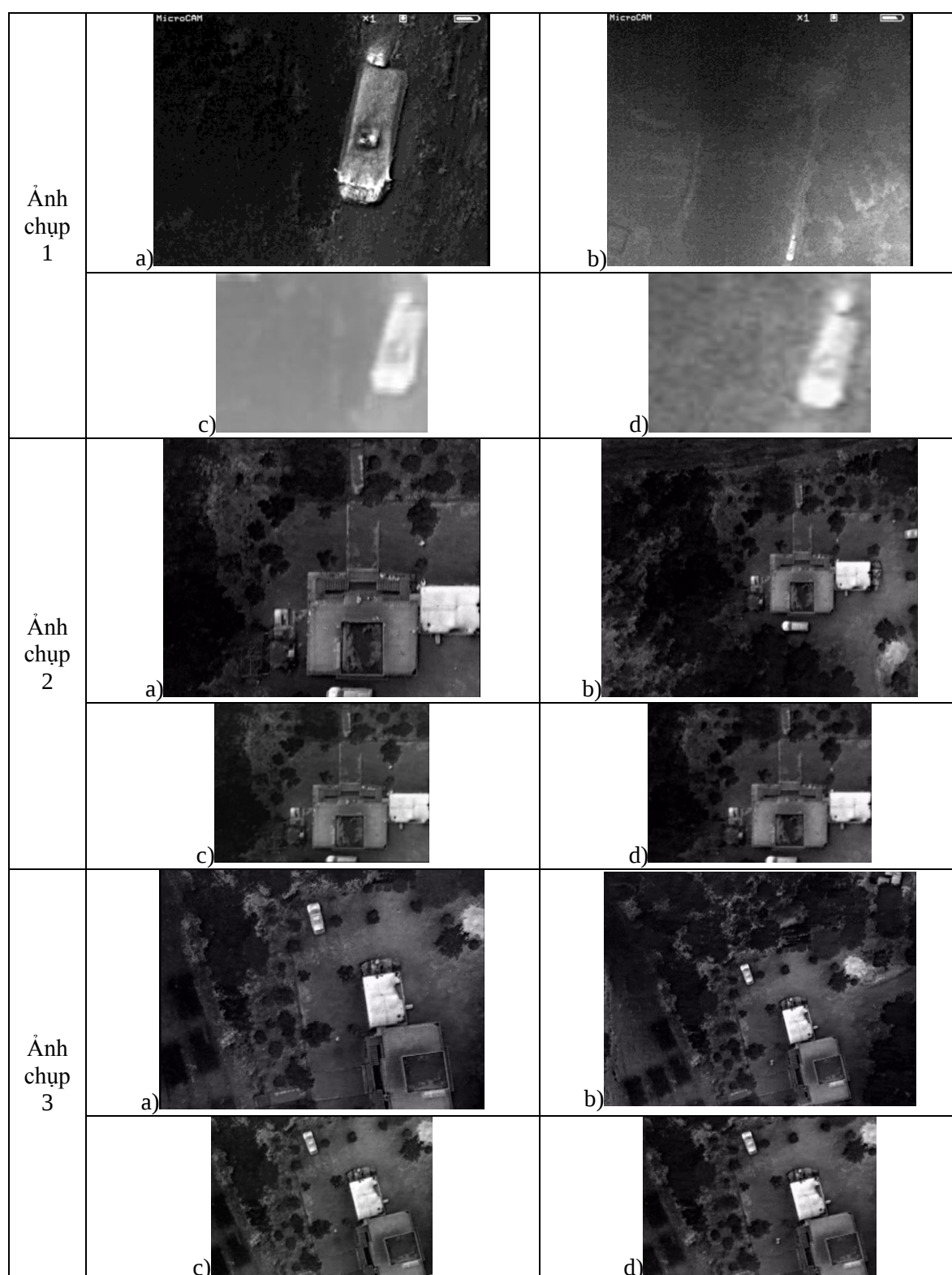
Hình 4. Tỉ lệ tương đối giữa tỉ lệ truyền qua tương ứng với từng bước sóng.

Từ 2 giá trị truyền qua trong môi trường không khí và truyền trong bụi mịn ta tính được tổng giá trị truyền qua bằng $0.94 \times 0.98 = 0.92$. Như vậy, tỉ lệ của năng lượng từ mục tiêu truyền đến đồng tử vào của vật kính ở cự li 400 mét và năng lượng truyền từ mục tiêu đến đồng tử vào của vật kính ở cự li 70 là 0,92. Điều này làm giảm độ tương phản của ảnh thu được ở cự li 400 mét so với ảnh thu được ở cự li 70 mét.

Để tạo ra ảnh mô phỏng ở độ cao 400 mét, căn cứ vào công thức (8), với ảnh (mỗi điểm ảnh tương ứng 1 giá trị DN_A) chụp được ở cự li 70 mét, kết hợp với thông số camera (k_A và b_A), tính ra được độ rọi L_A . Lấy giá trị L_A nhân với tỉ lệ truyền qua giữa 2 độ cao được độ rọi L_B tại độ cao B. Tiếp tục dùng công thức (8) tính ra được DN_B . Sau đó, dùng thuật toán nén ảnh bằng phép nội suy tuyến tính để giảm kích thước ảnh xuống kích thước được tính theo công thức (3).

Các bức ảnh mô phỏng được tạo ra trong các trường hợp khác được tính toán tương tự các bước trên.

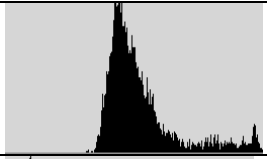
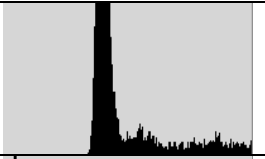
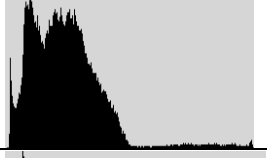
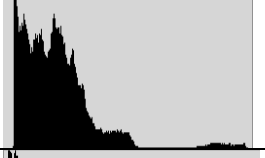
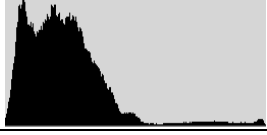
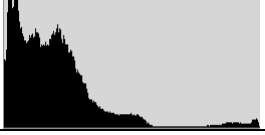
Kết quả của ảnh tạo ra bằng mô phỏng được thể hiện trên hình 5.



Hình 5. Mô phỏng tạo ảnh. a) Ảnh được chụp ở độ cao h_0 , dùng làm ảnh đầu vào cho ảnh mô phỏng ở độ cao h , b) Ảnh được chụp thực tế ở độ cao h , c) Ảnh được tạo ra bởi chương trình mô phỏng, d) Ảnh được cắt ra từ ảnh b) để đối chiếu với ảnh c).

Để đánh giá sự tương quan giữa ảnh được tạo ra và ảnh chụp thực tế ở cùng độ cao, sử dụng 3 thông số gồm độ tương quan R_H giữa Histogram, độ chênh lệch cấp xám ΔI của mục tiêu sáng nhất và bối cảnh, độ tương phản C giữa mục tiêu và bối cảnh của ảnh được tạo ra và ảnh chụp thực tế [11, 12]. Các thông số được thể hiện trong bảng 2.

Bảng 2. Các tham số đánh giá tương quan của ảnh gốc và ảnh được tạo ra.

	Histogram ảnh gốc	Histogram ảnh được tạo ra	R_H	ΔI ảnh gốc	ΔI ảnh tạo ra	C ảnh gốc	C ảnh tạo ra
Ảnh 1			0.8	97	109	0.29	0.28
Ảnh 2			0.999	176	170	0.59	0.57
Ảnh 3			0.997	148	148	0.52	0.53

Kết quả mô phỏng và kết quả đánh giá cho thấy, về tổng thể, ảnh được tạo ra so với ảnh được chụp thực tế cơ bản giống nhau về kích thước và phân bố cấp độ xám, Histogram của 2 loại ảnh có hình dáng rất giống nhau, đặc biệt là khi chụp ở độ cao gần bằng với độ cao chụp ảnh đầu vào và điều kiện thời tiết tốt, độ tương quan giữa 2 loại Histogram rất cao, độ chênh lệch cấp độ xám của mục tiêu sáng nhất với bối cảnh trên 2 loại ảnh gần bằng nhau, độ tương phản giữa mục tiêu sáng nhất với bối cảnh trên 2 loại ảnh cũng gần bằng nhau. Tuy nhiên, ảnh chụp thực tế có mức độ nhiễu cao hơn do trong mô hình tính toán tạo ảnh chưa tính đến sự ảnh hưởng của nhiễu hệ thống. Như vậy, ảnh mô được tạo ra bởi chương trình mô phỏng hoàn toàn có thể thay thế được ảnh chụp tại thực địa trong bài toán đánh giá nguy trang. Dữ liệu mô phỏng được có tính khách quan dùng cho đánh giá hiệu quả nguy trang với chi phí tốn kém ít và giảm độ phức tạp trong bố trí thí nghiệm từ đó tiết kiệm thời gian nâng cao hiệu quả kiểm tra chất lượng sản phẩm nguy trang.

4. KẾT LUẬN

Dựa vào việc biến đổi hình học và tính toán tỉ lệ suy hao năng lượng ở 2 cự li chụp ảnh khác nhau, cho phép chỉ cần biết ảnh chụp ở cự li gần có thể tính toán được ảnh chụp ở cự li xa hơn bất kỳ với độ chân thực cao. Ứng dụng phương pháp đề ra trong bài báo này trong đánh giá hiệu quả nguy trang cho phép chỉ cần chụp một số lượng nhỏ các bức ảnh ở cự li gần cũng có thể tính toán ra được các bức ảnh ở cự li chụp xa hơn bởi các thiết bị khác, từ đó, giảm được độ phức tạp của việc bố trí các thí nghiệm, tiết kiệm chi phí, thời gian và nhân lực.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Maurer T, Wilson D L, Driggers R G. "Search and detection modeling of military imaging systems[J]". Optical Engineering, 2013,52(4):41108.
- [2]. Volonakis T N, Matthews O E, Liggins E, et al. "Camouflage assessment: Machine and human[J]. Computers in Industry", 2018,99:173-182.
- [3]. Qu H, Li R, Zhao S, et al. "Evaluation of infrared stealth effect based on Vega simulation", 2015[C]. IEEE, 2015.

- [4]. Ling Wei C Y G H, Jijun. "A Method of Camouflage Evaluation Based on Texture Analysis Model of Gabor Wavelet[J]". Defense Technology, 2007(10):1191-1194.
- [5]. Wang Dong L X X W. "Camouflage Application Models with Pixel Frequency Analysis[J]". Journal of PLA University of Science and Technology (Natural Science Edition), 2004(03):74-77.
- [6]. Alexander Toet, Maarten. A. Hogervorst. "Review of Camouflage Assessment Techniques". TNO Human Factors. Kampweg 55, 3769DE Soesterberg THE NETHERLANDS, 2019
- [7]. Indriolo N, Neufeld D A, DeWitt C N, et al. "Sofia/exes observations of water absorption in the protostar AFGL 2591 at high spectral resolution[J]". The Astrophysical Journal, 2015,802(2):L14.
- [8]. Qingshan C X H. "Infrared atmospheric transmittance calculation model[J]". INFRARED AND LASER ENGINEERING, 2011,40(05):811-816.
- [9]. Han-Ping W. "Research into Theoretical Calculation Method on Engineering of Transmittance of Infrared Radiation Through Atmosphere[J]". Optics and Precision Engineering, 1998(04):36-44.
- [10]. Chen X, Wei H, Lu W, et al. "Comparison of Infrared Atmospheric Transmittance Calculated by CART Software with Measured Values[J]". Laser and Infrared, 2009,39(04):403-406.
- [11]. Xiaofeng Z, Yinpeng W, Jiaxing Y, et al. "Application of comprehensive similarity in stealth effect evaluation of infrared target[J]". Infrared and laser engineering, 2020,49(01):139-149.
- [12]. An G F, Jingmei L. "Evaluation of Infrared Stealthy Effectiveness of Naval Ships against Antiship Missiles[J]". Infrared, 2010(02):35-38.

ABSTRACT

SEMI-FIELD IMAGING FOR ASSESSMENT OF CAMOUFLAGE EFFICIENCY

Evaluation of camouflage effectiveness is necessary to ensure effectiveness of camouflage against reconnaissance of optoelectronic devices. The article, on the basis of evaluating the advantages and disadvantages of the subjective evaluation method by human vision and the simulation method in the laboratory, proposes a method based on geometric calculations and the rate of energy loss of infrared radiation at 2 different distances under different environmental conditions, using the calculated data from the MODTRAN software to provide a method to calculate the image taken at any distance based on the image taken at low range, so that reducing the complexity and cost in the evaluation of camouflage effectiveness.

Keywords: Camouflage; Transmission rate; MODTRAN; Creating semi-field simulation images.

Nhận bài ngày 20 tháng 5 năm 2021

Hoàn thiện ngày 15 tháng 6 năm 2021

Chấp nhận đăng ngày 30 tháng 7 năm 2021

Địa chỉ: Viện Vật lý kỹ thuật/ Viện Khoa học và Công nghệ quân sự.

**Email:* khanhvlkt@gmail.com.