



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẢNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11)



1-0037559

(51)^{2020.01} G09B 9/00

(13) B

(21) 1-2021-06852

(22) 28/10/2021

(45) 27/11/2023 428

(43) 27/12/2021 405

(73) TẬP ĐOÀN CÔNG NGHIỆP - VIỄN THÔNG QUÂN ĐỘI (VN)

Lô D26 Khu đô thị mới Cầu Giấy, phường Yên Hoà, quận Cầu Giấy, thành phố Hà Nội

(72) Nguyễn Thị Thủy (VN); Nguyễn Hải Dương (VN); Nguyễn Hải Anh (VN).

(74) Công ty TNHH NACILAW (NACILAW)

(54) HỆ THỐNG VÀ PHƯƠNG PHÁP MÔ PHÒNG HUẤN LUYỆN SỬ DỤNG VŨ KHÍ TRÊN MÁY BAY CHIẾN ĐẤU

(57) Sáng chế đề cập đến hệ thống và phương pháp mô phỏng huấn luyện sử dụng vũ khí trên máy bay chiến đấu. Hệ thống và phương pháp đề xuất cho phép sử dụng hệ thống giả lập để học tập sử dụng các loại vũ khí trên máy bay chiến đấu. Hệ thống và phương pháp đề xuất nâng cao hiệu quả huấn luyện trong khi giảm được chi phí vận hành. Ngoài ra, hệ thống và phương pháp đề xuất cho phép học viên có thể học tập, huấn luyện các tình huống, bài tập phức tạp, nguy hiểm trong thực tế. Hệ thống bao gồm sáu mô-đun chính: mô-đun dữ liệu đầu vào; mô-đun máy ngắm; mô-đun chỉ lệnh khai hỏa; mô-đun quỹ đạo chuyển động; mô-đun mô phỏng mục tiêu; mô-đun hiển thị. Ngoài ra, phương pháp mô phỏng huấn luyện sử dụng vũ khí trên máy bay chiến đấu bao gồm sáu bước: thu thập dữ liệu đầu vào; mô phỏng mục tiêu; xác định máy ngắm; xác định chỉ lệnh khai hỏa; xác định quỹ đạo chuyển động; xuất dữ liệu đầu ra.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến hệ thống và phương pháp mô phỏng huấn luyện sử dụng vũ khí trên máy bay chiến đấu. Cụ thể, hệ thống và phương pháp mô phỏng huấn luyện sử dụng vũ khí được ứng dụng trong lĩnh vực mô phỏng ứng dụng, huấn luyện và đào tạo.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong thực tế, quá trình huấn luyện sử dụng các loại vũ khí thật trên máy bay chiến đấu thường được thực hiện thông qua hai bước thông thường: thứ nhất là học tập lý thuyết; thứ hai là thực hành thực tế. Cụ thể, đây là phương pháp học tập, huấn luyện truyền thống dùng để trang bị các kỹ năng sử dụng hệ thống vũ khí trên máy bay chiến đấu.

Nhược điểm của cơ bản phương pháp truyền thống là nguy hiểm. Do đặc thù của hệ thống vũ khí trên máy bay chiến đấu là một hệ thống phức tạp dùng để điều khiển, sử dụng các loại vũ khí có tính sát thương cao nên việc học tập trong thực tế dễ bị hạn chế về số lượng và chất lượng các động tác huấn luyện.

Ngoài ra, sự khác biệt giữa việc học tập lý thuyết và thực tế là rất lớn liên quan đến sự khác biệt về trạng thái con người và các điều kiện sử dụng trong thực tế. Cụ thể, trong quá trình học lý thuyết sẽ thiếu đi cảm giác vận hành hệ thống vũ khí trên máy bay, áp lực thời gian và áp lực thực hiện thao tác kỹ thuật điều khiển máy bay và phóng vũ khí. Từ đó, thời gian học tập chuyển từ lý thuyết sang thực hành sẽ dài hơn để học viên làm quen với hệ thống thật.

Bên cạnh đó, hệ thống vũ khí trên máy bay chiến đấu là một hệ thống có giá trị, chi phí sử dụng cao. Do vậy, việc học tập, huấn luyện truyền thống, sử dụng vũ khí thật sẽ bị hạn chế về số lượng và chủng loại.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề xuất hệ thống và phương pháp mô phỏng huấn luyện sử dụng vũ khí trên máy bay chiến đấu. Đề xuất này nhằm tạo ra một hệ thống huấn luyện giả lập phục vụ huấn luyện chuyển tiếp giữa lý thuyết và thực hành và hỗ trợ huấn luyện thực hành trong những tình huống sử dụng phức tạp, nguy hiểm. Để đạt được mục đích nêu trên, hệ thống sử dụng các mô-đun chính:

Mô-đun dữ liệu đầu vào: có nhiệm vụ thu thập, tổng hợp dữ liệu đầu vào sử dụng cho các mô-đun xử lý phía sau. Dữ liệu bao gồm ba loại thông tin: thông tin về trạng thái hoạt động của máy bay; thông tin tác động của học viên; thông tin tác động của giáo viên.

Mô-đun máy ngắm: có nhiệm vụ tính toán, mô tả các hoạt động tìm kiếm, xác định, lựa chọn, bám sát, hiển thị mục tiêu. Đầu ra của mô-đun này là các hình ảnh báo hiệu cho học viên và các tín hiệu xử lý cho mô-đun chỉ lệnh khai hỏa. Để thực hiện được nhiệm vụ này, mô-đun máy ngắm sử dụng thông tin được tổng hợp từ mô-đun dữ liệu đầu vào và dữ liệu từ mô phỏng mục tiêu.

Mô-đun chỉ lệnh khai hỏa: thực hiện nhiệm vụ kiểm tra, tính toán tất cả trạng thái của máy bay, của vũ khí để đưa ra các chỉ lệnh về điều khiển máy bay hoặc chỉ lệnh về điều khiển vũ khí. Đầu vào của mô-đun là dữ liệu máy bay và điều khiển của học viên trong mô-đun dữ liệu đầu vào và các tín hiệu hình ảnh từ máy ngắm. Đầu ra của mô-đun chỉ lệnh khai hỏa là các tín hiệu hình ảnh báo hiệu cho học viên về trạng thái vũ khí và tín hiệu sẵn sàng hoặc không sẵn sàng hoạt động cho mô-đun quỹ đạo chuyển động.

Mô-đun quỹ đạo chuyển động: thực hiện nhiệm vụ tính toán mô phỏng quỹ đạo bay cho các loại vũ khí theo đúng đặc điểm thực tế. Đầu ra của mô-đun là đường quỹ đạo bay của vũ khí, từ đó xác định được điểm rơi hoặc va chạm với mục tiêu để đánh giá mức độ hoàn thành bài học của học viên. Đầu vào của mô-đun này sử dụng thông tin từ mô-đun dữ liệu đầu vào và thông tin cho phép hoặc không cho phép phóng từ mô-đun chỉ lệnh khai hỏa.

Mô-đun mô phỏng mục tiêu: thực hiện nhiệm vụ tạo mục tiêu theo các kịch bản có sẵn hoặc mục tiêu có thể điều khiển phục vụ mục đích huấn luyện học viên sử dụng vũ khí tiêu diệt mục tiêu. Đầu ra của mô-đun mô phỏng mục tiêu là quỹ đạo chuyển động của mục tiêu. Đầu vào của mô-đun mô phỏng mục tiêu nhận dữ liệu từ mô-đun dữ liệu đầu vào phân tín hiệu đầu vào từ giáo viên.

Mô-đun hiển thị: thực hiện nhiệm vụ trình bày các hình ảnh, kí hiệu để thông báo cho học viên trạng thái hoạt động của máy bay, hệ thống vũ khí và các chỉ lệnh sử dụng vũ khí. Mô-đun hiển thị sử dụng các tín hiệu thông báo từ các mô-đun máy ngắm, chỉ lệnh khai hỏa, quỹ đạo chuyển động và mô phỏng mục tiêu để đưa ra các thông báo hình ảnh tương ứng phục vụ quá trình học tập sử dụng vũ khí.

Mục đích thứ hai của sáng chế là xây dựng một phương pháp mô phỏng huấn luyện sử dụng vũ khí trên máy bay chiến đấu hiệu quả và khả thi trong thực tiễn. Phương pháp bao gồm các bước:

Bước 1: thu thập dữ liệu đầu vào; tại bước này, tất cả các thông tin về trạng thái máy bay, tín hiệu điều khiển của học viên và giáo viên được tổng hợp, sắp xếp và truyền cho các bước tính toán tiếp theo. Bước này được thực hiện trong mô-đun dữ liệu đầu vào.

Bước 2: mô phỏng mục tiêu; tại bước này, mục tiêu của bài huấn luyện được thiết lập theo yêu cầu của giáo viên, mục tiêu có thể là các đối tượng trên mặt đất, trên không hoặc trên mặt biển. Bước này được thực hiện trong mô-đun mô phỏng mục tiêu.

Bước 3: xác định máy ngắm; tại bước này, tương ứng với chủng loại vũ khí, các kí hiệu trên máy ngắm được tính toán dựa trên các thông tin trạng thái máy bay, trạng thái vũ khí và trạng thái mục tiêu. Bước này được thực hiện trong mô-đun máy ngắm.

Bước 4: xác định chỉ lệnh khai hỏa; tại bước này, chỉ lệnh khai hỏa được tính toán và kiểm tra dựa trên cơ sở là các điều kiện cần thiết khi sử dụng vũ khí. Chỉ lệnh khai hỏa chỉ được đưa ra khi toàn bộ trạng thái máy bay, trạng thái hệ thống vũ khí nằm trong giới hạn hoạt động cho phép. Bước này được thực hiện trong mô-đun chỉ lệnh khai hỏa.

Bước 5: xác định quỹ đạo chuyển động; bước này thực hiện sau khi học viên đã thực hiện thao tác phóng vũ khí, mục đích là tính toán quỹ đạo theo đặc tính riêng của vũ khí. Từ việc tính toán quỹ đạo này có thể xác định được mục tiêu có bị tiêu diệt hay không để từ đó đánh giá kết quả bài tập. Bước này được thực hiện tại mô-đun quỹ đạo chuyển động.

Bước 6: xuất dữ liệu đầu ra; bước này thực hiện các thông báo bằng hình ảnh và ghi chú sự kiện nhằm thông báo trạng thái hoạt động của vũ khí cho học viên và giáo viên. Bước này được thực hiện trong mô-đun hiển thị.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1 là hình vẽ mô tả sơ đồ huấn luyện sử dụng vũ khí theo phương pháp truyền thống thông thường;

Hình 2 là hình vẽ mô tả phương pháp và hệ thống mô phỏng huấn luyện sử dụng vũ khí được đề xuất;

Hình 3 là hình vẽ mô tả tổng quan hệ thống mô phỏng huấn luyện sử dụng vũ khí trên máy bay chiến đấu;

Hình 4 là hình vẽ thể hiện quy trình xử lý trong mô-đun mô phỏng mục tiêu;

Hình 5 là hình vẽ thể hiện quy trình xử lý trong mô-đun máy ngắm;

Hình 6 là hình vẽ thể hiện vùng quét của máy bay;

Hình 7 là hình vẽ thể hiện quy trình xử lý trong mô-đun quỹ chỉ lệnh khai hỏa;

Hình 8 là hình vẽ thể hiện quy trình xử lý trong mô-đun quỹ đạo chuyển động;

Hình 9 là hình vẽ mô tả phương pháp mô phỏng huấn luyện sử dụng vũ khí trên máy bay chiến đấu.

Mô tả chi tiết sáng chế

Tham chiếu Hình 1 và Hình 2, sáng chế đề cập đến hệ thống và phương pháp mới nhằm mô phỏng huấn luyện sử dụng vũ khí trên máy bay chiến đấu phục vụ học tập và đào tạo cho học viên sử dụng vũ khí. Cụ thể, sáng chế đề cập đến hệ thống và phương pháp cho phép giả lập quy trình khai thác, sử dụng vũ khí trên máy bay thật nhằm nâng cao chất lượng và giảm thời gian huấn luyện.

Trong phần mô tả chi tiết giải pháp kỹ thuật đề xuất, một số thuật ngữ được hiểu theo cách diễn giải như sau:

Trạng thái bay là các tham số đặc trưng cho vị trí và tốc độ thay đổi vị trí của máy bay tại một thời điểm xác định. Trạng thái bay được điều khiển thông qua các hoạt động của học viên. Cụ thể, trạng thái bay bao gồm sáu tham số đặc trưng cho vị trí không gian và 06 tham số đặc trưng cho mức độ biến thiên của vị trí.

Học viên là người sử dụng hệ thống nhằm mục đích luyện tập, thực hành các kỹ năng sử dụng vũ khí được trang bị trong quá trình học lý thuyết và các tình huống thực tế được giả lập.

Giáo viên là người quan sát, theo dõi, ra các yêu cầu và thay đổi tình huống học tập giúp học viên luyện tập, nâng cao kỹ năng xử lý, sử dụng vũ khí.

Tham chiếu Hình 2 thể hiện phương pháp và hệ thống đề xuất làm thay đổi cách thức học tập và huấn luyện sử dụng vũ khí trên máy bay chiến đấu. Phương pháp và hệ thống cho phép nâng cao hiệu quả, chất lượng huấn luyện bằng cách sử dụng một hệ thống mô phỏng giả lập sử dụng các loại vũ khí tương tự trên máy bay thật. Để thực hiện được mục đích này, hệ thống được tổ chức thành sáu mô-đun: mô-đun dữ liệu đầu vào; mô-đun máy ngắm; mô-đun chỉ lệnh khai hỏa; mô-đun quỹ đạo chuyển động; mô-đun mô phỏng mục tiêu; mô-đun hiển thị. Cụ thể như sau:

Tham chiếu Hình 3, mô-đun dữ liệu đầu vào là mô-đun thu nhận dữ liệu ba nhóm đầu vào gồm: trạng thái bay, học viên, giáo viên. Trong đó, trạng thái bay bao gồm mười hai tham số của máy bay thể hiện vị trí và tốc độ biến thiên vị trí của máy bay trong không gian ba chiều các tham số này được điều khiển bởi học viên. Ngoài ra, học viên thực hiện các thao tác được chia thành hai nhóm: điều khiển máy bay và điều khiển vũ khí. Điều khiển máy bay gồm các thao tác điều khiển mười hai trạng thái của máy bay thông qua hệ thống điều khiển giả lập (cần lái, tay ga). Điều khiển vũ khí bao gồm các thao tác lựa chọn,

điều chỉnh chế độ của các nút bấm được giả lập trên màn hình cảm ứng thể hiện quy trình sử dụng vũ khí. Giáo viên thực hiện các thao tác lựa chọn và thay đổi bài tập, điều khiển mục tiêu trong quá trình huấn luyện học viên. Các thông tin trong mô-đun dữ liệu đầu vào trực tiếp ảnh hưởng đến hoạt động của các mô-đun còn lại.

Tham chiếu Hình 4, mô-đun mô phỏng mục tiêu được sử dụng để tạo ra các mục tiêu giả lập phục vụ huấn luyện sử dụng vũ khí tiêu diệt mục tiêu trên máy bay chiến đấu, mô-đun này thực hiện mô phỏng đồng thời các mục tiêu trên không, mục tiêu mặt đất và mục tiêu mặt biển. Mục tiêu trên không được sử dụng cho các loại vũ khí không đối không, mục tiêu mặt đất dùng cho các loại vũ khí không đối đất và mục tiêu mặt biển dùng cho các loại vũ khí không đối hải. Mỗi loại mục tiêu đều có hai chế độ điều khiển: với chế độ điều khiển thủ công, giáo viên hoặc học viên là người trực tiếp điều khiển mục tiêu, khối động lực học mục tiêu sẽ liên tục tính toán tốc độ và vị trí hiện tại của mục tiêu dựa trên các tín hiệu điều khiển nhận được từ giáo viên. Với chế độ điều khiển tự động, mục tiêu được thiết lập thành hai cấp độ chính: thứ nhất là sẽ tự động di chuyển theo các kịch bản có sẵn được xây dựng phù hợp với từng bài bay hoặc từng nhiệm vụ chiến đấu cụ thể; thứ hai là sẽ ứng xử ngẫu nhiên theo các động tác chuyển động được tính toán trước. Để làm được điều này, mô-đun mô phỏng mục tiêu được xây dựng dựa trên bốn thành phần sau đây:

Thành phần thứ nhất: xây dựng kịch bản huấn luyện. Bước này tiến hành thu thập dữ liệu về các bài tập của máy bay chiến đấu và các nhiệm vụ cụ thể mà học viên sẽ được huấn luyện, từ đó đưa ra các hành vi ứng xử của mục tiêu cho phù hợp. Cụ thể các ứng xử của mục tiêu khi gặp máy bay chiến đấu có thể là: đi thẳng đều không thay đổi quỹ đạo, tăng tốc, chuyển hướng, di chuyển lắt léo, tăng giảm độ cao (mục tiêu trên không)... Tương ứng với các kiểu ứng xử đó, tiến hành xây dựng các kịch bản theo nhiều cấp độ khác nhau từ đơn giản đến phức tạp, phù hợp huấn luyện cho nhiều đối tượng học viên.

Thành phần thứ hai: xây dựng cơ sở dữ liệu các tham số về hình dạng và động lực học cho từng loại mục tiêu để mô hình hóa đặc tính của mục tiêu. Cơ sở dữ liệu này tương ứng với ba loại mục tiêu phổ biến được sử dụng: mục tiêu trên không; mục tiêu mặt đất; mục tiêu mặt biển. Các tham số hình dạng và động lực học được sử dụng để đưa ra các tham số phù hợp trong quá trình mô hình hóa chuyển động và đáp ứng của vũ khí.

Thành phần thứ ba: mô hình hóa chuyển động của mục tiêu nhằm mô tả hoạt động, ứng xử động lực học của mục tiêu sử dụng cơ sở dữ liệu đặc tính của mục tiêu và hệ phương trình mô tả chuyển động. Để xây dựng được chế độ tự động hoạt động đa dạng của mục

tiêu, việc mô hình hóa chuyển động được chia thành các động tác cơ bản, ví dụ như di chuyển thẳng đều, di chuyển thẳng có gia tốc, di chuyển vòng... Khi đó, chuyển động của mục tiêu trong quá trình huấn luyện sẽ là tổ hợp của các động tác cơ bản được lựa chọn từ trước hoặc ngẫu nhiên. Ngoài ra, việc chuyển động của mục tiêu có thể được thực hiện thông qua điều khiển thủ công của giáo viên.

Thành phần thứ tư: xác định vùng phản ứng. Vùng phản ứng của mục tiêu khi gặp máy bay chiến đấu được xác định dựa trên hai yếu tố sau đây: thứ nhất là điều kiện về khoảng cách, khi máy bay chiến đấu tiến gần đến mục tiêu ở một khoảng cách nào đó (khoảng cách này phụ thuộc vào loại vũ khí mà máy bay chiến đấu đang sử dụng) thì mục tiêu sẽ thực hiện hành vi theo kịch bản và cấp độ đã chọn. Nếu mục tiêu thực hiện các hành vi chuyển hướng, di chuyển lắt léo, tăng giảm độ cao,... thì điều kiện phản ứng còn phụ thuộc vào yếu tố thứ hai là vị trí tương quan giữa mục tiêu và máy bay chiến đấu. Ví dụ nếu mục tiêu ở bên trái của máy bay thì mục tiêu sẽ chuyển hướng bay vòng sang trái, nếu mục tiêu ở bên trên máy bay thì mục tiêu có thể tăng độ cao để lẩn trốn.

Tham chiếu Hình 5, mô-đun máy ngắm đảm nhiệm đồng thời hai nhiệm vụ quan trọng: vừa thực hiện tìm kiếm, bắt bám mục tiêu, vừa tính toán các thông số hiển thị trên màn hình ngắm bắn.

Để thực hiện tìm kiếm mục tiêu, trong mô-đun này sử dụng thành phần quét mục tiêu hai chế độ. Thành phần quét mục tiêu giả lập hai chế độ tìm kiếm mục tiêu tương ứng với từng loại vũ khí. Mỗi một chế độ quét có các đặc tính quét khác nhau (góc quét tối đa, độ nhạy với bề mặt mục tiêu, khả năng bị phát hiện...(tham chiếu Hình 6)). Do đó, tùy từng loại mục tiêu và nhiệm vụ, học viên cần lựa chọn chính xác chế độ cần sử dụng để tìm kiếm được mục tiêu. Ví dụ, chế độ quét thứ nhất được sử dụng trong trường hợp khi phát hiện mục tiêu ở cự ly xa, tương ứng với việc sử dụng vũ khí tầm xa, hoặc khi máy bay hoạt động trong điều kiện khí hậu phức tạp, tuy nhiên, do đặc điểm của chế độ quét thứ nhất là dễ bị phát hiện bởi đối phương nên phi công cần đưa ra phương án xử lý hiệu quả. Tương tự, chế độ quét thứ hai đảm bảo được bí mật trong quá trình sử dụng tuy nhiên bị ảnh hưởng lớn bởi điều kiện khí tượng và khoảng cách phát hiện mục tiêu thấp. Ngoài các đặc tính của chế độ quét, cách thức, quy trình sử dụng của các chế độ này cũng được đưa vào mô phỏng huấn luyện trong mô-đun máy ngắm.

Thành phần theo dõi mục tiêu có thể thực hiện ở chế độ tự động hoặc chế độ điều khiển bằng tay. Ở chế độ bằng tay, học viên phải thực hiện việc chọn mục tiêu cần bắt. Ở chế độ tự động, hệ thống tính toán, lựa chọn và bám theo một mục tiêu nguy hiểm nhất cần

phải bắt, liên tục đo các thông số về mục tiêu này (tốc độ, toạ độ góc, cự ly, hướng bay...), từ đó đưa ra các chỉ lệnh điều khiển đến mô-đun tính toán quỹ đạo chuyển động. Vị trí và hướng di chuyển của mục tiêu đã bắt được sẽ được hiển thị trên màn hình ngắm bắn thông qua mô-đun hiển thị, cự ly từ máy bay đến mục tiêu được truyền đến mô-đun chỉ lệnh khai hỏa.

Thành phần tính toán máy ngắm có sử dụng các đặc tính động lực học của từng loại vũ khí để tính toán điểm rơi trong không gian. Ngoài ra, máy tính cũng tính toán các chỉ lệnh điều khiển máy bay sao cho đưa máy bay về trạng thái mà tại đó hiệu quả tiêu diệt mục tiêu là cao nhất. Do tất cả các thông tin tính toán là trong không gian ba chiều nên cần chiếu lên một mặt phẳng hai chiều gọi là mặt phẳng ngắm. Mặt phẳng ngắm giả lập hệ thống ngắm mục tiêu trên máy bay thực.

Tham chiếu Hình 7, mô-đun chỉ lệnh khai hỏa sử dụng đầu vào từ mô-đun máy ngắm để đưa ra chỉ lệnh khai hỏa của các loại vũ khí tương ứng. Để đảm bảo an toàn cho máy bay khi phóng, ném các loại vũ khí thì máy bay cần đạt được vận tốc và độ cao tối thiểu theo quy định. Để nâng cao độ chính xác khi bắn hoặc phóng các loại vũ khí, phi công phải điều khiển máy bay sao cho điểm rơi của vũ khí trùng với vị trí của mục tiêu và cự ly từ máy bay đến mục tiêu phải nằm trong tầm bắn hiệu quả. Khi các điều kiện trên thỏa mãn, đầu ra của mô-đun chỉ lệnh khai hỏa sẽ chuyển tín hiệu cho phép phóng, ném đến phi công, hiển thị trên màn hình ngắm bắn.

Tham chiếu Hình 8, mô-đun quỹ đạo chuyển động là mô-đun sử dụng các thông tin trạng thái vũ khí và đặc tính vũ khí thông qua hệ phương trình vi phân để mô tả chuyển động theo thời gian của các loại vũ khí. Trạng thái vũ khí biểu thị cho vũ khí đã sẵn sàng được sử dụng hay chưa sẵn sàng sử dụng thông qua tín hiệu từ mô-đun chỉ thị lệnh khai hỏa. Chuyển động của vũ khí được tính toán thông qua hệ phương trình vi phân sáu bậc tự do với đầu vào là các tham số đặc tính của vũ khí như khối lượng, chiều dài, đường kính, sơ tốc,... và trạng thái hiện tại của máy bay. Ngoài ra, các hệ số khí động (hệ số lực cản, lực nâng, hệ số mô men quay), lực đẩy, trọng lực, được đưa vào dưới dạng hàm của các biến phụ thuộc (vận tốc, độ cao,...), tùy thuộc vào từng hệ số sẽ có từng hàm và biến phụ thuộc khác nhau.

Tham chiếu Hình 9, phương pháp mô phỏng huấn luyện sử dụng vũ khí trên máy bay chiến đấu bao gồm sáu bước, cụ thể như sau:

Bước 1: thu thập dữ liệu đầu vào;

Tại bước này, các dữ liệu đầu vào được thu thập cho các bước xử lý tiếp theo bao gồm: mười hai trạng thái máy bay (ba tọa độ vị trí trong không gian, ba góc định hướng trong không gian, ba giá trị tốc độ thay đổi vị trí, ba giá trị tốc độ thay đổi góc định hướng trong không gian); hai nhóm tín hiệu điều khiển của phi công: tín hiệu điều khiển máy bay (thông qua giả lập tay ga và cần lái), tín hiệu điều khiển vũ khí (thông qua giả lập hệ thống nút công tắc trạng thái); tín hiệu điều khiển của giáo viên: tín hiệu thiết lập và điều khiển mục tiêu.

Bước 2: mô phỏng mục tiêu;

Tại bước này, dựa trên lựa chọn của giáo viên về kịch bản mục tiêu, các tính toán về vị trí và hoạt động của mục tiêu được thực hiện. Đầu ra của bước này là tọa độ và tốc độ của mục tiêu trong hệ mô phỏng giả lập. Nhiệm vụ của phi công là xác định được vị trí mục tiêu và thực hiện các thao tác sử dụng vũ khí nhằm tiêu diệt mục tiêu. Cụ thể, mô hình hóa chuyển động của mục tiêu bằng các phương trình động học. Chuyển động của mục tiêu được xấp xỉ gần đúng trên miền thời gian rời rạc đủ nhỏ:

Chuyển động thẳng đều:

$$\begin{aligned}v^n &= v^{n-1} + dv \\x^n &= x^{n-1} + v^n dt\end{aligned}$$

Chuyển động có gia tốc:

$$\begin{aligned}a &= \frac{dv}{dt} = \frac{v^n - v^{n-1}}{dt} \\v^n &= v^{n-1} + a dt \\x^n &= x^{n-1} + v^n dt\end{aligned}$$

Chuyển động quay:

$$\begin{cases} v_x^n = v^{n-1} \cos(\theta) \cos(\psi) \\ v_y^n = v^{n-1} \cos(\theta) \sin(\psi) \\ v_z = v^{n-1} \sin(\theta) \end{cases}$$

trong đó x là quãng đường, v là vận tốc không đổi theo thời gian, a là gia tốc, t là thời gian, n , $n-1$ lần lượt là bước thời gian thứ n và $n-1$, θ , ψ lần lượt là góc chúc ngóc và góc hướng của mục tiêu.

Bước 3: xác định máy ngắm;

Trong bước này, căn cứ vào lựa chọn của phi công (chế độ quét thứ nhất hoặc thứ hai), việc tính toán vị trí tương đối giữa mục tiêu và máy bay huấn luyện có thể đưa ra các thông tin mục tiêu có nằm trong vùng quét của máy bay hay không nằm trong vùng quét

của máy bay. Tiếp theo đó, khi học viên bắt và khóa mục tiêu, các tham số mục tiêu của máy ngắm được tính toán và cập nhật liên tục dựa trên trạng thái của mục tiêu. Ngoài ra, các tham số vũ khí của máy ngắm cũng đồng thời được tính toán dựa trên đặc tính động lực học của vũ khí. Các tham số quan trọng trên máy ngắm bao gồm: điểm rơi của vũ khí tức thời; chỉ lệnh điều khiển máy bay để vào vị trí phù hợp sử dụng vũ khí; cự li đến mục tiêu. Các tham số này được hiển thị trên một mặt phẳng ngắm, do đó, các thông tin tính toán trong không gian ba chiều được chiếu lên mặt phẳng ngắm thông qua công thức sau:

$$t = -\frac{ax_0 + by_0 + cz_0 + d}{ae + bf + cg}$$

$$x = x_0 + et$$

$$y = y_0 + ft$$

$$z = z_0 + gt$$

Trong đó (a, b, c) là véc tơ pháp tuyến của mặt phẳng chứa màn hình ngắm bắn, (e, f, g) là véc tơ chỉ phương của đường thẳng nối điểm ngắm và tọa độ của vũ khí, (x_0, y_0, z_0) là tọa độ vũ khí, (x, y, z) là tọa độ điểm rơi của vũ khí trên màn hình ngắm bắn.

Bước 4: xác định chỉ lệnh khai hỏa;

Xác định chỉ lệnh khai hỏa sử dụng đầu vào là các trạng thái máy bay, trạng thái vũ khí để so sánh, đối chiếu với các điều kiện bắt buộc khi sử dụng vũ khí. Nếu học viên thực hiện đúng tất cả các thao tác cần thiết thì các điều kiện bắt buộc được thỏa mãn và chỉ lệnh khai hỏa đặt chế độ kích hoạt. Ngược lại, tín hiệu chỉ lệnh khai hỏa sẽ luôn đặt chế độ chờ. Tín hiệu chỉ lệnh khai hỏa thay đổi theo từng loại vũ khí khác nhau, tuy nhiên có thể tổng hợp thành hai nhóm điều kiện chính: điều kiện về trạng thái máy bay: vận tốc, độ cao, hệ số quá tải, trạng thái góc lên xuống; điều kiện vũ khí: vị trí các công tắc vũ khí, cự li đến mục tiêu.

Bước 5: xác định quỹ đạo chuyển động;

Trong bước này, khi vũ khí được phóng ra, quỹ đạo chuyển động của vũ khí sẽ được tính toán dựa trên trạng thái lúc phóng, đặc tính vũ khí và hệ phương trình vi phân mô tả chuyển động của vũ khí. Cụ thể, hệ phương trình vi phân sáu bậc tự do trong hệ tọa độ Euler được viết như sau:

$$\begin{aligned} \dot{p}n = & \cos(\theta) \cos(\psi) u + (\sin(\phi) \sin(\theta) \cos(\psi) \\ & - \cos(\phi) \sin(\psi)) v + (\cos(\phi) \sin(\theta) \cos(\psi) + \sin(\phi) \sin(\psi)) w \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \dot{p}_e &= \cos(\theta) \sin(\psi) u + (\sin(\phi) \sin(\theta) \sin(\psi) \\ &\quad + \cos(\phi) \cos(\psi)) v + (\cos(\phi) \sin(\theta) \sin(\psi) - \sin(\phi) \cos(\psi)) w \end{aligned}$$

$$\dot{p}_d = -\sin(\theta)u + \sin(\phi) \cos(\theta)v + \cos(\phi) \cos(\theta)w$$

$$\dot{u} = rv - qw + \frac{\sum F_x}{m}$$

$$\dot{v} = pw - ru + \frac{\sum F_y}{m}$$

$$\dot{w} = qu - pv + \frac{\sum F_z}{m}$$

$$\dot{\phi} = p + \sin(\phi) \tan(\theta)q + \cos(\phi) \tan(\theta)r$$

$$\dot{\theta} = \cos(\phi)q - \sin(\phi)r$$

$$\dot{\psi} = \frac{\sin(\phi)q + \cos(\phi)r}{\cos(\theta)}$$

$$\dot{p} = c_1pq - c_2qr + c_3M_x + c_4M_z$$

$$\dot{q} = c_5pr - c_6(p^2 - r^2) + \frac{M_y}{I_y}$$

$$\dot{r} = c_7pq - c_1qr + c_4M_x + c_8M_z$$

Trong đó:

u, v, w : là các vận tốc của vũ khí;

θ, ψ, ϕ : là các góc định vị;

p, q, r : là các vận tốc góc;

p_n, p_e, p_d : là các tọa độ của vũ khí trong hệ trục tọa độ quán tính;

F_x, F_y, F_z : là các lực tổng hợp tác động lên vũ khí theo ba trục Ox, Oy, Oz;

M_x, M_y, M_z : là các mô men tổng hợp tác động lên vũ khí theo ba trục Ox, Oy, Oz;

$$c_1 = \frac{I_{xz}(I_x - I_y + I_z)}{\lambda}, c_2 = \frac{I_{xz}^2 + I_z(I_z - I_y)}{\lambda}, c_3 = \frac{I_z}{\lambda}, c_4 = \frac{I_{xz}}{\lambda}$$

$$c_5 = \frac{I_z - I_x}{\lambda}, c_6 = \frac{I_{xz}}{\lambda}, c_7 = \frac{I_{xz}^2 + I_x(I_x - I_y)}{\lambda}, c_8 = \frac{I_x}{\lambda}$$

với I_x, I_y, I_z là mô men quán tính so với trục x, y, z; I_{xz} là mô men quán tính so với trục xz.

Phương pháp Euler hoặc phương pháp Runge - Kutta được sử dụng để giải hệ phương trình vi phân theo thời gian thực. Kết quả đầu ra của mô-đun này được chuyển tới mô-đun hiển thị để xác định quỹ đạo chuyển động của vũ khí.

Bước 6: xuất dữ liệu đầu ra;

Tại bước này, các tham số quỹ đạo và kết quả sau khi vũ khí rời máy bay theo điều khiển của học viên (trúng/trượt) được tổng hợp và lưu trữ phục vụ cho việc đánh giá và chấm điểm của giáo viên dành cho học viên.

Yêu cầu bảo hộ

1. Hệ thống mô phỏng huấn luyện sử dụng vũ khí trên máy bay chiến đấu bao gồm các mô-đun:

mô-đun dữ liệu đầu vào; là mô-đun thu nhận dữ liệu ba nhóm đầu vào gồm: trạng thái bay, học viên, giáo viên; trong đó, trạng thái bay bao gồm mười hai tham số của máy bay thể hiện vị trí và tốc độ biến thiên vị trí của máy bay trong không gian ba chiều; ngoài ra, học viên thực hiện các thao tác được chia thành hai nhóm: điều khiển máy bay và điều khiển vũ khí; giáo viên thực hiện các thao tác lựa chọn và thay đổi bài tập, điều khiển mục tiêu trong quá trình huấn luyện học viên;

mô-đun máy ngắm; mô-đun này đảm nhiệm đồng thời hai nhiệm vụ quan trọng: vừa thực hiện tìm kiếm, bắt bám mục tiêu, vừa tính toán các thông số hiển thị trên màn hình ngắm bắn; để thực hiện tìm kiếm mục tiêu, trong mô-đun này sử dụng thành phần quét mục tiêu hai chế độ; mỗi chế độ quét phụ thuộc vào loại vũ khí được sử dụng, điều kiện thời tiết, khí hậu, khoảng cách đến mục tiêu,...theo dõi mục tiêu được thực hiện ở chế độ tự động hoặc chế độ điều khiển bằng tay; thành phần tính toán máy ngắm sử dụng các đặc tính động lực học của từng loại vũ khí để tính toán điểm rơi trong không gian; ngoài ra, máy tính cũng tính toán các chỉ lệnh điều khiển máy bay sao cho đưa máy bay về trạng thái mà tại đó hiệu quả tiêu diệt mục tiêu là cao nhất; các thông tin tính toán được hiển thị trên mặt phẳng ngắm;

mô-đun chỉ lệnh khai hỏa; sử dụng đầu vào từ mô-đun máy ngắm để đưa ra chỉ lệnh khai hỏa của các loại vũ khí tương ứng; khi các điều kiện về cự ly, vận tốc, độ cao của máy bay,... thỏa mãn, đầu ra của mô-đun chỉ lệnh khai hỏa sẽ chuyển tín hiệu cho phép phóng, ném đến phi công, hiển thị trên màn hình ngắm bắn;

mô-đun quỹ đạo chuyển động; là mô-đun sử dụng các thông tin trạng thái vũ khí và đặc tính vũ khí thông qua hệ phương trình vi phân để mô tả chuyển động theo thời gian của các loại vũ khí; trạng thái vũ khí biểu thị cho vũ khí đã sẵn sàng được sử dụng hay chưa qua tín hiệu từ mô-đun chỉ thị lệnh khai hỏa; chuyển động của vũ khí được tính toán thông qua hệ phương trình vi phân sáu bậc tự do với đầu vào là các tham số đặc tính của vũ khí như khối lượng, chiều dài, đường kính, sơ tốc,...và trạng thái hiện tại của máy bay; ngoài ra, các hệ số khí động (hệ số lực cản, lực nâng, hệ số mô men quay), lực đẩy, trọng lực, được đưa vào dưới dạng hàm của các biến phụ thuộc (vận tốc, độ cao,...), tùy thuộc vào từng hệ số sẽ có từng hàm và biến phụ thuộc khác nhau;

mô-đun mô phỏng mục tiêu; mô-đun mô phỏng mục tiêu được sử dụng để tạo ra các mục tiêu giả lập trên không, mặt đất, mặt biển phục vụ huấn luyện sử dụng vũ khí tiêu diệt mục tiêu trên máy bay chiến đấu; mỗi loại mục tiêu đều có hai chế độ điều khiển: với chế độ điều khiển thủ công, giáo viên hoặc học viên là người trực tiếp điều khiển mục tiêu, với chế độ điều khiển tự động, mục tiêu được thiết lập thành hai cấp độ chính: thứ nhất là sẽ tự động di chuyển theo các kịch bản có sẵn được xây dựng phù hợp với từng bài bay hoặc từng nhiệm vụ chiến đấu cụ thể; thứ hai là sẽ ứng xử ngẫu nhiên theo các động tác chuyển động được tính toán trước;

mô-đun hiển thị; thực hiện nhiệm vụ trình bày các hình ảnh, kí hiệu để thông báo cho học viên trạng thái hoạt động của máy bay, hệ thống vũ khí và các chỉ lệnh sử dụng vũ khí; mô-đun hiển thị sử dụng các tín hiệu thông báo từ các mô-đun máy ngắm, chỉ lệnh khai hỏa, quỹ đạo chuyển động và mô phỏng mục tiêu để đưa ra các thông báo hình ảnh tương ứng phục vụ quá trình học tập sử dụng vũ khí.

2. Phương pháp mô phỏng huấn luyện sử dụng vũ khí trên máy bay chiến đấu bao gồm các bước:

thu thập dữ liệu đầu vào; tại bước này, các dữ liệu đầu vào được thu thập bao gồm: mười hai trạng thái máy bay (ba tọa độ vị trí trong không gian, ba góc định hướng trong không gian, ba giá trị tốc độ thay đổi vị trí, ba giá trị tốc độ thay đổi góc định hướng trong không gian); hai nhóm tín hiệu điều khiển của phi công: tín hiệu điều khiển máy bay (thông qua giả lập tay ga và cần lái), tín hiệu điều khiển vũ khí (thông qua giả lập hệ thống nút công tắc trạng thái); tín hiệu điều khiển của giáo viên: tín hiệu thiết lập và điều khiển mục tiêu;

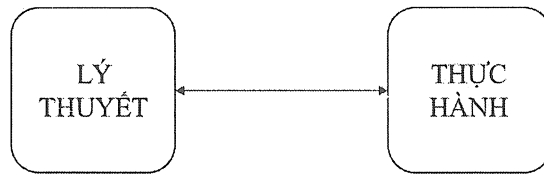
mô phỏng mục tiêu; tại bước này, dựa trên lựa chọn của giáo viên về kịch bản mục tiêu, các tính toán về vị trí và hoạt động của mục tiêu được thực hiện; đầu ra của bước này là tọa độ và tốc độ của mục tiêu trong hệ mô phỏng giả lập giúp phi công xác định được vị trí mục tiêu và thực hiện các thao tác sử dụng vũ khí nhằm tiêu diệt mục tiêu;

xác định máy ngắm; căn cứ vào lựa chọn chế độ quét của phi công, việc tính toán vị trí tương đối giữa mục tiêu và máy bay huấn luyện có thể đưa ra các thông tin mục tiêu có nằm trong vùng quét của máy bay hay không; tiếp theo đó, khi khóa được mục tiêu, các tham số mục tiêu của máy ngắm được tính toán và cập nhật liên tục dựa trên trạng thái của mục tiêu; ngoài ra, các tham số vũ khí của máy ngắm cũng đồng thời được tính toán dựa trên đặc tính động lực học của vũ khí;

xác định chỉ lệnh khai hỏa; xác định chỉ lệnh khai hỏa sử dụng đầu vào là các trạng thái máy bay, trạng thái vũ khí để so sánh, đối chiếu với các điều kiện bắt buộc khi sử dụng vũ khí; tín hiệu chỉ lệnh khai hỏa thay đổi theo từng loại vũ khí khác nhau, tuy nhiên có thể tổng hợp thành hai nhóm điều kiện chính: thứ nhất là điều kiện về trạng thái máy bay: vận tốc, độ cao, hệ số quá tải, trạng thái góc lên xuống; thứ hai là điều kiện vũ khí: vị trí các công tắc vũ khí, cự li đến mục tiêu;

xác định quỹ đạo chuyển động; trong bước này, khi vũ khí được phóng ra, quỹ đạo chuyển động của vũ khí sẽ được tính toán dựa trên trạng thái lúc phóng, đặc tính vũ khí và hệ phương trình vi phân mô tả chuyển động của vũ khí;

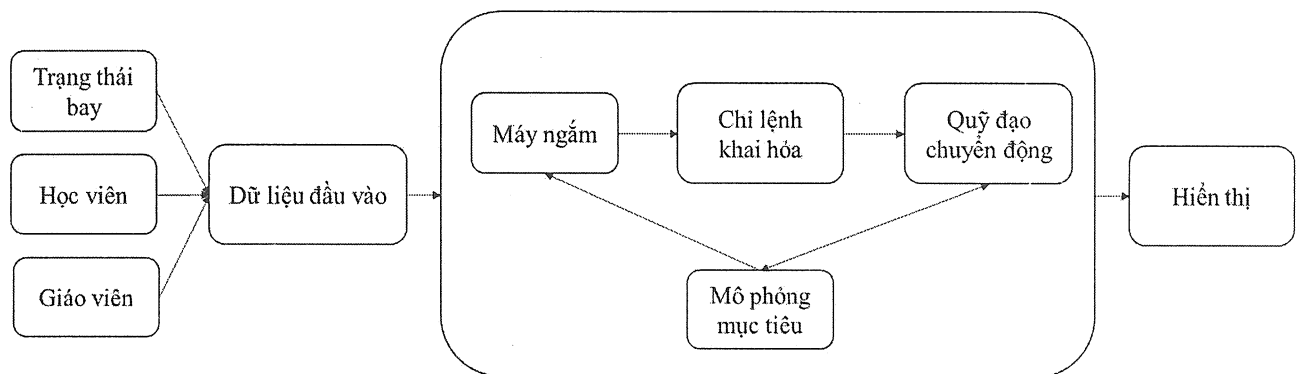
xuất dữ liệu đầu ra; tại bước này, các tham số quỹ đạo và kết quả sau khi vũ khí rời máy bay theo điều khiển của học viên (trúng/trượt) được tổng hợp và lưu trữ phục vụ cho việc đánh giá và chấm điểm của giáo viên dành cho học viên.



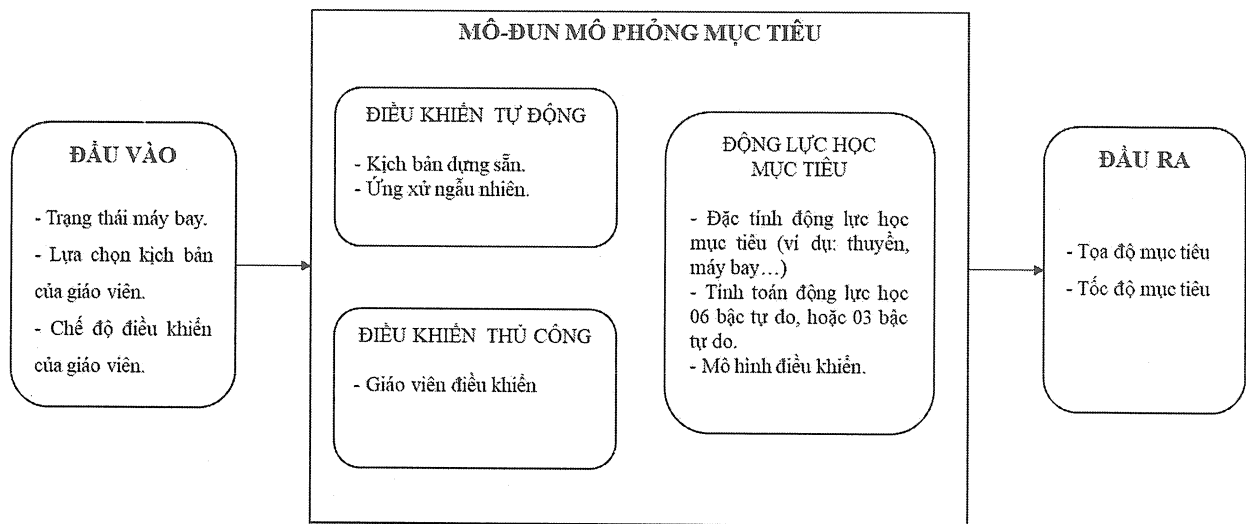
Hình 1



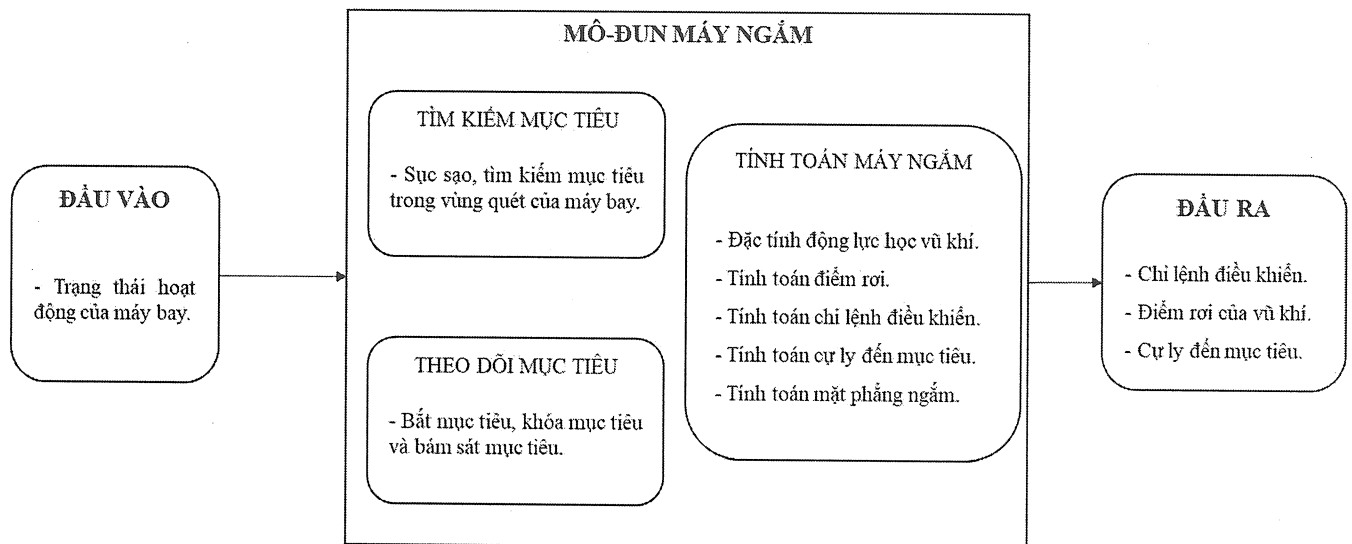
Hình 2



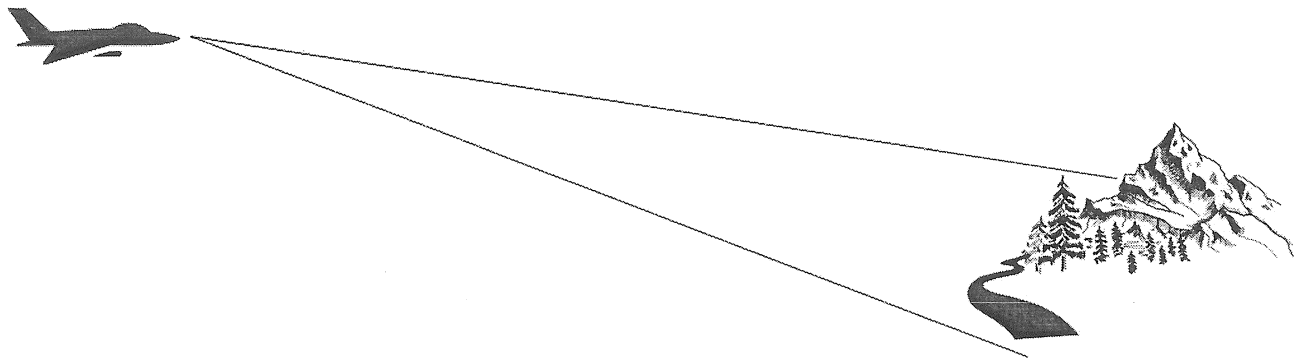
Hình 3



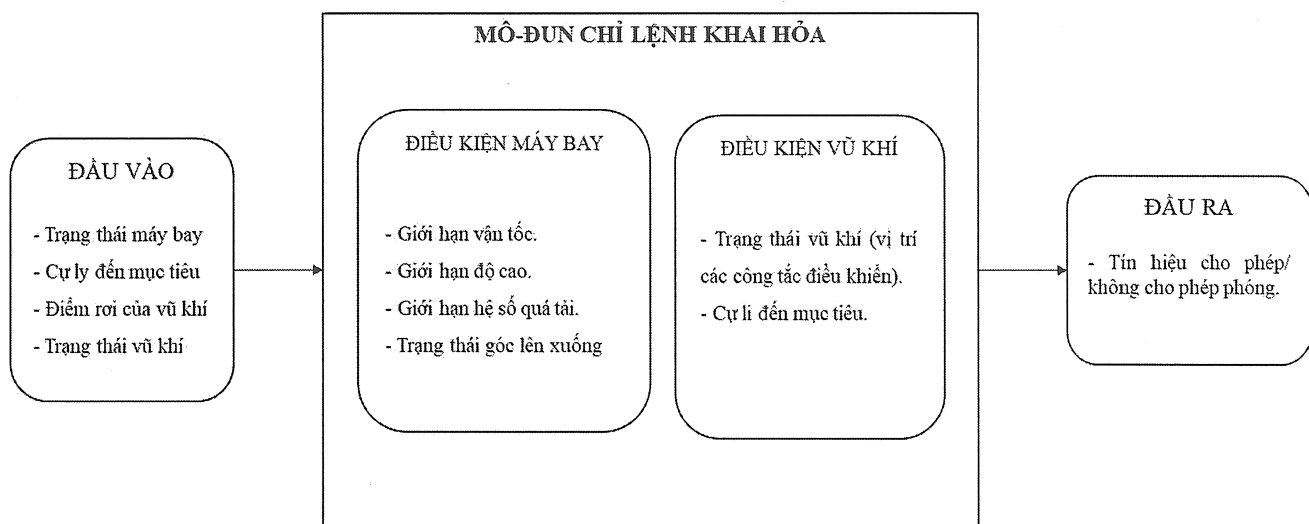
Hình 4



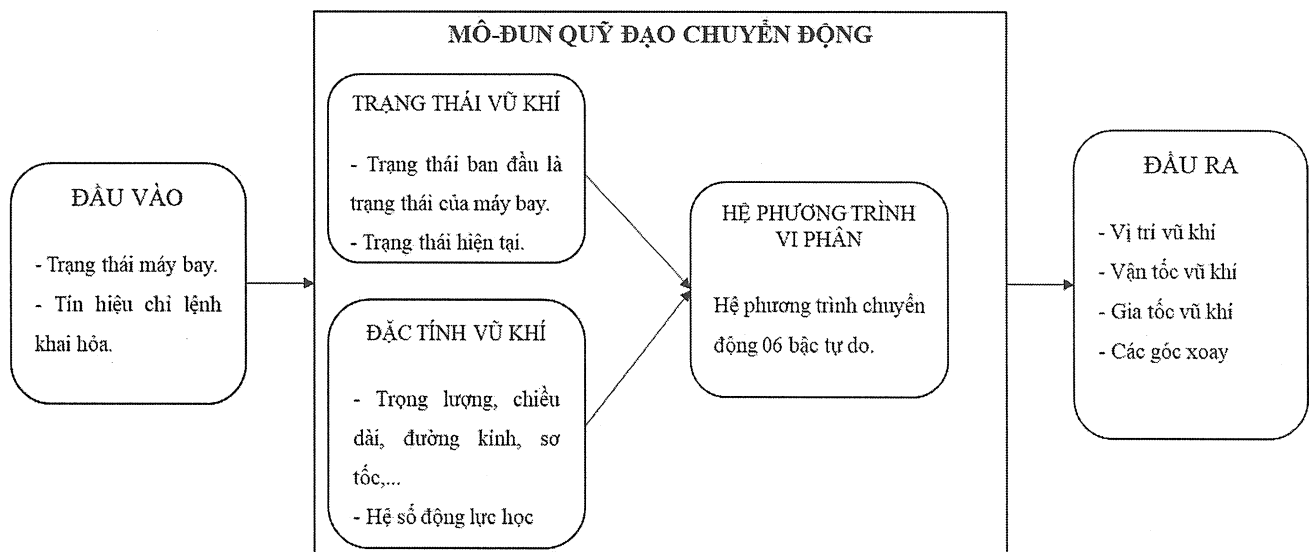
Hình 5



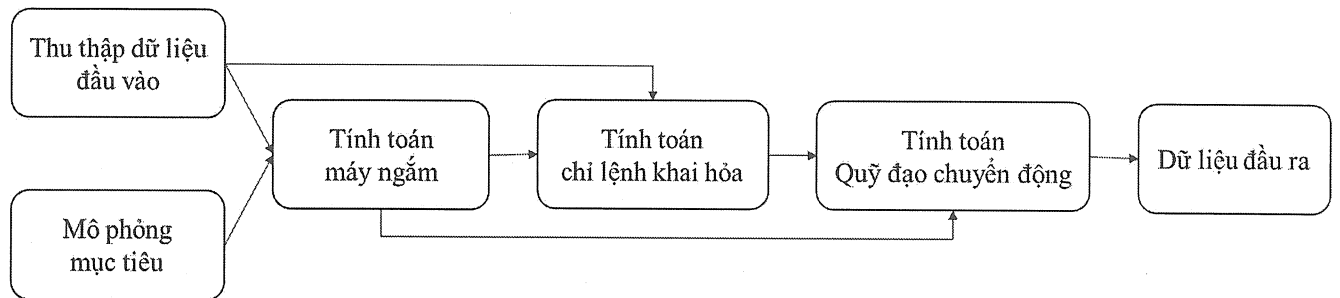
Hình 6



Hình 7



Hình 8



Hình 9