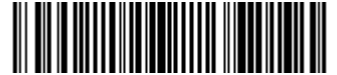




(12) **BẢN MÔ TẢ GIẢI PHÁP HỮU ÍCH THUỘC BẢNG ĐỘC QUYỀN
GIẢI PHÁP HỮU ÍCH**

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

(11)



2-0002789

(51) **G01S 1/00**
2019.01

(13) **Y**

(21) 2-2020-00028

(22) 17/01/2020

(45) 25/01/2022 406

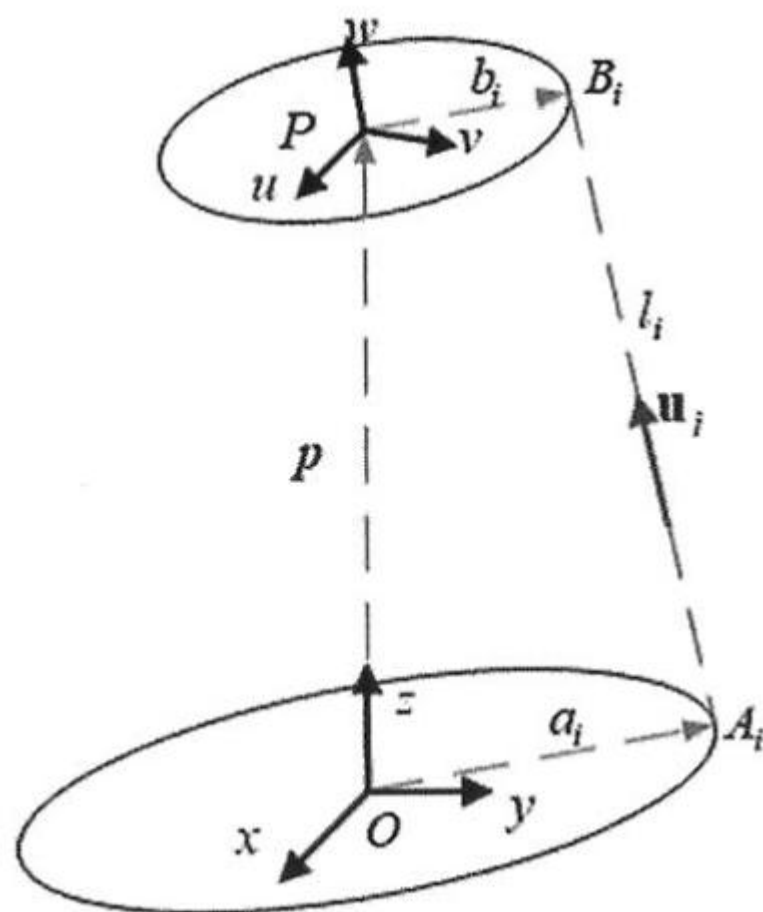
(43) 25/06/2020 387AHI

(73) Viện Công nghệ Vũ trụ - Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam (VN)
Số 18 Hoàng Quốc Việt, quận Cầu Giấy, thành phố Hà Nội

(72) Ngô Duy Tân (VN); Phạm Minh Tuấn (VN); Trương Tuấn Anh (VN); Nguyễn Đức
Hiếu (VN); Phạm Văn Bạch Ngọc (VN).

(54) **PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU KHIỂN BỆ HEXAPOD ĐỊNH HƯỚNG ANTEN BÁM THEO VỆ
TINH NHỎ QUAN SÁT TRÁI ĐẤT TRÊN QUỸ ĐẠO CỰC**

(57) Giải pháp hữu ích đề cập đến phương pháp điều khiển bộ hexapod (sáu chân) định hướng anten bám theo vệ tinh nhỏ quan sát trái đất quỹ đạo cực, có thể được sử dụng trong các hệ thống bám theo mục tiêu di động với bộ điều khiển định hướng theo kiểu kết cấu hexapod. Phương pháp điều khiển này được thực hiện nhờ tính toán tối ưu hóa độ dài của các chân để đạt được góc ngẩng và góc phương vị của anten ở vị trí mà anten được định hướng bám theo vệ tinh khi vệ tinh vào vùng quan sát của anten, đảm bảo rằng khi điều khiển định hướng anten thì các chân của bộ hexapod không bị va chạm vào nhau hoặc bị xoắn, đặc biệt khi không gian làm việc rộng. Ngoài ra, phương pháp điều khiển này còn có khả năng kết hợp các nguồn dữ liệu sẵn có khác như dự đoán quỹ đạo hiện thời của vệ tinh thông qua internet để xác định phiên làm việc và hướng anten cần bám, mức tín hiệu từ vệ tinh để kiểm tra tính định hướng, các cảm biến vị trí tới hạn để xác định các vị trí cảnh báo hoặc đảm bảo an toàn cho hệ thống.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Giải pháp hữu ích đề cập đến phương pháp điều khiển bộ hexapod (sáu chân) định hướng anten bám theo vệ tinh nhỏ quan sát trái đất trên quỹ đạo cực, thực hiện chức năng định hướng anten trên bộ cơ khí bằng kết cấu hexapod (sáu chân) để bám theo hướng của vệ tinh quan sát Trái đất với quỹ đạo cực có độ cao khoảng 700km so với mặt đất. Cụ thể hơn, phương pháp điều khiển này dựa trên cơ chế điều khiển đồng thời góc ngả và góc phương vị của anten định hướng (chẳng hạn như anten chảo) để đảm bảo tăng hiệu quả định hướng giữa anten ở trạm mặt đất và vệ tinh trên quỹ đạo nhằm duy trì kênh thông tin liên lạc vô tuyến giữa trạm mặt đất và vệ tinh. Ngoài ra, phương pháp điều khiển này có thể phối hợp đồng thời các nguồn dữ liệu sẵn có khác như hướng tức thời của anten, quỹ đạo dự kiến của vệ tinh và biên độ tín hiệu thu nhận được để tối ưu hoá quá trình thu nhận tín hiệu giữa vệ tinh và trạm mặt đất.

Tình trạng kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Ngày nay, trong các hệ thống điều khiển bám theo mục tiêu di động (định hướng anten bám theo vệ tinh hoặc các hệ thống radar) đang có tính ứng dụng thực tiễn cao, nhưng ngày càng đòi hỏi cao về tính định hướng, tốc độ bám, phạm vi điều khiển và tính cơ động, khả năng triển khai. Hiện tại, các kết cấu phổ biến để điều khiển định hướng bám là: loại kết cấu thứ nhất dùng hai động cơ để điều khiển đồng thời góc ngả và góc phương vị, và loại kết cấu thứ hai sử dụng kết cấu nhiều chân (bao gồm một tám đế cố định và một tám đỡ anten di động được kết nối hoặc lắp với nhau bằng các chân và hướng của tám di động được thay đổi bằng cách thay đổi độ dài hoặc sự co duỗi của các chân). Loại kết cấu thứ nhất sử dụng hai động cơ thường có khối lượng và công suất lớn do vậy phức tạp trong quá trình triển khai, lắp đặt và bảo trì. Trong khi đó, loại kết cấu thứ hai, chẳng hạn như đối với một kết cấu cụ thể là hệ hexapod sử dụng sáu

chân có thể thay đổi được hướng và độ dài để định hướng tấm đỡ anten di động phía trên của kết cấu. Kết cấu hexapod nói chung có ưu điểm về tốc độ, tính định hướng, tính chính xác, độ ổn định và độ bền do vậy có tiềm năng ứng dụng trong các hệ thống bám theo mục tiêu đòi hỏi không gian bám rộng và tốc độ đáp ứng cao.

Một kết cấu hexapod đã biết như được đề cập đến trong tài liệu công bố đơn đăng ký giải pháp hữu ích Trung Quốc số CN206022595U, sử dụng sáu chân có thể thay đổi được hướng và độ dài để định hướng tấm đỡ anten di động phía trên của kết cấu, khớp nối giữa các chân với tấm đế cố định và tấm đỡ anten di động thông qua khớp cầu, điều này có thể làm giảm khả năng đỡ tải anten và phạm vi bám rộng. Bên cạnh đó, cấu tạo của mỗi chân khá phức tạp và chưa có nội dung đề cập đến phương pháp điều khiển cho kết cấu hexapod này.

Để có thể điều khiển định hướng tấm đỡ anten di động phía trên của kết cấu hexapod bám theo mục tiêu thường là khá phức tạp do sự tương quan vị trí về mặt toán học giữa tấm đỡ anten di động và tấm đế cố định thường là phức tạp, đặc biệt là trong trường hợp cấu tạo cơ khí và sự bố trí các chân không hợp lý. Hơn nữa, việc điều khiển định hướng nêu trên cũng cần sự kết hợp với các thông tin về quỹ đạo dự kiến của đối tượng cần bám (chẳng hạn như vệ tinh), mức tín hiệu thu nhận được từ vệ tinh và vị trí hiện tại của các chân.

Do đó, có nhu cầu về phương pháp điều khiển bộ hexapod (sáu chân) định hướng anten bám theo mục tiêu (chẳng hạn như vệ tinh nhỏ quan sát trái đất trên quỹ đạo cực), có cấu tạo đơn giản về mặt cơ khí, và có thể được điều khiển đảm bảo độ tin cậy và hiệu quả định hướng của anten.

Bản chất kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Mục đích của giải pháp hữu ích là đề xuất phương pháp điều khiển bộ hexapod định hướng anten bám theo vệ tinh nhỏ quan sát trái đất trên quỹ đạo cực, có cấu tạo đơn giản về mặt cơ khí, kết hợp sử dụng các thông tin sẵn có về quỹ đạo dự kiến của vệ tinh cần bám, và có thể được điều khiển đảm bảo độ tin cậy và hiệu quả định hướng của anten.

Để đạt được mục đích nêu trên, giải pháp hữu ích đề xuất phương pháp điều khiển bộ hexapod (sáu chân) định hướng anten bám theo vệ tinh nhỏ quan sát trái đất quỹ đạo cực, trong đó:

bộ hexapod này có tám đế cố định, tám đỡ anten di động, và sáu chân có thể thay đổi được chiều dài nhờ các đầu tại điểm nút di chuyển di chuyển tịnh tiến đối với các đầu tại điểm nút cơ sở, các chân này được lắp với tám đế cố định và tám đỡ anten di động thông qua các khớp nối các đăng để đảm bảo phạm vi bám rộng, hai chân liền kề có các đầu tại điểm nút cơ sở gần nhau thì các đầu tại điểm nút di chuyển xa nhau và hai chân liền kề có các đầu tại điểm nút cơ sở xa nhau thì các đầu tại điểm nút di chuyển gần nhau, nhờ đó khi độ dài các chân thay đổi sẽ làm cho góc ngả và góc phương vị của anten thay đổi tương ứng,

phương pháp này bao gồm các bước:

dự đoán vị trí hiện thời của vệ tinh nhờ sử dụng mô hình dự đoán quỹ đạo vệ tinh cực để đưa ra thông tin về hướng hiện thời của vệ tinh, tính toán góc ngả và góc phương vị của anten để định hướng anten bám theo vệ tinh khi vệ tinh vào vùng quan sát của anten;

tính toán chiều dài mong muốn cho sáu chân của bộ hexapod để đạt được góc ngả và góc phương vị của anten theo tính toán nêu trên để định hướng anten bám theo vệ tinh khi vệ tinh vào vùng quan sát của anten, trong đó bước tính toán này được thực hiện nhờ sử dụng công thức:

$$l_i = Rb_i + p - a_i$$

trong đó:

l_i là chiều dài chân thứ i ($i=1, \dots, 6$),

p là điểm trung tâm của tám đỡ anten di động mong muốn,

b_i là vec-tơ điểm nút di chuyển của chân thứ i ,

a_i là vec-tơ điểm nút cơ sở của chân thứ i ,

R là ma trận quay được xác định như sau:

$$\mathbf{R} = \begin{bmatrix} U_x & V_x & W_x \\ U_y & V_y & W_y \\ U_z & V_z & W_z \end{bmatrix}$$

trong đó:

$$U_x = \cos(-Az) \cos(90 - El) \cos(Az) - \sin(-Az) \sin(Az),$$

$$U_y = -\sin(-Az) \cos(90 - El) \cos(Az) - \cos(-Az) \sin(Az),$$

$$U_z = -\sin(90 - El) \cos(Az),$$

$$V_x = \cos(-Az) \cos(90 - El) \sin(Az) + \sin(-Az) \cos(Az),$$

$$V_y = -\sin(-Az) \cos(90 - El) \sin(Az) + \cos(-Az) \cos(Az),$$

$$V_z = -\sin(90 - El) \sin(Az),$$

$$W_x = \cos(-Az) \sin(90 - El),$$

$$W_y = -\sin(-Az) \sin(90 - El),$$

$$W_z = \cos(90 - El),$$

Az là góc phương vị (đơn vị: độ),

El là góc ngẩng (đơn vị: độ),

điều khiển chiều dài các chân để đến vị trí có chiều dài mong muốn cho sáu chân của bộ hexapod được tính toán nêu trên để đạt được góc ngẩng và góc phương vị của anten, trong đó bước điều khiển này được thực hiện nhờ dẫn động các đầu tại điểm nút di chuyển di chuyển tịnh tiến đối với các đầu tại điểm nút cơ sở bằng động cơ điện được điều khiển thông qua bộ điều khiển PID.

Theo một phương án, phương pháp điều khiển nêu trên còn bao gồm bước giám sát cảnh báo để đưa ra cảnh báo hoặc dừng khẩn cấp hệ thống nhờ bố trí các cảm biến tại các vị trí đặc biệt gồm có các vị trí tới hạn.

Tốt hơn là, mô hình dự đoán quỹ đạo vệ tinh cực để đưa ra thông tin về hướng hiện thời của vệ tinh được sử dụng là mô hình SGP4 (Simplified General

Perturbations propagator), sử dụng các tham số quỹ đạo của các vệ tinh có sẵn được cung cấp thông qua internet.

Theo một phương án, mỗi chân của bộ hexapod bao gồm thanh chuyển động tịnh tiến được lồng vào trong khung đỡ chuyển động và được dẫn động bởi động cơ servo, hệ cảm biến được lắp trên khung đỡ chuyển động gồm có cảm biến vị trí tới hạn trên để nhận biến vị trí tới hạn trên, cảm biến vị trí tới hạn dưới để nhận biết vị trí tới hạn dưới, và cảm biến vị trí trung tâm để nhận biết vị trí điểm tham chiếu không.

Tốt hơn là, động cơ servo có công suất có thể lên tới 1KW, các chân của bộ hexapod được tạo kết cấu để có thể đỡ tải anten lên tới 100kg.

Theo một phương án, anten được đỡ theo cách có thể quay được xung quanh trục chỉ hướng trên tấm đỡ anten di động.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1 là hình phối cảnh thể hiện bộ hexapod có lắp anten trên đó theo một phương án ưu tiên thực hiện giải pháp hữu ích;

Hình 2 là sơ đồ khối hệ thống điều khiển anten bám theo vệ tinh quỹ đạo cực sử dụng bộ hexapod để định hướng anten thể hiện trên Hình 1;

Hình 3 là hình vẽ mô phỏng vị trí bắt đầu phiên làm việc của bộ hexapod, hướng về phía Bắc để chờ vệ tinh, sơ đồ nhìn từ trên xuống.

Hình 4 là hình vẽ mô phỏng vị trí kết thúc phiên làm việc của bộ hexapo, hướng về phía Nam khi vệ tinh ra khỏi vùng phủ sóng, sơ đồ nhìn từ trên xuống.

Hình 5 là hình phối cảnh thể hiện chân của bộ hexapod theo một phương án ưu tiên thực hiện giải pháp hữu ích;

Hình 6 là hình phối cảnh thể hiện hệ cảm biến được lắp trên chân của bộ hexapod theo một phương án ưu tiên thực hiện giải pháp hữu ích;

Hình 7 là hình vẽ biểu diễn hình học của bộ hexapod; và

Hình 8 là sơ đồ vec-tơ thể hiện độ dài chân của bộ hexapod và các tham số liên quan trong tính toán độ dài chân của bộ hexapod.

Mô tả chi tiết giải pháp hữu ích

Dưới đây, để hiểu rõ hơn về giải pháp hữu ích, các nội dung chi tiết về phương pháp điều khiển bộ hexapod định hướng anten bám theo vệ tinh nhỏ quan sát trái đất trên quỹ đạo cực theo giải pháp hữu ích sẽ được mô tả chi tiết theo các phương án ưu tiên thực hiện có dựa vào các hình vẽ kèm theo.

Trước tiên, cấu tạo của bộ hexapod có lắp anten trên đó được mô tả dựa vào các hình vẽ Hình 1, Hình 5 và Hình 6.

Như được thể hiện trên Hình 1, bộ hexapod có lắp anten trên đó theo giải pháp hữu ích có tám đế cố định 100, tám đỡ anten di động 200, và sáu chân 300 có thể thay đổi được chiều dài nhờ các đầu tại điểm nút di chuyển (đầu tại khớp nối các đăng 306 trên Hình 5) di chuyển tịnh tiến đối với các đầu tại điểm nút cơ sở (đầu tại khớp nối các đăng 305 trên Hình 5), các chân 300 này được lắp với tám đế cố định 100 và tám đỡ anten di động 200 thông qua các khớp nối các đăng (xem các số chỉ dẫn 305, 306 trên Hình 5) để đảm bảo phạm vi bám rộng.

Theo một phương án ưu tiên, hai chân 300 liền kề có các đầu tại điểm nút cơ sở gần nhau thì các đầu tại điểm nút di chuyển xa nhau và hai chân liền kề có các đầu tại điểm nút cơ sở xa nhau thì các đầu tại điểm nút di chuyển gần nhau, nhờ đó khi độ dài các chân thay đổi sẽ làm cho góc ngả và góc phương vị của anten 400 thay đổi tương ứng.

Như cũng được thể hiện trên các hình vẽ, anten 400 có dạng một anten chảo được đỡ theo cách có thể quay được xung quanh trục chỉ hướng trên tám đỡ anten di động.

Như được thể hiện trên Hình 5, mỗi chân 300 của bộ hexapod bao gồm thanh chuyển động tịnh tiến 301 được lồng vào trong khung đỡ chuyển động 302 và được dẫn động bởi động cơ servo 304, hệ cảm biến 303 được lắp trên khung đỡ chuyển động 302.

Cấu tạo cụ thể hơn của hệ cảm biến 303 được thể hiện trên Hình 6, hệ cảm biến 303 này gồm có cảm biến vị trí tới hạn trên 303h để nhận biết vị trí tới hạn trên, cảm biến vị trí tới hạn dưới 303l để nhận biết vị trí tới hạn dưới, và cảm biến vị trí trung tâm 303r để nhận biết vị trí điểm tham chiếu không.

Theo một ví dụ thực hiện cụ thể, bộ hexapod nêu trên được thử nghiệm sử dụng động cơ servo có công suất có thể lên tới 1KW, các chân 300 của bộ hexapod được tạo kết cấu để có thể đỡ tải anten lên tới 100kg, tốc độ bám tối đa thu được của anten 400 có thể đạt tới 6 độ/giây với sai số chỉ hướng nhỏ hơn 0,1 độ, dải góc ngả nằm trong khoảng từ 0,5 độ đến 179,5 độ, và dải góc phương vị nằm trong khoảng từ 0 độ đến 360 độ.

Động cơ servo được trang bị thêm bộ mã hóa vị trí (encoder) tối thiểu 12 bit để xác định vị trí hay chiều dài của các chân 300.

Nhờ sự kết nối giữa sáu động cơ servo 304 của bộ hexapod theo giải pháp hữu ích dẫn động và thay đổi độ dài của sáu chân 300, hướng của anten 400 sẽ được thay đổi, quá trình điều khiển đạt được sự đồng bộ và chính xác dựa trên các dữ liệu đầu vào gồm có độ dài tức thời của các chân 300, dữ liệu cảnh báo, vị trí dự kiến của đối tượng hoặc mức tín hiệu thu nhận được.

Với kết cấu cơ khí của bộ hexapod để định hướng anten bám theo vệ tinh cực là không gian theo phương án nêu trên, có thể định hướng được anten làm việc rộng để bám theo vệ tinh khi vệ tinh đi vào vùng làm việc của trạm mặt đất. Trên Hình 3 thể hiện vị trí bắt đầu phiên làm việc của hệ thống anten hexapod (hướng về phía Bắc để chờ vệ tinh, sơ đồ nhìn từ trên xuống) và trên Hình 4 là hình vẽ mô phỏng vị trí kết thúc phiên làm việc của hệ thống anten hexapod (hướng về phía Nam khi vệ tinh ra khỏi vùng phủ sóng, sơ đồ nhìn từ trên xuống), theo đó cơ bản là có thể tạo ra góc ngả nằm trong khoảng từ 0 độ đến 180 độ.

Tiếp theo, phương pháp điều khiển bộ hexapod định hướng anten bám theo vệ tinh nhỏ quan sát trái đất trên quỹ đạo cực sẽ được mô tả

Nói chung, thông thường các kết cấu hexapod thường liên quan tới các bài toán động học phức tạp, tuy nhiên kết cấu được đề xuất theo giải pháp hữu ích về cơ bản là gắn với kết cấu bộ định hướng theo kiểu hexapod có kết cấu cơ khí đơn giản (xem Hình 7, việc điều khiển định hướng anten được quy về xác định vị trí của ba điểm T1 đến T3 tương ứng với các đầu tại điểm nút di

chuyển). Nhờ đó, có thể tạo ra ưu điểm về tính chính xác định hướng, tốc độ điều khiển và kết cấu vững chắc.

Bên cạnh đó, giải pháp hữu ích cũng đề xuất các bước tính toán hợp lý như sẽ được mô tả chi tiết hơn có tham chiếu tới Hình 2.

Như được thể hiện trên Hình 2, phương pháp điều khiển bộ hexapod định hướng anten bám theo vệ tinh nhỏ quan sát trái đất trên quỹ đạo cực bao gồm các bước dưới đây.

Bước S1, lập lịch liên lạc với vệ tinh và tính toán quỹ đạo vệ tinh để xác định thời điểm bắt đầu phiên làm việc, tính toán ra hướng vệ tinh gồm có góc ngẩng và góc phương vị mong muốn.

Theo một phương án cụ thể bước S1 nêu trên được thực hiện nhờ dự đoán hướng hiện tại của vệ tinh bằng mô hình dự đoán quỹ đạo vệ tinh cực SGP4 (Simplified General Perturbations (SGP4) propagator). Mô hình này sử dụng các tham số quỹ đạo của các vệ tinh có sẵn thông qua internet, chẳng hạn như truy cập tại trang web: www.celestrak.com, sau vào trang web này, tìm kiếm và lựa chọn vệ tinh và các tham số quỹ đạo tương ứng thì nạp vào phần mềm dự đoán quỹ đạo. Các tham số quỹ đạo của vệ tinh thường được thể hiện dưới dạng hai dòng (Two-line Element) thể hiện các tham số cho mô hình SGP4. Đầu ra của phần mềm này là hướng hiện tại của vệ tinh (tương ứng là góc ngẩng và góc phương vị của anten để anten được định hướng quay về phía vệ tinh). Khi vị trí của vệ tinh vào vùng quan sát của anten trên mặt đất thì các giá trị này chính là giá trị mong muốn cần điều khiển của bộ hexapod để định hướng anten theo góc ngẩng và góc phương vị mong muốn này.

Bước S2, giải bài toán động học ngược, đầu ra là chiều dài các chân.

Khi một bộ hexapod đang chỉ theo một hướng nhất định thì có thể duy trì cùng một hướng trở này bằng cách quay tám đỡ anten di động bên trên (xem Hình 7) quanh trục trùng với hướng trở hoặc di chuyển tịnh tiến tám đỡ anten di động bên trên theo hướng trở. Như vậy, cùng một hướng trở có thể đạt được khi tám đỡ anten di động bên trên ở nhiều vị trí có các độ cao khác nhau. Hay nói

cách khác, cùng một cấu tạo của bộ hexapod, có thể có nhiều lời giải để tìm bộ chiều dài các chân để thiết lập bộ hexapod hướng về vệ tinh.

Thông thường, việc tính toán chiều dài mong muốn của sáu chân của bộ hexapod được thực hiện nhờ thiết lập và giải phương trình động học. Đầu ra của bước này là bộ chiều dài mong muốn của các chân. Tuy nhiên, đây là bước rất đặc thù của điều khiển kết cấu hexapod. Do vậy, cần phải tìm ma trận quay phù hợp để chuyển đổi từ giá trị hướng mong muốn (góc ngả và góc phương vị) sang độ dài sáu chân để định hướng bộ hexapod theo trục chỉ hướng và đảm bảo các chân không chạm hoặc xoắn vào nhau.

Theo một phương án cụ thể, ma trận quay nêu trên có thể được mô tả tổng quát như sau:

$$\mathbf{R} = \begin{bmatrix} U_x & V_x & W_x \\ U_y & V_y & W_y \\ U_z & V_z & W_z \end{bmatrix}$$

trong đó:

$$U_x = \cos(-Az) \cos(90 - El) \cos(Az) - \sin(-Az) \sin(Az),$$

$$U_y = -\sin(-Az) \cos(90 - El) \cos(Az) - \cos(-Az) \sin(Az),$$

$$U_z = -\sin(90 - El) \cos(Az),$$

$$V_x = \cos(-Az) \cos(90 - El) \sin(Az) + \sin(-Az) \cos(Az),$$

$$V_y = -\sin(-Az) \cos(90 - El) \sin(Az) + \cos(-Az) \cos(Az),$$

$$V_z = -\sin(90 - El) \sin(Az),$$

$$W_x = \cos(-Az) \sin(90 - El),$$

$$W_y = -\sin(-Az) \sin(90 - El),$$

$$W_z = \cos(90 - El),$$

Az là góc phương vị (đơn vị: độ),

El là góc ngảng (đơn vị: độ),

Sau khi tính được ma trận quay R nêu trên, chiều dài các chân của bộ hexapod được tính như sau:

$$\mathbf{l}_i = \mathbf{R}\mathbf{b}_i + \mathbf{p} - \mathbf{a}_i$$

Trong đó $\mathbf{l}_i$ là chiều dài chân thứ i ($i=1, \dots, 6$)

$\mathbf{p}$ là điểm mong muốn (trung tâm của tấm di động phía trên)

$\mathbf{b}_i$ là vec-tơ các điểm nút di chuyển

$\mathbf{a}_i$ là vec-tơ các điểm nút cơ sở

Biểu diễn hình học của các tham số nêu trên được thể hiện trên Hình 7, trong đó các điểm từ B1 đến B6 tương ứng với các đầu tại các điểm nút cơ sở của các chân của bộ hexapod và các điểm từ T1 đến T3 tương ứng với các đầu tại điểm nút di chuyển của các chân của bộ hexapod.

Như cũng được thể hiện trên hình vẽ, hai chân liền kề có các điểm nút cơ sở xa nhau, được coi là có các điểm nút di chuyển trùng nhau.

Bước S3, điều khiển chiều dài chân thông qua bộ điều khiển PID.

Theo một phương án cụ thể, các chân được dẫn động di chuyển đến vị trí có chiều dài mong muốn đối với sáu chân của bộ hexapod được tính toán nêu trên để đạt được góc ngảng và góc phương vị của anten, trong đó bước điều khiển này được thực hiện nhờ dẫn động các đầu tại điểm nút di chuyển di chuyển tịnh tiến đối với các đầu tại điểm nút cơ sở bằng động cơ điện được điều khiển thông qua bộ điều khiển PID lấy phản hồi từ cảm biến vị trí, tốc độ.

Như cũng được thể hiện trên Hình 2, các tham số điều khiển có thể được hiển thị và lưu trữ.

Theo một phương án cụ thể, phương pháp điều khiển theo giải pháp hữu ích còn bao gồm bước giám sát cảnh báo để đưa ra cảnh báo hoặc dừng khẩn cấp hệ thống nhờ bố trí các cảm biến tại các vị trí đặc biệt gồm có các vị trí tới hạn.

Hệ cảm biến được lắp trên khung đỡ chuyển động gồm có cảm biến vị trí tới hạn trên để nhận biết vị trí tới hạn trên, cảm biến vị trí tới hạn dưới để nhận biết vị trí tới hạn dưới, và cảm biến vị trí trung tâm để nhận biết vị trí điểm tham chiếu không. Các cảm biến, chẳng hạn như cảm biến từ trường có thể được sử dụng để xác định và cập nhật liên tục các vị trí tới hạn nêu trên của các chân của bộ hexapod để cảnh báo và dừng hệ thống khi một trong các chân đạt đến các vị trí giới hạn hoặc có thể để đưa ra cảnh báo và dừng khẩn cấp hệ thống. Khi hệ thống vi phạm các ngưỡng cảnh báo trên hoặc dưới, hoặc có sai lệch trong vận hành thì đòi hỏi phải dừng và chuẩn hóa lại hệ thống về điểm tham chiếu không rồi mới chuyển về chế độ hoạt động bình thường.

Hiệu quả có thể đạt được của giải pháp hữu ích

Với cấu tạo và hoạt động như được mô tả trên đây, giải pháp hữu ích có thể mang lại các hiệu quả sau đây.

Tính sẵn sàng: hệ thống sẵn sàng cài đặt, triển khai cho nhiều mục đích khác nhau ví dụ như bám anten theo vị trí vệ tinh để đảm bảo quá trình thu nhận tín hiệu khi vị trí vệ tinh thay đổi; điều khiển định hướng cho các hệ thống robot công nghiệp hoặc bám theo mục tiêu.

Tính linh hoạt: hệ thống có khả năng lắp đặt và triển khai nhanh, theo yêu cầu triển khai của người dùng, theo cấu hình hệ thống.

Tiết kiệm chi phí: chi phí triển khai thấp nhưng vẫn đảm bảo được độ cứng vững và độ chính xác định hướng.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp điều khiển bộ hexapod (sáu chân) định hướng anten bám theo vệ tinh nhỏ quan sát trái đất quỹ đạo cực, trong đó:

bộ hexapod này có tám đế cố định, tám đỡ anten di động, và sáu chân có thể thay đổi được chiều dài nhờ các đầu tại điểm nút di chuyển di chuyển tịnh tiến đối với các đầu tại điểm nút cơ sở, các chân này được lắp với tám đế cố định và tám đỡ anten di động thông qua các khớp nối các đăng để đảm bảo phạm vi bám rộng, hai chân liền kề có các đầu tại điểm nút cơ sở gần nhau thì các đầu tại điểm nút di chuyển xa nhau và hai chân liền kề có các đầu tại điểm nút cơ sở xa nhau thì các đầu tại điểm nút di chuyển gần nhau, nhờ đó khi độ dài các chân thay đổi sẽ làm cho góc ngẩng và góc phương vị của anten thay đổi tương ứng,

phương pháp này bao gồm các bước:

dự đoán vị trí hiện thời của vệ tinh nhờ sử dụng mô hình dự đoán quỹ đạo vệ tinh cực để đưa ra thông tin về hướng hiện thời của vệ tinh, tính toán góc ngẩng và góc phương vị của anten để định hướng anten bám theo vệ tinh khi vệ tinh vào vùng quan sát của anten;

tính toán chiều dài mong muốn cho sáu chân của bộ hexapod để đạt được góc ngẩng và góc phương vị của anten theo tính toán nêu trên để định hướng anten bám theo vệ tinh khi vệ tinh vào vùng quan sát của anten, trong đó bước tính toán này được thực hiện nhờ sử dụng công thức:

$$l_i = Rb_i + p - a_i$$

trong đó:

l_i là chiều dài chân thứ i ($i=1, \dots, 6$),

p là điểm trung tâm của tám đỡ anten di động mong muốn,

b_i là vec-tơ điểm nút di chuyển của chân thứ i ,

a_i là vec-tơ điểm nút cơ sở của chân thứ i ,

R là ma trận quay được xác định như sau:

$$\mathbf{R} = \begin{bmatrix} U_x & V_x & W_x \\ U_y & V_y & W_y \\ U_z & V_z & W_z \end{bmatrix}$$

trong đó:

$$U_x = \cos(-Az) \cos(90 - El) \cos(Az) - \sin(-Az) \sin(Az),$$

$$U_y = -\sin(-Az) \cos(90 - El) \cos(Az) - \cos(-Az) \sin(Az),$$

$$U_z = -\sin(90 - El) \cos(Az),$$

$$V_x = \cos(-Az) \cos(90 - El) \sin(Az) + \sin(-Az) \cos(Az),$$

$$V_y = -\sin(-Az) \cos(90 - El) \sin(Az) + \cos(-Az) \cos(Az),$$

$$V_z = -\sin(90 - El) \sin(Az),$$

$$W_x = \cos(-Az) \sin(90 - El),$$

$$W_y = -\sin(-Az) \sin(90 - El),$$

$$W_z = \cos(90 - El),$$

Az là góc phương vị (đơn vị: độ),

El là góc ngẩng (đơn vị: độ),

điều khiển chiều dài các chân để đến vị trí có chiều dài mong muốn cho sáu chân của bộ hexapod được tính toán nêu trên để đạt được góc ngẩng và góc phương vị của anten, trong đó bước điều khiển này được thực hiện nhờ dẫn động các đầu tại điểm nút di chuyển di chuyển tịnh tiến đối với các đầu tại điểm nút cơ sở bằng động cơ điện được điều khiển thông qua bộ điều khiển PID.

2. Phương pháp điều khiển theo điểm 1, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước giám sát cảnh báo để đưa ra cảnh báo hoặc dừng khẩn cấp hệ thống nhờ bố trí các cảm biến tại các vị trí đặc biệt gồm có các vị trí tới hạn.

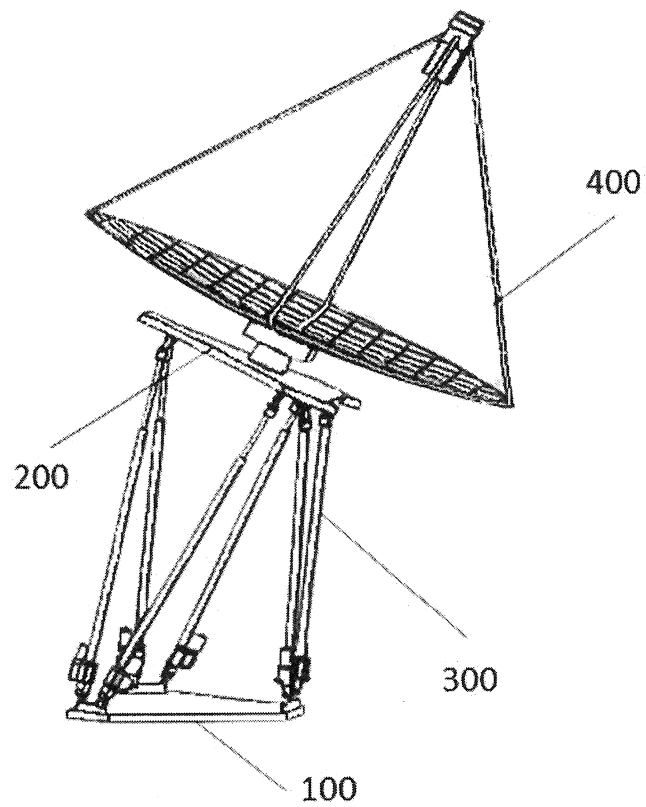
3. Phương pháp điều khiển theo điểm 1 hoặc 2, trong đó mô hình dự đoán quỹ đạo vệ tinh cực để đưa ra thông tin về hướng hiện thời của vệ tinh được sử dụng

là mô hình SGP4 (Simplified General Perturbations propagator), sử dụng các tham số quỹ đạo của các vệ tinh có sẵn được cung cấp thông qua internet.

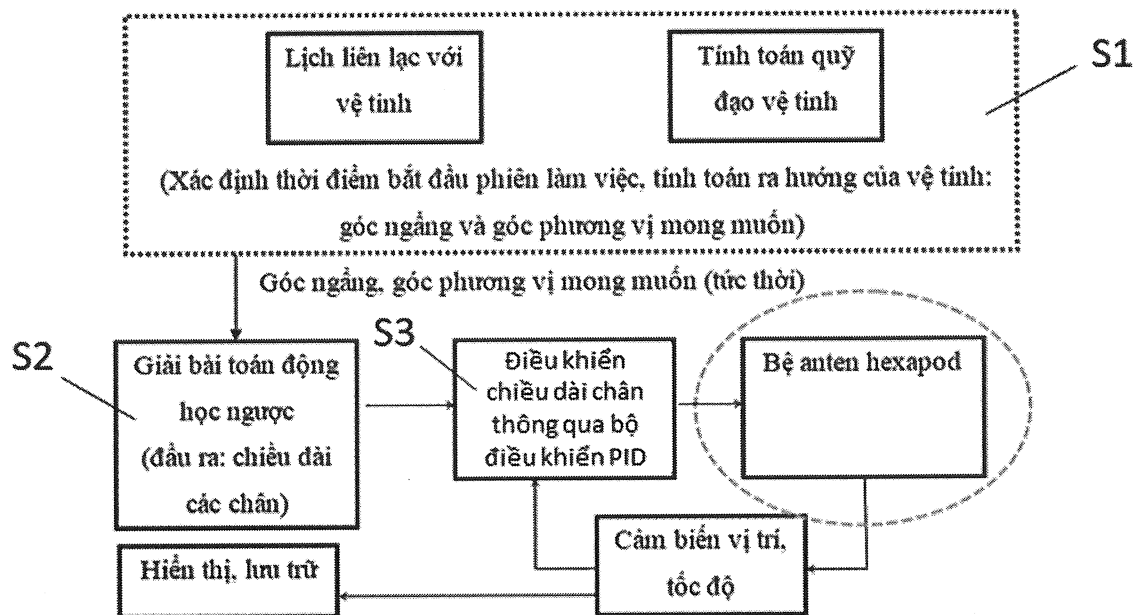
4. Phương pháp điều khiển theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó mỗi chân của bộ hexapod bao gồm thanh chuyển động tịnh tiến được lồng vào trong khung đỡ chuyển động và được dẫn động bởi động cơ servo, hệ cảm biến được lắp trên khung đỡ chuyển động gồm có cảm biến vị trí tới hạn trên để nhận biến vị trí tới hạn trên, cảm biến vị trí tới hạn dưới để nhận biết vị trí tới hạn dưới, và cảm biến vị trí trung tâm để nhận biết vị trí điểm tham chiếu không.

5. Phương pháp điều khiển theo điểm 4, trong đó động cơ servo có công suất có thể lên tới 1KW, các chân của bộ hexapod được tạo kết cấu để có thể đỡ tải anten lên tới 100kg.

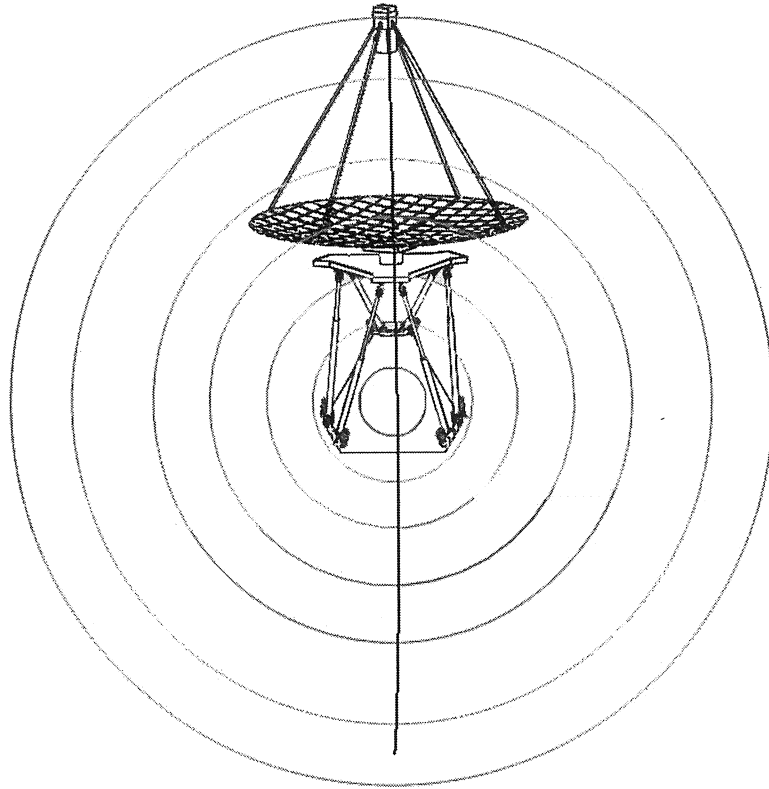
6. Phương pháp điều khiển theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó anten được đỡ theo cách có thể quay được xung quanh trục chỉ hướng trên tấm đỡ anten di động.



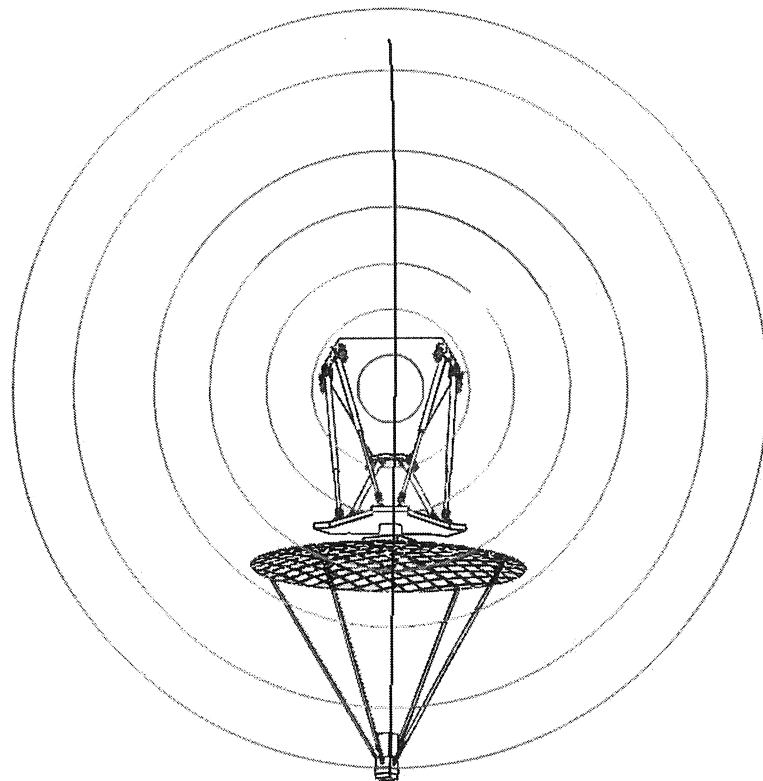
Hình 1



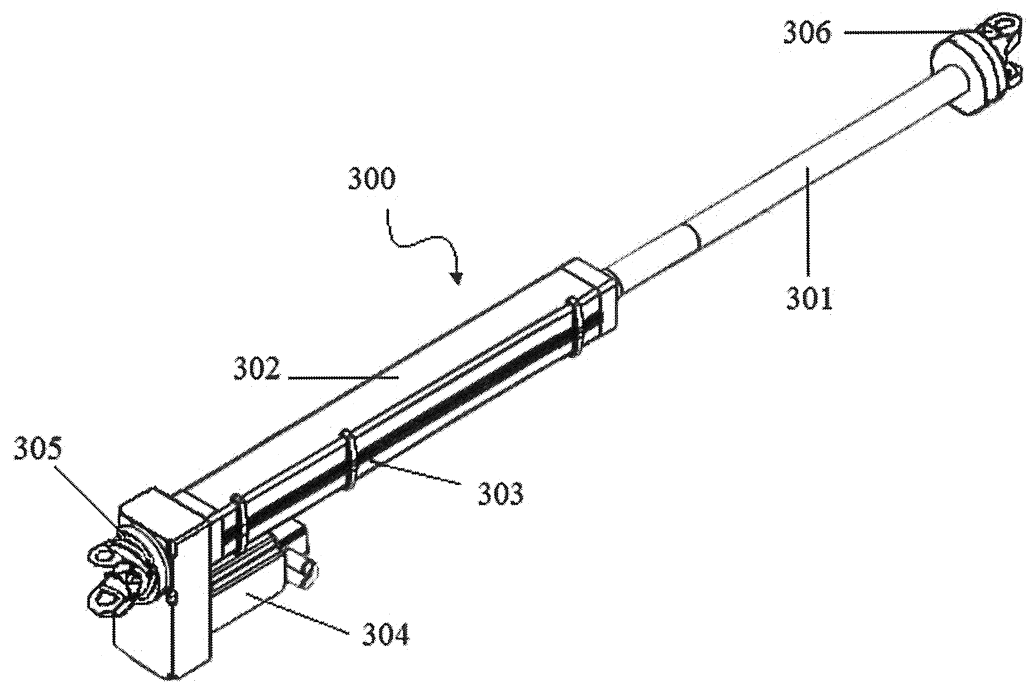
Hình 2



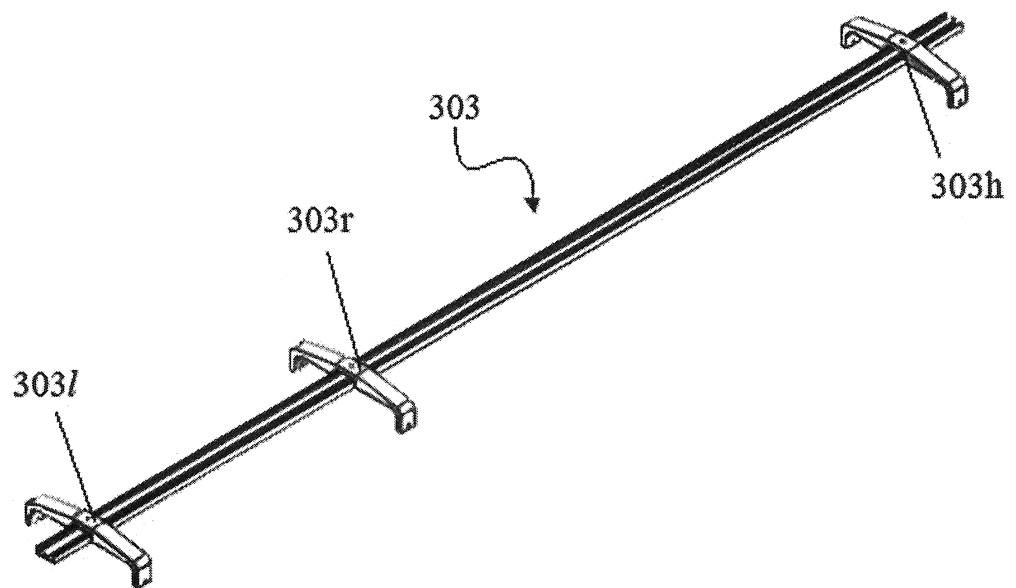
Hình 3



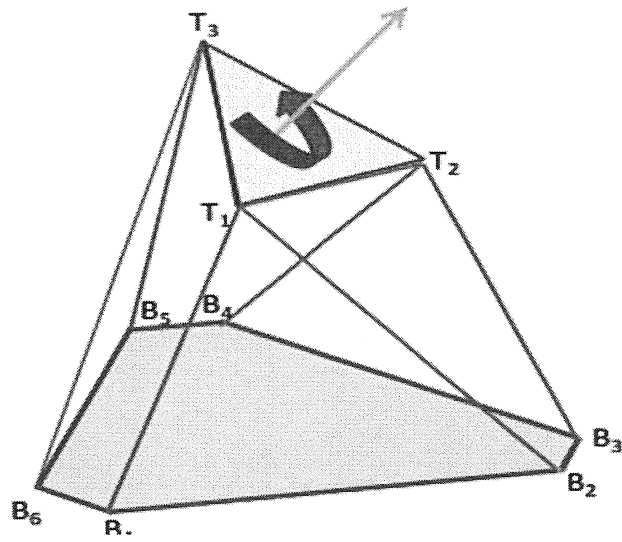
Hình 4



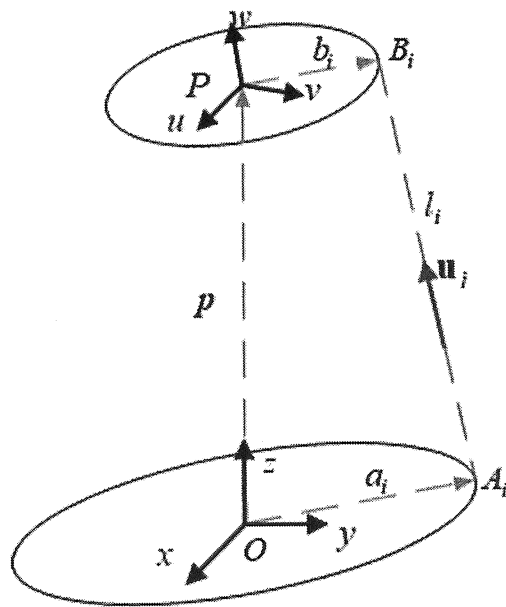
Hình 5



Hình 6



Hình 7



Hình 8