

Vệ tinh siêu nhỏ: Ứng dụng và hướng phát triển ở Việt Nam

VŨ TRỌNG THƯ, ĐINH QUỐC TRÍ, PHẠM HỒNG THÁI, ĐÀO VĂN THẮNG, PHẠM QUANG HƯNG

Phòng Nghiên cứu không gian FSpace

Viện Nghiên cứu Công nghệ FPT

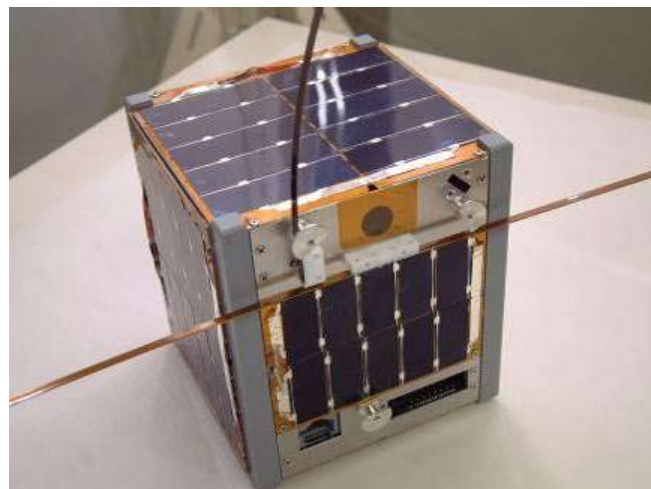
Trường Đại học FPT

Chế tạo các vệ tinh siêu nhỏ dần thay thế các vệ tinh cỡ lớn trong một số lĩnh vực truyền thống như viễn thám hoặc các ứng dụng mới (như theo dõi tàu biển)... đang là một xu hướng mới. Được khởi xướng từ năm 2000, cho tới năm 2012 có khoảng 200 dự án vệ tinh siêu nhỏ đã và đang được triển khai trên khắp thế giới. Bài viết giới thiệu một số ứng dụng tiềm năng của các vệ tinh siêu nhỏ có thể áp dụng cho các nhu cầu thiết thực của Việt Nam và những kết quả bước đầu của đề tài tiềm năng “Nghiên cứu thiết kế chế tạo thử nghiệm vệ tinh Picosatellite”, mã số KC.01.TN14/11-15.

Vệ tinh siêu nhỏ và các hướng ứng dụng chính

Từ khi Liên Xô phóng thành công Sputnik 1 ngày 4.10.1957 đến nay, đã có hàng nghìn vệ tinh được đưa vào hoạt động trên không gian. Với vị trí đặc biệt trên quỹ đạo, các vệ tinh đã và đang đem lại những lợi ích to lớn trong các lĩnh vực viễn thông, viễn thám, nghiên cứu khoa học, quân sự, định vị, theo dõi và cảnh báo thiên tai... Nhìn chung các vệ tinh truyền thống vẫn là những thiết bị phức tạp, to lớn, nặng nề (hàng trăm, nghìn kg), chi phí chế tạo rất tốn kém (hàng chục đến hàng trăm triệu USD) và thời gian chế tạo rất dài. Năm 2000, một nhóm các nhà khoa học trên thế giới đã khởi xướng ý tưởng chế tạo những vệ tinh siêu nhỏ hình lập thể, có kích thước 10x10x10 cm, chỉ nặng 1 kg gọi là CubeSat [1] với mục đích giúp sinh viên và các nhà nghiên cứu trẻ tiếp cận và nắm bắt kỹ thuật chế tạo vệ tinh. Khác với những vệ tinh truyền thống phải mất nhiều năm chế tạo với đầu tư hàng triệu đô la, các vệ tinh lớp CubeSat có thời gian phát triển ngắn (từ vài tháng đến 1-2 năm) và chi phí thấp, chỉ khoảng vài chục nghìn USD (chưa tính chi phí phóng). Mức chi phí và thời gian đó phù hợp với khả năng của các trường đại học và các viện nghiên cứu. Hình 1 cho thấy hình dạng tổng quát của một vệ tinh siêu nhỏ do Đại học Tokyo chế tạo.

Bên cạnh ứng dụng trong giáo dục, đào tạo,

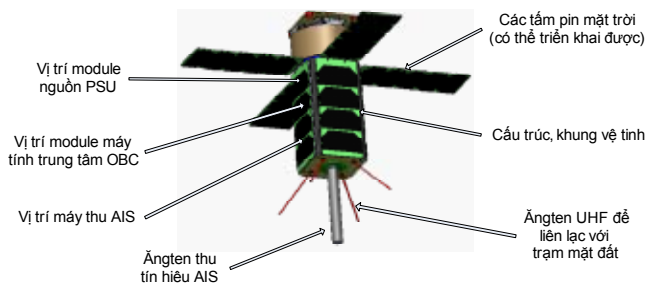


Hình 1: vệ tinh siêu nhỏ XI-IV, phóng năm 2003

bước phát triển tiếp theo của CubeSat là lớp vệ tinh nano (Nanosatellite, < 10 kg) được trang bị các thiết bị đặc nhiệm (payload) có khả năng phục vụ nhu cầu thực tế như máy quay phim/chụp ảnh quan sát trái đất hay các cảm biến thu thập dữ liệu từ không gian. Đây là một xu thế mới trên thế giới nhằm phát triển và đưa vào ứng dụng các vệ tinh siêu nhỏ. Cho đến năm 2012 có khoảng 200 dự án vệ tinh siêu nhỏ đã và đang được triển khai trên khắp thế giới. Vệ tinh siêu nhỏ có thể ứng dụng phục vụ các nhu cầu thiết thực sau:

Theo dõi tàu thuyền trên biển

Đây là một ứng dụng mới được thử nghiệm và triển khai trên thế giới trong vài năm trở lại đây. Xuất phát từ quy định của Hội nghị quốc tế về an toàn sự sống trên biển (SOLAS), Tổ chức Hàng hải quốc tế (IMO) đã quy định hệ thống định danh tự động AIS (Automatic Identification System) phải được lắp đặt trên tất cả các tàu di chuyển trên hải trình quốc tế có trọng tải trên 300 tấn và tất cả các tàu chở hành khách [2] kể từ ngày 31.12.2004. Hệ thống này ban đầu được thiết kế cho liên lạc tàu - tàu và tàu - trạm ven bờ nhưng các phân tích và thực nghiệm cho thấy nếu được trang bị máy thu tín hiệu AIS thích hợp thì vệ tinh cũng có thể thu được tín hiệu này từ quỹ đạo. Nếu như những trạm thu tín hiệu AIS trên bờ bị giới hạn khoảng cách quan sát khoảng 35 hải lý (trong tầm của sóng radio VHF) thì vệ tinh ở trên quỹ đạo lại có vùng quan sát rộng lớn hơn rất nhiều, bao phủ cả những vùng biển xa và có khả năng thu thập dữ liệu trên toàn cầu với một chùm các vệ tinh nhỏ (satellite constellation) [3].



Hình 2: thiết kế của vệ tinh siêu nhỏ 3 kg để theo dõi tàu biển (FSpace) [4]

Thử nghiệm công nghệ mới trên vũ trụ

Khác với các sản phẩm trên mặt đất, nơi mà các công nghệ mới được đưa vào áp dụng một cách nhanh chóng thì các thiết bị bay trong vũ trụ (như vệ tinh, tàu thăm dò, tàu vũ trụ chở người...) thường chỉ được trang bị các công nghệ đã có từ nhiều năm trước (vì cần nhiều thời gian và chi phí để thử nghiệm các công nghệ, thiết bị mới trong môi trường không gian vũ trụ). Sự xuất hiện của các vệ tinh siêu nhỏ đang dần làm thay đổi điều này vì mang tới cơ hội thử nghiệm các công nghệ, thiết bị mới trong môi trường không gian vũ trụ một cách nhanh chóng và ít tốn kém. Một ví dụ điển hình là công nghệ buồm mặt trời (solar sail) lợi dụng tác dụng của ánh sáng mặt trời lên một bề mặt tạo ra lực đẩy giúp thay đổi quỹ đạo của các vệ tinh mới được NASA



Hình 3: vệ tinh siêu nhỏ Nanosail-D với thử nghiệm cánh buồm mặt trời (NASA)

thử nghiệm với vệ tinh siêu nhỏ Nanosail-D. Thử nghiệm thành công này giúp tăng mức độ trưởng thành của công nghệ buồm mặt trời trên thang đo NASA Technology Readiness Level (TRL) [5].

Ứng dụng viễn thám

Một ứng dụng viễn thám mới được đề xuất phục vụ ngành hàng hải với vệ tinh nano WNISAT 1 (Weather News Inc. Satellite 1) [6] (hình 4), nặng 10 kg làm nhiệm vụ theo dõi băng ở vùng Bắc cực. Những thông tin thu được từ vệ tinh này sẽ giúp tàu thuyền đi lại an toàn hơn trên các tuyến đường hàng hải ở vùng Bắc cực khi đi từ châu Âu sang châu Á, thay vì phải đi vòng qua Ấn Độ Dương, rút ngắn thời



Hình 4: vệ tinh siêu nhỏ WNISAT-1 do Công ty Axelspace chế tạo, dự kiến phóng đầu năm 2013

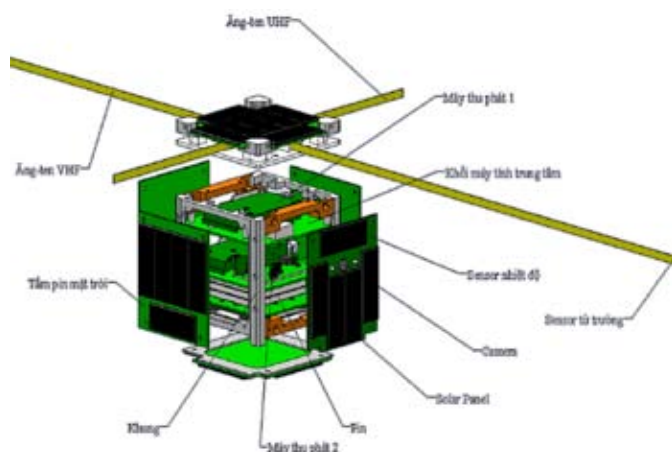
gian và tiết kiệm chi phí.

Đây là ý tưởng mới được khởi xướng trong mấy năm trở lại đây (một phần cũng do sự nóng lên của trái đất khiến băng ở Bắc cực tan nhiều hơn), những vệ tinh lớn truyền thống không được thiết kế để quan sát băng ở Bắc cực một cách tối ưu trong khi những vệ tinh siêu nhỏ lại có thể nhanh chóng được thiết kế để phù hợp cho nhiệm vụ mới này. Vệ tinh WNISAT-1 được thiết kế dạng hình khối lập phương mỗi chiều 27 cm, chỉ nặng 10 kg và có hệ thống điều khiển tư thế 3 trục với độ chính xác 0,1 độ (nếu dùng bánh xe động lượng) và 3-5 độ (không dùng bánh xe động lượng).

Một số kết quả bước đầu ở Việt Nam

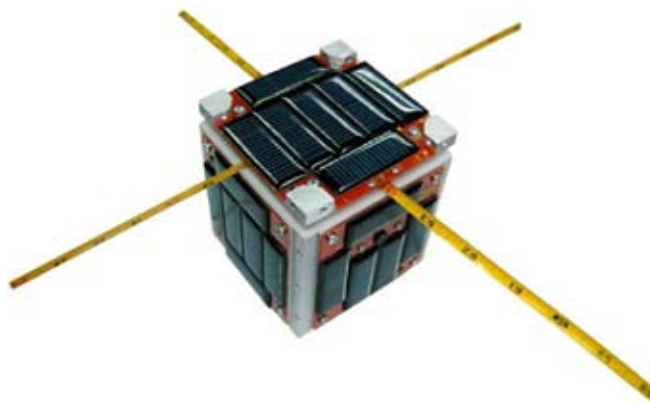
Ở Việt Nam, xuất phát từ niềm đam mê thiên văn, vũ trụ, các kỹ sư trẻ thuộc Phòng Nghiên cứu không gian FSpace, Viện Nghiên cứu Công nghệ FPT, Trường Đại học FPT đã đề xuất thực hiện ý tưởng chế tạo một vệ tinh siêu nhỏ tên gọi Picosatellite từ đầu năm 2009. Với mục tiêu học tập, làm chủ công nghệ chế tạo vệ tinh siêu nhỏ CubeSat tiến tới mục tiêu chế tạo những vệ tinh lớn hơn phục vụ nhu cầu của Việt Nam, dự án đã nhận được nhiều sự quan tâm giúp đỡ của các cá nhân, tổ chức trong và ngoài nước, đặc biệt là từ Chương trình KH&CN trọng điểm cấp nhà nước KC.01/11-15 thông qua đề tài tiềm năng “Nghiên cứu thiết kế chế tạo thử nghiệm vệ tinh Picosatellite”, mã số KC.01.TN14/11-15.

Theo thiết kế, vệ tinh Picosatellite có kích thước 10x10x10 cm nặng 1 kg theo tiêu chuẩn CubeSat, được bao phủ bởi các tấm pin năng lượng mặt trời ở quanh thân để thu thập năng lượng. Vệ tinh được



Hình 5: thiết kế cơ khí của vệ tinh Picosatellite

trang bị máy ảnh có độ phân giải thấp 640x480 để chụp ảnh trái đất và các cảm biến nhiệt độ, từ trường để thu thập dữ liệu từ môi trường không gian. Sản phẩm đã trải qua các thử nghiệm chức năng, gia tốc, rung động, shock, nhiệt chân không và liên lạc tầm xa giống như các CubeSat khác trên thế giới.

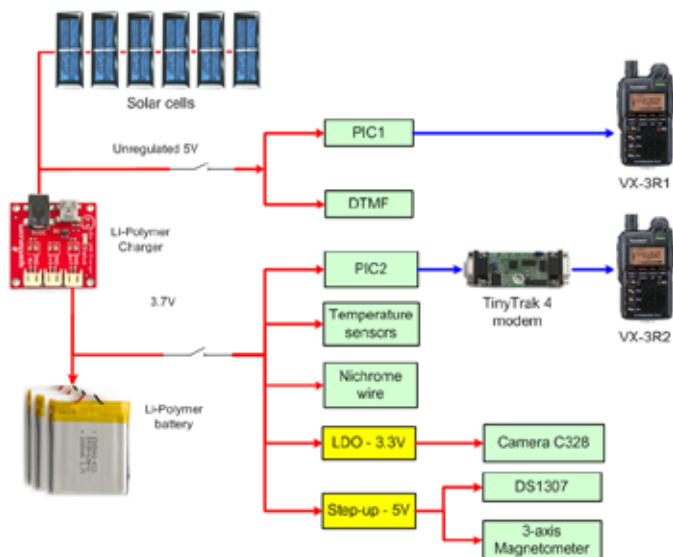


Hình 6: mô hình bay (Flight Model) của vệ tinh Picosatellite

Hạng mục	Thông số kỹ thuật
Khối lượng	1 kg
Kích thước	10x10x10 cm (chứa bao gồm ăngten)
Vật liệu khung	Nhôm hợp kim T-6061
Nguồn năng lượng	Từ các tấm pin mặt trời gắn quanh thân vệ tinh, trung bình 1,5 W
Lưu trữ năng lượng	Pin sạc Li-polymer 3.7 V, 6000 mAh
Máy tính điều khiển	2 vi điều khiển PIC có thể hoạt động độc lập
Dung lượng lưu trữ	64 Kb EEPROM
Truyền thông	Tín hiệu beacon PWM CW trên băng VHF Truyền dữ liệu tốc độ 1200 bps, điều chế AFSK trên băng UHF, công suất phát sóng tối đa 1 W
Thiết bị đặc nhiệm (Payload)	- Máy chụp ảnh độ phân giải thấp (640x480x8 bit) - Cảm biến nhiệt độ trên các mặt và bên trong vệ tinh - Cảm biến từ trường 3 trục

Thông số kỹ thuật chính của vệ tinh Picosatellite

Trong quá trình nghiên cứu chế tạo vệ tinh nhỏ, một yêu cầu quan trọng được đặt ra cho nhóm tác giả là đảm bảo độ tin cậy cho vệ tinh khi hoạt động trong môi trường khắc nghiệt trên quỹ đạo. Sau khi tham khảo kinh nghiệm của các dự án tương tự, nhóm đã đưa ra thiết kế vệ tinh Picosatellite có tính dư thừa đối với các mô đun quan trọng nhất của vệ tinh (bao gồm nguồn, truyền thông và máy tính điều khiển) để đảm bảo không xảy ra tình trạng sự cố của một mô đun gây ra sự cố cho toàn hệ thống (không có single-point-of-failure), được thể hiện ở hình 7.



Hình 7: thiết kế tổng quan của vệ tinh có tính dư thừa để đảm bảo độ tin cậy

Các kết quả bước đầu của dự án Picosatellite cho thấy đây là một cơ hội rất tốt để đào tạo nguồn nhân lực trong lĩnh vực công nghệ vũ trụ và đội ngũ kỹ sư, sinh viên Việt Nam hoàn toàn có đủ khả năng nắm bắt kỹ thuật chế tạo vệ tinh nhỏ CubeSat. Một số bài học kinh nghiệm đã được đúc rút [7]:

- Xây dựng đội ngũ gồm các thành viên thực sự có đam mê với lĩnh vực không gian vũ trụ, không ngại học hỏi cái mới và quyết tâm thực hiện dự án đến cùng.

- Tích cực giới thiệu, quảng bá thông tin về dự án tới công chúng thông qua báo chí, diễn đàn, mạng xã hội, các câu lạc bộ chuyên ngành (như hàng không - vũ trụ, thiên văn, vật lý, vô tuyến điện...) nhằm mục tiêu nâng cao nhận thức của xã hội đối với không gian vũ trụ, xã hội hóa dự án và thu hút thêm thành viên mới.

- Tích cực tranh thủ sự giúp đỡ của quốc tế đối với Việt Nam, tham gia các hội nghị về KH&CN vũ trụ như IAC hay UNOOSA/Austria/ESA để giới thiệu về mình cũng như học hỏi, tìm kiếm đối tác quốc tế trong lĩnh vực phát triển vệ tinh nhỏ.

- Luôn chú trọng việc đoàn kết phát huy nội lực, hợp tác với các đơn vị trong nước như các viện nghiên cứu, trường đại học có cùng mối quan tâm để phát huy điểm mạnh mỗi bên và cùng thúc đẩy sự phát triển và ứng dụng KH&CN vũ trụ ở Việt Nam

Thành công bước đầu này là tiền đề quan trọng



Hình 8: các kỹ sư FSpace đang lắp ráp vệ tinh siêu nhỏ Picosatellite

để tích lũy năng lực kỹ thuật tiến tới nội địa hóa việc chế tạo các vệ tinh lớn hơn (lớp Nanosat, cỡ 10 kg) và MicroSat (cỡ 50 kg) mang theo các thiết bị đặc nhiệm (payload) thực sự có ích phục vụ mục tiêu phát triển kinh tế, xã hội và an ninh quốc phòng của đất nước ■

Tài liệu tham khảo

- [1] H. Heidt, J. Puig-Suari, A. Moore, S. Nakasuka, R. Twiggs, "CubeSat: A new Generation of Picosatellite for Education and Industry Low-Cost Space Experimentation", Proceedings of the Thirteenth Annual AIAA/USU Small Satellite Conference, Logan, UT, August 2000.
- [2] http://en.wikipedia.org/wiki/Automatic_Identification_System (tháng 8.2011).
- [3] Vũ Trọng Thư, Đinh Quốc Trí, Đào Văn Thắng, Phạm Quang Hưng và Hugo Nguyen, "Constellation of small quick-launched and self-deorbiting nanosatellites with AIS Receivers for global ship traffick monitoring". *Proceedings 2nd Nano-satellite symposium*, Tokyo, 2011.
- [4] Vũ Trọng Thư, Phạm Quang Hưng, Nguyễn Hoàng Giang và Hugo Nguyen, "Tiềm năng lớn của vệ tinh siêu nhỏ đáp ứng nhu cầu viễn thông, viễn thám của Việt Nam", Hội nghị chuyên đề về thông tin và định vị vì sự phát triển kinh tế biển Việt Nam (REV-COMNAVI-11), Đà Nẵng, 8.2011.
- [5] John C. Mankins, TECHNOLOGY READINESS LEVELS, A White Paper, Advanced Concepts Office, Office of Space Access and Technology, NASA, April 6, 1995.
- [6] Masaya Yamamoto, WNI Satellite for the Shipping Industry, May 5, 2010.
- [7] Vũ Trọng Thư, Đinh Quốc Trí, Nguyễn Tuấn Anh, Trần Thế Trung, "Một số kinh nghiệm trong dự án chế tạo vệ tinh nhỏ Picosatellite", Hội thảo Khoa học công nghệ vũ trụ và ứng dụng 2010, Viện KH&CN Việt Nam, 12.2010