

# Day6: RPK System

## 1. Khái niệm về RTK (Real-Time Kinematic)

**RTK (Real-Time Kinematic)** là một phương pháp định vị thời gian thực với độ chính xác ở mức centimet. Phương pháp này được phát minh vào đầu thập niên 1990. RTK làm cho GPS/GNSS trở thành một công cụ rất hiệu quả trong một số nhiệm vụ như cọc tiêu xây dựng, điều khiển máy móc, khảo sát địa hình và nhiều công việc khác mà yêu cầu định vị chính xác thời gian thực.



RTK truyền thống sử dụng một giải pháp đơn cơ sở, gồm một trạm cơ sở và một thiết bị rover (thiết bị di động). Trạm cơ sở sẽ cung cấp dữ liệu hiệu chỉnh, giúp thiết bị rover có thể xác định vị trí với độ chính xác cao hơn rất nhiều so với GPS thông thường. Kỹ thuật GNSS-RTK (Real-Time Kinematic) đã kết hợp với giải pháp kết nối và truyền dữ liệu không dây qua Internet.

### Cơ sở lý thuyết

Phương thức truyền tải định dạng RTCM qua giao thức Internet NTRIP (Networked Transport of RTCM via Internet Protocol) cho phép truyền phát dữ liệu hệ thống định vị GNSS một cách hiệu quả. NTRIP được thiết kế để phát số hiệu chỉnh hoặc các định dạng dữ liệu GNSS khác đến người dùng cố định hoặc di động, hỗ trợ máy tính và máy thu kết nối đồng thời với máy chủ phát sóng. Nó cũng cho phép truy cập không dây qua các mạng di động như GSM, GPRS, và EDGE .

Định dạng RTCM rất đa dạng và tùy thuộc vào các nhà sản xuất máy thu . Đây là cơ sở quan trọng để các máy thu có khả năng nhận dữ liệu hiệu chỉnh từ các trạm base qua mạng 4G, thực hiện các cài đặt cần thiết để truyền dữ liệu. Các máy thu rover tích hợp tính năng WiFi có thể được kết nối và cài đặt qua giao diện web, mang lại sự linh hoạt và tiện lợi trong việc quản lý và truyền tải dữ liệu.

## 2. Các yếu tố ảnh hưởng đến RTK

Để hoạt động RTK (Real-Time Kinematic) thành công, các thành phần quan trọng bao gồm:

1. **Bộ thu GPS/GNSS có khả năng RTK:** Bộ thu này phải có khả năng xử lý dữ liệu từ các vệ tinh và áp dụng các hiệu chỉnh RTK để đạt được độ chính xác cao.
2. **Nhiều tín hiệu vệ tinh quan sát được:** Số lượng vệ tinh mà hệ thống có thể quan sát được ảnh hưởng trực tiếp đến độ chính xác của vị trí. Càng nhiều vệ tinh khả dụng thì định vị càng chính xác.
3. **Liên lạc ổn định và đáng tin cậy giữa trạm cơ sở và thiết bị rover:** Dữ liệu hiệu chỉnh từ trạm cơ sở cần được truyền liên tục và không bị gián đoạn đến thiết bị rover để duy trì độ chính xác cao.

Những yếu tố này giúp RTK đạt được độ chính xác đến mức centimet trong thời gian thực, phục vụ cho nhiều ứng dụng yêu cầu độ chính xác cao.

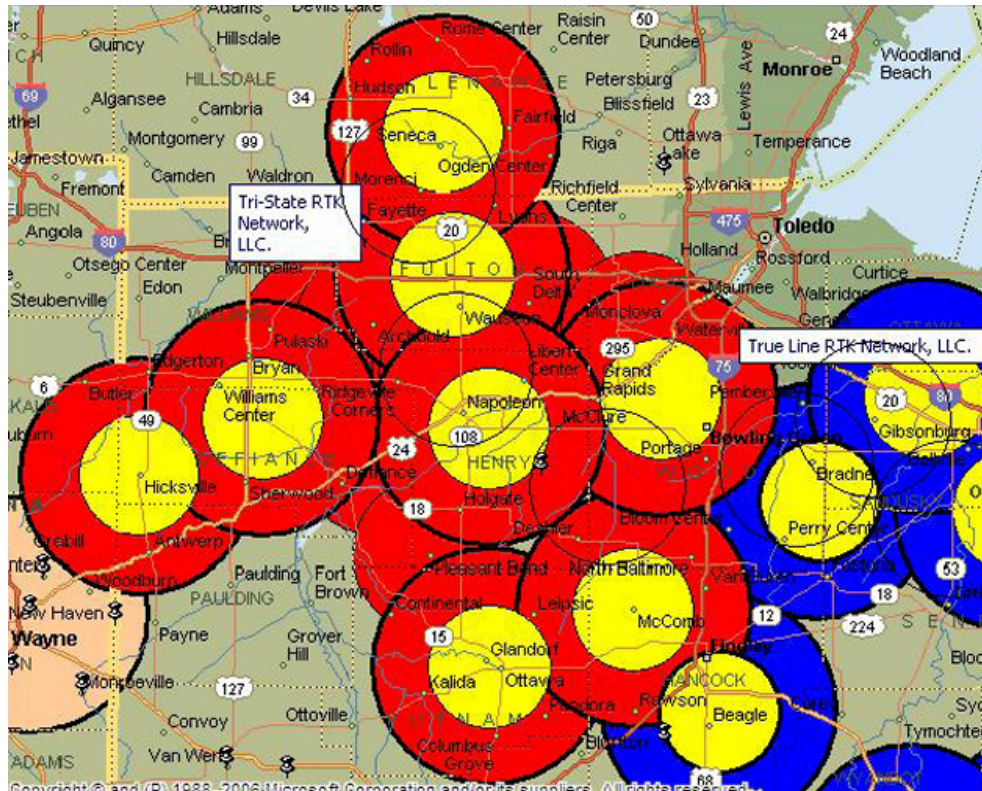
## 3. RTK Clusters

Vào cuối những năm 1990, RTK đã trở thành một công nghệ đáng tin cậy và phổ biến trong các lĩnh vực khảo sát và xây dựng. Cùng thời điểm này, khái niệm **CORS (Continually Operating Reference Station)** – Trạm Tham chiếu Hoạt động Liên tục – bắt đầu phát triển mạnh mẽ.

Người dùng cá nhân bắt đầu mua nhiều trạm tham chiếu để hỗ trợ cho các hoạt động RTK của họ, và hầu hết các trạm này được triển khai tại các khu vực đô thị. Việc có các trạm tham chiếu cố định và liên tục như CORS giúp tăng cường độ chính xác và khả năng sử dụng của RTK trong thời gian thực, đặc biệt là trong các công việc đòi hỏi độ chính xác cao như xây dựng và khảo sát địa hình.

**RTK Clusters** là một cụm các trạm tham chiếu được bố trí một cách chiến lược để cung cấp vùng phủ sóng RTK với đường cơ sở đơn (single-baseline) trong một khu vực cụ thể. Các đặc điểm chính của RTK Clusters bao gồm:

1. **Quản lý tập trung:** Tất cả các trạm tham chiếu trong một cụm RTK đều được quản lý bởi một thực thể duy nhất, đảm bảo tính nhất quán và điều phối trong hoạt động.
2. **Sở hữu bởi đơn vị quản lý hoặc đối tác hợp tác:** Các trạm tham chiếu này thường thuộc sở hữu của đơn vị quản lý cụm hoặc các đối tác hợp tác, những người muốn sử dụng cụm để hỗ trợ các hoạt động RTK của họ.
3. **Người dùng chọn trạm tham chiếu:** Người dùng cần chọn trạm tham chiếu họ muốn sử dụng trong cụm. Thông thường, họ sẽ chọn trạm gần nhất để giảm thiểu lỗi phụ thuộc vào khoảng cách, vì khoảng cách lớn giữa trạm tham chiếu và thiết bị rover có thể làm giảm độ chính xác của tín hiệu RTK.



**RTK Clusters** là tiền đề cho sự ra đời của **mạng lưới RTK (RTK Networks)**, mở rộng khả năng cung cấp định vị chính xác cho nhiều khu vực rộng lớn hơn.

**Ứng dụng trong ngành nông nghiệp:** Các cụm RTK được sử dụng rộng rãi trong ngành nông nghiệp chính xác (*precision farming*), giúp nông dân thực hiện các hoạt động như gieo trồng, tưới tiêu, và thu hoạch với độ chính xác cao. Điều này giúp tối ưu hóa quy trình và tăng năng suất.

**Độ chính xác trong các khu vực khác nhau:** Ví dụ, trong một cụm RTK điển hình tại Mỹ phục vụ cho ngành nông nghiệp, người vận hành cho biết rằng:

- Người dùng sẽ có **độ chính xác khoảng 1 inch** trong các vùng màu vàng (khoảng **6 dặm** từ trạm tham chiếu).
- Độ chính xác từ **1-2 inch** trong các vùng màu đỏ (khoảng **12 dặm**).

Khoảng cách giữa thiết bị rover và trạm tham chiếu quyết định độ chính xác, và với các hệ thống RTK Clusters, người dùng luôn có thể duy trì mức độ chính xác cao nhờ vào vị trí chiến lược của các trạm tham chiếu.

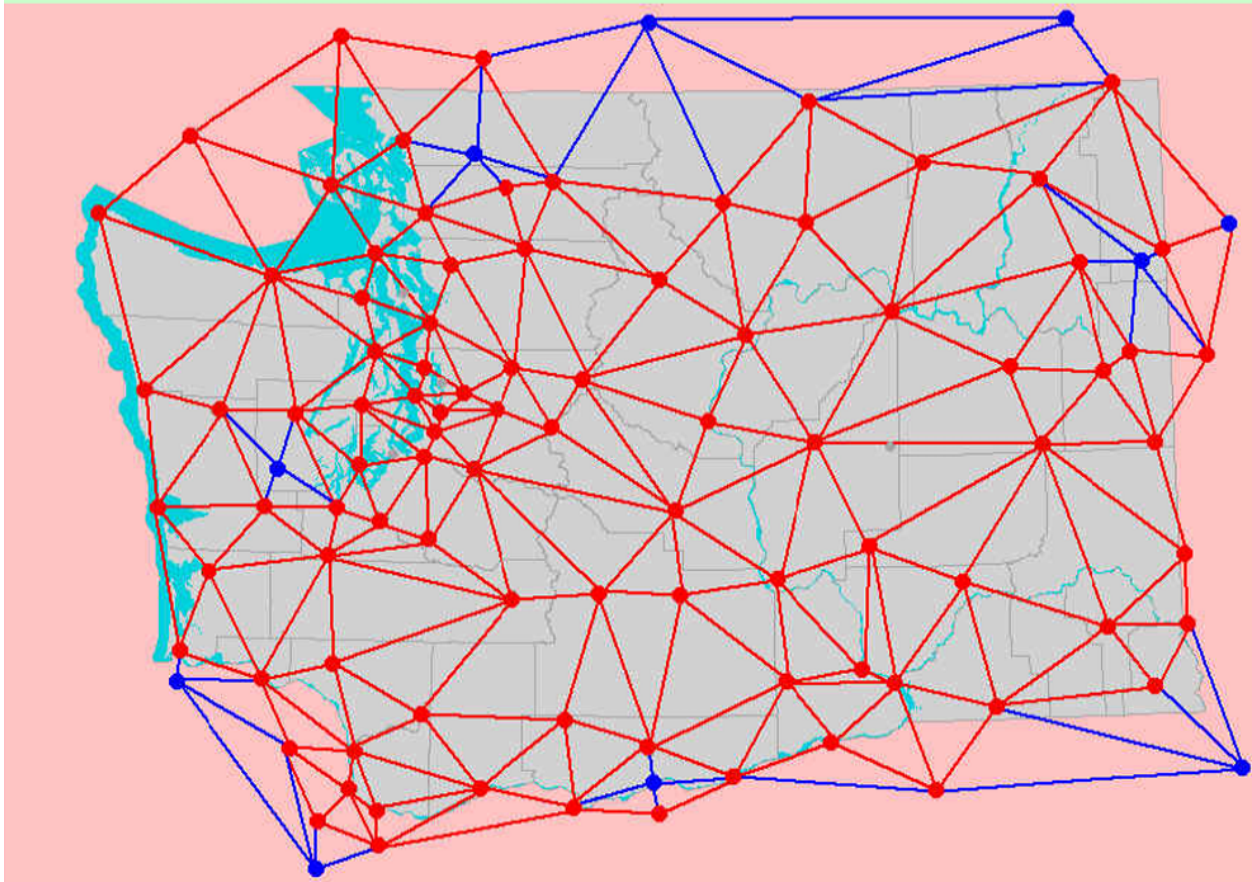
## 4. Mạng RTK (RTK Networks)

**Mạng RTK (RTK Networks)** bắt đầu xuất hiện vào khoảng năm 2003 và có vẻ bên ngoài tương tự như các cụm RTK (RTK Clusters), nhưng có sự khác biệt rõ rệt:

1. **Hiệu chỉnh mạng RTK:** Mạng RTK cung cấp dữ liệu hiệu chỉnh dựa trên hầu hết hoặc tất cả các trạm tham chiếu trong mạng lưới, không chỉ dựa vào một đường cơ sở đơn như trong cụm RTK.
2. **Mật độ trạm tham chiếu thấp hơn:** Mật độ trạm tham chiếu trong một mạng RTK thấp hơn từ 3 đến 6 lần so với một cụm RTK. Ví dụ, để bao phủ 3 triệu mẫu Anh (khoảng 1,2 triệu ha), một cụm RTK có thể cần 30 trạm tham chiếu, trong khi một mạng RTK chỉ cần khoảng 5 trạm.
3. **Giảm thiểu sai số phụ thuộc vào khoảng cách:** Phần mềm của mạng RTK giúp giảm thiểu các biến số phụ thuộc vào khoảng cách như sai số từ tầng điện ly, tầng đối lưu và sai số quỹ đạo.
4. **Cơ sở hạ tầng phức tạp hơn:** Cơ sở hạ tầng của mạng RTK (bao gồm phần cứng và phần mềm) phức tạp hơn nhiều so với cụm RTK. Dữ liệu từ các trạm tham chiếu được xử lý bởi một hoặc nhiều máy chủ trung tâm trước khi phân phối cho người dùng, giúp đảm bảo tính chính xác và đồng nhất của dữ liệu hiệu chỉnh.



## Washington State Reference Network



### 5. RTK Giao thức kết nối

**UHF/VHF Data Radios** được biết đến là rất đáng tin cậy cho hệ thống RTK và không mất phí sử dụng. Tuy nhiên, chúng yêu cầu giấy phép hoạt động, có phạm vi truyền dẫn hạn chế và cần người dùng tự quản lý thiết bị.

**Spread-Spectrum (900MHz) Data Radios** cũng miễn phí cấp phép và đã được chứng minh hiệu quả. Dù vậy, chúng có phạm vi truyền dẫn rất hạn chế, nhạy cảm với địa hình và chướng ngại vật, và cũng yêu cầu người dùng tự quản lý.

**GSM/CDMA Wireless Networks** cung cấp phạm vi phủ sóng rộng và không yêu cầu giấy phép hoạt động, nhưng có thể không có sóng tại khu vực làm việc, có thể gặp tình trạng mất kết nối và có thể phát sinh chi phí dịch vụ mạng di động.

**WiFi/WiMax** mang lại tốc độ truyền dữ liệu cao và không cần giấy phép hoạt động, nhưng có phạm vi hạn chế và có thể bị ảnh hưởng bởi các vật cản và điều kiện môi trường.

## 6. Tại sao cần cả RTK Clusters và RTK Networks?

**RTK Clusters** vẫn tồn tại chủ yếu vì chúng rẻ hơn và dễ thiết lập, vận hành, và mở rộng. Chúng là giải pháp đơn giản và hiệu quả cho những khu vực không yêu cầu độ chính xác cực cao hoặc không có sẵn hạ tầng mạng phức tạp.

**RTK Networks**, ngược lại, có độ phức tạp cao hơn với các thành phần IT nặng nề, bao gồm máy chủ và truyền thông qua internet, đòi hỏi sự chú trọng đến bảo mật. Dù vậy, RTK Networks cung cấp khả năng phủ sóng rộng hơn và hiệu chỉnh chính xác hơn, điều này sẽ ngày càng quan trọng trong các ứng dụng yêu cầu độ chính xác cao và các khu vực rộng lớn. Do đó, mặc dù RTK Networks có thể dần thay thế các cụm RTK trong tương lai, nhưng RTK Clusters vẫn có vai trò quan trọng trong những tình huống cụ thể.

## 7. Dự Án Thực Tế

Nghiên cứu hiện tại chỉ dừng lại ở việc xử lý dữ liệu GNSS và chưa bao gồm dữ liệu từ cảm biến. Đối với các kết cấu có tần số dao động dưới 0.1 Hz và biên độ rất nhỏ, cảm biến gia tốc có thể thu nhận và phản ánh chính xác bản chất của dao động. Với khả năng thu thập dữ liệu ở tần suất cao hàng trăm hoặc hàng nghìn Hz, cảm biến gia tốc đáp ứng tốt yêu cầu quan trắc dưới ảnh hưởng của các yếu tố như gió và hoạt tải giao thông. Cảm biến gia tốc cùng với các cảm biến khác đóng vai trò quan trọng trong hệ thống quan trắc sức khỏe kết cấu. Dữ liệu từ cảm biến gia tốc cần được chuyển đổi qua các kỹ thuật và thuật toán phù hợp để xác định chuyển động, tần số hoặc chu kỳ dao động. Tuy nhiên, một hạn chế là các đầu đo cảm biến thường phải kết nối và truyền dữ liệu qua hệ thống dây dẫn, gây khó khăn trong lắp đặt và bảo trì.



**Máy thu GNSS-RTK N3** đánh dấu sự trở lại mạnh mẽ của dòng máy thu Comnav sau một thời gian dài nghiên cứu và cải tiến. Được trang bị Main K8 và Firmware mới, N3 có khả năng theo dõi tất cả các hệ thống vệ tinh với số kênh thu lên tới 1198. Module UHF mới trên N3 cải thiện khoảng cách truyền số hiệu chỉnh qua phương thức radio lên tới 15 km, với công suất tiêu thụ rất thấp, chỉ dưới 2W. Nhờ vậy, máy thu N3 có thời gian hoạt động lên tới 25 giờ, thể hiện một cải tiến vượt trội của Comnav trong công nghệ máy thu GNSS-RTK.



Sơ đồ kết nối của hợp phần GNSS

Theo đó, máy rover đặt tại điểm quan trắc nhận được số hiệu chỉnh từ trạm gốc base để xác định chính xác tọa độ XYZ liên tục theo thời gian. Sau đó, thông qua server, kết quả quan trắc được hiển thị trực quan trên giao diện web dưới dạng biểu đồ, đồng thời các kết quả số liệu trong quá khứ được lưu trữ và có thể truy cập trực tiếp trên hệ thống.



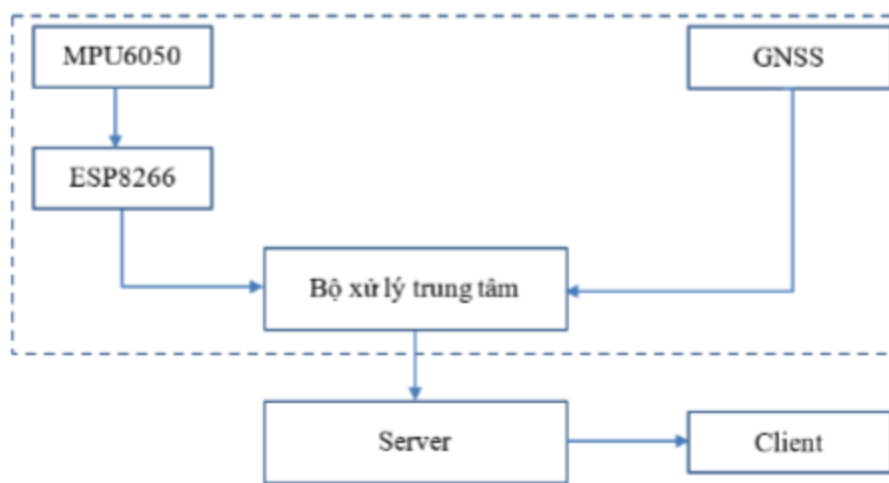
### Trình tự thực hiện thu, truyền và hiển thị dữ liệu từ cảm biến:

1. **Thiết lập Server Giả Lập:** Bắt đầu bằng việc thiết lập một server giả lập để phục vụ việc truyền tải và xử lý dữ liệu cảm biến.
2. **Xác Định và Thiết Lập Địa Chỉ IP của Mạng WiFi:** Cài đặt và cấu hình địa chỉ IP cho mạng WiFi, đảm bảo rằng nó phù hợp với hệ thống để kết nối chính xác.
3. **Bắt Đầu Ghi Dữ Liệu:** Khởi động việc ghi dữ liệu từ cảm biến. Dữ liệu sẽ được thu thập và chuẩn bị cho việc truyền tải.
4. **Truyền và Hiển Thị Số Liệu:** Dữ liệu cảm biến được truyền qua kết nối WiFi và hiển thị trực quan trên điện thoại thông minh. Nghiên cứu sử dụng server giả lập với địa chỉ IP động (IP thay đổi), giúp đảm bảo tính linh hoạt trong kết nối và truyền tải dữ liệu.

### Sơ Đồ Kết Nối Tổng Thể của Thiết Bị GNSS:

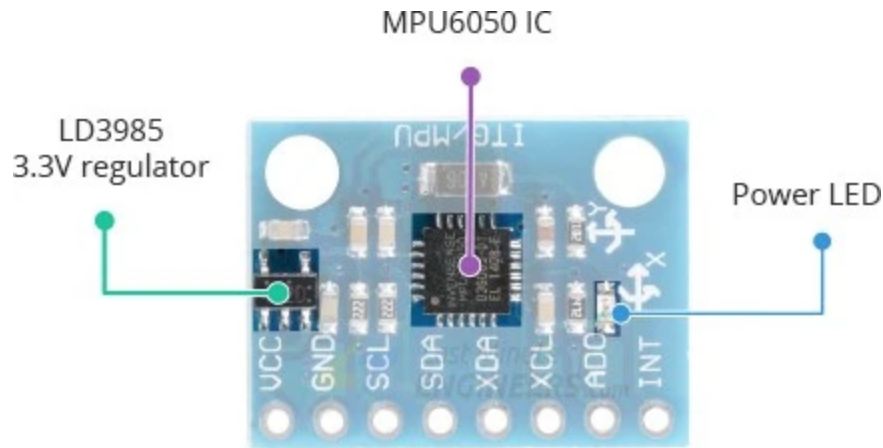
1. **Trạm Gốc Base:** Cung cấp số hiệu chỉnh GNSS.
2. **Máy Rover:** Nhận dữ liệu từ trạm gốc và xác định tọa độ XYZ.
3. **Server:** Xử lý và lưu trữ dữ liệu.
4. **Kết Nối WiFi:** Truyền tải dữ liệu từ máy rover đến điện thoại thông minh.
5. **Điện Thoại Thông Minh:** Hiển thị số liệu cảm biến và kết quả quan trắc.

Sơ đồ kết nối tổng thể giúp hình dung rõ ràng sự liên kết giữa các thành phần trong hệ thống GNSS và quy trình truyền tải dữ liệu.



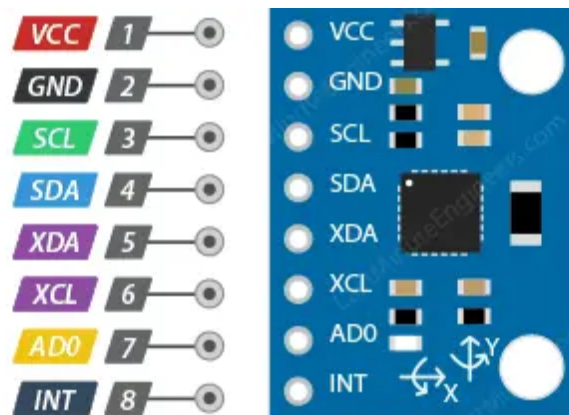
Sơ đồ kết nối tổng thể

Cảm biến gia tốc MPU6050 là một module cảm biến tích hợp, kết hợp cảm biến gia tốc kế và con quay hồi chuyển (gyroscope). Nó được sử dụng để đo và theo dõi chuyển động, gia tốc và góc quay của một đối tượng.



MPU6050 có sáu bậc tự do (DOF), bao gồm ba bậc tự do cho gia tốc kế và ba bậc tự do cho con quay hồi chuyển. Điều này cho phép nó đo chính xác các thông số chuyển động trên ba trục không gian: trục X, trục Y và trục Z.

MPU6050, GNSS, ESP8266 và bộ xử lý trung tâm được đặt tại công trình, kết cấu cần đo đặc, quan trắc. Server được đặt ở một nơi bất kỳ và người dùng cuối với các chức năng xem, tải dữ liệu và chọn phương pháp xử lý số liệu.



**MPU6050 Module Pinout**

**Last Minute ENGINEERS.com**