

Day6: RPK System

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.

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

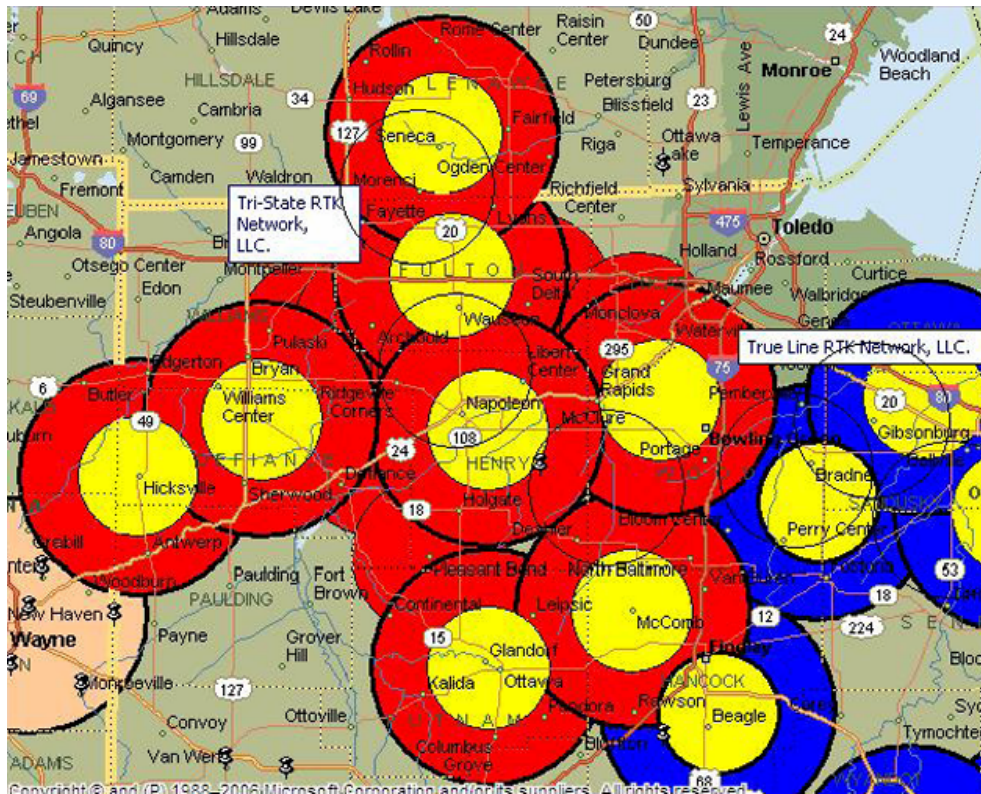
Vào cuối những năm 1990, RTK đã trở thành một công nghệ đáng tin cậy và phổ biến trong các lĩnh vực khảo sát và xây dựng. Cùng thời điểm này, khái niệm **CORS (Continually Operating Reference Station)** – Trạm Tham chiếu Hoạt động Liên tục – bắt đầu phát triển mạnh mẽ.

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

thiếu 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

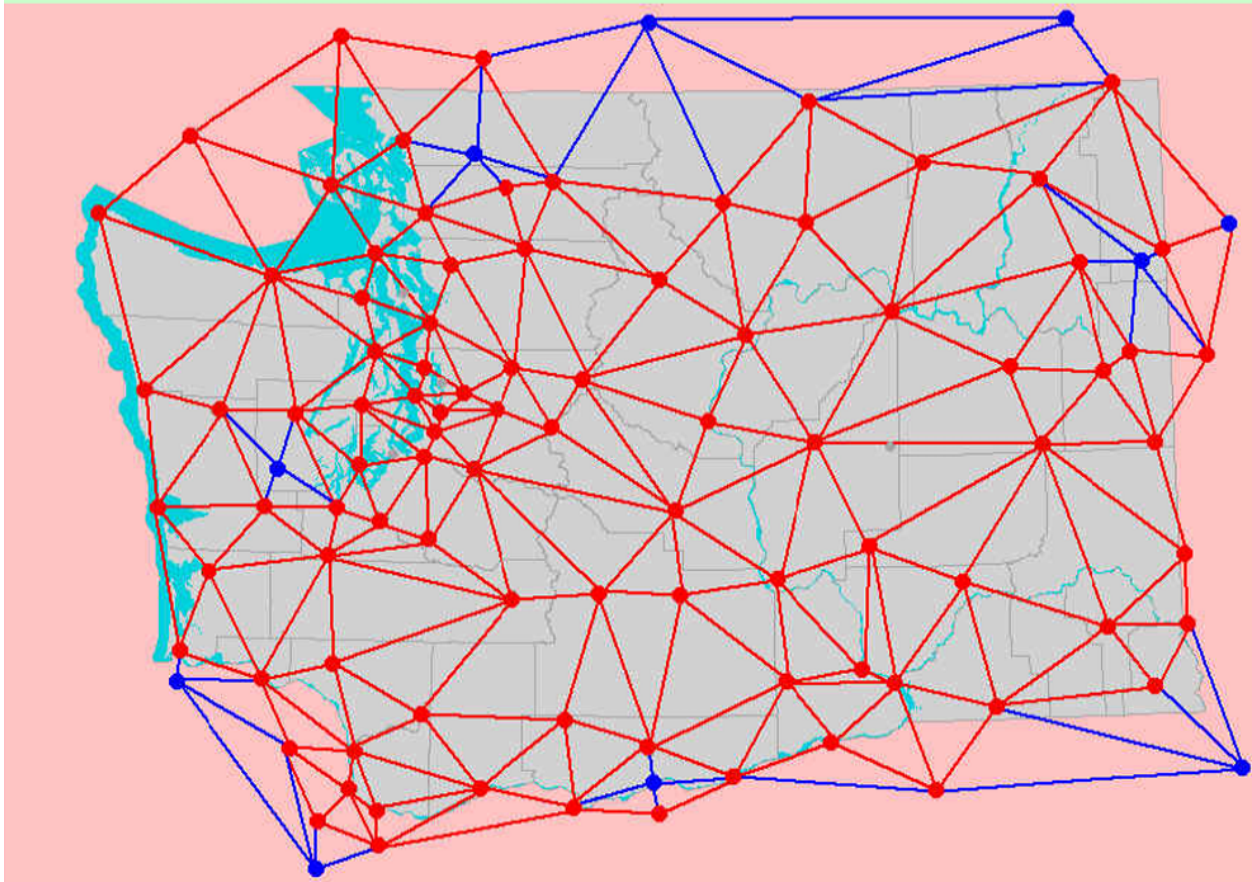
cao nhờ vào vị trí chiến lược của các trạm tham chiếu.

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.