

Bài 3

ĐỊNH VỊ VÀ THAM CHIẾU KHÔNG GIAN

Ths Trần Mạnh Trường
truongtm@gmail.com

Hà Nội – 2020





Các chủ đề nghiên cứu

1

Giới thiệu về GIS

2

Biểu diễn dữ liệu địa lý

3

Định vị và tham chiếu không gian

4

Thu thập dữ liệu không gian

5

Phân tích dữ liệu không gian

6

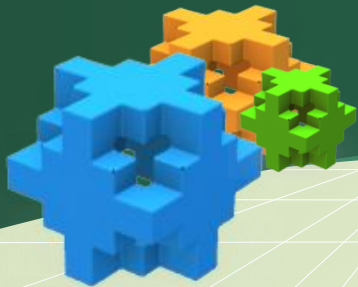
Hiển thị dữ liệu địa lý

7

Các chủ đề GIS nâng cao

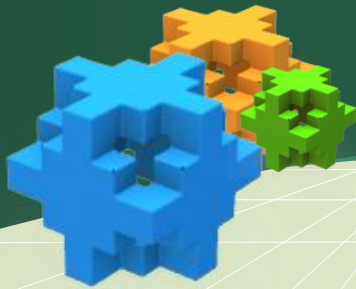
8

9

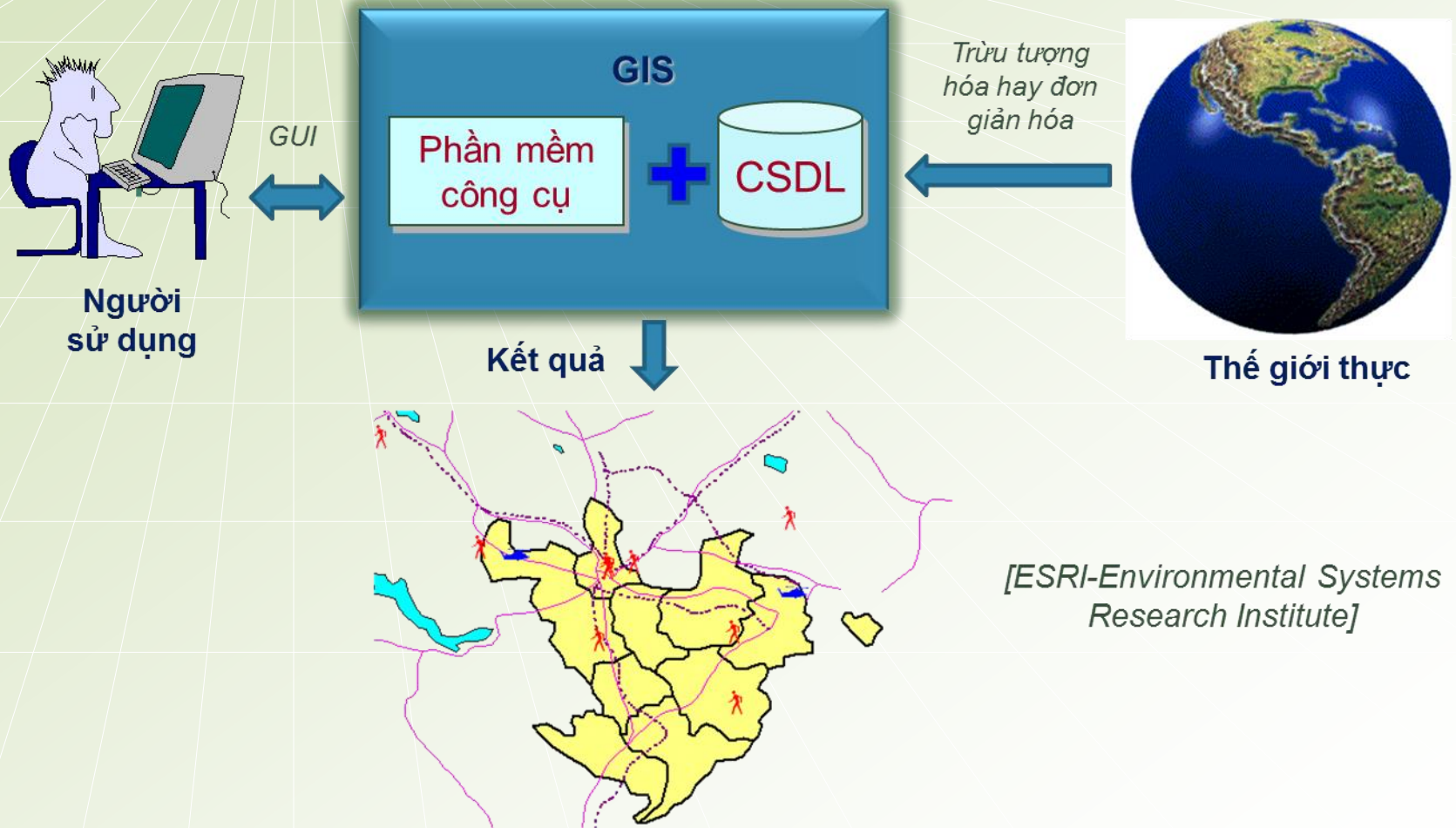


Nội dung

- ❖ Giới thiệu
- ❖ Các phương pháp tham chiếu địa lý
- ❖ Nguyên lý chiếu bản đồ
- ❖ Nguyên lý hoạt động của GPS
- ❖ Tổng kết bài



Hệ thống thông tin địa lý



[ESRI-Environmental Systems Research Institute]



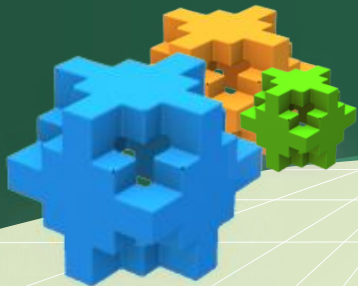
1. Giới thiệu

- ❖ Vị trí địa lý là thành phần để phân biệt thông tin địa lý với các loại thông tin khác
- ❖ Yêu cầu GIS có khả năng sử dụng nhiều nguồn dữ liệu không gian khác nhau
- ❖ Các vấn đề cơ bản về tham chiếu địa lý bao gồm
 - Nguyên lý tham chiếu địa lý
 - Các kỹ thuật cơ bản ứng dụng trong tham chiếu địa lý như tên vị trí, tên đường phố và các kỹ thuật chính xác (*geodesy* và *surveying*)
 - Tham chiếu địa lý trên cơ sở GNSS (*Global Navigation Satellite System*)



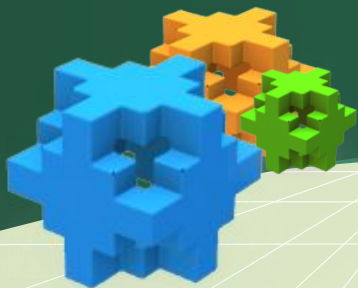
Giới thiệu

- ❖ Các phần tử cơ bản của dữ liệu địa lý cần được gán các loại giá trị:
 - Vị trí
 - Thời gian (tùy ý)
 - Thuộc tính
- ❖ Vị trí là thành phần chính để xây dựng bản đồ, đo khoảng cách, diện tích...
 - Nếu dữ liệu không có thành phần vị trí thì gọi là dữ liệu phi không gian (*non-spatial, aspatial*) và không có ý nghĩa trong GIS
- ❖ Khái niệm sử dụng trong việc gán vị trí địa lý
 - Tham chiếu không gian (*to georeference*), định vị địa lý (*to geolocate*) và mã hóa địa lý (*to geocode*)
 - Sử dụng khái niệm *georeference* trong chuyên đề này.



Giới thiệu

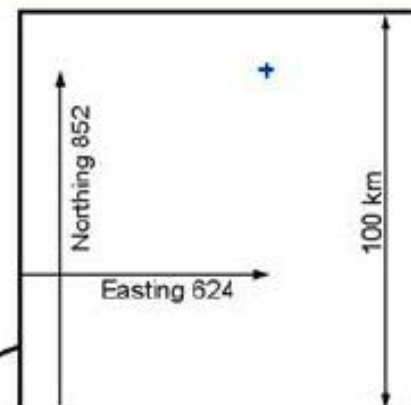
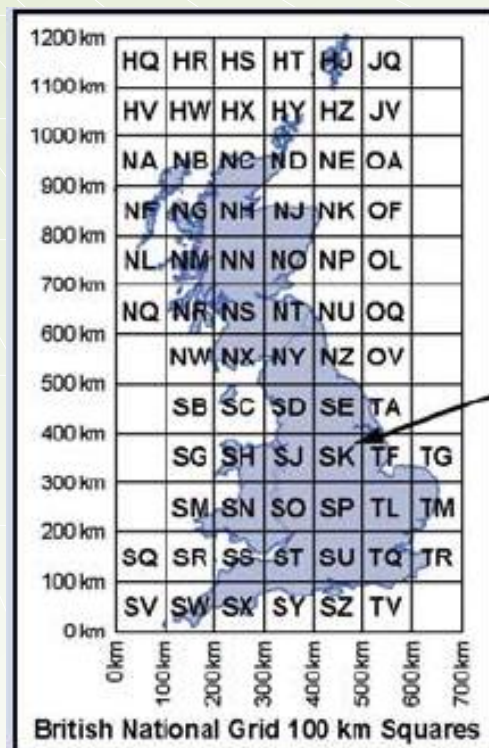
- ❖ Các yêu cầu cơ bản của tham chiếu địa lý
 - Duy nhất: để chia sẻ với người cùng sử dụng thông tin
 - Bền vững với thời gian
- ❖ Tham chiếu địa lý có mật độ không gian kết hợp, bằng kích thước của vùng được gán tham chiếu địa lý
 - Ví dụ: Địa chỉ gửi thư có mật độ không gian bằng kích thước thùng thư, hay bằng diện tích mảnh đất được gán địa chỉ
- ❖ Nhiều hệ thống tham chiếu địa lý chỉ duy nhất trong một vùng hoặc lĩnh vực của bề mặt Trái đất
 - Tên đường phố là duy nhất trong các thành phố, nhưng không duy nhất trong một quốc gia.
 - Hệ thống tham chiếu địa lý quốc gia của UK đảm bảo tính duy nhất trong toàn quốc.



Giới thiệu

❖ Ví dụ hệ tham chiếu địa lý của UK

- Lưới quốc gia đảm bảo tham chiếu duy nhất đến từng vị trí trong UK, Scotland và Wales.
- Ký tự thứ nhất gán cho 500 km²
- Ký tự thứ 2 gán cho 100 km²
- Sáu chữ số đo theo Hai hướng Đông và Bắc
- Độ chính xác đến 100m



SK624852



Giới thiệu

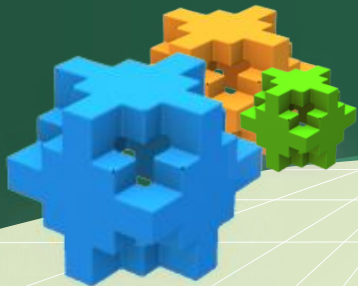
- ❖ Loại tham chiếu địa lý trên cơ sở đo đạc, gọi là tham chiếu địa lý *metric*
 - Bao gồm kinh, vĩ độ và hệ thống tọa độ
- ❖ Ưu điểm của tham chiếu địa lý metric
 - Cung cấp mật độ không gian mịn không giới hạn với các thiết bị đo có độ chính xác cao; khả năng biểu diễn đủ trong máy tính
 - Có thể tính toán khoảng cách giữa hai điểm đo
- ❖ Hệ thống tham chiếu địa lý trên cơ sở vị trí thứ tự
 - Ví dụ:
 - Địa chỉ thư có thứ tự theo đường phố: Số nhà chẵn ở bên trái và số nhà lẻ ở bên phải
 - US: Ước lượng khoảng cách giữa hai địa chỉ trên cùng đường phố trên cơ sở *city block* (từ 120-160m)



Giới thiệu

❖ Ví dụ về Hệ thống tham chiếu địa lý hay được sử dụng

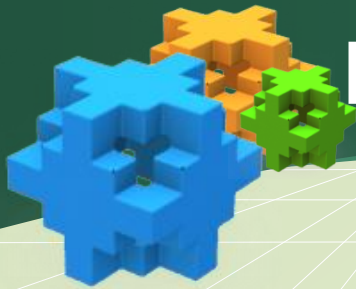
System	Domain of uniqueness	Metric?	Example	Spatial resolution
Placename	varies	no	London, Ontario, Canada	varies by feature type
Postal address	global	no, but ordered along streets in most countries	909 West Campus Lane, Goleta, California, USA	size of one mailbox
Postal code	country	no	93117 (US ZIP code); WC1E 6BT (UK unit postcode)	area occupied by a defined number of mailboxes
Telephone calling area	country	no	805	varies
Cadastral system	local authority	no	Parcel 01452954, City of Springfield, Mass, USA	area occupied by a single parcel of land
Public Land Survey System	Western USA only, unique to Prime Meridian	yes	Sec 5, Township 4N, Range 6E	defined by level of subdivision
Latitude/longitude	global	yes	119 degrees 45 minutes West, 34 degrees 40 minutes North	infinitely fine
Universal Transverse Mercator	zones six degrees of longitude wide, and N or S hemisphere	yes	563146E, 4356732N	infinitely fine
State Plane Coordinates	USA only, unique to state and to zone within state	yes	55086.34E, 75210.76N	infinitely fine



2. Một số phương pháp

❖ Tên địa điểm (*Placenames*)

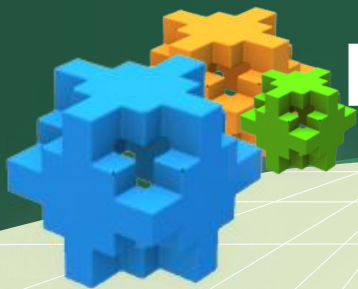
- Là hình thức đơn giản nhất của tham chiếu địa lý
- Đã có hệ thống đầy đủ tên đại dương, lục địa, thành phố, đỉnh núi, dòng sông,...
- Mỗi quốc gia đều có hệ thống đặt tên địa điểm
- Hạn chế:
 - Tham chiếu địa lý trên cơ sở tên địa điểm có độ phân giải rất thấp
 - ‘Asia’ có diện tích 43 triệu km²
 - Bang nhỏ nhất của nước Mỹ ‘*Rhode Island*’ có 2700 km²
 - Không phải tất cả tên địa điểm đều theo qui định của quốc gia hay vùng (tên do địa phương đặt ra)
 - Tên địa điểm có thể thay đổi theo thời gian
 - Sài Gòn – TP Hồ Chí Minh



Một số phương pháp tham chiếu

❖ Địa chỉ bưu điện và mã bưu điện

- Được phát triển từ thế kỷ 19 với giả thuyết như sau:
 - Mỗi nhà ở hay công sở là nơi gửi/nhận thư
 - Nhà ở, công sở là ở dọc theo phố, đường đi, đường quốc lộ có đánh số
 - Đường đi, đường quốc lộ hay phố có tên duy nhất trong một địa phương
 - Địa phương có tên duy nhất trong vùng lớn hơn
 - Các vùng có tên duy nhất trong quốc gia
- Địa chỉ bưu điện ngày nay là phương tiện để định vị các hoạt động của con người như gửi thư, nơi ở, nơi buôn bán
- Nơi ở phải được đánh số dọc theo đường phố (nếu không sẽ vô ích – ví dụ cách đánh số nhà ở Nhật Bản)
- Nhiều GIS định vị hoạt động theo địa chỉ bưu điện và chuyển đổi sang kinh/vĩ độ để xây dựng bản đồ và phân tích.

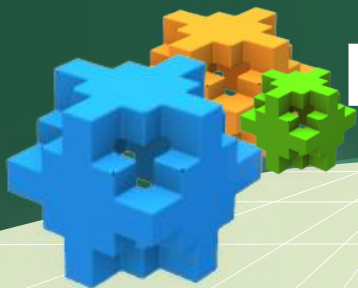


Một số phương pháp tham chiếu

❖ Hệ thống tham chiếu tuyến tính

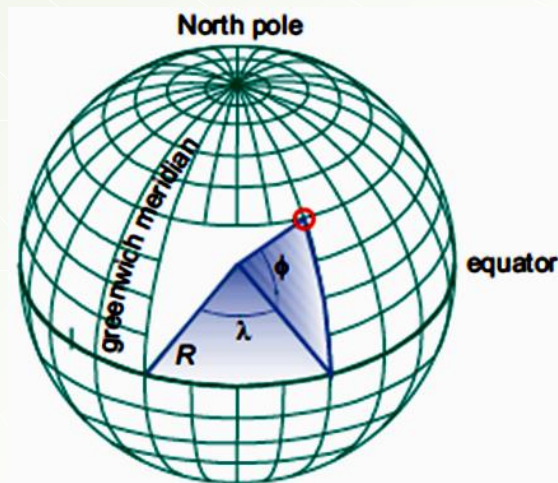
- Hệ thống tham chiếu tuyến tính nhận biết vị trí trong mạng bằng cách đo khoảng cách từ điểm tham chiếu xác định, dọc theo đường đi xác định trước trong mạng.
- Được sử dụng rộng rãi trong việc quản lý hạ tầng giao thông và cứu nạn
 - Đường cao tốc, đường sắt, truyền tải điện, ống nước...
- GIS giao thông (GIS-T): quản lý các vị trí tai nạn, biển báo giao thông, vị trí cầu cống
- Hạn chế
 - Khó cài đặt trong thực tế
 - Khó xác định khoảng cách chính xác

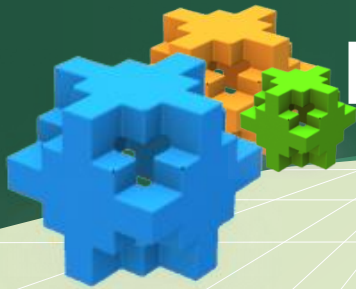




Một số phương pháp tham chiếu

- ❖ Một hệ thống tham chiếu mạnh có các tính chất sau
 - Hỗ trợ độ phân giải không gian rất mịn
 - Hỗ trợ tính toán khoảng cách giữa hai địa điểm
 - Hỗ trợ các hình thức phân tích không gian khác
- ❖ Hệ thống kinh/vĩ độ được gọi là hệ tọa độ địa lý
- ❖ Để định nghĩa được kinh/vĩ độ, cần xác định
 - Tâm Trái đất
 - Trục xoay
- ❖ Các khái niệm
 - Xích đạo được xác định bởi mặt phẳng đi qua tâm và vuông góc với trục xoay
 - Kinh/vĩ tuyến
 - Kinh độ λ , vĩ độ ϕ



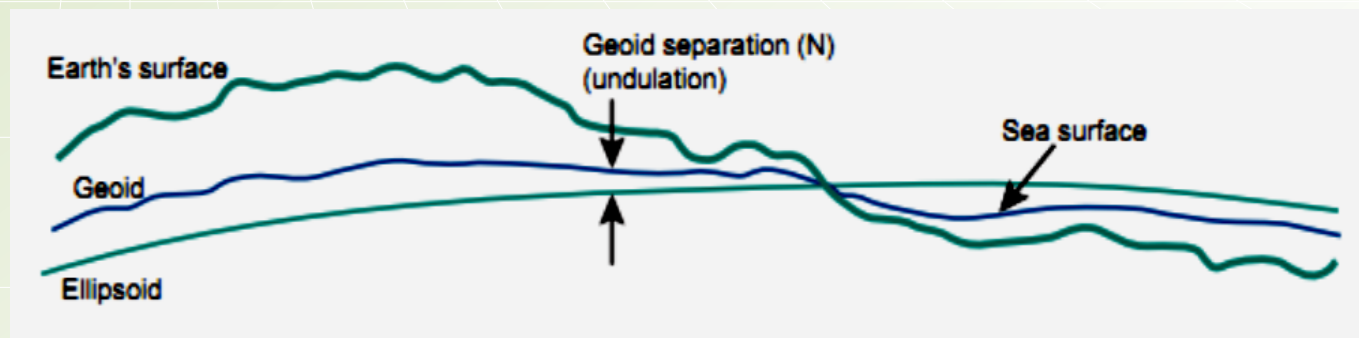


Một số phương pháp tham chiếu

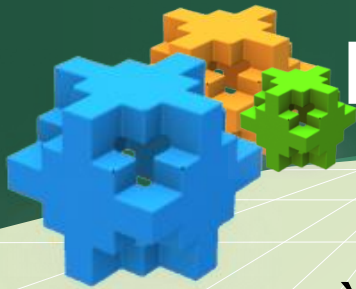
❖ Hệ thống tham chiếu Trái đất hình thành trên cơ sở các mô hình khác nhau về kích thước và hình dạng

- Mô hình tham chiếu Trái đất Geoid:

- Geoid là mặt nước biển trung bình yên tĩnh, kéo dài xuyên qua các lục địa và hải đảo tạo thành một bề mặt cong khép kín.
- Pháp tuyến tại bất kỳ điểm nào cũng trùng với phương của dây dọi qua điểm đó. Khó biểu diễn bằng mô hình toán học.

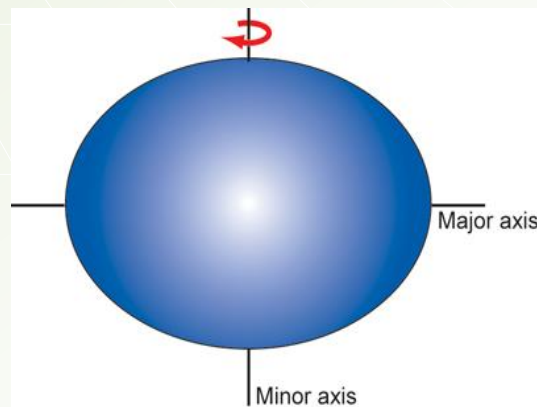


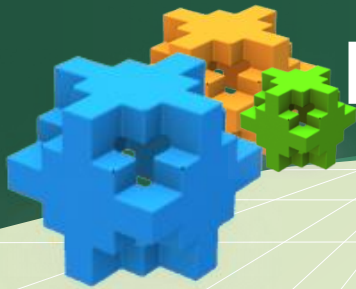
- Mô hình Trái đất hình cầu
- Mô hình Trái đất hình elíp tròn xoay



Một số phương pháp tham chiếu

- ❖ Nhiều hệ thống tính toán xem Trái đất là **hình cầu**
- ❖ Hệ thống định vị chính xác là trên cơ sở Trái đất **elíp tròn xoay** – độ dẹt ~ 20 km.
- ❖ Dọc theo đường xích đạo: 1° tương đương 111.11 km; bán kính 6370 km và chu vi là 40000 km
- ❖ Tại 45° N hay S: vĩ tuyến có độ dài là 28301 km, 1° tương đương 78,6 km.

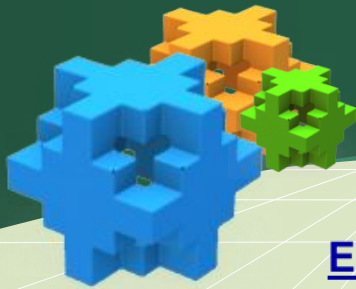




Một số phương pháp tham chiếu

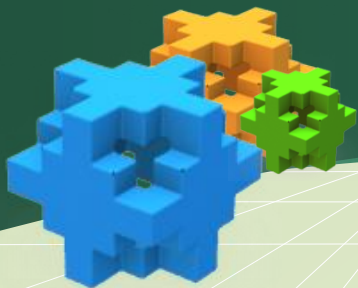
❖ Ellipsoid tham chiếu

- Sử dụng mô hình Trái đất elíp tròn xoay để đo chính xác khoảng cách lớn
 - Mô hình có tính đến độ dẹt tại hai cực Trái đất: khoảng 20 km
 - Mô hình có thể biểu diễn hình dạng Trái đất trơn tru trên bề mặt nước biển trung bình khoảng 100 m
- Elíp tròn xoay được định nghĩa bởi
 - Hệ trục: bán trục lớn (bán kính đường xích đạo) và bán trục nhỏ (bán kính cực)
 - Quan hệ giữa bán trục lớn và bán trục nhỏ và độ dẹt của elíp tròn xoay được biểu diễn bởi độ lệch tâm (*eccentricity*)
- Nhiều elíp tròn xoay tham chiếu được sử dụng tại các nước và tổ chức khác nhau
 - Được phân biệt với nhau bởi tên của nó và năm đề xuất, ví dụ: Clarke 1866, Clarke 1880...
 - Elíp WGS84 (*the World Geodetic System of 1984*) được sử dụng rộng rãi, là chuẩn.



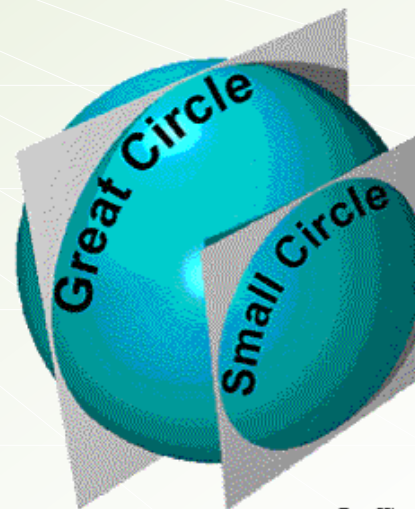
Elip tròn xoay tham chiếu

<u>Ellipse</u>	<u>Semi-Major Axis</u>	<u>Flattening</u>
Airy 1830	6377563.396	299.3249646
Bessel 1841	6377397.155	299.1528128
Clarke 1866	6378206.4 294.9786982	
Clarke 1880	6378249.145	293.465
Everest 1830	6377276.345	300.8017
Fischer 1960 (Mercury)	6378166	298.3
Fischer 1968	6378150	298.3
GRS 1975	6378140	298.257
GRS 1980	6378137	298.257222101
Hough 1956	6378270	297.0
International	6378388	297.0
Krassovsky 1940	6378245	298.3
South American 1969	6378160	298.25
WGS 60	6378165	298.3
WGS 66	6378145	298.25
WGS 72	6378135	298.26
WGS 84	6378137	298.257223563

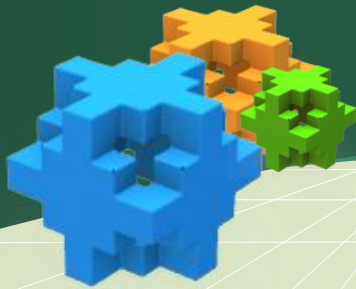


Vòng tròn lớn, vòng tròn nhỏ

- ❖ Vòng tròn lớn là vòng tròn hình thành bởi mặt phẳng cắt quả cầu tại chính tâm
 - đó là vòng tròn lớn nhất có thể vẽ trên bề mặt địa cầu
 - có thể vẽ vô số vòng tròn lớn trên địa cầu
 - vòng tròn lớn được sử dụng để tính khoảng cách giữa hai điểm trên địa cầu
- ❖ Vòng tròn nhỏ được hình thành bằng cách sử dụng mặt phẳng cắt một phần của địa cầu, không qua tâm.

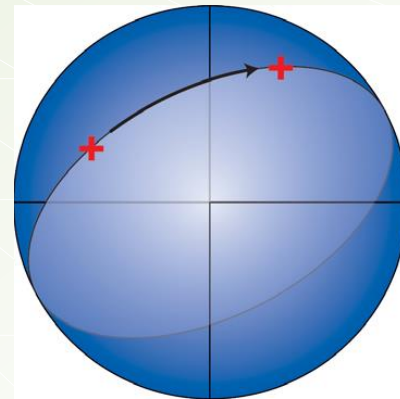


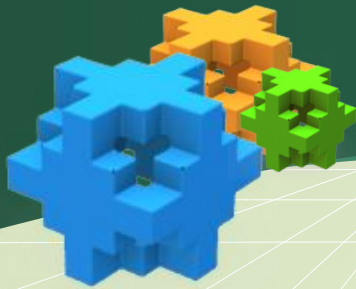
Tony Kirvan 12-4-97



Tính khoảng cách trên mặt địa cầu

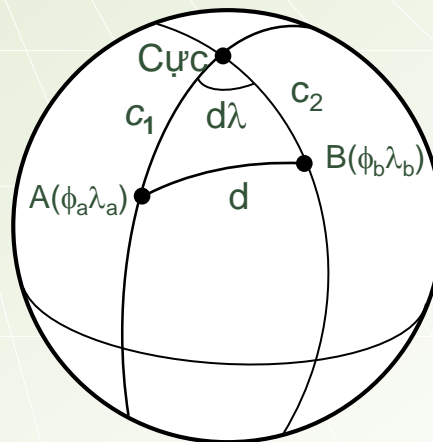
- ❖ Tính khoảng cách trên địa cầu theo kinh, vĩ độ là khá phức tạp
 - Khoảng cách ngắn nhất giữa hai điểm trên địa cầu là cung trên bề mặt cầu
 - Cung hình thành trên cơ sở vòng tròn lớn
- ❖ Sự phân biệt giữa quả cầu và elíp tròn xoay là quan trọng khi làm việc với vùng rộng lớn
 - Bản đồ tỷ lệ 1:40.000.000, một nét bút lỗi trên giấy (0.5 mm) tương đương với 23 km thực.





Tính khoảng cách trên mặt địa cầu

- ❖ Ví dụ tính khoảng cách hai điểm $A(\phi_a, \lambda_a)$ và $B(\phi_b, \lambda_b)$ trên mặt địa cầu, như sau:
- Dựng tam giác cầu ABC, C - cực Trái đất
 - Nếu điểm A có vĩ độ ϕ_a , và điểm B có vĩ độ ϕ_b thì khoảng cách góc đến cực sẽ là $c_1 = 90 - \phi_a$ và $c_2 = 90 - \phi_b$
 - Góc cầu của cạnh chưa biết (d) là $d\lambda = |\lambda_a - \lambda_b|$



(Arthur H. Robinson et.al., *Element of Cartography*, 6th Edition, John Wiley & Sons, 1995)



Tính khoảng cách trên mặt địa cầu

- ❖ Áp dụng công thức cosin để tính **d**

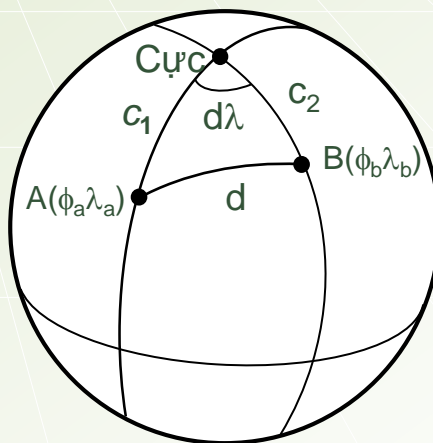
$$\cos d = \cos c_1 \cdot \cos c_2 + \sin c_1 \cdot \sin c_2 \cdot \cos d\lambda$$

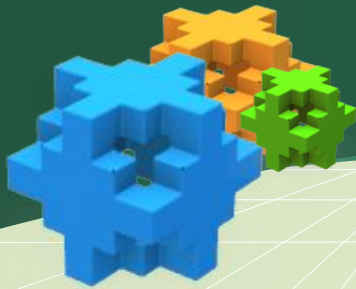
- ❖ Biểu diễn công thức này bằng vĩ độ

$$\cos d = \sin \phi_a \cdot \sin \phi_b + \cos \phi_a \cdot \cos \phi_b \cdot \cos d\lambda$$

- ❖ Độ dài của cung **s** sẽ là

s=**R.d**, trong đó: **R** - bán kính Trái đất





Tính khoảng cách trên mặt địa cầu

- ❖ Ví dụ tính khoảng cách giữa thủ đô Washington, D.C. ($38^{\circ}50'N$, $77^{\circ}00'W$) và thủ đô Moscow ($55^{\circ}45'N$, $37^{\circ}37'E$)

$$\cos D = \sin(38.833) \cdot \sin(55.75) + \cos(38.833) \cdot \cos(55.75) \cdot \cos(|-77.0 - 37.62|)$$

$$\cos D = 0.627 \times 0.827 + 0.779 \times 0.563 \times -0.417$$

$$\cos D = 0.518 - 0.183 = 0.335$$

$$D = \cos^{-1}(0.335) = 70.43^{\circ}$$

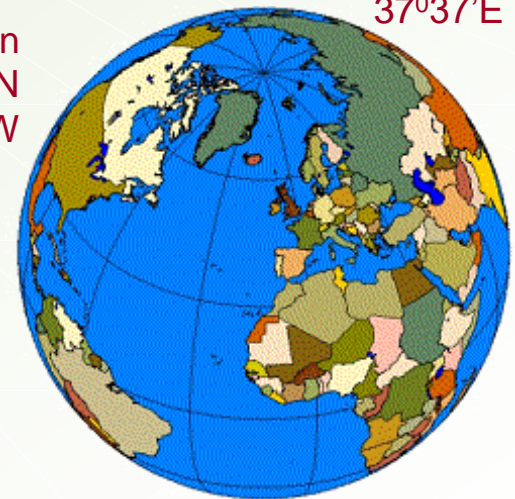
- 1° trên vòng tròn lớn ~ 111 km, vậy khoảng cách giữa thủ đô Moxkva và thủ đô Washington là:

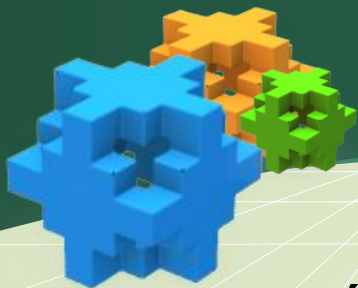
$$70.43^{\circ} \times 111 \text{ km}^{\circ} = 7817.73 \text{ km}$$

- ❖ Bài tập: Tính khoảng cách giữa Hà Nội ($21^{\circ}02'N$, $105^{\circ}52'E$) và Tp. Hồ Chí Minh ($10^{\circ}46'N$, $106^{\circ}41'E$)

Washington
 $38^{\circ}50'N$
 $77^{\circ}00'W$

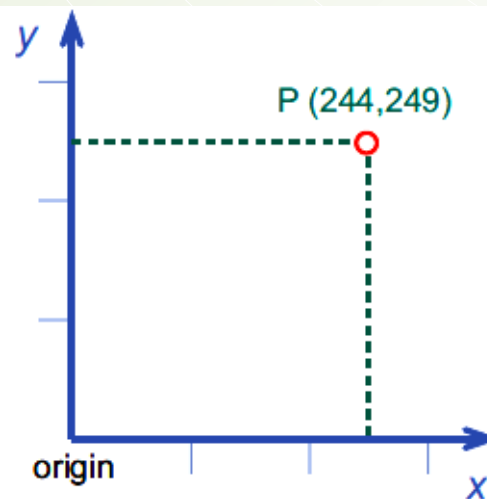
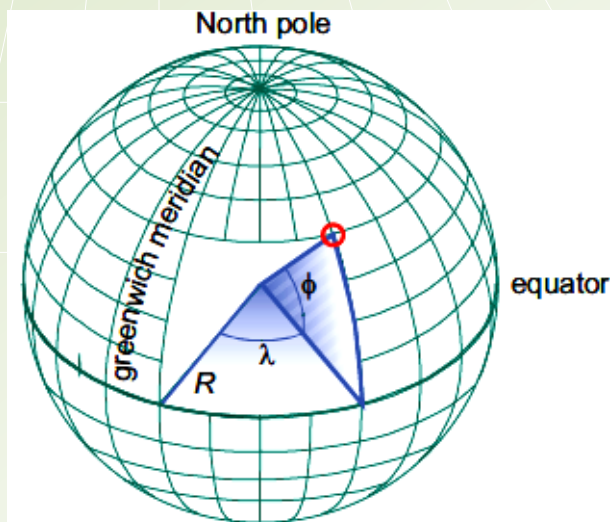
Moscow
 $55^{\circ}45'N$
 $37^{\circ}37'E$





3. Chiếu bản đồ

- ❖ Chiếu hình là biến đổi hệ tọa độ n -chiều (nD) sang hệ tọa độ m -chiều (mD) với $m < n$
- ❖ Chiếu bản đồ là hệ thống trong đó các vị trí trên mặt cong của Trái đất được biểu diễn trên mặt phẳng theo tập qui luật nào đó.
 - Về toán học thì phép chiếu là tiến trình chuyển đổi tọa độ (kinh/vĩ độ) trên địa cầu (ϕ, λ) sang tọa độ phẳng (x, y)





Chiếu bản đồ

- ❖ Mỗi phép chiếu bản đồ có thể được biểu diễn bởi cặp hàm toán học:

$$x = f(\phi, \lambda)$$

$$y = g(\phi, \lambda)$$

- Ví dụ với phép chiếu *Mecator*:

$$x = \lambda$$

$$y = \ln \tan [\phi/2 + \pi/4], \text{ trong đó, } \ln - \text{logarit tự nhiên}$$

- Biến đổi ngược từ hệ tọa độ Đề các sang hệ tọa độ kinh/vĩ độ trong phép chiếu *Mecator* như sau:

$$\lambda = x$$

$$\phi = 2 \arctan e^y - \pi/2, \text{ trong đó, } e = 2.71828$$

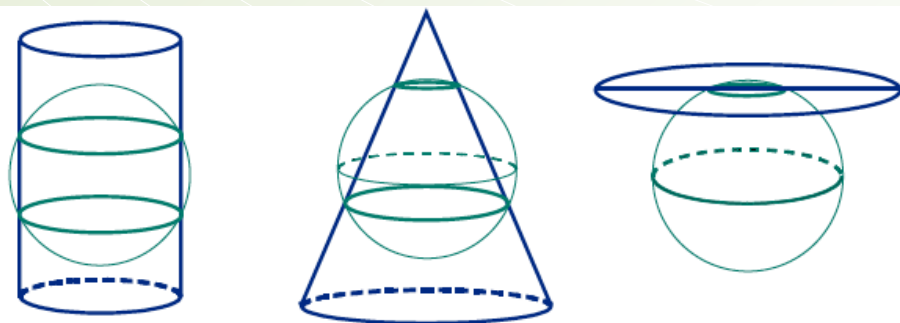
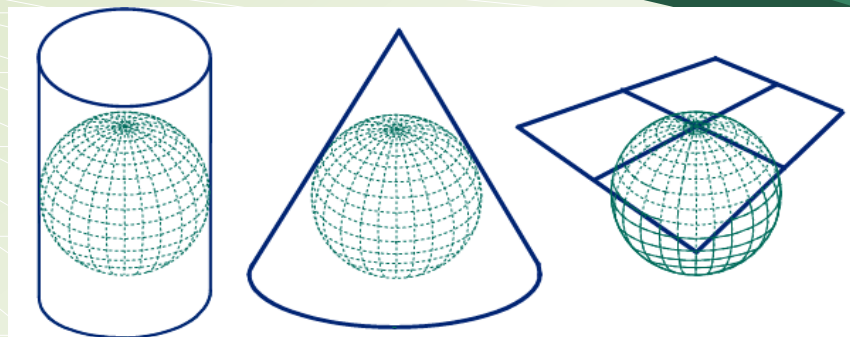
- ❖ Với tập dữ liệu địa lý cần phải biết *Projection* và *Datum*
 - *Datum* là mô hình Trái đất được sử dụng để làm bản đồ. *Datum* bao gồm dãy chữ số xác định hình dạng, kích thước và hướng của *ellipsoid*.



Chiếu bản đồ

❖ Phân loại phép chiếu

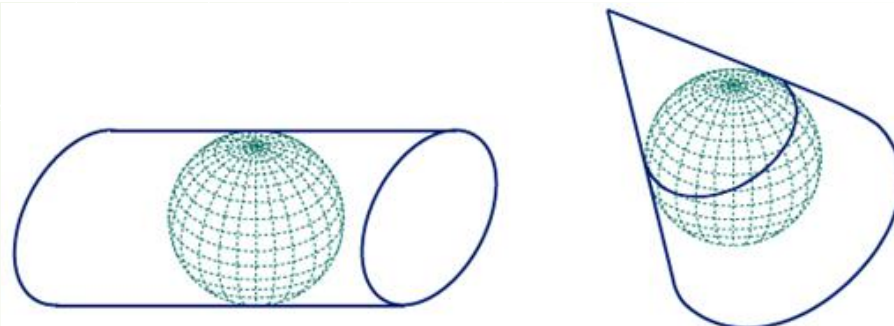
- Theo hình dáng bề mặt chiếu cơ bản: Mặt phẳng (*azimuthal*), hình nón (*conic*) và hình trụ (*cylindrical*)
- Trên cơ sở vị trí mặt chiếu
- Theo biến dạng (góc, diện tích, hướng, hình dạng và khoảng cách) của đối tượng:
 - Phù hợp (*conformal*),
 - Tương đương (*equivalent*),
 - Phối cảnh (*perspective*)



Cylindrical

Conical

Azimuthal

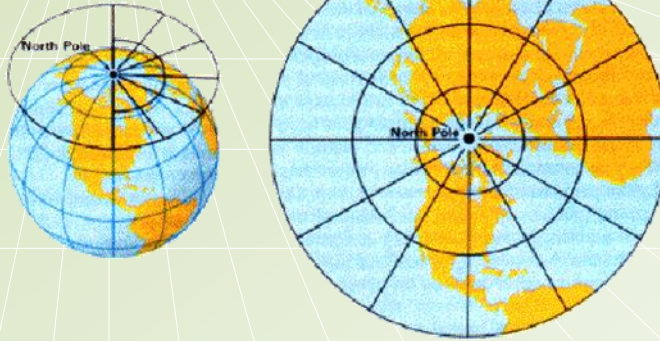


Transverse cylindrical

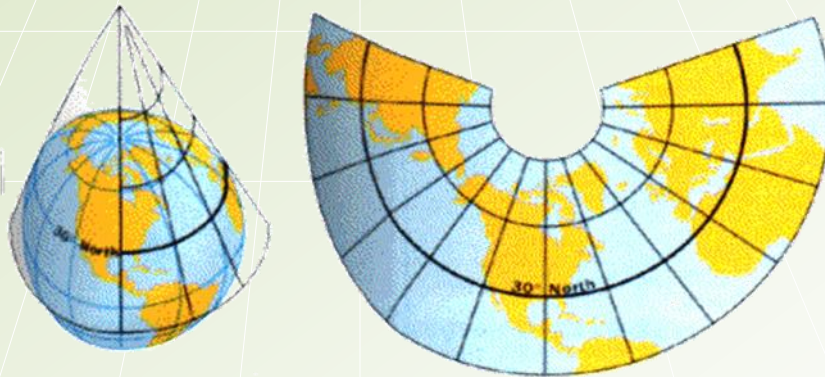
Oblique conical

Ví dụ chiếu bản đồ

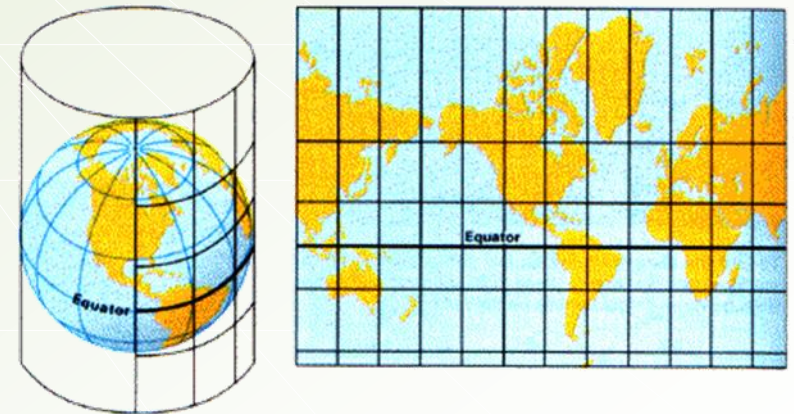
Azimuthal Projection



Conic Projection



Cylindrical Projection





Chiếu bản đồ

❖ Các bề mặt triển khai (mặt chiếu cơ bản)

- Phần lớn các phương pháp chiếu được mô tả trên bề mặt khai triển tưởng tượng. Đó là bề mặt chiếu được mở ra (phanh ra) sau khi cắt theo đường thẳng để có mặt phẳng,
- Điểm hay đường thẳng nơi bề mặt triển khai tiếp xúc với địa cầu được gọi là điểm (tiếp điểm) hay đường chuẩn (tiếp tuyến), nó có sai số bằng không, tỷ lệ chiếu là không đổi và đối tượng trên mặt chiếu bằng thực tế,
- Nếu mặt triển khai tiếp xúc với địa cầu thì phép chiếu được gọi là tiếp tuyến (*tangent*)
- Nếu mặt triển khai cắt địa cầu thì gọi là phép chiếu cắt (*secant*)
 - nơi bề mặt và địa cầu giao nhau (giao tuyến) sẽ không có biến dạng
 - nơi mà bề mặt ngoài địa cầu thì đối tượng lớn hơn thực tế, tỷ lệ lớn hơn 1
 - nơi mà bề mặt trong địa cầu thì đối tượng nhỏ hơn thực tế, tỷ lệ < 1



Chiếu bản đồ

❖ Tại sao GIS cần phép chiếu bản đồ

- bản đồ là nguồn dữ liệu vào chủ yếu của GIS. Bản đồ ở trong nhiều phép chiếu khác nhau, do vậy cần biến đổi để thống nhất tọa độ.
- Màn hình máy tính, giấy là phẳng nên cần biến đổi để hiển thị

❖ Các đặc tính của đặc trưng bị biến dạng khi chiếu bản đồ

- góc, diện tích, hướng, hình dạng và khoảng cách sẽ bị biến dạng khi biến đổi từ mặt cong sang mặt phẳng
- chỉ với 1 phép chiếu ta không thể giữ cho mọi đặc tính không biến dạng
 - thông thường ta giữ cho một đặc tính biến dạng ít nhất trong khi các đặc tính còn lại biến dạng nhiều

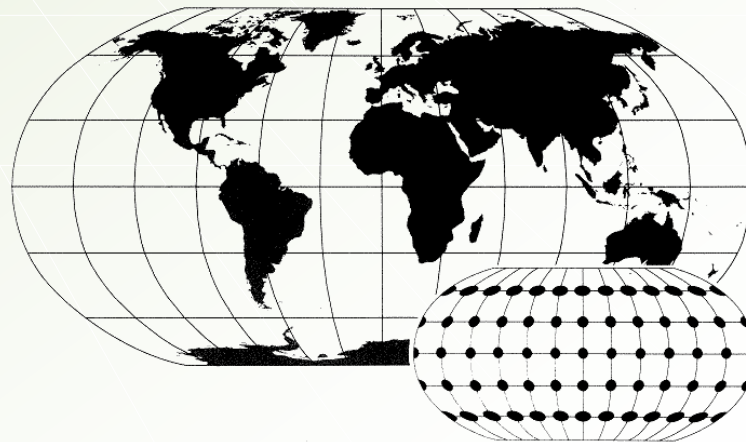


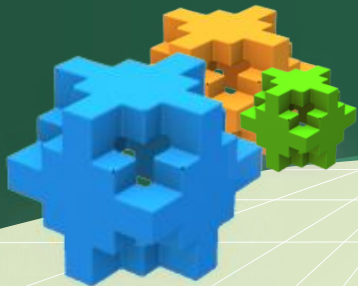
Chiếu bản đồ

❖ Chỉ số Tissot

- là cách thuận tiện chỉ ra biến dạng
- tưởng tượng các vòng tròn nhỏ vẽ trên mặt địa cầu
- trên bản đồ biến dạng thì hình tròn trở thành elíp, dãn hay co do phép chiếu
- kích thước và hình dạng của chỉ số sẽ khác nhau từ phần này đến phần khác của bản đồ
- sử dụng chỉ số Tissot để hiển thị hiệu ứng biến dạng của các phép chiếu

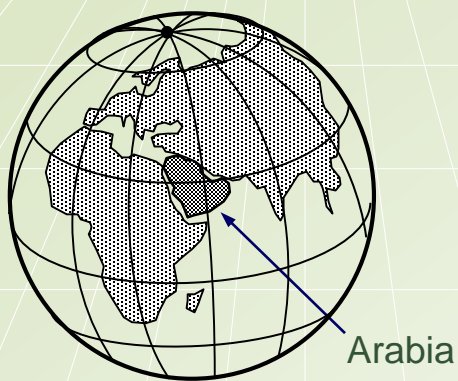
M.J. Kraak,
F.J. Ormeling 1996



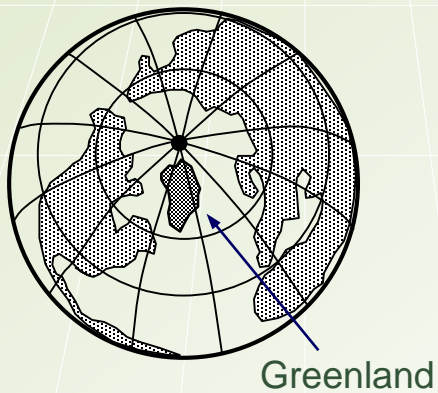
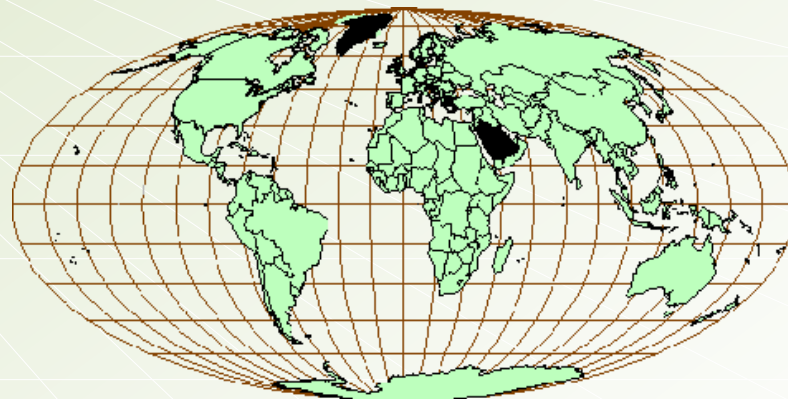


Chiếu bản đồ

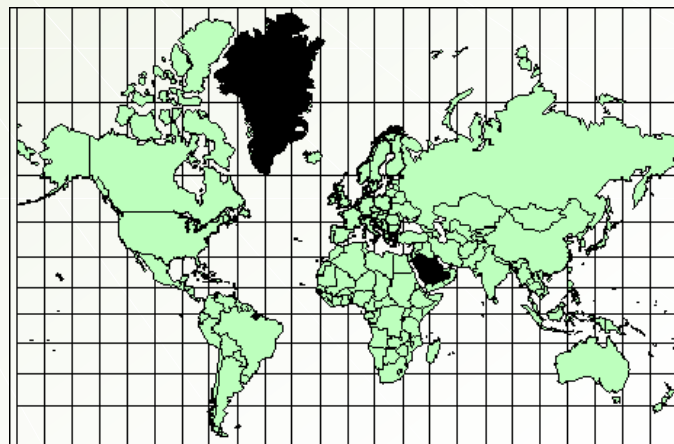
❖ Phép chiếu bảo toàn diện tích và bảo toàn hình dạng

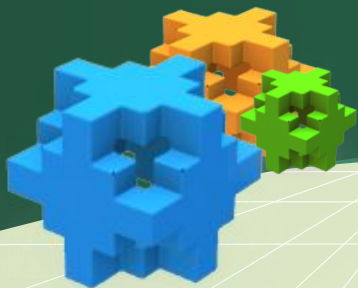


Phép chiếu
bảo toàn
diện tích
(Mollweide)



Phép chiếu
bảo toàn
hình dạng
(Mecator)





Chiếu bản đồ

❖ Phép chiếu UTM (*Universal Transverse Mercator*)

- Mặt chiếu hình trụ nằm ngang, xoay trái đất quanh nó để có các múi (tổng số 60 múi, mỗi múi 6°)

$$x = \frac{1}{2} Rk_0 \ln[(1+B)(1-B)]$$

$$y = Rk_0 \left\{ \arctg \left[\frac{\operatorname{tg} \phi}{\cos(\lambda - \lambda_0)} \right] - \phi_0 \right\}$$

$$B = \cos \phi \cdot \sin(\lambda - \lambda_0)$$

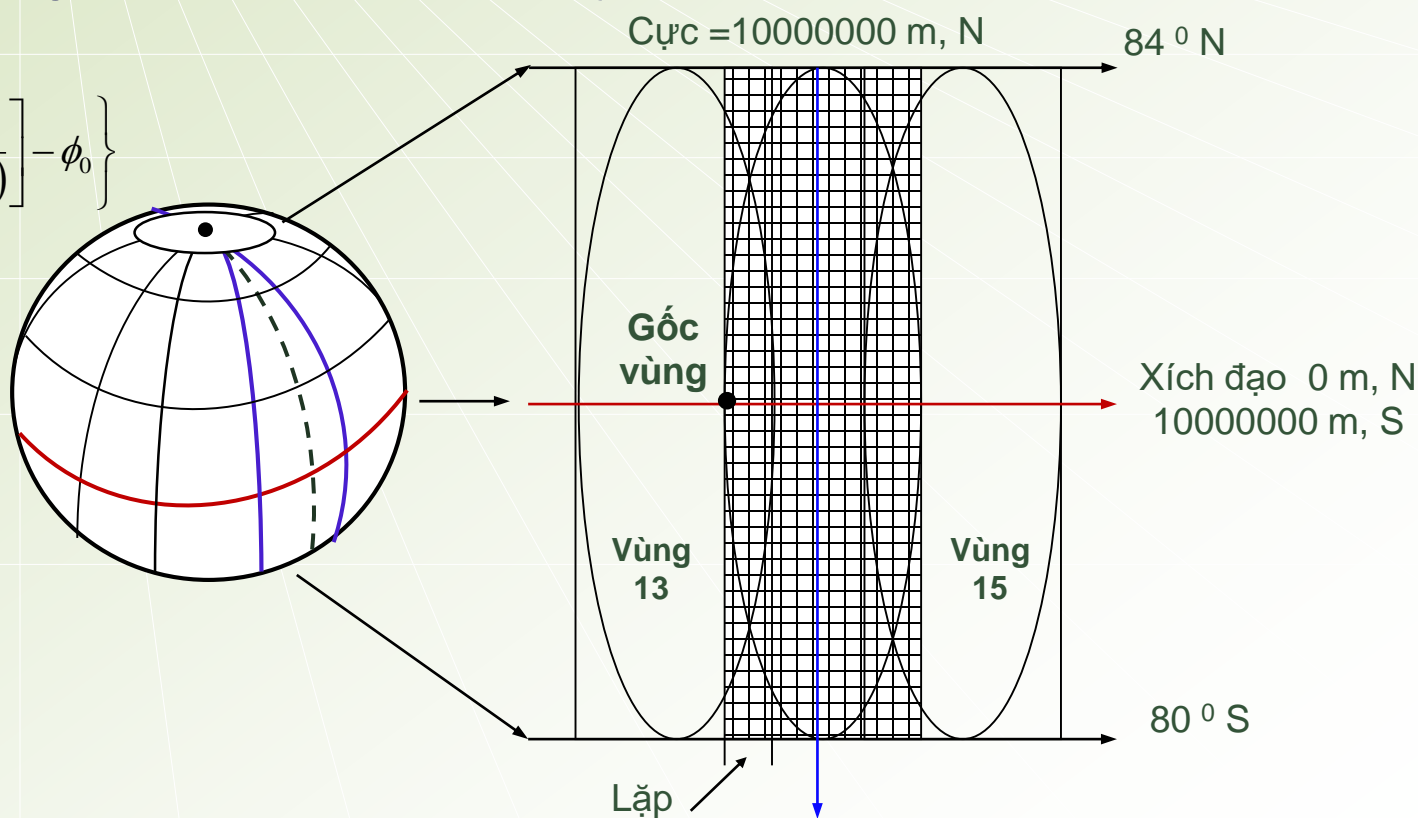
Trong đó,

(λ, ϕ) kinh vĩ độ

$R=6371176\text{m}$

$k_0=0.9996$ sai số tại λ_0

(λ_0, ϕ_0) gốc trục

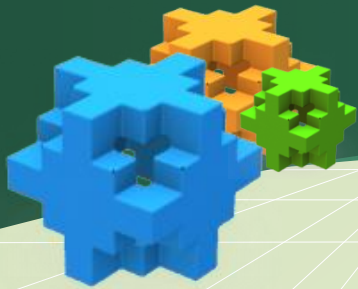




Chiếu bản đồ

❖ Phép chiếu UTM (*Universal Transverse Mercator*)

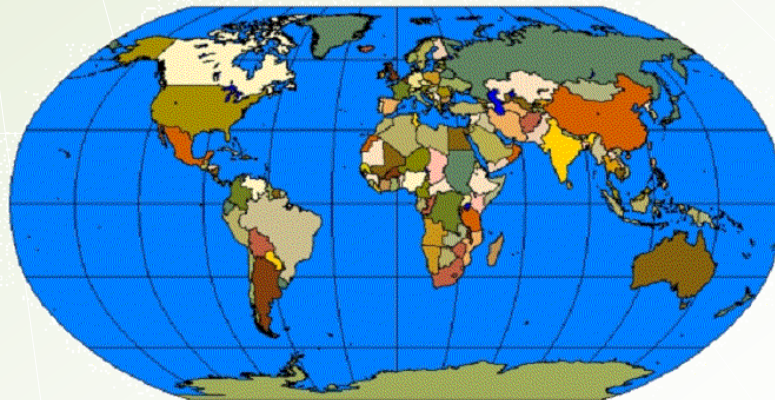
- Các tọa độ UTM xác định vị trí hai chiều, đơn vị đo là mét.
- Được áp dụng rộng rãi: bản đồ tô pô, ảnh vệ tinh, CSDL tài nguyên.
- Mỗi múi UTM (*zone*) được gán bởi một con số
 - giá trị số được gán cho mỗi dải 6° kinh và trải từ 80° vĩ Nam đến 84° vĩ Bắc
 - các ký tự được gán cho mỗi 8° vĩ cho các vùng trải theo 2 hướng từ Xích đạo
- Mỗi múi UTM có kinh tuyến trung tâm (*Central meridian*)
 - Ví dụ: Zone 14 có kinh tuyến trung tâm là 99° W. Múi này trải dài từ 96° W đến 102° W
 - Việt nam nằm trọn trong múi thứ 48: trải dài từ 102°E đến 108°E, kinh tuyến trung tâm là 105°E



Chiếu bản đồ

❖ Phép chiếu *Robinson*

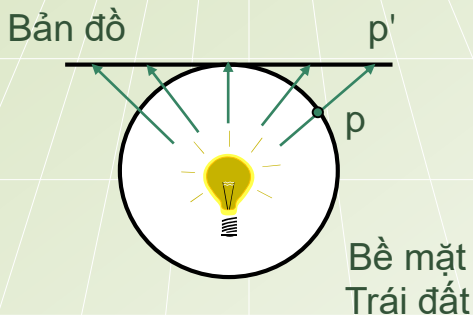
- Các phép chiếu nói trên đều có một thuộc tính ít sai số nhất, nhưng các thuộc tính khác lại có sai số rất lớn.
- Phép chiếu Robinson làm thay đổi mọi thuộc tính của đặc trưng, nhưng các sai số đó đều không lớn, do vậy Trái đất “thật” hơn.
- Lưới chiếu: kinh tuyến trục là đường vuông góc với xích đạo, kinh tuyến khác là những đường cong cách đều nhau. Vĩ tuyến là các đường song song cách đều nhau từ 38°S đến 38°N
- Bản đồ đối xứng qua đường xích đạo và kinh tuyến trục



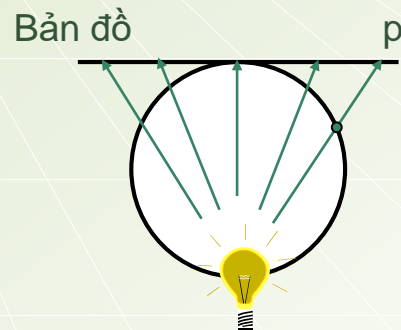
Chiếu bản đồ

❖ Nguồn sáng chiếu giả định

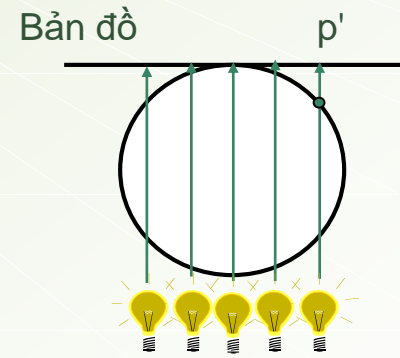
- Đặt ở tâm Trái đất
- chúng có thể được đặt tại cực Trái đất đối diện
- chúng có thể là dãy nguồn sáng



Gnomonic



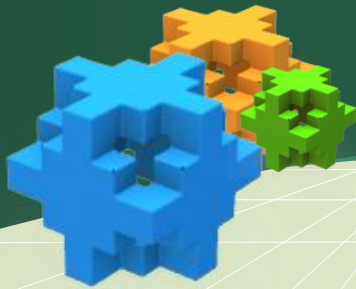
Stereographic



Orthographic

❖ Lựa chọn phép chiếu cho ứng dụng

- Chọn phép chiếu hình trụ cho các nước hay vùng nhiệt đới
- Chọn phép chiếu hình nón cho các nước hay vùng ôn đới
- Chọn phép chiếu mặt phẳng cho vùng cực



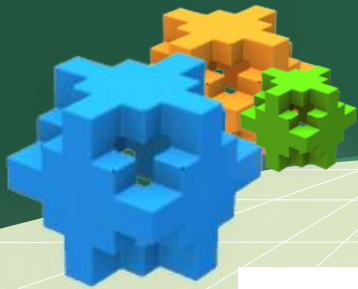
Hệ tọa độ Quốc gia VN-2000

- ❖ Tham số chính của VN-2000 (*Thông tư Số: 973/2001/TT-TCĐC ngày 20 tháng 6 năm 2001 của Tổng cục Địa Chính*)
 - Elipsoid qui chiếu quốc gia là WSG-84 toàn cầu
 - Bán trục lớn: $a = 6378137,0 \text{ m}$
 - Độ dẹt: $f=1: 298,257223563$
 - Tốc độ góc quay quanh trục: $w = 7292115,0 \times 10^{-11} \text{ rad/s}$
 - Điểm gốc tọa độ quốc gia: Điểm N00 đặt tại Viện Nghiên cứu Địa chính thuộc Tổng cục Địa chính, đường Hoàng Quốc Việt, Hà Nội.
 - Gốc có cao độ 0.00 m : Điểm tại Hòn Dấu, Hải Phòng
 - Lưới chiếu tọa độ phẳng cơ bản: Lưới chiếu hình trụ ngang đồng góc UTM quốc tế
- ❖ Các phương pháp chuyển đổi tọa độ sang VN-2000

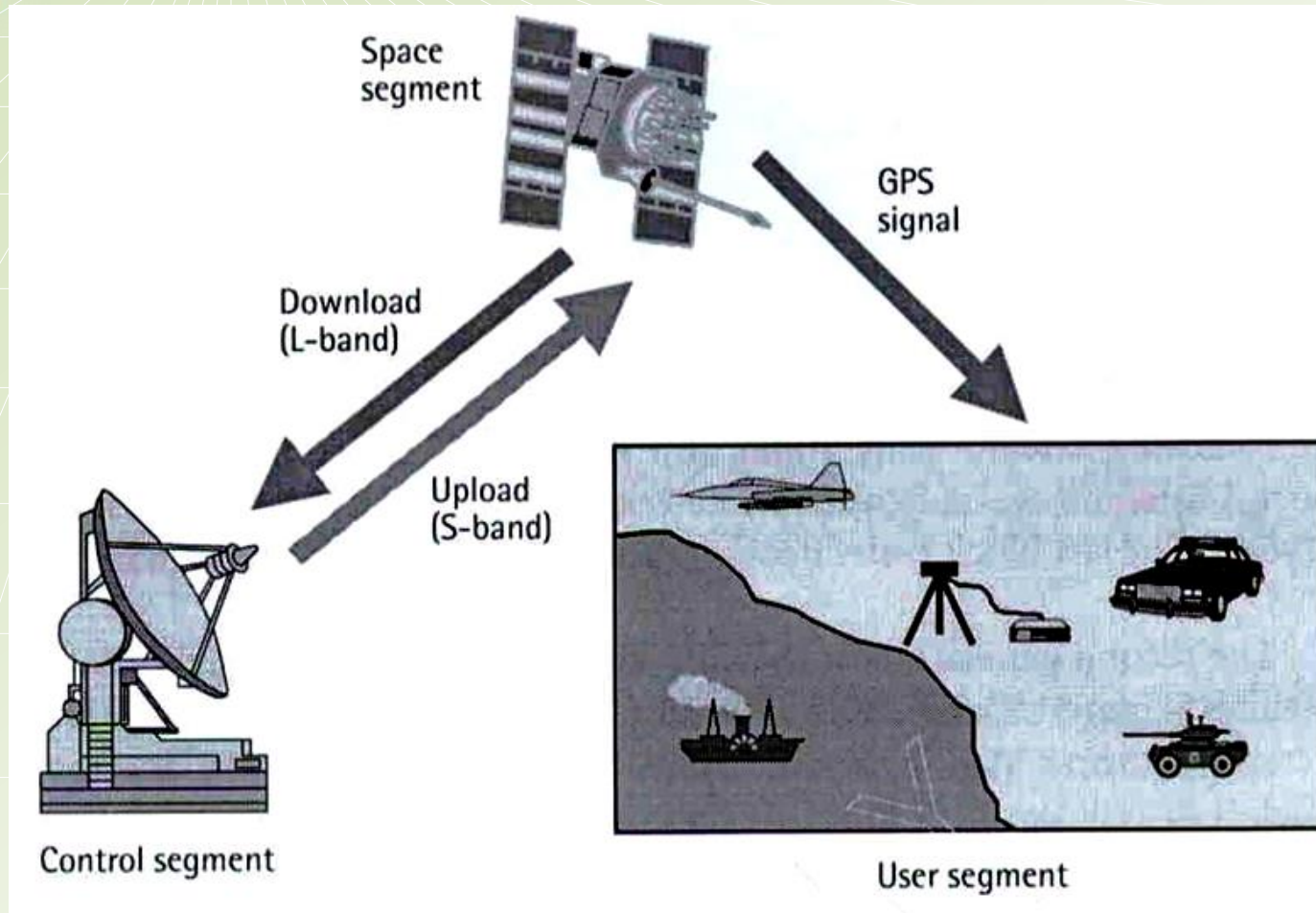


4. Hệ thống GNSS

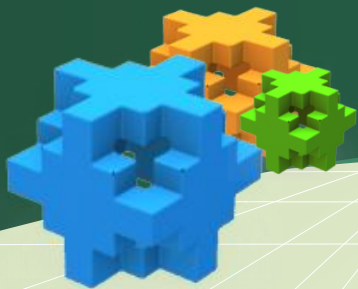
- ❖ Hệ thống vệ tinh dẫn đường toàn cầu (GNSS – Global Navigation Satellite System)
 - Là tên dùng chung cho các hệ thống định vị toàn cầu
 - Là công cụ giúp xác định chính xác vị trí trên mặt Trái đất
- ❖ Các hệ thống thuộc GNSS
 - GPS (Global Positioning System) của Mỹ
 - Galileo (Liên minh Châu Âu)
 - GLONASS (Nga)
 - Bắc Đẩu (Trung Quốc)
 - QZSS (Quasi-Zenith System) Nhật Bản
 - IRNSS (Ấn độ)



Các thành phần của GNSS



(Ahmed El-Rabbany, *Introduction to GPS: The Global Positioning System*, Artech House, 2002)



Hệ thống GPS

- ❖ Hệ thống định vị toàn cầu (GPS – Global Positioning System) là công cụ giúp xác định chính xác vị trí trên mặt Trái đất
 - được thai nghén từ 1960
 - Bộ quốc phòng Mỹ tài trợ và điều khiển, nhưng dân sự được sử dụng
 - 1991 - GPS bao gồm trù 24 (+3 dự trữ) vệ tinh bay ở quỹ đạo 19300 km, thực hiện hai vòng quay / ngày.
 - Quỹ đạo được sắp đặt sao cho vào thời điểm bất kỳ có thể nhìn thấy ít nhất 4 vệ tinh từ Trái đất.

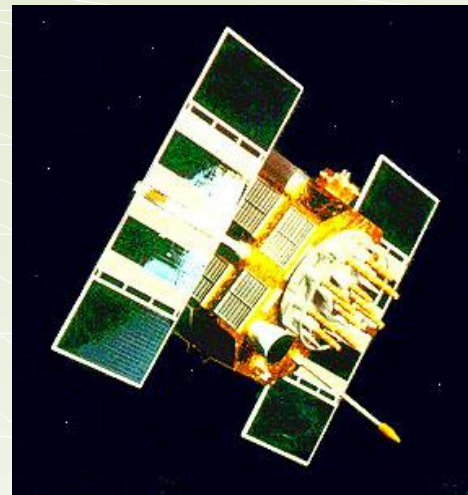


Photo courtesy [NASA](#)
NAVSTAR GPS
satellite

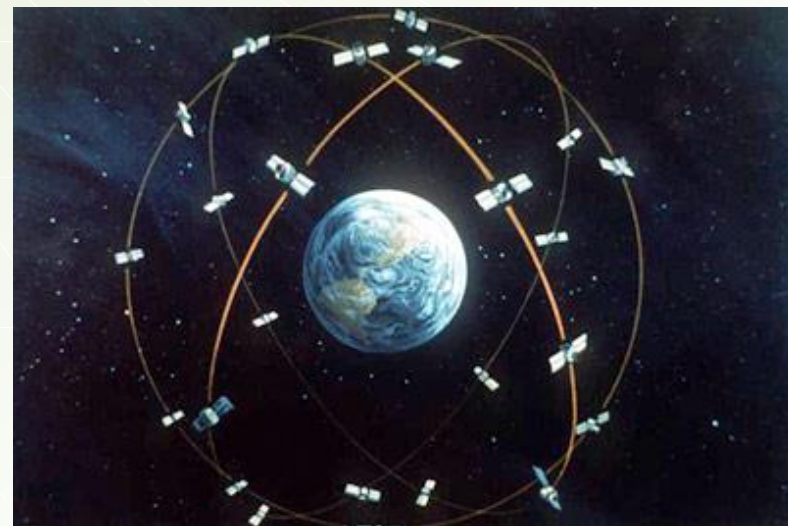
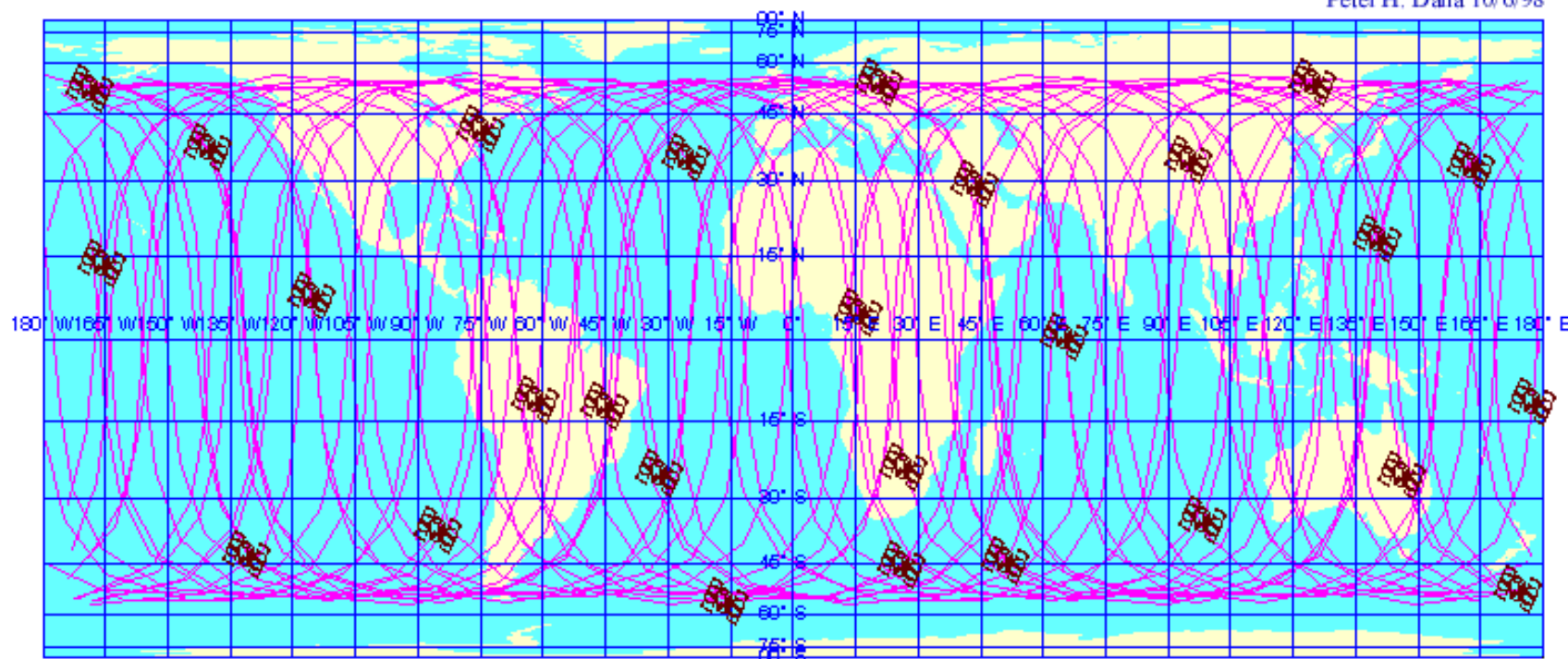


Photo courtesy [U.S. Department of Defense](#)



Quỹ đạo GPS

Peter H. Dana 10/6/98



Global Positioning System Satellites and Orbits
for 27 Operational Satellites on September 29, 1998

Satellite Positions at 00:00:00 9/29/98 with 24 hours (2 orbits) of Ground Tracks to 00:00:00 9/30/98



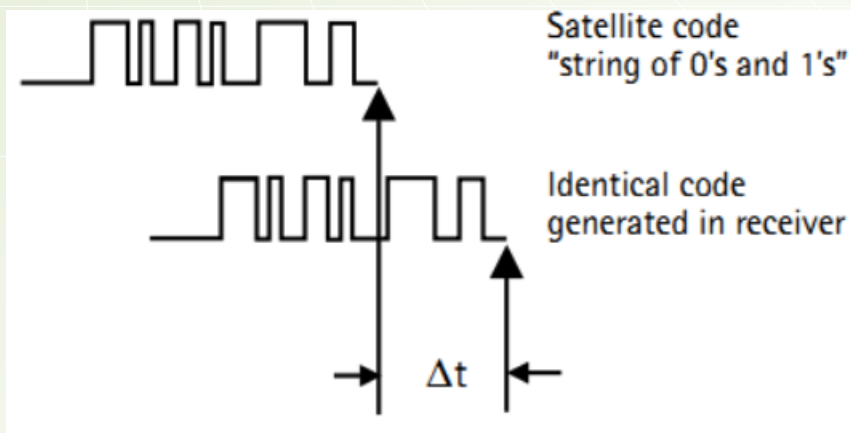
GPS hoạt động thế nào?

❖ Máy thu GPS cần phải

- Xác định khoảng cách từ máy thu đến mỗi vệ tinh
- Định vị được ít nhất 3 vệ tinh
- Từ các thông số này xác định vị trí của máy thu GPS

❖ Xác định khoảng cách từ máy thu GPS đến vệ tinh

- Vệ tinh phát chuỗi tín hiệu radio mã giả ngẫu nhiên về máy thu với vận tốc ánh sáng (300.000 km/s)
- Máy thu GPS sẽ tính toán khoảng cách đến vệ tinh:
 - Khoảng cách = Thời gian trễ * tốc độ ánh sáng

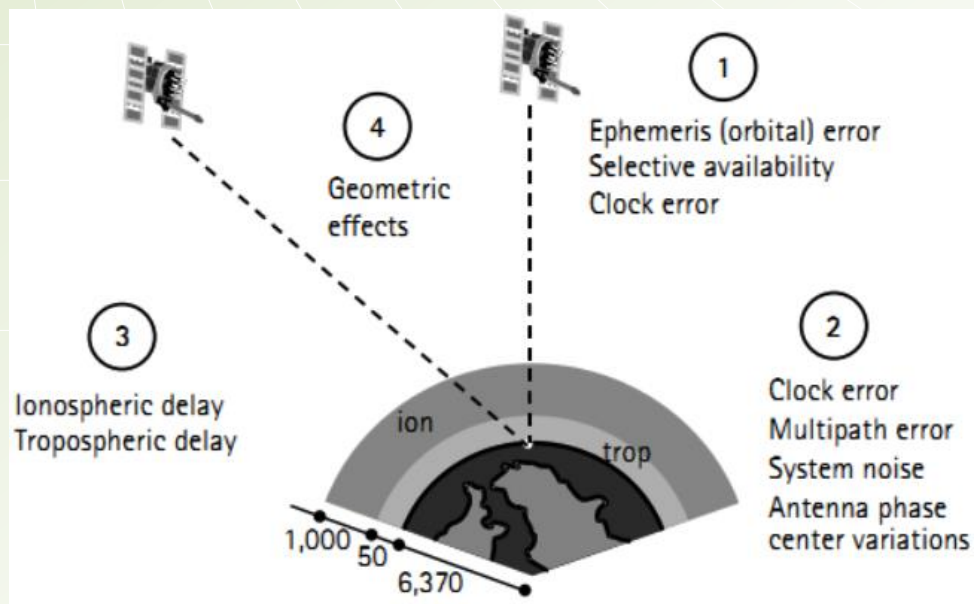


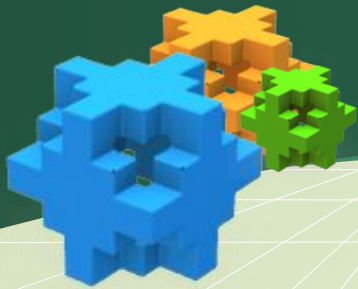


GPS hoạt động thế nào?

❖ Xác định khoảng cách từ máy thu GPS đến vệ tinh (tt)

- Để tránh sai số, đồng hồ trên vệ tinh và máy thu phải có độ chính xác cao (cỡ ns) và chúng phải đồng bộ với nhau
- Giải pháp: Sử dụng đồng hồ nguyên tử cho vệ tinh và máy thu
 - Do đồng hồ nguyên tử khá đắt nên máy thu có thể sử dụng đồng hồ quartz, nhưng cần liên tục hiệu chỉnh theo tín hiệu thu được từ 04 vệ tinh

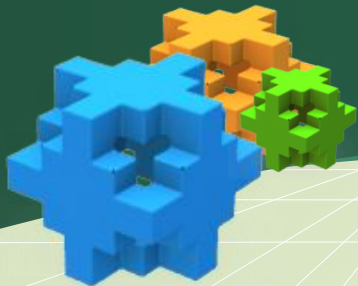




GPS hoạt động thế nào?

❖ Định vị vệ tinh trên quỹ đạo

- Vệ tinh hoạt động trên quỹ đạo xác định trước nên có thể dự đoán được vị trí của chúng
- Máy thu chứa Almanac (bộ lịch), là bảng để tra cứu vị trí của các vệ tinh ở thời điểm bất kỳ
- Lực hút mặt trăng, mặt trời ... làm ảnh hưởng đến quỹ đạo vệ tinh. Bộ Quốc phòng Mỹ liên tục gửi thông số hiệu chỉnh từ vệ tinh về máy thu
- Các sai số tự nhiên ảnh hưởng đến tính toán: Tầng điện li, tầng đối lưu, bầu không khí làm ảnh hưởng đến các tín hiệu truyền từ vệ tinh về máy thu
- Các sai số nhân tạo do Bộ QP Mỹ tạo ra gọi là **Selective Availability (SA)**
- Ngày 1/5/2000 Tổng thống Mỹ công bố loại bỏ SA.



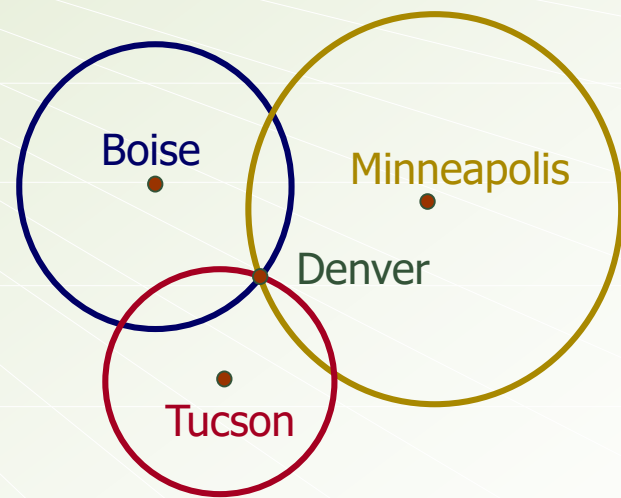
GPS hoạt động thế nào?

❖ Xác định vị trí của máy thu GPS

- Trên nguyên lý toán học đo ba cạnh tam giác (*Trilateration*) để tìm ra vị trí nơi có máy thu GPS

❖ Nguyên lý toán học đo ba cạnh tam giác trong 2D

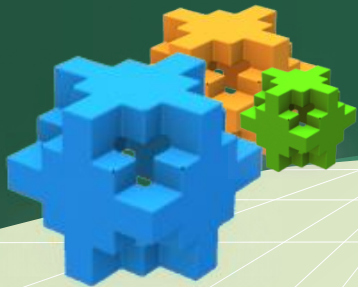
- giả sử ông A bị lạc trong nước Mỹ
- một ai đó cho ông A biết là đang ở cách Boise (Idaho) 1339 km
- một người khác cho biết ông A đang ở cách Minneapolis (Minnesota) 1472 km
- nếu ai đó cho biết ông A đang ở cách Tucson (Arizona) 1439 km thì ông A có thể biết được đang ở Denver (Colorado).





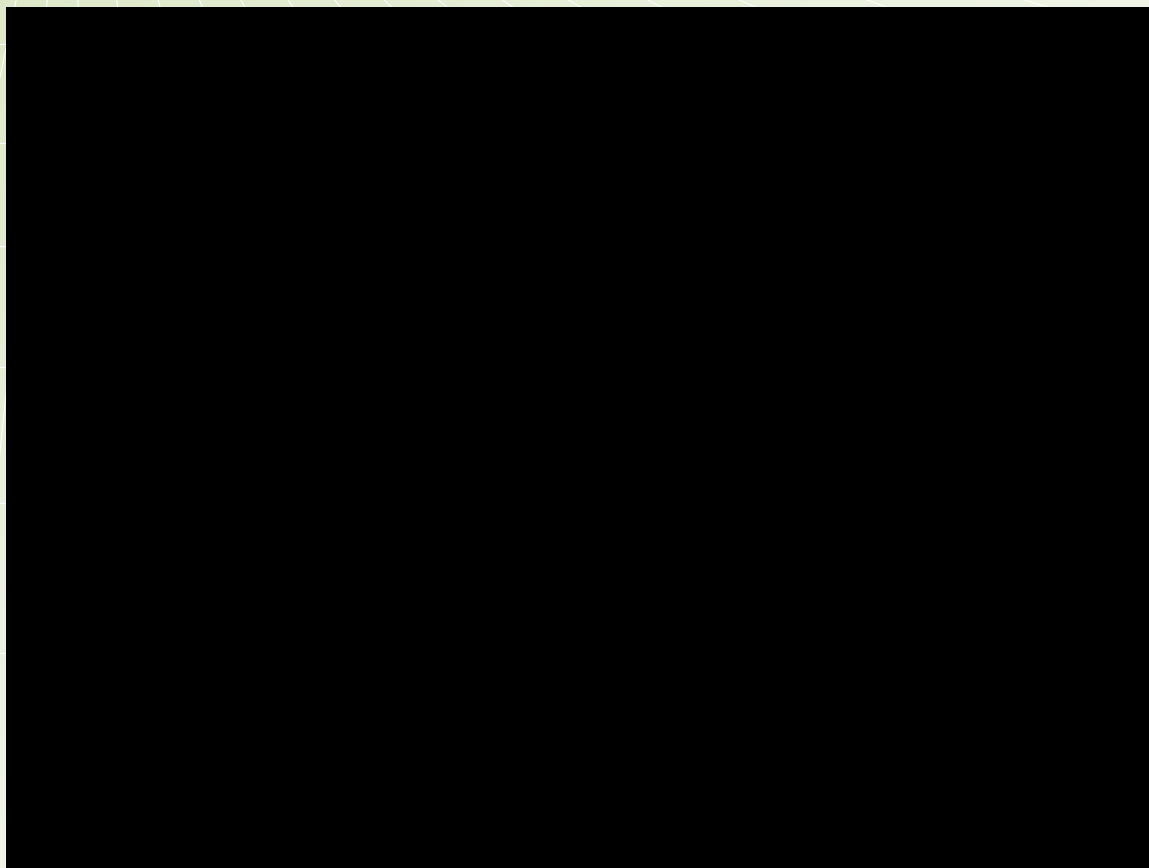
GPS hoạt động thế nào?

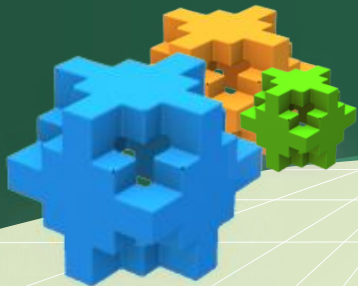
- ❖ Nguyên lý toán học đo ba cạnh tam giác trong 3D
 - Thay cho hình tròn (2D), ta sẽ làm việc với hình cầu trong 3D.
 - Nếu biết ta ở cách vệ tinh A 19.000 km \rightarrow ta ở đâu đó trên mặt cầu bán kính 19.000 km
 - nếu ta cũng biết đang ở cách vệ tinh B 20.200 km \rightarrow ta đang ở đâu đó trên hình tròn, giao của hai mặt cầu
 - nếu ta biết khoảng cách đến vệ tinh thứ ba thì ta đang ở trên một trong 2 điểm, giao của ba mặt cầu
 - Trái đất được xem như mặt cầu thứ 4 để loại trừ 1 trong 2 điểm
 - máy thu GPS thường thu thông tin từ vệ tinh thứ 4 để tăng độ chính xác và để cung cấp thông tin độ cao.
- ❖ Tóm lại: máy thu GPS cần phải biết
 - vị trí của ít nhất 3 vệ tinh
 - khoảng cách giữa máy thu GPS tới các vệ tinh đó



GPS hoạt động thế nào?

❖ 3-D Trilateration

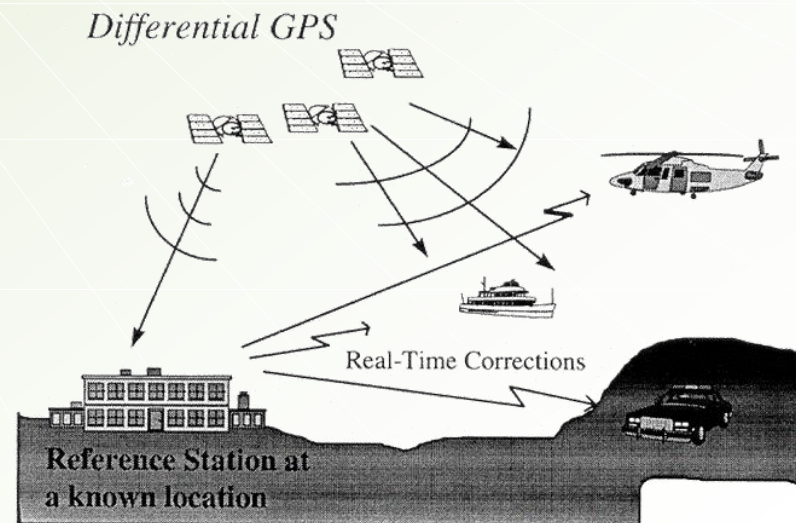
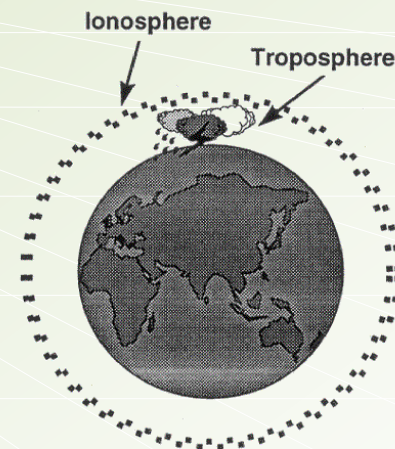


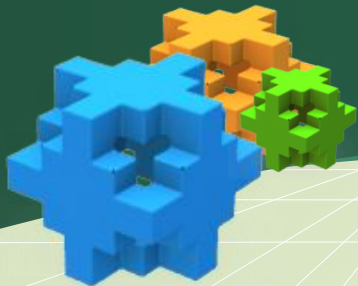


GPS vi sai

❖ GPS vi sai (DGPS - Differential GPS)

- có khả năng loại bỏ lỗi gây ra do tác động tầng khí quyển: tầng điện ly, tầng đối lưu
- ❖ Ý tưởng: đánh giá sai số tại trạm thu đã biết trước vị trí chính xác
 - sau khi ước lượng được sai số, trạm thu tính này gửi tín hiệu vô tuyến tới các thiết bị DGPS trong vùng để làm thông tin hiệu chỉnh.
 - độ chính xác đạt được từ 1-2 cm đến 10-20 m





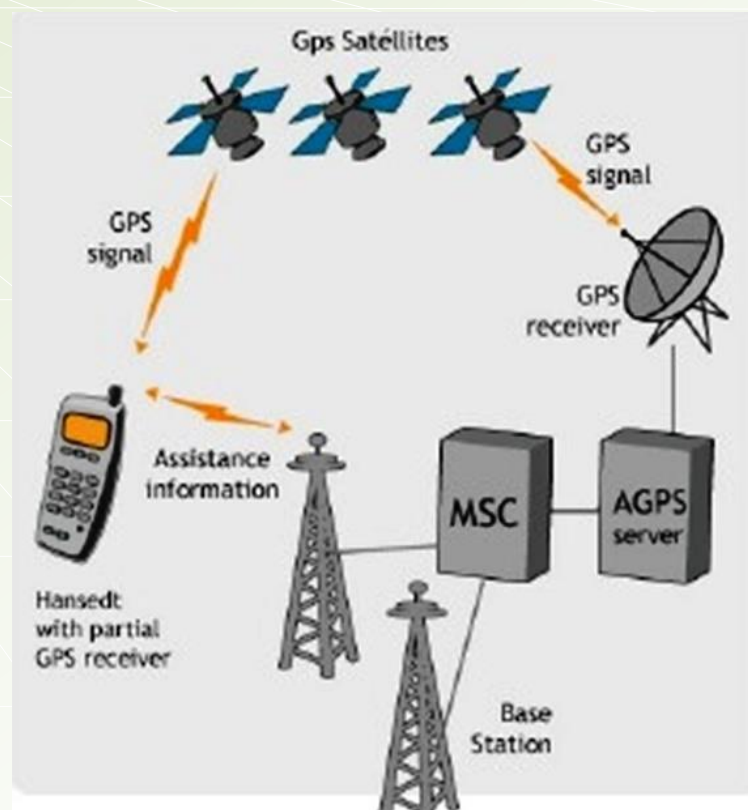
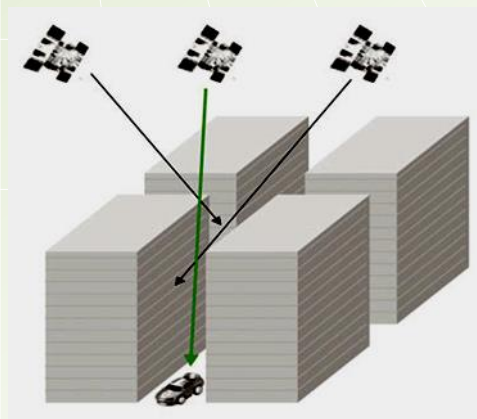
A-GPS

- ❖ Bộ thu GPS cần biết thông tin về quỹ đạo 04 vệ tinh để tính toán chính xác vị trí của chúng
- ❖ Trong nhiều trường hợp bộ thu không thu đủ tín hiệu của các vệ tinh
- ❖ Lần đầu thu tín hiệu, máy cần đến 30-40s để tính toán
- ❖ Tốc độ truyền tín hiệu vệ tinh rất chậm (50 bit/s) -> dễ mất tín hiệu trong quá trình thu thập
- ❖ Đề xuất xây dựng hệ thống A-GPS (Assisted-GPS) nhằm hỗ trợ các bộ thu để định vị chính xác hơn
 - Thông tin quỹ đạo được download từ vệ tinh và lưu trữ trong CSDL

A-GPS

❖ Ý tưởng:

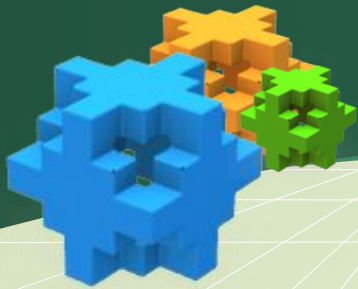
- Xây dựng các server tham chiếu để có mạng lưới rộng lớn
- Mỗi khi bộ thu yêu cầu dữ liệu hỗ trợ, bộ thu sẽ kết nối với server A-GPS thông qua các trạm BTS để nhận các thông tin hỗ trợ từ các server tham chiếu





GLONASS

- ❖ GLONASS (GLObal NAvigation Satellite System)
 - Hệ thống dẫn đường vô tuyến của Russian Space Forces
 - Hai loại tín hiệu dẫn đường: standard precision (SP) and high precision (HP)
- ❖ 1982: phóng vệ tinh đầu tiên; 1993: hệ thống dẫn đường hoạt động
 - Tròn 24 vệ tinh trong 3 bề mặt quỹ đạo, độ cao 19100 km
 - Vệ tinh bay quanh 1 vòng trái đất hết 11h15 phút
 - Có khả năng quan sát đồng thời 5 vệ tinh
- ❖ March 1995: GLONASS được sử dụng cho mục đích dân sự
- ❖ Ashtech's GG24 receivers: tổ hợp GPS và GLONASS làm tăng khả năng định vị



5. Tổng kết bài

- ❖ Dữ liệu GIS có thành phần quan trọng là vị trí
- ❖ Một số phương pháp định vị các hiện tượng địa lý
- ❖ Cách đo đạc tọa độ vị trí
- ❖ Nhiều chức năng GIS phụ thuộc vào độ chính xác của tham chiếu địa lý
- ❖ Không bao giờ có được tham chiếu địa lý chính xác -> khái niệm mật độ không gian

Câu hỏi?