

Séance 2 - Principe de la localisation par GPS

Pour se repérer lors d'une randonnée, pour trouver son chemin avec les transports en commun, pour repérer un bateau en mer, pour calculer un itinéraire en voiture... on utilise souvent une application couplée au système GPS (et bientôt à Galiléo). Ce système de géolocalisation par satellites permet de repérer un objet appelé « récepteur » et d'indiquer sa position sur une carte. Mais comment fonctionne la géolocalisation par satellite ?

I. Se localiser dans un espace 2D

Pour comprendre le principe de géolocalisation d'un point sur Terre par un ensemble de satellites, commençons par une petite activité en 2 dimensions :

Un loup a été localisé à 250 km de Nantes

1. Peut-on le localiser sa position précise avec certitude ? Pourquoi ?

2. On apprend qu'il est à 350 km de Dijon. Peut-on le localiser avec certitude ? Pourquoi ?

3. Une nouvelle information indique qu'il se situe à 350 km de Paris. Peut-on le localiser avec certitude ? Pourquoi ?

4. Localiser le loup sur la carte de France ci-dessous. Indiquer le département et la ville la plus proche. (aide : utiliser un compas et l'échelle de la carte...)

5. Rédiger un bilan expliquant comment localiser un point à la surface de la Terre



source de la carte modifiée <http://www.cartesfrance.fr/carte-commune/08/08149/carte-administrative-lambert-regions-L'Echelle.jpg>

Animation possible : <https://www.geogebra.org/m/nxpqn6ps#material/nyua8ngr>

La position est le plus souvent connue grâce aux satellites qui se trouvent autour de la Terre. Ainsi une 3eme dimension est nécessaire pour expliquer le fonctionnement du système GPS.

Le GPS fonctionne avec une constellation de 30 satellites en orbite autour de la Terre. Chaque satellite envoie sur Terre des signaux qui comportent :

- La position dans l'espace du satellite
- L'heure et la date d'émission du signal La puce GPS (« récepteur »), se contente de capter ces signaux et en comparant l'heure d'émission du signal avec son horloge interne, elle est capable de connaître le temps mis par le signal pour venir à elle.

C'est ce temps de parcours du signal qui est la clé du calcul de distance, puisque la vitesse de voyage du signal est celle de la lumière : $300\,000\text{ km}\cdot\text{s}^{-1}$ soit $3 \times 10^5\text{ km}\cdot\text{s}^{-1}$

1. Calculer une distance à partir d'un temps et d'une vitesse
Si un signal met 78,5 ms pour aller du satellite au récepteur, à quelle distance du satellite se trouve le récepteur ?

Lorsque le récepteur capte 3 satellites, dont il connaît la position dans l'espace, il pourrait déterminer sa propre position. Mais attention, on se trouve dans l'espace, pas dans un plan. On utilise donc des sphères à la place des cercles : à l'intersection de deux sphères correspond à un cercle, et l'intersection de 3 sphères correspond à deux points....

II. Se localiser dans un espace 3d

Animation interactive sur principe du GPS <https://www.geogebra.org/m/jhprsQkC>

Vous observez les zones de détection de chaque satellite.

Cocher la case sphère. (Vous pouvez la décocher pour voir les cercles d'intersection entre les satellites)
Régler « décalage selon orbite » à 1

1. Cocher uniquement le satellite 1

Expliquer pourquoi 1 satellite ne permet pas de localiser un point précis sur Terre ou dans l'espace.

2. Cocher le satellite 1 et 2

Expliquer pourquoi 2 satellites ne permettent pas de localiser un point précis sur Terre ou dans l'espace.

3. Cocher le satellite 1, 2 et 3

Expliquer pourquoi 3 satellites ne permettent pas exactement de localiser un point précis sur Terre ou dans l'espace.

4. Cocher le satellite 1, 2, 3 et 4. Faire varier le déplacement

Expliquer pourquoi 4 satellites sont suffisants pour localiser un point dans l'espace.

III. Les trames NMEA

A. Décodage d'une trame NMEA donnée

Ouvrir le fichier et répondez aux questions <http://www.cedricaoun.net/eie/trames%20NMEA183.pdf>

1. Qu'est-ce qu'une trame NMEA

2. Pour la trame suivante

\$GPGGA,153719.145,4837.8332,N,0448.8304,W,1,08,1.7,3.6,M, , , , *

1) Quelle est l'heure le récepteur GPS a-t-il enregistré cette position ?

2) A quelle altitude se situait le récepteur ?

3) Trouver les coordonnées géographiques du récepteur ?

4) A l'aide d'un système de visualisation de données géographiques (par exemple Géoportail), identifier dans quelle ville se situait le récepteur au moment de cet enregistrement.

B. Extraire une trame avec Python

Option rendez vous sur le site <https://repl.it/languages/Python3> et copier coller le code d'extraction d'une trame NMEA

Noter la longitude et latitude de cette trame

En utilisant un logiciel de programmation, on peut automatiser le décodage d'une trame NMEA. L'objectif de ce TP est de programmer avec Python un tel décodage.

```
# Convertir en décimale HHMM.SS, Hemisphere:
def degrees_to_decimal(data, hemisphere):
    try:
        decimalPointPosition = data.index('.')
        degrees = float(data[:decimalPointPosition-2])
        minutes = float(data[decimalPointPosition-2:])/60
        output = degrees + minutes
        if hemisphere is 'N' or hemisphere is 'E':
            return output
        if hemisphere is 'S' or hemisphere is 'W':
            return -output
    except:
        return ""
# Décoder une trame $GPRMC, et en faire un dictionnaire ( Python dictionary ).
def parse_GPRMC(data):
    data = data.split(',')
    dict = {
        'fix_time': data[1],
        'validity': data[2],
        'latitude': data[3],
        'latitude_hemisphere' : data[4],
        'longitude' : data[5],
        'longitude_hemisphere' : data[6],
        'speed': data[7],
        'true_course': data[8],
        'fix_date': data[9],
        'variation': data[10],
        'variation_e_w' : data[11],
        'checksum' : data[12]
    }
    dict['decimal_latitude'] = degrees_to_decimal(dict['latitude'],
dict['latitude_hemisphere'])
    dict['decimal_longitude'] = degrees_to_decimal(dict['longitude'],
dict['longitude_hemisphere'])
    return dict
#
# Début du programme
#
trame = "$GPRMC,204311.602,A,3747.3392,N,12223.8954,W,0.50,324.18,061115,,A*7A"
dico = parse_GPRMC(trame)
for k in dico.keys():
    print("{:<25} : {}".format(k,dico[k]))
print("{:<25} : {}".format(k,dico[k]))
```

Bilan

A partir de votre activité et de la vidéo de présentation du principe de la localisation cartographique <https://youtu.be/WoqpQbWdacQ> rédiger un résumé du fonctionnement du GPS et de Galileo

Vidéo sur le système de localisation Européen Galileo : <https://youtu.be/e79tSlpLiDk>

En savoir plus : <https://www.youtube.com/watch?v=OnontHDe-a0>

