

1 Szenario

In diesem Tutorial werden Koordinatentransformationen behandelt. In der Raumfahrt spielen mehrere Koordinatensysteme eine große Rolle, auf 3 von ihnen soll hier näher eingegangen werden.

2 Das Earth-Centered-Inertial

Das ECI ist ein kartesisches Koordinatensystem mit Ursprung im Erdschwerpunkt. Die xy-Ebene des ECI ist identisch zur Äquatorialebene der Erde. Die x-Achse zeigt dabei zum Frühlingspunkt, die z-Achse steht senkrecht zur xy-Ebene und durchstößt den geographischen Nordpol der Erde. Die y-Achse ergänzt das Koordinatensystem zu einem rechtshändigen System. Wichtig zu wissen ist hierbei, dass es sich um ein interiales System handelt, welches nicht der Erdrotation folgt.

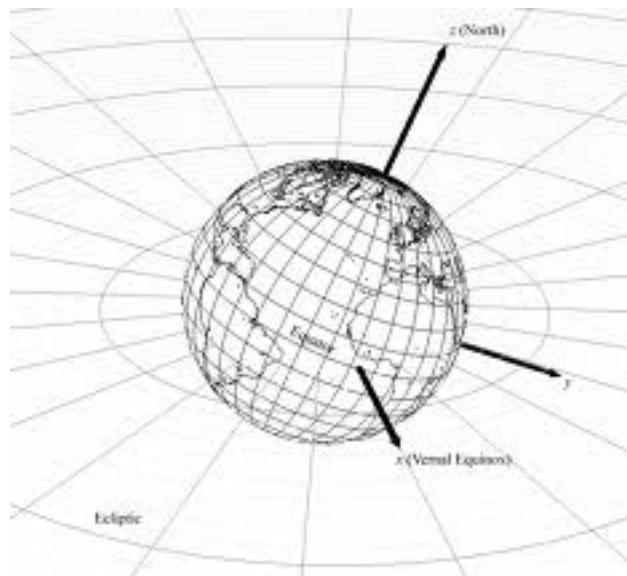


Abbildung 1: Das Earth-Centered-Inertial

3 Das Earth-Centered-Earth-Fixed

Das ECF oder ECEF ist wie das ECI auch ein kartesisches Koordinatensystem. Genau wie das ECI zeigt die z-Achse des ECF Richtung geographischer Nordpol und die xy-Ebene ist identisch zur Äquatorialebene der Erde. Da das

ECF jedoch der Erdrotation folgt sind Koordinaten auf der Erde zu jedem Zeitpunkt gleich.

4 Das geodätische System

Das geodätische System wurde nach WGS84 festgelegt, es ist ein mitrotierendes kartesisches Koordinatensystem, welches die Erde als einen Rotationsellipsoiden charakterisiert. Dieses System dient als einheitliche Grundlage für die Beschreibung der Positionsangaben auf der Erdoberfläche und im nahen Weltraum. Die Koordinatenangaben erfolgen in der geographischen Breite ϕ , der geographischen Länge λ und der Höhe über dem Erdboden h . Die Lage des System ist wie folgt: Z weist zum Nordpol, X in Richtung 0° Länge und Breite und Y nach 90° Ost.

5 ECI nach ECF wandeln

Das schöne an dieser Umwandlung ist, beide xy-Ebenen sind identisch, was bedeutet, das durch eine einzige Rotation um die z-Achse beide Koordinatensysteme ineinander überführt werden können. Jedoch ist zur Umrechnung ein Zeitpunkt notwendig, denn das ECF dreht sich ja kontinuierlich mit der Erde mit. Diesen Zeitpunkt gibt man als Julianisches Datum seit dem Jahr 2000 an, implementieren lässt sich eine Umwandlung dann wie folgt:

```
int y = 2003;
int m= 1;
int d = 7;
int h = 12;
int min = 44;
double sec =15.369216;
double dy2k = daysSinceY2k(y,m,d,h,min,sec);
//Tage seit J2000
Vector3D posECI(10000,20000,30000); //in Metern
Vector3D posECF = posECI.mRotate(eciToECF(dy2k));
```

Die andere Richtung erreicht man einfach, indem man die Matrix von *eciToECF*(*dy2k*) transponiert und mit den ECF-koordinaten multipliziert.

6 ECF in geodätische Koordinaten

Es existiert keine geschlossene Lösung für diese Richtung der Transformation, intern wird ein numerischer Ansatz verwendet. Um diese Koordinaten zu transferieren wird folgendes zur Verfügung gestellt:

```
Vector3D posGeod = ecfToGeodetic(posECF);
```

Dabei ist wichtig, die Koordinaten des ECF in Metern zu übergeben, die Höhe h liegt anschließend auch in Metern vor. Die Gegenrichtung lässt sich wie folgt ermitteln:

```
posECF = geodeticToECF(posGeod);
```