



Die Ambiguity-Funktion in der GNSS Navigation

Genauere GNSS Positionierung erfordert die Auswertung der präzisen Phasenmessungen, die Lösung der Phasenmehrdeutigkeiten (Ambiguitäten) sowie eine Überprüfung der Trägerphase auf Phasensprünge.

Die geschickte Nutzung der komplexen e-Funktion umgeht diese Probleme.

$$e^{i\alpha} = \cos \alpha + i \sin \alpha$$

Durch gleichzeitige Messung auf einer bekannten Basisstation und einer nur näherungsweise bekannten Roverstation können die Single-Differenzen gebildet werden, welche die Beobachtungen für die Ambiguity-Funktion bilden:

$$\phi_{AB}^j = \frac{1}{\lambda} \varrho_{AB}^j + N_{AB}^j + f \delta_{AB}$$

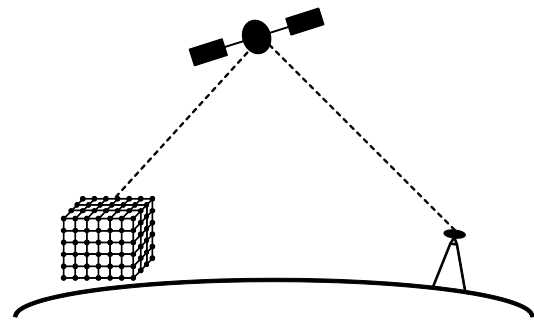
Störend sind hier die Mehrdeutigkeiten und der Uhrenfehler. Umgeformt lässt sich diese Differenz in die komplexe e-Funktion einsetzen:

$$e^{i2\pi(\phi_{AB}^j - \frac{1}{\lambda} \varrho_{AB}^j)} = e^{i2\pi(N_{AB}^j + f \delta_{AB})}$$

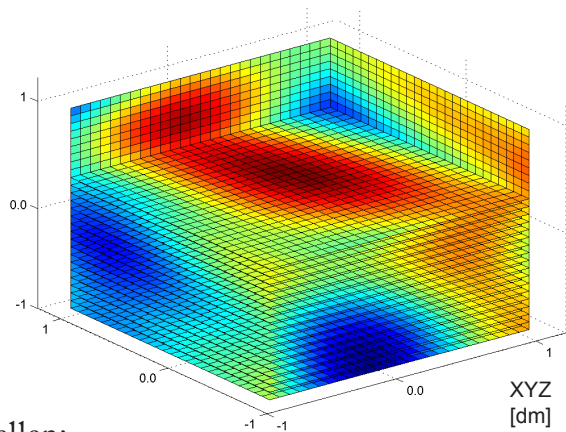
Dabei entfällt der Ausdruck für die Phasenmehrdeutigkeit und somit spielen auch die Phasensprünge keine Rolle mehr. Zusätzlich lässt sich durch Betragbildung der Uhrenfehler eliminieren. Es ergibt sich daraus die Ambiguity-Funktion.

$$\left| \sum_{j=1}^{n_j} e^{i2\pi(\phi_{AB}^j - \frac{1}{\lambda} \varrho_{AB}^j)} \right| = n_j \cdot 1$$

Durch Summierung über alle verfügbaren Single-Differenzen ergibt sich im Falle der richtigen Entfernung zum jeweiligen Satellit als Ergebnis die Satellitenanzahl. Der Ansatz ist dann, in einem Suchraum alle möglichen Positionen zu testen. Der Punkt, der dann mit dem Ergebnis der Ambiguity-Funktion möglichst nahe an der Satellitenanzahl liegt, ist dann die gesuchte Positionslösung:



Folgende Grafik zeigt einen Schnitt durch einen mit Matlab berechneten Suchraum. Der dunkelrote Bereich in der Mitte zeigt die höchste Übereinstimmung der Ambiguity-Funktion:



Quellen:

[1] Hofmann-Wellenhof, B. et. al. (2001). *GPS Theory and Practice, 5th Edition*. Springer.

[2] Bauer, M. (2003). *Vermessung und Ortung mit Satelliten*. Wichmann Verlag.

[3] Zebhauser, B. (2000). *Zur Entwicklung eines GPS-Programmsystems für Lehre und Tests unter besonderer Berücksichtigung der Ambiguity Function Methode*. Verl. d. Bayer. Akad. d. Wissenschaften.

[4] Xu, G. (2007). *GPS: theory, algorithms and applications*. Springer.