Abgabe bis 10.05.2021, 8 Uhr über ILIAS

Aufgabe 1 *(5 Punkte)*

Im ersten Schritt der RTK-Auswertung erhalten Sie für die Schätzung der Trägerphasen Mehrdeutigkeiten einen Vektor mit ‚Float‘-Ambiguities $\hat{\boldsymbol{a}}$ und eine entsprechende Kovarianzmatrix $\boldsymbol{Q}_{\hat{\boldsymbol{a}}}$. Zeigen Sie für den unten aufgeführten 2-dimensionalen Fall, wie die verschiedenen Ansätze zur 'Fixierung' der Mehrdeutigkeiten auf Integer-Werte zu unterschiedlichen Lösungen führen können. Für eine Epoche mit n=2 Mehrdeutigkeiten erhalten Sie folgende Werte:

$$\hat{\boldsymbol{a}} = \begin{pmatrix} 1.03 & 1.54 \end{pmatrix} \qquad \boldsymbol{Q}_{\hat{\boldsymbol{a}}} = \begin{pmatrix} 5.34 & 3.84 \\ 3.84 & 2.80 \end{pmatrix}$$

a) Fixieren Sie den Vektor $\hat{\boldsymbol{a}}$ mit den beiden Verfahren 'Einfaches Runden' und 'Bootstrapping' ohne vorherige Dekorrelation und geben Sie jeweils den ganzzahligen Lösungsvektor $\check{\boldsymbol{a}}$ an. Kommen Sie beides Mal zum gleichen Ergebnis?

b) Führen Sie nun zuerst eine Dekorrelation der Werte mit Hilfe einer Z-Transformation durch und fixieren Sie dann den transformierten Vektor $\hat{\boldsymbol{z}}$ mit den beiden Verfahren 'Runden' und 'Bootstrapping'. Führen Sie folgende Schritte aus:

- Bestimmen Sie die Z-Transformationsmatrix $\boldsymbol{Z}$ und diskutieren Sie den Dekorrelationsprozess, indem Sie die Kovarianz-Matrix $\boldsymbol{Q}$ vor und nach der Z-Transformation betrachten. Vergleichen Sie die Korrelationskoeffizienten.
- Bestimmen Sie dann den Vektor der 'fixierten' Mehrdeutigkeiten $\check{\boldsymbol{a}}$ nach der Rücktransformation und vergleichen Sie mit den Ergebnissen aus Abschnitt a).

c) Zeigen Sie allgemein, dass die in der Vorlesung vorgestellte Z-Transformation folgende Eigenschaft hat: $det(\boldsymbol{Z}) = \pm 1$
Prüfen Sie dann, ob die $\boldsymbol{Z}$-Matrix aus Abschnitt b) eine 'ganzzahlige unimodulare Matrix' ist.

Aufgabe 2 *(2 Punkte)*

Für die Integer Ambiguity Schätzung (Integer Least-Squares - ILS) im Rahmen von GNSS, hat sich die LAMBDA-Methode der TU Delft als effektives Werkzeug etabliert. Die ursprünglichen Original-Algorithmen liegen als open-source Matlab-Funktionen vor. Verwenden Sie diese Funktionen, um die nachfolgenden Aufgaben zu lösen.

In der Datei **amb10.mat** sind die ‚Float‘-Ambiguities $\hat{\boldsymbol{a}}$, sowie die Kovarianzmatrix $\boldsymbol{Q}_{\hat{\boldsymbol{a}}}$ für eine Epoche mit n=10 Doppeldifferenzen abgespeichert.

a) Starten Sie **LAMBDAdemo.m** und führen Sie die Integerschätzung mit nachfolgenden Methoden durch. Vergleichen Sie die Ergebnisse.

- Methode 3: integer rounding method
- Methode 4: integer bootstrapping method
- Methode 2: ILS method based enumeration in search

b) Die Qualität der ILS Methode 2 wird allgemein durch das Verhältnis der Summe der Residuenquadrate (sqnorm) der besten und der zweitbesten Lösung beschrieben, dem sogenannten ratio-Test. Überprüfen Sie, ob der Test den Schwellenwert von $\tau_0 = 0.5$ überschreitet.

Aufgabe 3 *(3 Punkte)*

Zeigen Sie für die ILS Methode 2 die Abhängigkeit der benötigten Rechenzeit von der Vektorgröße $\hat{\boldsymbol{a}}$ anhand einer grafischen Darstellung.

Generieren Sie hierzu ‚Float'-Vektoren und Kovarianzmatritzen aus Zufallszahlen mit ansteigender Anzahl von Elementen und bestimmen Sie jeweils die Rechenzeit für eine ILS-Fixierung. Generieren Sie dann eine Grafik, die die Rechenzeit in Abhängigkeit der Vektorgröße enthält und legen Sie eine ausgleichende Kurve duch die Werte.

Hinweis: Schalten Sie alle anderen überflüssigen Berechnungen aus. Geben Sie Ihre Matlab-Version und die Leistung ihres Computers an.