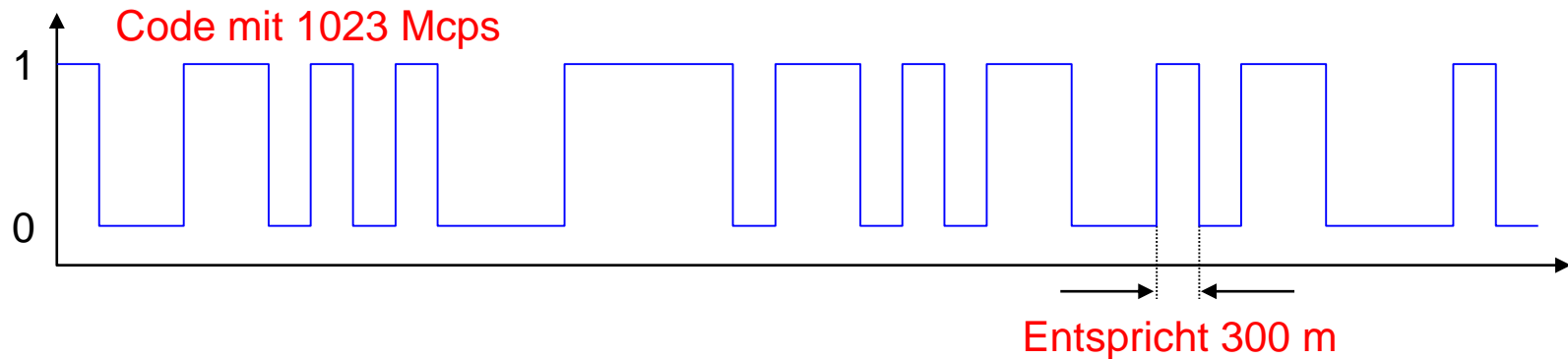


Rechnerübung 1: m-Sequenzen

Ein GPS C/A-Code ist eine Sequenz von binären Chips, die wie in der Abbildung ausschnittsweise dargestellt aussehen können:



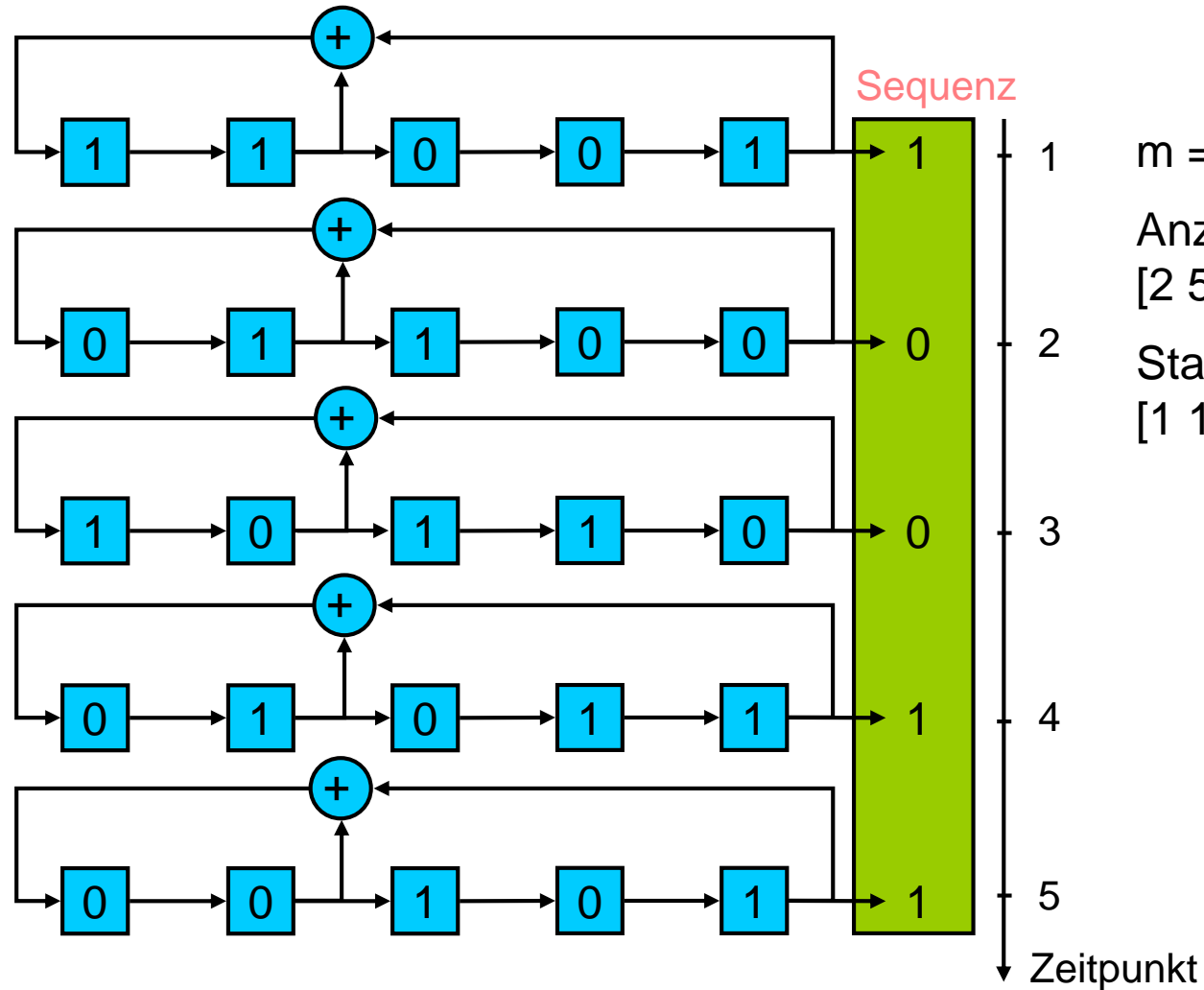
Die C/A-Codes können mit Bitschieberegistern (bit shift registers) erzeugt werden.

Bitschieberegister bestehen aus einer spezifizierten Zahl an Speicherzellen, welche mit einem vorgegeben Zustand initiiert werden.

Zu jedem Taktzyklus (oder Zeitpunkt; epoch) werden alle Bits eine Stelle nach rechts in der Reihe verschoben. Das äußerste rechte Bit ist der Ausgabewert. Das Bit an der äußersten linken Stelle wird durch eine Operation auf die Bits des vorausgehenden Taktzyklus erzeugt.

Folgende Skizze zeigt den Ablauf bei einem 5 Bit Schieberegister:

Rechnerübung 1: m-Sequenzen



$m = 5$

Anzapfungen (taps):
[2 5]

Startregister:
[1 1 0 0 1]

Rechnerübung 1: m-Sequenzen

Die Skizze zeigt, dass die Ausgangssequenz des Register [1,0,0,1,1,...] ist, falls es mit 1-1-0-0-1 initialisiert wurde. Die Sequenz kann beliebig lang sein, allerdings wiederholen sich die Ausgangswerte. Das Symbol „ \oplus “ beschreibt eine Modulo-2-Addition (oder bitweises XOR):

\oplus	0	1
0	0	1
1	1	0

Es lassen sich auch mehr als 2 Bits verknüpfen:

$$1 \oplus 1 \oplus 1 = 1; 1 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 1 = 0 \text{ usw.}$$

Rechnerübung 1: m-Sequenzen

Mit einem Schieberegister der Breite m können Sequenzen mit einer maximalen Länge von $(2^m - 1)$ erzeugt werden, sogenannte m-Sequenzen.

Aufgabenstellung:

- a. Simulieren Sie die Funktion eines Schieberegisters in **calculate_m_sequence**. Beachten Sie die Kommentare!
- b. Testen Sie Ihre Funktion mit **check_calculate_m_sequence**.
- c. Speichern Sie das Register in jedem Schritt als Zeile einer Matrix. Führen Sie wieder das Beispiel aus und betrachten (z. B. mit **print()** oder im **Variable Explorer**) Sie anschließend die Matrix. Was fällt hierbei auf?

Antwort:

Der letzte Eintrag der Matrix(Zeile) wiederholt das Startregister --> looping

- d. Was ergibt sich aus c. für die möglichen Werte zur Initialisierung des Registers? Welche Folge haben verschiedene Startwerte?

Antwort:

Es lassen sich alle Werte aus den Zeilen der Matrix verwenden. Damit wird eine Sequenz generiert die geschiftet ist. (um index der zeile relativ zu c))

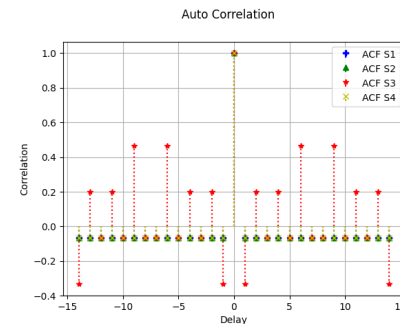
Rechnerübung 1: m-Sequenzen

- e. Verwenden Sie nun die Startparameter $\text{taps} = [2\ 4]$, $\text{initRegister} = [0\ 0\ 0\ 1]$ und betrachten Sie den Zustandsverlauf des Registers in der Matrix. Was fällt auf? Ist dies eine m-Sequenz? Was folgt daraus für die Wahl der Anzapfungen / taps?

Antwort: Das Register wiederholt sich bereits in der 7. Zeile --> keine m-Sequenz, da Länge kleiner als $2^m - 1$ ($7 \neq 15$).
Die Wahl der taps beeinflusst die Länge der Sequenz (vor Wiederholung).

- f. Wir betrachten nun die Korrelationseigenschaften der erstellten Sequenzen. Ergänzen Sie **cyclic_correlation** und **uni_to_bi** an den markierten Stellen.
- g. Führen Sie das Skript aus. Was bewirkt die Funktion **uni_to_bi(sequence)**? Welche Eigenschaften der gezeichneten Autokorrelationsfunktionen sind erwähnenswert?

Antwort:
Die Funktion transformiert den Wertebereich von $[0,1]$ zu $[-1,1]$.
Die drei Funktionen die von m-Sequenzen kommen (1,2,4) sind alle gleich.
Sequenz 3 weist deutliche peaks abseits von 0 auf während die anderen drei



Rechnerübung 1: m-Sequenzen

- h. Wie hängen die Ergebnisse von Aufgabe g. mit denen aus Aufgabe e. zusammen?

Antwort:

Sequenz 3 wiederholt sich und weißt somit autokorrelation auf, da Information

- i. Welche Eigenschaften der gezeichneten Kreuzkorrelationsfunktionen sind erwähnenswert? Teilweise lässt sich dies mit Aufgabe c. / d. erklären.

Antwort:

Die Peaks von CCF S1/S2 sind jeweils bei 6 und -9, da Sequenz S1 durch ein Delay von 6 (oder -9) gleich Sequenz S2 ist und somit Korrelation 1 aufweist.

Die anderen Sequenzen sind sich zwar ähnlich, sind jedoch egal mit welchem Delay niemals gleich.

