

Verkabelter Multiplizierer

Labor Digitales Design

Inhalt

1 Ziel	1
2 Multiplizierer für natürliche Zahlen	2
2.1 Algorithmus	2
2.2 Analyse	2
2.3 Schaltung	3
2.4 Erstellung	3
3 Multiplizierer für Arithmetische Zahlen	4
3.1 Algorithmus	4
3.2 Analyse	4
3.3 Erstellung	4
4 Analyse	5
Glossar	6

1 | Ziel

In diesem Labor wird der Entwurf von iterativen arithmetischen Schaltungen anhand von kombinatorischen Logikgattern geübt. Das Labor zeigt die Realisierungstechnik von Multiplizierern für natürliche wie auch für ganze Zahlen.



2 | Multiplizierer für natürliche Zahlen

2.1 Algorithmus

Abbildung 1 stellt den Algorithmus zur Multiplikation von 2 Zahlen von je 4 Ziffern dar. Das Produkt ist gegeben durch die Summe von Teilprodukten. Die Teilprodukte werden erstellt durch die Multiplikation von einer der Zahlen durch eine Ziffer der anderen Zahl.

				a ₃	a ₂	a ₁	a ₀
				× b ₃	b ₂	b ₁	b ₀
				b ₀ *a ₃	b ₀ *a ₂	b ₀ *a ₁	b ₀ *a ₀
			b ₁ *a ₃	b ₁ *a ₂	b ₁ *a ₁	b ₁ *a ₀	
		b ₂ *a ₃	b ₂ *a ₂	b ₂ *a ₁	b ₂ *a ₀		
	b ₃ *a ₃	b ₃ *a ₂	b ₃ *a ₁	b ₃ *a ₀			
p ₇	p ₆	p ₅	p ₄	p ₃	p ₂	p ₁	p ₀

Abbildung 1 - Multiplikationsalgorithmus

2.2 Analyse

Für die Multiplikation von 2 mit 4 Bits codierten natürlichen Zahlen (unsigned), bestimmen Sie den Binärwert des grösstmöglichen Resultates. Schliessen Sie daraus die Anzahl benötigter Bits für das Produkt von 2 natürlichen Zahlen, welche mit n_1 , respektiv mit n_2 Bits codiert sind.



2.3 Schaltung

Abbildung 2 zeigt die Schaltung eines Multiplizierers, welcher nach dem oben angegebenen Algorithmus arbeitet.

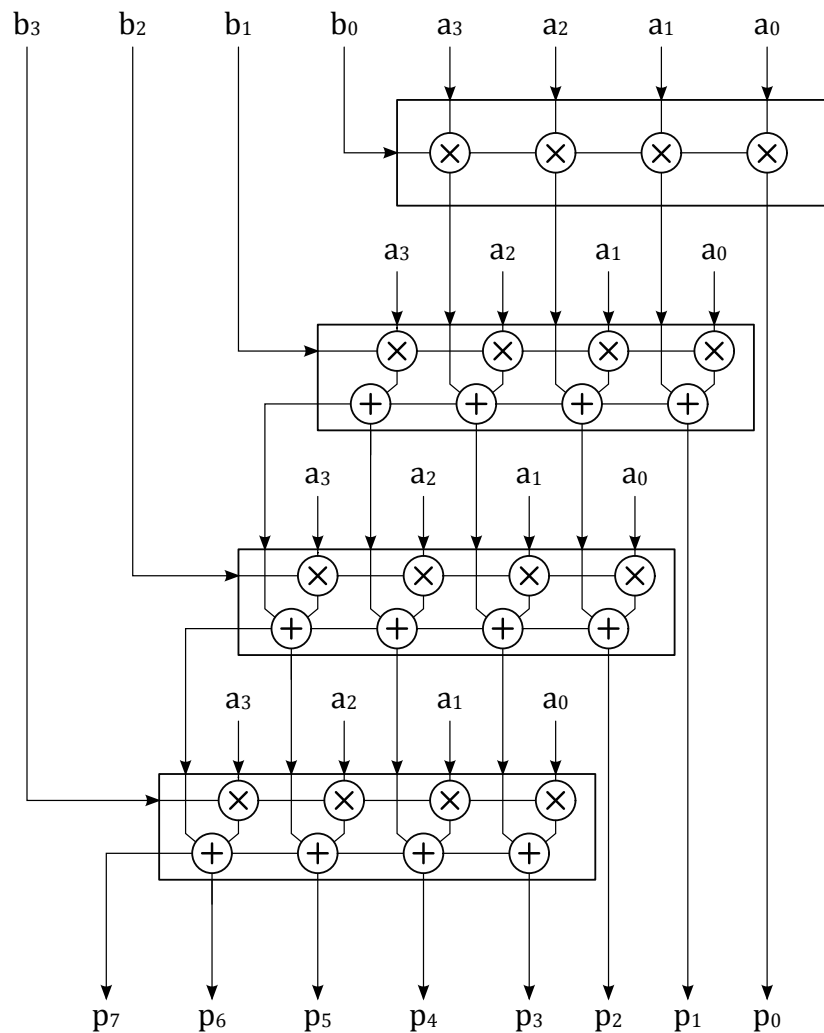


Abbildung 2 - Architektur des Multiplizierers

2.4 Erstellung

Mit Hilfe von INV, UND, ODER und XOR Gattern, ergänzen Sie das hierarchische Schema des Multiplizierers der Abbildung 2 und überprüfen Sie seine Funktionalität.



3 | Multiplizierer für Arithmetische Zahlen

3.1 Algorithmus

Abbildung 3 stellt den Algorithmus von Baugh-Wooley zur Multiplikation von zwei im Zweier-Komplement codierten arithmetischen Zahlen (signed) mit derselben Anzahl an Bits dar.

$$\begin{array}{r}
 \begin{array}{cccc}
 & a_3 & a_2 & a_1 & a_0 \\
 & \times b_3 & b_2 & b_1 & b_0 \\
 \hline
 & & 1 & & & & & \\
 & & \overline{b_1 \cdot a_3} & b_0 \cdot a_2 & b_0 \cdot a_1 & b_0 \cdot a_0 & & \\
 & & b_1 \cdot a_2 & b_1 \cdot a_1 & b_1 \cdot a_0 & & & \\
 & & \overline{b_2 \cdot a_3} & b_2 \cdot a_2 & b_2 \cdot a_1 & b_2 \cdot a_0 & & \\
 & & \overline{b_3 \cdot a_2} & \overline{b_3 \cdot a_1} & \overline{b_3 \cdot a_0} & & & \\
 & 1 & b_3 \cdot a_3 & & & & & \\
 \hline
 p_7 & p_6 & p_5 & p_4 & p_3 & p_2 & p_1 & p_0
 \end{array}
 \end{array}$$

Abbildung 3 - Multiplikationsalgorithmus für Zahlen im Zweier-Komplement

3.2 Analyse

Für die Multiplikation von 2 mit 4 Bits codierten ganzen Zahlen, bestimmen Sie den minimalen und den maximalen Wert des Resultates. Schliessen Sie daraus die Anzahl benötigter Bits für das Produkt von 2 natürlichen Zahlen, welche mit n_1 , respektiv mit n_2 Bits codiert sind.

3.3 Erstellung

Ergänzen Sie das hierarchische Schema des Multiplizierers der Abbildung 2 mit Hilfe von kombinatorischen Logikgattern und überprüfen Sie seine Funktionalität.



4 | Analyse

Unter der Annahme, dass alle Logikgatter dieselbe Verzögerung von 1 ns vorweisen, bestimmen Sie die maximale Berechnungsverzögerung der erstellten Operatoren.

Schlagen Sie eine andere Struktur vor, um die Geschwindigkeit dieser Operatoren zu vergrößern.



Glossar