

授業内容

データ 表現	0/1、論理値の世界	論理値と論理演算
	数、0/1による表現	2進表現、2進演算機構
構成	コンピュータの構成	コンピュータの構成
CPU	命令	命令とは、実行の仕組 アドレッシング、命令セット、処理性能
	命令とプログラム	アセンブラプログラム、IF文 ループ (FOR文)、配列
	CPUの構成	ハーバードアーキテクチャ、RISC
メモリ	メモリ、メモリ装置	メモリの概念、各種のメモリ素子・装置
	メモリ階層と キャッシュ	階層の概念、キャッシュの仕組 キャッシュの性能モデル
入出力	入出力接続の方法 個々の入出力機器	割込・入出力アーキテクチャ キーボード/マウス/プリンタ/ディスプレイ
高速化	パイプライン	パイプラインの考え方、性能モデル



東邦大学

いのち
生命の科学で未来をつなぐ

加減算の原理



$$43 + 17 = ??$$

$$43 + 17 = ??$$

あなたは どうやって 足しますか？

まあこんなところか？

下の桁から足してゆく

$$\begin{array}{r} 34 \\ + 17 \\ \hline 11 \end{array}$$

4

まあこんなところか？

その桁と繰上りを分ける

$$\begin{array}{r} \overset{1}{3}4 \\ + 17 \\ \hline 11 \end{array}$$

上の桁は
繰上りに

下の桁は
そのまま

5

まあこんなところか？

繰上りを上の桁に移す

$$\begin{array}{r} 34 \\ + 17 \\ \hline 511 \end{array}$$

上の桁は
繰上りに

下の桁は
そのまま

6

まあこんなところか？

$$\begin{array}{r} 34 \\ + 17 \\ \hline 511 \end{array}$$

上の桁は
繰上りに

下の桁は
そのまま

下の桁から1桁ずつ
足した結果のうち
上の桁は繰上りに、
下の桁はそこに置く

次の桁は繰上りも
一緒に(3つ)足す

7

2進数でも同じこと

下の桁から足してゆく

$$\begin{array}{r} 011 \\ + 101 \\ \hline 10 \end{array}$$

$$1_2 + 1_2 = 10_2$$

8

2進数でも同じこと

その桁と繰上りを分ける

$$\begin{array}{r} 0^1 1 1 \\ + 1 0 1 \\ \hline 10 \end{array}$$

上の桁は
繰上りに

下の桁は
そのまま

9

2進数でも同じこと

繰上りを上の桁に移す

$$\begin{array}{r} 0 \ 1 \ 1 \\ + 1 \ 0 \ 1 \\ \hline 1 \ 0 \end{array}$$

上の桁は繰上りに
下の桁はそのまま

10

2進数でも同じこと

繰上りを上の桁に移す

$$\begin{array}{r} 0 \ 1 \ 1 \\ + 1 \ 0 \ 1 \\ \hline 1 \ 0 \ 1 \ 0 \end{array}$$

上の桁は繰上りに
下の桁はそのまま

繰上り

$$1_2 + 0_2 + 1_2 = 10_2$$

11

2進数でも同じこと

繰上りを上の桁に移す

$$\begin{array}{r} 101 \\ + 101 \\ \hline 1010 \end{array}$$

上の桁は繰上りに
下の桁はそのまま

12

2進数でも同じこと

繰上りを上の桁に移す

$$\begin{array}{r} 101 \\ + 101 \\ \hline 1010 \end{array}$$

上の桁は繰上りに
下の桁はそのまま

繰上り

$$0_2 + 1_2 + 1_2 = 10_2$$

13

2進数でも同じこと

繰上りを上の桁に移す

$$\begin{array}{r} 101 \\ + 101 \\ \hline 1010 \end{array}$$

Diagram illustrating binary addition with carry propagation. The first row shows the digits 1, 0, 1 with arrows indicating carry from the second column to the first, and from the third column to the second. The second row shows the digits 1, 0, 1. The third row shows the result 1, 0, 1, 0. The carry propagation is shown by a red line and a grey line.

下の桁から1桁ずつ
足した結果のうち
上の桁は繰上りに、
下の桁はそこに置く
次の桁は繰上りも
一緒に(3つ)足す

筆算の足し算をやってみよう

$$\begin{array}{r} 1001 \\ + 1100 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 101 \\ + 1111 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1100 \\ + 1100 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ + 1111 \\ \hline \end{array}$$

筆算の足し算をやってみよう

$$\begin{array}{r} 1001 \\ + 1100 \\ \hline 11101 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 101 \\ + 1111 \\ \hline 10100 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1100 \\ + 1100 \\ \hline 1111 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1111 \\ + 1111 \\ \hline 10000 \end{array}$$

16

これを機械として実現するには？

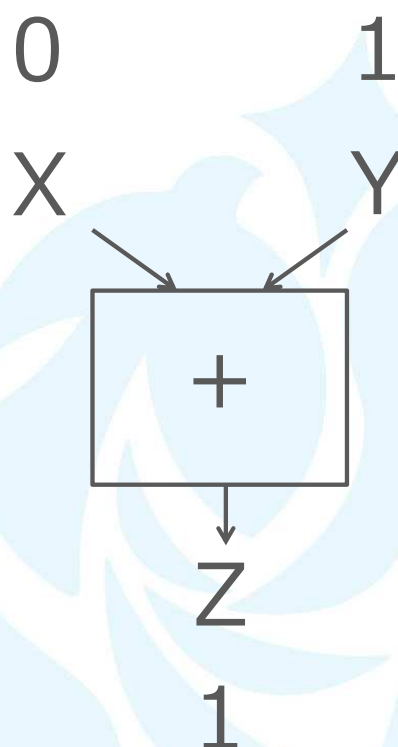
17

これを機械として実現するには？

まず 1 桁の足し算

18

1 桁の足し算ボックス



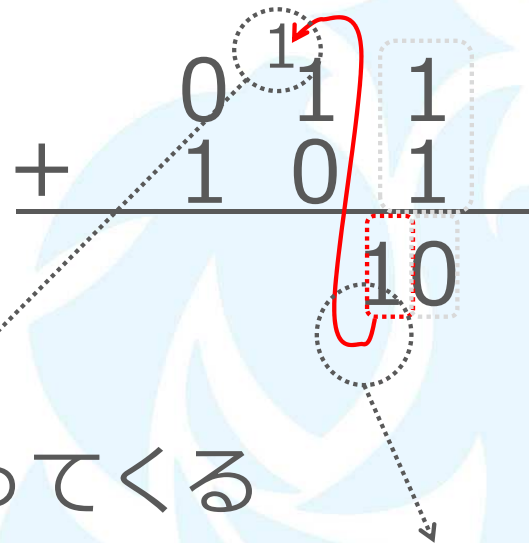
19

ですか？

繰上り？

$$\begin{array}{r} 011 \\ + 101 \\ \hline 10 \end{array}$$

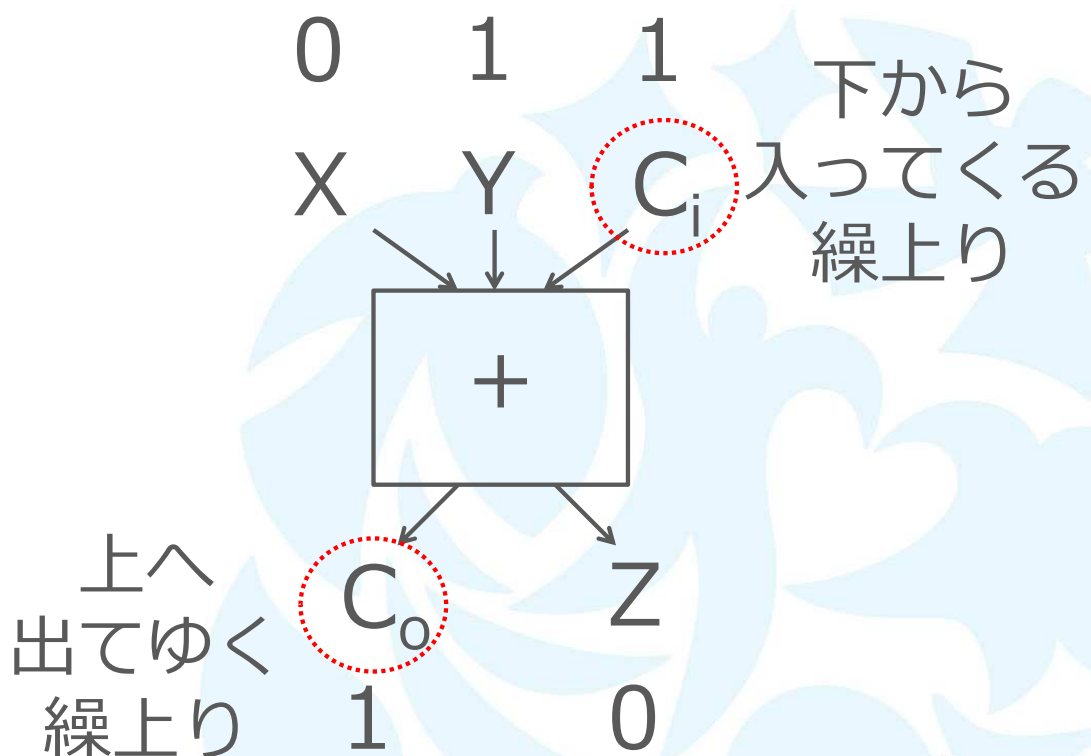
繰上り？



繰上りは入ってくる

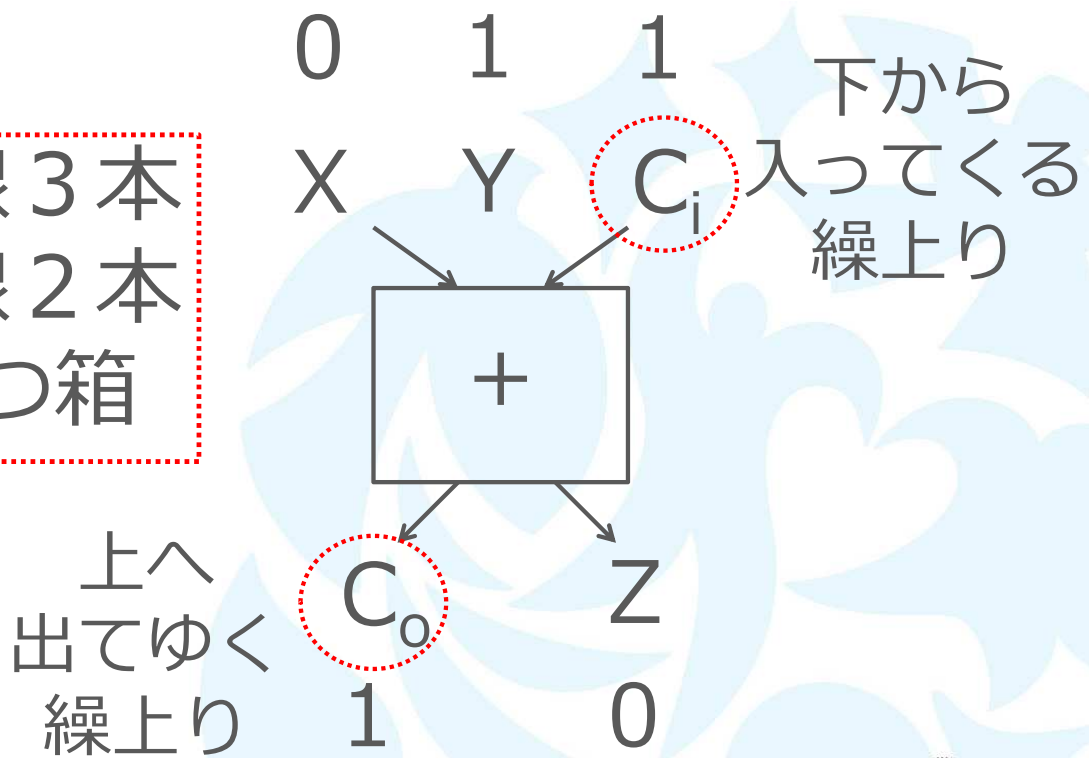
繰上りは出てゆく

1桁の足し算ボックス・繰上り付き



1桁の足し算ボックス・繰上り付き

入力線 3 本
出力線 2 本
をもつ箱



24

1 桁の足し算 = 3 入力 2 出力の箱

25

1桁の足し算 = 3入力 2出力の箱

それで、**線の値**の関係は？



それぞれの入力線にどんな値 (0/1) が入ると
それぞれの出力線にどんな値が出てくるのか

1桁の足し算 = 3入力 2出力の箱

それで、**線の値**の関係は？



それぞれの入力線にどんな値 (0/1) が入ると
それぞれの出力線にどんな値が出てくるのか



真理値表にしてみよう

1桁の足し算

Ci	X	Y	Co	Z
0	0	0		
0	0	1		
0	1	0		
0	1	1		
1	0	0		
1	0	1		
1	1	0		
1	1	1		

入力
出力

1桁の足し算

0 / 1 の組合せ
 入力のすべての

Ci	X	Y	Co	Z
0	0	0		
0	0	1		
0	1	0		
0	1	1		
1	0	0		
1	0	1		
1	1	0		
1	1	1		

入力
出力

1 桁の足し算

0 / 1 の組合せ
 入力すべての

Ci	X	Y	Co	Z
0	0	0		
0	0	1		
0	1	0		
0	1	1		
1	0	0		
1	0	1		
1	1	0		
1	1	1		

入力
出力

それぞれの入力に
 対する出力の値

1 桁の足し算

0 / 1 の組合せ
 入力すべての

Ci	X	Y	Co	Z
0	0	0		
0	0	1		
0	1	0		
0	1	1		
1	0	0		
1	0	1		
1	1	0		
1	1	1		

入力
出力

それぞれの入力に
 対する出力の値

表を埋めてみよう

1桁の足し算

0/1の組合せ
 入力すべての

Ci	X	Y	Co	Z
0	0	0		
0	0	1		
0	1	0		
0	1	1		
1	0	0		
1	0	1		
1	1	0		
1	1	1		

入力
出力

$0+0+0=00$
 $0+0+1=01$
 $0+1+0=01$
 $0+1+1=10$
 $1+0+0=01$
 $1+0+1=10$
 $1+1+0=10$
 $1+1+1=11$



1桁の足し算

0/1の組合せ
 入力すべての

Ci	X	Y	Co	Z
0	0	0	0	0
0	0	1	0	1
0	1	0	0	1
0	1	1	1	0
1	0	0	0	1
1	0	1	1	0
1	1	0	1	0
1	1	1	1	1

入力
出力

$0+0+0=00$
 $0+0+1=01$
 $0+1+0=01$
 $0+1+1=10$
 $1+0+0=01$
 $1+0+1=10$
 $1+1+0=10$
 $1+1+1=11$



1桁の足し算

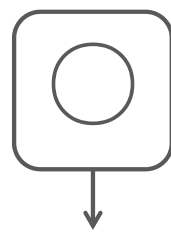
この表を
実現する
回路を
作れば
よい

C_i	X	Y	C_o	Z
0	0	0	0	0
0	0	1	0	1
0	1	0	0	1
0	1	1	1	0
1	0	0	0	1
1	0	1	1	0
1	1	0	1	0
1	1	1	1	1

入力 出力

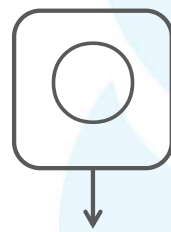
34

2進加算の手順を理解できましたか？



→ 復習

1桁の加算の
真理値表を書けますか？



→ 復習

次へ

35