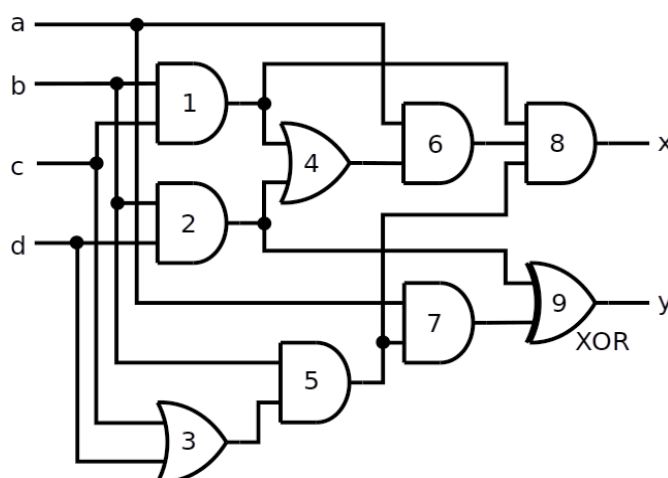


Teoretický projekt

(maximální zisk je 6 bodů - 10 bodů níže odpovídá 1 bodu v hodnocení předmětu)

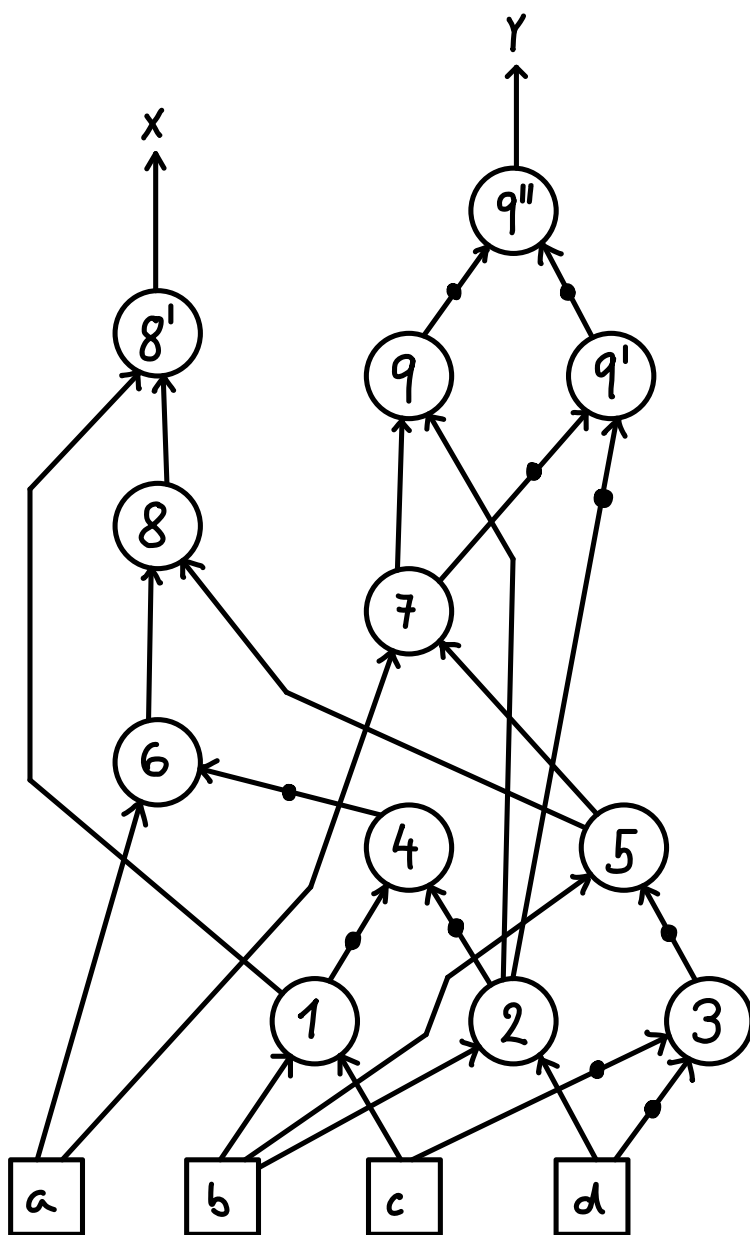
- Podle algoritmu prezentovaného na přednášce zkonstruuje AIG reprezentující uvedený číslicový obvod se vstupy a, b, c, d a výstupy x, y . Při konstrukci uplatněte i propagaci konstant a strukturní hashování. **(10 bodů)**



- Na uzly AIG zkonstruovaného v předchozí úloze aplikujte algoritmus *Resubstitution* prezentovaný na přednášce. Algoritmus aplikujte pouze na uzly odpovídající hradlům označeným ve schématu čísly 6 a 7 (v tomto pořadí). Uvažujte $CutSizeLimit = 4$, $DivisorLimit = 10$ a $UseZeroCost = false$.
Pro každý uvažovaný uzel n uveďte odpovídající množiny uzlů $MFFC(n)$, $C(n)$ a $D(n)$.
V případě množiny $C(n)$ uveďte také obsah množin *Leaves* a *Visited* v rámci jednotlivých kroků konstrukce rekonvergenčí řízeného řezu. Pro každý uzel $u \in D(n)$ pak uveďte logickou funkci $f_u(a, b, c, d)$, kterou tento uzel reprezentuje. **(20 bodů)**
- Diskutujte výsledek aplikace algoritmu *Resubstitution* na stejné uzly jako v předchozí úloze, avšak v obráceném pořadí. Uvažujte stejné nastavení parametrů $CutSizeLimit$, $DivisorLimit$ a $UseZeroCost$. **(5 bodů)**
- Na uzly optimalizovaného AIG z úlohy č. 2 aplikujte algoritmus *tradičního mapování do FPGA*. Uvažujte LUT se čtyřmi vstupy a mapování pouze s ohledem na zpoždění (tj. bez kroku *traditionalMapAreaRecovery*).
Pro každý uzel n uveďte odpovídající množinu $C(n)$ K -feasible řezů bez duplicitních a dominovaných řezů a označte v ní zvolený reprezentativní řez. Uveďte také obsah množin M a F v rámci jednotlivých kroků odvození výsledného mapování. **(15 bodů)**
- S využitím reprezentativních řezů z předchozí úlohy určete pro všechny uzly n optimalizovaného AIG z úlohy č. 2 $ArrivalTime a(n)$ a $RequiredTime r(n)$. **(6 bodů)**
- Na základě výsledného mapování odvozeného v úloze č. 4 sestavte schéma realizace zadaného číslicového obvodu v technologii FPGA se 4vstupými LUT. Pro každou použitou LUT uveďte také logickou funkci, kterou implementuje. **(4 body)**

1

Vojtěch MIMOCHODEK
(xmimoc01)



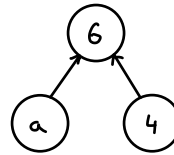
② • Určíme $MFFC(6) = \{6, 4\} = 2$

• Určíme $C(6)$

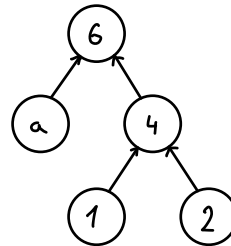
1. Leaves = $\{6\}$
Visited = $\{6\}$



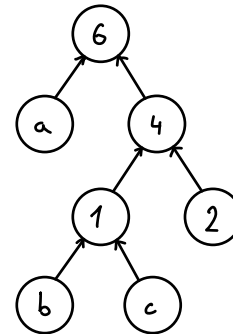
2. Leaves = $\{a, 4\}$
Visited = $\{a, 4, 6\}$



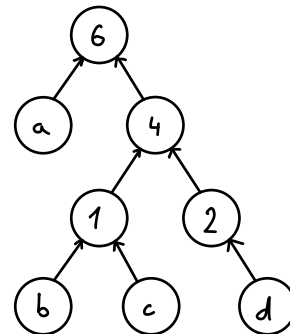
3. Leaves = $\{a, 1, 2\}$
Visited = $\{a, 4, 6, 1, 2\}$



4. Leaves = $\{a, b, c, 2\}$
Visited = $\{a, b, c, 1, 2, 4, 6\}$



5. Leaves = $\{a, b, c, d\}$
Visited = $\{a, b, c, d, 1, 2, 4, 6\}$



- Určíme $D(6) = \{a, b, c, d, 1, 2, 3, 5, 7\}$

$$f_u(a) = a$$

$$f_u(b) = b$$

$$f_u(c) = c$$

$$f_u(d) = d$$

$$f_u(1) = bc$$

$$f_u(2) = bd$$

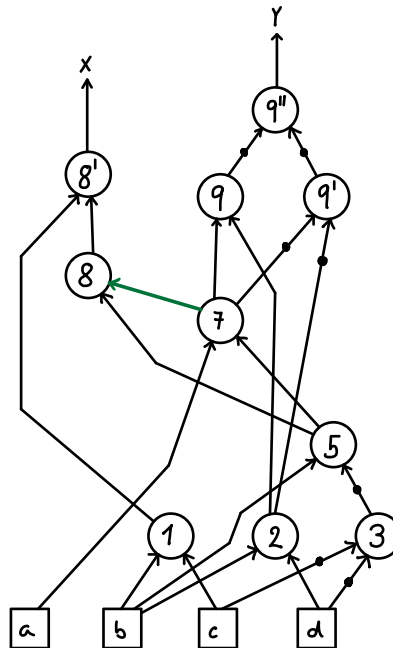
$$f_u(3) = c'd'$$

$$f_u(5) = b(c'd')' = bc + bd$$

$$f_u(7) = a(bc + bd) = abc + abd$$

Lze nahlédnout, že uzel 4 má funkci $(bc)' + (bd)'$, čímž pádem uzel 6 má funkci $a \cdot ((bc)' + (bd'))' = abc + abd$, což je totožné jako uzel 7. Z toho nám vyplývá, že uzel 6 a 4 je možné odebrat. Uzel 8 tak můžeme propojit s uzlem 7.

AIK by po úpravě vypadal následovně:



- Určíme $MFFC(7) = \{7, a\} = 2$

- Určíme $C(7)$

1. $Leaves = \{7\}$

$$Visited = \{7\}$$

2. $Leaves = \{a, 5\}$

$$Visited = \{a, 5, 7\}$$

3. $Leaves = \{a, b, 3\}$

$$Visited = \{a, b, 3, 5\}$$

4. $Leaves = \{a, b, c, d\}$

$$Visited = \{a, b, c, d, 3, 5\}$$

- Určíme $D(7) = \{a, b, c, d, 1, 2, 3, 5\}$

$$f_u(a) = a$$

$$f_u(b) = b$$

$$f_u(c) = c$$

$$f_u(d) = d$$

$$f_u(1) = bc$$

$$f_u(2) = bd$$

$$f_u(3) = c'd'$$

$$f_u(5) = b(c'd')' = bc + bd$$

Po aplikování algoritmu Resubstitution na uzel 7 již nedošlo ke změnám. ALG tak zůstává stejný, viz výše.

③

V případě, že bychom aplikovali algoritmus na stejné uzly, ale v jiném pořadí, výsledný ALG by vypadal stejně. Rozdíl by byly v určení $MFFC(6)$ a $MFFC(7)$. Dalším rozdílem by bylo množství eliminovaných uzlů. V původním pořadí byly v prvním kroku eliminovány 2 uzly a ve druhém kroku žádné. V tomto případě by v každém kroku byl eliminován 1 uzel a výsledek by nakonec dopadl stejně.

④

- určíme k -feasible řezy $C(n)$. Reprezentativní uzly jsou označeny modře. Uvažujeme LUT se čtyřmi vstupy, tudíž budeme provádět k -feasible řezy s limitem 4 (maximálně 4 prvky v množině)

$$C(a) = \{\{a\}\}$$

$$C(b) = \{\{b\}\}$$

$$C(c) = \{\{c\}\}$$

$$C(d) = \{\{d\}\}$$

$$C(1) = \{\{1\}, \{b, c\}\}$$

$$C(2) = \{\{2\}, \{b, d\}\}$$

$$C(3) = \{\{3\}, \{c, d\}\}$$

$$C(5) = \{\{5\}, \{3, b\}, \{b, c, d\}\}$$

$$C(7) = \{\{7\}, \{5, a\}, \{3, a, b\}, \{a, b, c, d\}\}$$

$$C(8) = \{\{8\}, \{5, 7\}, \{5, a\}, \{3, 5, a, b\}, \{3, 7, b\}, \{3, a, b\}, \{7, b, c, d\}, \{a, b, c, d\}\}$$

$$C(8') = \{\{8'\}, \{1, 8'\}, \{1, 5, 7\}, \{1, 5, a\}, \{1, 3, 7, b\}, \{1, 3, a, b\}, \{5, 7, b, c\}, \{5, a, b, c\}, \{3, 7, b, c\}, \{3, a, b, c\}, \{7, b, c, d\}, \{a, b, c, d\}\}$$

$$C(9) = \{\{9\}, \{2, 7\}, \{2, 5, a\}, \{2, 3, a, b\}, \{7, b, d\}, \{5, a, b, d\}, \{3, a, b, d\}, \{a, b, c, d\}\}$$

$$C(9') = \{\{9'\}, \{2, 7\}, \{2, 5, a\}, \{2, 3, a, b\}, \{7, b, d\}, \{5, a, b, d\}, \{3, a, b, d\}, \{a, b, c, d\}\}$$

$$C(9'') = \{\{9''\}, \{9, 9'\}, \{2, 7, 9\}, \{2, 5, 9, a\}, \{7, 9, b, d\}, \{2, 7, 9'\}, \{2, 7\}, \{2, 5, 7, a\}, \{2, 7, b, d\}, \{2, 5, 9', a\}, \{2, 5, 7, a\}, \{2, 5, a\}, \{2, 3, a, b\}, \{7, 9', b, d\}, \{7, b, d\}, \{5, a, b, d\}, \{3, a, b, d\}, \{a, b, c, d\}\}$$

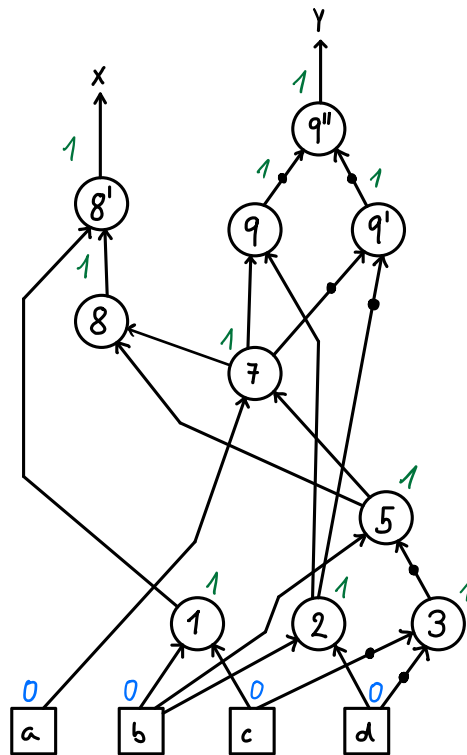
• Obsah množin M a F :

$M = \emptyset$	$F = 8, 9$
$M = \{8\}$	$F = \{9\}$
$M = \{8, 9\}$	$F = \{a, b, c, d\}$
$M = \{8, 9, a\}$	$F = \{b, c, d\}$
$M = \{8, 9, a, b\}$	$F = \{c, d\}$
$M = \{8, 9, a, b, c\}$	$F = \{d\}$
$M = \{8, 9, a, b, c, d\}$	$F = \emptyset$

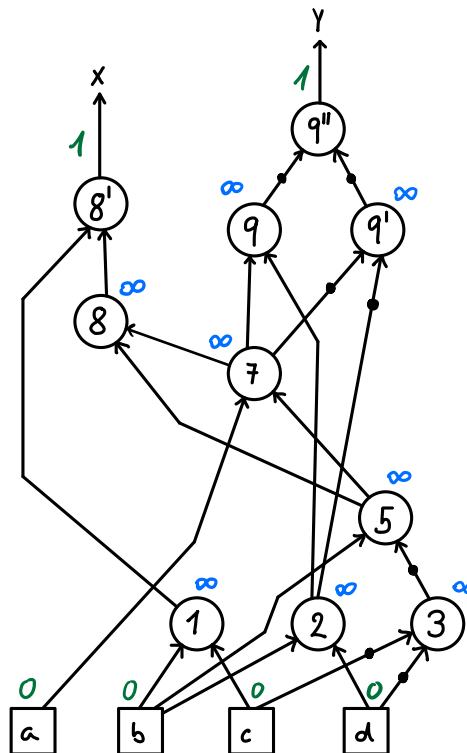
⑤

Vojtěch MIMOCHODEK
(xmimoc01)

Arrival time



Required time



- ⑥ • Sestavíme pravdivostní tabulku výstupů (x, y) s kombinací vstupů (a, b, c, d) LUT pro AIG z předchozích příkladů.

a	b	c	d	x	y
0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0
0	0	1	0	0	0
0	0	1	1	0	0
0	1	0	0	0	0
0	1	0	1	0	1
0	1	1	0	0	0
0	1	1	1	0	1
1	0	0	0	0	0
1	0	0	1	0	0
1	0	1	0	0	0
1	0	1	1	0	0
1	1	0	0	0	0
1	1	0	1	0	0
1	1	1	0	1	1
1	1	1	1	1	0

- Sestrojíme schéma realizace zadaného číslicového obvodu FPGA se čtyřmi vstupními LUT, včetně logických funkcí.

