Architektury systemów komputerowych

Lista 2

5 III 2015

$x_2 = 9$ (minimum na bdb)

1. Dane jest wyrażenie:
$$\overline{a}b\overline{c} + \overline{a}bc + a\overline{b}c.$$
Zbuduj układ logiczny równoważny temu wyrażeniu, używając tylko bramek NAND. Postaraj się użyć jak najmniejszej liczby bramek (wolno używać NANDów wielowejściowych).

2. Udowodnij, że dla dowolnej funkcji logicznej istnieje reprezentujący ją obwód logiczny zbudowany tylko z bramek NOR.

3.* Udowodnij, że żadna bramka z dwoma wejściami, oprócz bramek NAND i NOR, nie wystarcza do zbudowania obwodów odpowiadających dowolnym funkcjom logicznym (czyli, że żaden zbiór złożony z jednej, dwuargumentowej funkcji logicznej, z wyjątkiem funkcji NAND i NOR, nie jest funkcjonalnie pełny).

4. Używając poznanych na wykładzie bramek o dwóch wejściach zbuduj obwód logiczny o trzech wejściach i jednym wyjściu, taki że na wyjściu pojawia się 1 wtedy i tylko wtedy gdy na wejściach podanych jest nieparzyście wiele (czyli w naszym przypadku jedna lub trzy) jedynek. Uogólnij następnie swoją konstrukcję na przypadek n wejść. Układy tego typu nazywamy *generatorami bitu parzystości*. W pewnym sensie są one uogólnieniami dwuwejściowej bramki bramki XOR. Postaraj się skonstruować ten obwód używając tylko bramek XOR.

5. Zbuduj układ demultipleksera: układ ma 1 wejście z danymi i pewną liczbę wejść adresowych; wejście powinno zostać skierowane na to wyjście, którego numer jest wskazywany przez linie adresowe. Pozostałe wyjścia mają być równe 0.

6. Zaprojektru układ *kodera* o czterech wejściach w_0, w_1, w_2, w_3. Na dwubitowym wyjściu układu powininna pojawić się zakodowana w naturalnym kodzie binarnym liczba i taka, że w_i jest najmniejszym indeksem, dla którego w_i=1. W przypadku, gdy na wejściu są same zera działanie układu może być dowolne.

7. Zbuduj układ o dwóch wejściach a, b i trzech wyjściach, porównujący swoje wejścia. Na pierwszym wyjściu powinna pojawić się 1 dokładnie wtedy, gdy $a > b$, na drugim, gdy $a < b$, a na trzecim, gdy $a = b$.

8. Wykorzystaj układ zbudowany w zadaniu poprzednim (jednobitowy komparator) do konstrukcji układu porównującego liczby 3 bitowe, czyli zbuduj układ z sześcioma wejściami $a_2, a_1, a_0, b_2, b_1, b_0$ i trzema wyjściami. wyjścia powinny się zachowywać analogicznie jak w przypadku układu porównującego pojedyncze bity. Układy tego typu nazywają się *komparatorami*. Zakładamy, że wejścia są liczbami dodatnimi, reprezentowanymi w naturalnym kodzie binarnym.

9. Narysuj układ reprezentujący (w najprostszy sposób) wyrażenie $\overline{a}b + ac$. Zaobserwuj zjawisko *hazardu*: wybierz pewien stan wejść (zastanów się jaki), przy którym funkcja przyjmuje wartość 1. Następnie zmień wartość jednego z wejść (zastanów się którego) tak aby funkcja wciąż przyjmowała wartość 1, ale po zmianie wejścia na wyjściu układu na moment pojawiła się błedna wartość 0.
Wskazówka: bramka NOT działa szybko, ale jednak chwilę działa.

10. Zmodyfikuj (tzn. zbuduj układ reprezentujący wyrażenie równoważne) w możliwie prosty sposób układ z poprzedniego zadania, tak aby nie było możliwości wystąpienia hazardu (przy zmianie pojedynczego wejścia). W swoim rozwiązaniu nie zakładaj, że dwie bramki (szczególnie różnego typu) reagują na zmianę swoich wejść i idealnie równym czasie.

11. (a) Jakie liczby są reprezentowane w systemie uzupełnień do dwóch (na ośmiu bitach) jako: 00110011, 10101010, 10110001, 11111111, 00000000?

    (b) Jak w systemie uzupełnień do dwóch (na ośmiu bitach) są reprezentowane następujące liczby $0, -7, 12, 127, -127$?

12. (a) Jak zmieni się wartość liczby w reprezentacji uzupełnień do 2 jeśli z prawej strony dopiszemy do niej zero?

    (b) Jak w reprezentacji uzupełnień do 2 konwertuje się liczby 16-bitowe do 32-bitowych?

Emanuel Kieroński