

Sieci komputerowe, Ćwiczenia 1 - Tomasz Woszczyński

Zadanie 1

Dla każdego z podanych poniżej adresów IP w notacji CIDR określ, czy jest to adres sieci, adres rozgłoszeniowy czy też adres komputera. W każdym przypadku wyznacz odpowiadający mu adres sieci, rozgłoszeniowy i jakiś adres IP innego komputera w tej samej sieci.

- 10.1.2.3/8
- 157.17.0.0/16
- 99.99.99.99/27
- 156.17.64.4/30
- 123.123.123.123/32

Dla maski n -bitowej adresem sieci jest adres mający pierwsze n bitów ustawionych, a pozostałe wyzerowane (bity odpowiadające za adres hosta). Adres rozgłoszeniowy w części odpowiadającej za adres hosta ma same jedynki.

Przykład (1): Adres 10.1.2.3/8 jest adresem komputera. Adresem sieci jest 10.0.0.0, adresem rozgłoszeniowym 10.255.255.255, a innym adresem komputera w tej sieci 10.0.0.1.

Przykład (2): Adres 157.17.0.0/16 jest adresem sieci. Adresem rozgłoszeniowym jest 157.17.0.0/16, a jakimś adresem komputera w tej sieci jest 157.17.0.1.

Przykład (3): Adres 99.99.99.99/27 jest adresem komputera. Adresem sieci jest 99.99.99.96, adresem rozgłoszeniowym 99.99.99.127, a innym adresem komputera w tej sieci 99.99.99.100.

Przykład (4): Adres 156.17.64.4/30 jest adresem sieci. Adresem rozgłoszeniowym jest 156.17.64.7, a jakimś adresem komputera w tej sieci jest 156.17.64.5.

Przykład (5): Adres 123.123.123.123/32 jest pojedynczym adresem IP komputera. Prefiks jest 32-bajtowy, a więc adres komputera jest jednocześnie adresem sieci oraz adresem rozgłoszeniowym.

Zadanie 2

Podziel sieć 10.10.0.0/16 na 5 rozłącznych podsieci, tak aby każdy z adresów IP sieci 10.10.0.0/16 był w jednej z tych 5 podsieci. Jak zmieniła się liczba adresów IP możliwych do użycia przy adresowaniu komputerów? Jaki jest minimalny rozmiar podsieci, który możesz uzyskać w ten sposób?

Liczba adresów IP możliwych do użycia zmniejszy się. Spowodowane jest to tym, że każda sieć ma przypisany jeden adres sieci oraz jeden adres rozgłoszeniowy. Skoro mieliśmy jedną sieć (2 adresy), a teraz mamy 5 sieci (10 takich adresów), to stracimy 8 adresów IP, które moglibyśmy wykorzystać.

Aby stworzyć 5 podsieci, potrzebujemy $\lceil \log_2 5 \rceil = 3$ bity. Niech pierwsza podsieć ma bity 000, druga 001, trzecia 010, czwarta 011, a piąta 100. Skoro maska ma 16 bitów, to pierwsze 16 bitów adresu IP pozostanie niezmienione, a wcześniej wypisane bity dla podsieci będą stały zaraz po adresie IP. Mamy więc adresy:

$$1. \quad 00001010.00001010.\underbrace{000}_{0}00000.00000000 = 10.10.0.0/19,$$

$$2. \quad 00001010.00001010.\underbrace{001}_{32}00000.00000000 = 10.10.32.0/19,$$

$$3. \quad 00001010.00001010.\underbrace{010}_{64}00000.00000000 = 10.10.64.0/19,$$

$$4. \quad 00001010.00001010.\underbrace{011}_{96}00000.00000000 = 10.10.96.0/19,$$

$$5. \quad 00001010.00001010.\underbrace{100}_{128}00000.00000000 = 10.10.128.0/17.$$

Maska 5. adresu jest mniejsza, jako że chcemy objąć wszystkie adresy IP używane wcześniej, przed podziałem. Aby uzyskać najmniejszy rozmiar podsieci, zaczniemy tworzenie sieci od tej, która zawiera najwięcej adresów IP, a następnie dzielimy mniejsze sieci. Uzyskamy dzięki temu następujący podział:

$$1. \quad 10.10.128.0/17,$$

$$2. \quad 10.10.64.0/18,$$

$$3. \quad 10.10.32.0/19,$$

$$4. \quad 10.10.16.0/20,$$

$$5. \quad 10.10.0.0/20.$$

Minimalny rozmiar podsieci to $2^{32-20} - 2 = 2^{12} - 2 = 4094$.

Zadanie 3

Tablica routingu zawiera następujące wpisy (podsieć → dokąd wysłać):

Podsieć	Dokąd wysłać	Początek	Koniec
0.0.0.0/0	do routera A	0.0.0.0	255.255.255.255
10.0.0.0/23	do routera B	10.0.0.0	10.0.1.255
10.0.2.0/24	do routera B	10.0.2.0	10.0.2.255
10.0.3.0/24	do routera B	10.0.3.0	10.0.3.255
10.0.1.0/24	do routera C	10.0.1.0	10.0.1.255
10.0.0.128/25	do routera B	10.0.0.128	10.0.0.255
10.0.1.8/29	do routera B	10.0.1.8	10.0.1.15
10.0.1.16/29	do routera B	10.0.1.16	10.0.1.23
10.0.1.24/29	do routera B	10.0.1.24	10.0.1.31

Napisz równoważną tablicę routingu zawierającą jak najmniej wpisów.

Wpisy 10.0.2.0/24 oraz 10.0.3.0/24 możemy "skleić" w jeden wpis, jako że zakresy tych podsieci są ze sobą "połączone", a więc z ostatniego adresu pierwszej podsieci możemy przejść do pierwszego adresu drugiej podsieci. Oznacza to, że te dwa wpisy tworzą jeden: 10.0.2.0/23. Po takiej operacji możemy "skleić" nowy wpis z wpisem 10.0.0.0/23, tworząc zakres 10.0.0.0/22. Wpis 10.0.0.128/25 jest podzbiorem wpisu 10.0.0.0/22, więc możemy go usunąć.

Podobną operację można wykonać dla dwóch ostatnich wpisów, czyli łączymy podsieci 10.0.1.16/29 z 10.0.1.24/29 i otrzymujemy 10.0.1.16/28.

Po takich operacjach otrzymujemy nową, zmniejszoną tablicę routingu:

Podsieć	Dokąd wysłać	Początek	Koniec
0.0.0.0/0	do routera A	0.0.0.0	255.255.255.255
10.0.0.0/22	do routera B	10.0.0.0	10.0.3.255
10.0.1.0/24	do routera C	10.0.1.0	10.0.1.255
10.0.1.8/29	do routera B	10.0.1.8	10.0.1.15
10.0.1.16/28	do routera B	10.0.1.16	10.0.1.31

Zadanie 4

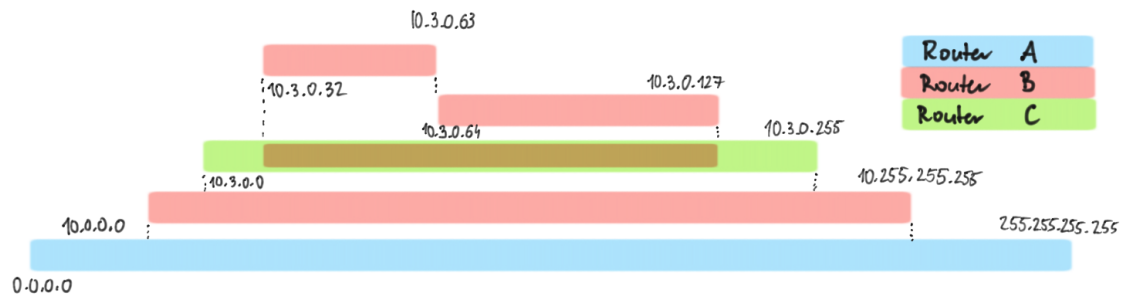
Wykonaj powyższe zadanie dla tablicy

Podsieć	Dokąd wysłać	Początek	Koniec
0.0.0.0/0	do routera A	0.0.0.0	255.255.255.255
10.0.0.0/8	do routera B	10.0.0.0	10.255.255.255
10.3.0.0/24	do routera C	10.3.0.0	10.3.0.255
10.3.0.32/27	do routera B	10.3.0.32	10.3.0.63
10.3.0.64/27	do routera B	10.3.0.64	10.3.0.95
10.3.0.96/27	do routera B	10.3.0.96	10.3.0.127

Wpisy 10.3.0.64/27 i 10.3.0.96/27 można skleić w jeden, dzięki czemu powstanie wpis 10.3.0.64/26.

Warto zauważyć, że router C obsługuje zakres adresów od 10.3.0.32 do 10.3.0.127, który jest obsługiwany przez router B. Oznacza to, że wpis dla routera C można rozbić na dwa (na obrazku przedstawione czystym zielonym kolorem, bez dodatku

czerwonego), a wpisy routera B nad zielonym fragmentem całkowicie usunąć (bo są obsługiwane przez wpis 10.0.0.0/8). Wtedy powstałby jeden nowy wpis, ale pozbylibyśmy się dwóch, więc tablica routingu byłaby mniejsza.



Po wykonaniu takich optymalizacji otrzymamy taką tablicę routingu:

Podsieć	Dokąd wyłąć	Początek	Koniec
0.0.0.0/0	do routera A	0.0.0.0	255.255.255.255
10.0.0.0/8	do routera B	10.0.0.0	10.255.255.255
10.3.0.0/27	do routera C	10.3.0.0	10.3.0.31
10.3.0.128/25	do routera C	10.3.0.128	10.3.0.255

Zadanie 5

Jak uporządkować wpisy w tablicy routingu, żeby zasada najlepszego dopasowania odpowiadała wyborowi "pierwszy pasujący" (tj. przy przeglądaniu tablicy od początku do końca aż do momentu napotkania dowolnej pasującej reguły)? Odpowiedź uzasadnij formalnie.

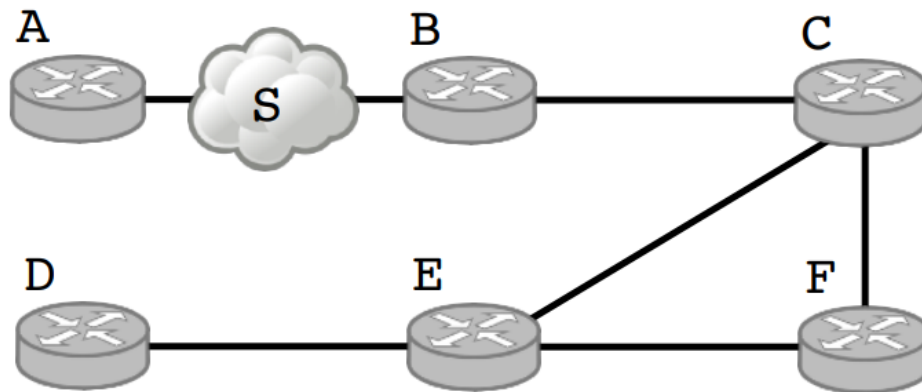
Wpisy w tablicy routingu dopasowujemy po najdłuższym pasującym prefiksie, a więc uporządkowujemy wpisy od najdłuższych pasujących prefiksów do najkrótszych. Jeżeli jakieś wpisy mają taką samą długość prefiksu, to nie musimy ich sortować.

Dowód: Załóżmy, że wpisy w tablicy routingu są uporządkowane od najdłuższych pasujących prefiksów do najkrótszych. Udowodnimy, że wybór pierwszego pasującego wpisu prowadzi do najlepszego dopasowania.

Weźmy dowolny adres IP, oznaczmy go jako x . Niech y będzie pierwszym w kolejności rozpatrywania wpisem w tablicy routingu, do którego pasuje x . Przez n oznaczmy długość prefiksu y , a skoro x pasuje do y , to pierwsze n bitów x oraz y są identyczne. Weźmy teraz dowolny wpis z będący w tablicy routingu za y . Oznacza to, że z ma mniejszy prefiks od y , a więc długość m prefiksu z spełnia nierówność $m \leq n$. Skoro tak, to dopasowanie zostanie nie więcej bitów x niż n , czyli y nie jest gorszym dopasowaniem niż z , a więc wybór "pierwszy pasujący" odpowiada zasadzie najlepszego dopasowania, co kończy dowód.

Zadanie 6

W podanej niżej sieci tablice routingu budowane są za pomocą algorytmu wektora odległości. Pokaż (krok po kroku), jak będzie się to odbywać. W ilu krokach zostanie osiągnięty stan stabilny?



Algorytm wektora odległości polega na okresowym powiadamianiu sąsiadów o całej swojej tablicy przekazywania. Oznacza to, że w każdym kroku tablica routingu jest aktualizowana o nowe wpisy. Na początku oczywiście każdy zna tylko swoich sąsiadów. W tabelce są to wpisy oznaczone przez "1", a puste komórki oznaczają nieosiągalne (na ten moment) routery.

(krok 0.)	A	B	C	D	E	F
trasa do A	-	1				
trasa do B	1	-	1			
trasa do C		1	-		1	1
trasa do D				-	1	
trasa do E			1	1	-	1
trasa do F			1		1	-
trasa do S	1	1				

(krok 1.)	A	B	C	D	E	F
trasa do A	-	1	2 (via B)			
trasa do B	1	-	1		2 (via C)	2 (via C)
trasa do C	2 (via B)	1	-	2 (via E)	1	1
trasa do D			2 (via E)	-	1	2 (via D)
trasa do E		2 (via C)	1	1	-	1
trasa do F		2 (via C)	1	2 (via E)	1	-
trasa do S	1	1	2 (via B)			

(krok 2.)	A	B	C	D	E	F
trasa do A	-	1	2 (via B)		3 (via C)	3 (via C)
trasa do B	1	-	1	3 (via E)	2 (via C)	2 (via C)
trasa do C	2 (via B)	1	-	2 (via E)	1	1
trasa do D		3 (via C)	2 (via E)	-	1	2 (via E)
trasa do E	3 (via B)	2 (via C)	1	1	-	1
trasa do F	3 (via B)	2 (via C)	1	2 (via E)	1	-
trasa do S	1	1	2 (via B)		3 (via C)	3 (via C)

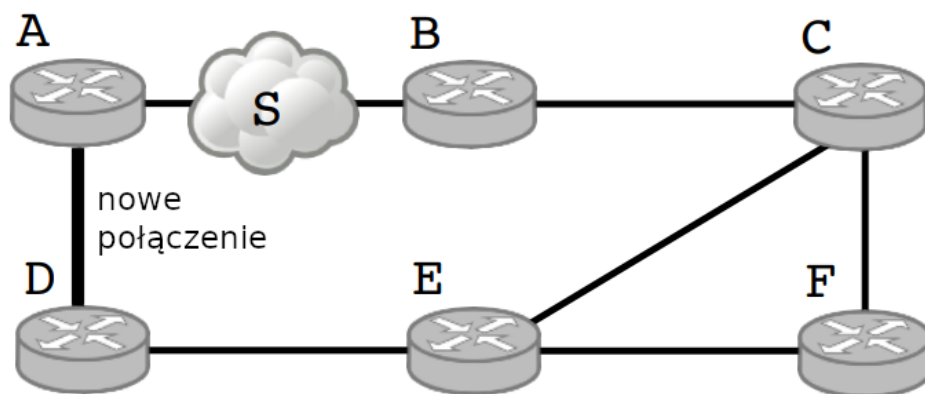
(krok 3.)	A	B	C	D	E	F
trasa do A	-	1	2 (via B)	4 (via E)	3 (via C)	3 (via C)
trasa do B	1	-	1	3 (via E)	2 (via C)	2 (via C)
trasa do C	2 (via B)	1	-	2 (via E)	1	1
trasa do D	4 (via B)	3 (via C)	2 (via E)	-	1	2 (via E)
trasa do E	3 (via B)	2 (via C)	1	1	-	1
trasa do F	3 (via B)	2 (via C)	1	2 (via E)	1	-
trasa do S	1	1	2 (via B)	4 (via E)	3 (via C)	3 (via C)

Po wykonaniu tych trzech kroków został osiągnięty stan stabilny, a więc wszystkie routery w sieci znają już drogę do wszystkich pozostałych routerów i wyznaczone ścieżki są najkrótszymi ścieżkami.

Zadanie 7

Założmy, że w powyższej sieci tablice routingu zostały już zbudowane. Co będzie się działo, jeśli zostanie dodane połączenie między routerami A i D?

Po dodaniu połączenia między A i D otrzymamy taką sieć:



W zerowym kroku mamy taką tablicę jaką otrzymaliśmy na koniec zadania 6, jednak teraz routery A i D muszą się o sobie dowiedzieć. Z tego powodu początkowa tablica routingu wygląda tak:

(krok 0.)	A	B	C	D	E	F
trasa do A	-	1	2 (via B)	1	3 (via C)	3 (via C)
trasa do B	1	-	1	3 (via E)	2 (via C)	2 (via C)
trasa do C	2 (via B)	1	-	2 (via E)	1	1
trasa do D	1	3 (via C)	2 (via E)	-	1	2 (via E)
trasa do E	3 (via B)	2 (via C)	1	1	-	1
trasa do F	3 (via B)	2 (via C)	1	2 (via E)	1	-
trasa do S	1	1	2 (via B)	4 (via E)	3 (via C)	3 (via C)

Wiedząc, że powstała nowa ścieżka między routerami A i D, inne mogą ulec skróceniu, w trakcie wymieniania się swoimi tablicami routingu.

(krok 1.)	A	B	C	D	E	F
trasa do A	-	1	2 (via B)	1	2 (via D)	3 (via C)
trasa do B	1	-	1	2 (via A)	2 (via C)	2 (via C)
trasa do C	2 (via B)	1	-	2 (via E)	1	1
trasa do D	1	2 (via A)	2 (via E)	-	1	2 (via E)
trasa do E	2 (via D)	2 (via C)	1	1	-	1
trasa do F	3 (via B)	2 (via C)	1	2 (via E)	1	-
trasa do S	1	1	2 (via B)	2 (via A)	3 (via C)	3 (via C)

Po jednym kroku zostaje osiągnięty stan stabilny i wszystkie ścieżki w tablicy routingu są już najkrótsze.