

Ćwiczenie 10.3.5a Podstawy podsieci

Cele

- Określenie przyczyn użycia masek podsieci
- Rozróżnienie domyślnej i niestandardowej maski podsieci
- Określenie maski podsieci, liczby podsieci i liczby hostów przypadających na podsieć w oparciu o podane wymagania
- Przedstawienie niezbędnych informacji o możliwych do użycia podsieciach i liczbie możliwych do użycia hostów
- Opisanie sposobu używania operacji iloczynu logicznego (AND) do określania, czy docelowy adres IP jest lokalny, czy zdalny
- Opisanie metody identyfikacji prawidłowego i nieprawidłowego adresu IP hosta w oparciu o numer sieci i maskę podsieci

Wprowadzenie i przygotowanie

W tym ćwiczeniu skupiono się na podstawach użycia masek IP podsieci i ich zastosowaniu w sieciach TCP/IP. Maska podsieci może służyć do podzielenia istniejącej sieci na podsieci. Oto niektóre z głównych powodów stosowania podsieci:

- Zmniejszony rozmiar domen rozgłoszeniowych, dzięki czemu tworzone są mniejsze sieci, gdzie ruch jest mniejszy
- Umożliwienie komunikacji między sieciami LAN położonymi w różnych miejscach
- Zapewnienie większego bezpieczeństwa poprzez rozdzielenie sieci LAN

Routerzy rozdzielają podsieci i określają, kiedy pakiet może zostać przesłany z jednej podsieci do drugiej. Każdy router, przez który jest przesyłany pakiet, nazywany jest przeskokiem. Maski podsieci ułatwiają stacjom roboczym, serwerom i routerom w sieci IP określenie, czy host docelowy, do którego ma być wysłany pakiet, znajduje się w tej samej sieci, czy w innej. W tym ćwiczeniu przedstawiono domyślne maski podsieci, a następnie skupiono się na niestandardowych maskach podsieci. Niestandardowe maski podsieci korzystają z większej liczby bitów niż domyślne maski podsieci poprzez „pożyczenie” tych bitów z części hosta adresu IP. Powoduje to powstanie trzyczęściowego adresu składającego się z następujących elementów:

- początkowy adres sieciowy;
- adres podsieci złożony z pożyczonych bitów;
- adres hosta złożony z bitów pozostałych po pożyczeniu pewnej ich części w celu wyznaczenia podsieci.

Krok 1 Przegląd struktury adresów IP

Jeśli dana organizacja dysponuje adresem IP klasy A, pierwszy oktet, czyli 8 bitów, jest wstępnie przypisany i nie zmienia się. Pozostałe 24 bity mogą służyć do zdefiniowania maksymalnie 16 777 214 hostów w danej sieci. To duża liczba hostów. Nie jest możliwe umieszczenie tylu hostów w jednej sieci fizycznej bez rozdzielenia ich routerami i podsieciami.

Często można spotkać się z sytuacją, w której stacja robocza znajduje się w jednej sieci lub podsieci, a serwer w innej. Gdy stacja robocza ma pobrać plik z serwera, używa swojej maski podsieci do określenia, czy serwer znajduje się w tej samej czy innej sieci lub podsieci. Zadaniem masek podsieci jest ułatwienie hostom i routerom określenia lokalizacji sieciowej, w której znajduje się host docelowy. Skorzystaj z poniższej tabeli w celu przejrzania następujących informacji:

- klasy adresu IP;
- domyślne maski podsieci;
- liczba sieci, które mogą być utworzone w ramach każdej klasy adresu sieciowego;
- liczba hostów, które mogą być utworzone w ramach każdej klasy adresu sieciowego.

Klasa adresu	Dziesiętny zakres 1. oktetu	Najbardziej znaczące bity 1. oktetu	Identyfikator sieci/hosta (N=sieć, H=host)	Domyślna maska podsieci	Liczba sieci	Liczba hostów w sieci (adresy użyteczne)
A	1–126 *	0	N.H.H.H	255.0.0.0	126 (2^7-2)	16,777,214 ($2^{24}-2$)
B	128–191	10	N.N.H.H	255.255.0.0	16,382 ($2^{14}-2$)	65,534 ($2^{16}-2$)
C	192–223	110	N.N.N.H	255.255.255.0	2,097,150 ($2^{21}-2$)	254 (2^8-2)
D	224–239	1110	Zarezerwowane dla transmisji grupowej			
E	240–254	11110	Eksperymentalne, używane w badaniach			

* Adres 127 klasy A nie może być wykorzystywany, ponieważ jest zarezerwowany dla pętli zwrotnej i funkcji diagnostycznych.

Krok 2 Przegląd operacji iloczynu logicznego (AND)

Hosty i routery używają operacji iloczynu logicznego do określenia, czy host docelowy znajduje się w tej samej sieci. Operacja ta jest wykonywana za każdym razem, gdy host ma wysłać pakiet do innego hosta w sieci IP. Aby połączyć się z serwerem, konieczna jest znajomość adresu IP serwera lub nazwy hosta, na przykład <http://www.cisco.com>. Jeśli użyta zostanie nazwa hosta, serwer DNS przekształci ją na adres IP.

Najpierw host źródłowy wykonuje operację porównania (iloczynu logicznego) swojego adresu IP z własną maską podsieci. W wyniku tej operacji możliwa jest identyfikacja sieci, w której znajduje się host źródłowy. Następnie dokonywane jest porównanie docelowego adresu IP z własną maską podsieci. Wynikiem drugiej operacji jest adres sieci, w której znajduje się host docelowy. Jeśli adresy sieci źródłowej i docelowej są takie same, możliwa jest bezpośrednia komunikacja. Jeśli wyniki są różne, oznacza to, że hosty znajdują się w różnych podsieciach. W tym przypadku host źródłowy i docelowy będą musiały komunikować się poprzez routery lub nie będą mogły komunikować się w ogóle.

Operacja iloczynu logicznego zależy od maski podsieci. W masce podsieci jedynki logiczne odpowiadają tej części adresu IP, która oznacza sieć lub sieć + podsieć. Domyślna maska podsieci dla sieci klasy C to 255.255.255.0 lub 11111111.11111111.11111111.00000000. Jest ona porównywana z adresem IP nadawcy bit po bicie. Pierwszy bit adresu IP jest porównywany z pierwszym bitem maski podsieci, drugi z drugim itd. Jeśli oba bity są jedynkami, wynikiem iloczynu logicznego jest jedynka. Jeśli jeden z bitów jest zerem, a drugi jedynką, lub oba bity są zerami,

wynikiem jest zero. Oznacza to po prostu, że kombinacja dwóch jedynek da w wyniku jedynekę, a każda inna kombinacja — zero. W wyniku operacji iloczynu logicznego możliwa jest identyfikacja numeru sieci lub podsieci, w której znajduje się adres źródłowy lub docelowy.

Krok 3 Dwie sieci klasy C korzystające z domyślnej maski podsieci

W tym przykładzie pokazano, jak domyślna maska podsieci klasy C może posłużyć do określenia, w której sieci znajduje się host. Domyślna maska podsieci nie dzieli adresu na podsieci. Zastosowanie domyślnej maski podsieci sprawia, że sieć nie zostaje podzielona na podsieci. Host X będący hostem źródłowym w sieci 200.1.1.0 ma adres IP równy 200.1.1.5. Ma zostać z niego wysłany pakiet do hosta Z, będącego hostem docelowym w sieci 200.1.2.0 i mającego adres IP równy 200.1.2.8. Wszystkie hosty w każdej sieci są podłączone do koncentratorów lub przełączników, a następnie do routera. Należy pamiętać, że w adresie sieci klasy C pierwsze 3 oktety (24 bity) są przypisane jako adres sieci. Są to więc dwie różne sieci klasy C. Pozostał jeden oktet (8 bitów) na hosty, czyli każda sieć klasy C może zawierać do 254 hostów:

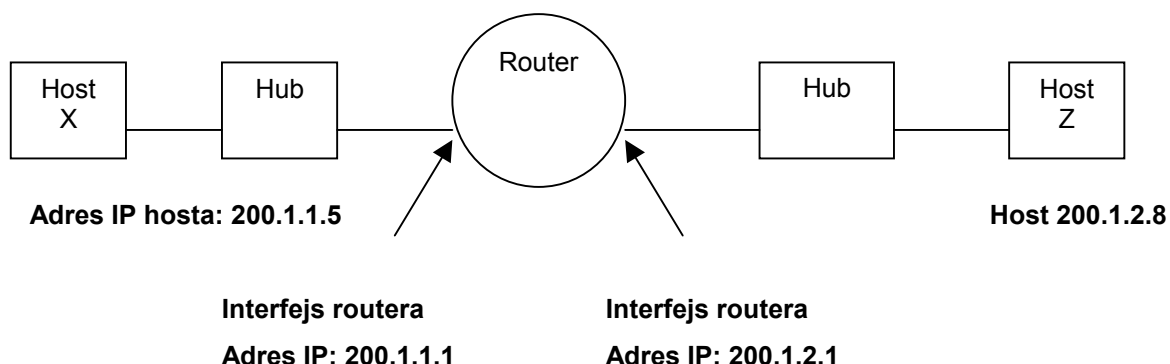
- $2^8 = 256 - 2 = 254$

Sieć źródłowa: 200.1.1.0

Sieć docelowa: 200.1.2.0

Maska podsieci: 255.255.255.0

Maska podsieci: 255.255.255.0



Operacja iloczynu logicznego pomaga w przesłaniu pakietu z hosta 200.1.1.5 w sieci 200.1.1.0 do hosta 200.1.2.8 w sieci 200.1.2.0 dzięki zastosowaniu następującej procedury:

1. Host X za pomocą operacji iloczynu logicznego porównuje swój adres IP ze swoją maską podsieci.

Adres IP hosta X: 200.1.1.5	11001000.00000001.00000001.00000101
Maska podsieci: 255.255.255.0	11111111.11111111.11111111.00000000
Wynik operacji iloczynu logicznego (200.1.1.0):	11001000.00000001.00000001.00000000

Uwaga: Wynikiem operacji iloczynu logicznego jest adres sieci hosta X, czyli 200.1.1.0.

2. Następnie host X za pomocą operacji iloczynu logicznego porównuje adres IP docelowego hosta Z z własną maską podsieci.

Adres IP hosta Z: 200.1.2.8	11001000.00000001.00000010.00001000
Maska podsieci: 255.255.255.0	11111111.11111111.11111111.00000000

Wynik operacji iloczynu logicznego (200.1.2.0):

11001000.00000001.00000010.00000000

Uwaga: Wynikiem operacji iloczynu logicznego jest adres sieci hosta Z, czyli 200.1.2.0.

Host X porównuje wyniki operacji iloczynu logicznego z kroku 1 i 2, z czego płynie wniosek, że są one różne. Wiadomo już, że host Z nie znajduje się w tej samej sieci lokalnej (LAN) co host X. Z tego względu pakiet musi zostać wysłany do domyślnej bramy hosta X, to jest na adres IP interfejsu routera 200.1.1.1 w sieci 200.1.1.0. Następnie na routerze powtarza się operację iloczynu logicznego w celu określenia, do którego interfejsu routera ma być wysłany pakiet.

Krok 4 Jedna sieć klasy C z podsieciami korzystająca z niestandardowych masek podsieci

W tym przykładzie użyto jednego adresu sieci klasy C (200.1.1.0) i przedstawiono sposób użycia niestandardowej maski podsieci klasy C do określenia, w której podsieci znajduje się host, oraz do routingu pakietów z jednej podsieci do drugiej. Należy pamiętać, że w adresie sieci klasy C pierwsze 3 oktetów (24 bity) odwzorowują adres sieci. Pozostaje jeden oktet (8 bitów) na hosty. Tak więc każda sieć klasy C może zawierać do 254 hostów:

- $2^8 = 256 - 2 = 254$

Przypuśćmy, że w sieci ma istnieć mniej niż 254 hostów, stacji roboczych i serwerów. Może to być spowodowane względami bezpieczeństwa lub potrzebą zmniejszenia ruchu. Efekt taki można osiągnąć poprzez utworzenie dwóch podsieci i rozdzielenie ich routerem. Spowoduje to utworzenie mniejszych, niezależnych domen rozgłoszeniowych, co może zwiększyć wydajność sieci oraz bezpieczeństwo. Jest to możliwe, ponieważ podsieci będą rozdzielone jednym lub kilkoma routerami. Załóżmy, że potrzebne będą przynajmniej dwie podsieci i że każda będzie zawierać przynajmniej 50 hostów. Ponieważ dostępny jest tylko jeden adres sieci klasy C, jedynie osiem bitów w czwartym okciecie jest dostępnych dla całkowitej liczby 254 hostów. Z tego względu należy utworzyć niestandardową maskę podsieci. Niestandardowa maska podsieci posłuży do „pożyczenia” bitów z części adresu odpowiadającego hostowi. Aby uzyskać taki efekt, należy wykonać poniższą procedurę:

1. Pierwszym krokiem w procesie tworzenia podsieci jest określenie wymaganej liczby podsieci. W tym przypadku wymagane są dwie podsieci. Aby zobaczyć, ile bitów należy pożyczyć z części hosta adresu sieciowego, należy dodać wartości bitów od prawej do lewej, aż uzyska się wartość równą lub większą niż liczba potrzebnych podsieci. Ponieważ potrzebne są dwie podsieci, należy dodać bit pierwszy i drugi, co w wyniku daje liczbę trzy. Wartość ta przekracza liczbę wymaganych podsieci. Aby osiągnąć żądany efekt, należy pożyczyć przynajmniej dwa bity z adresu hosta, począwszy od lewej strony oktetu zawierającego ten adres.

Adres sieci: 200.1.1.0

Bity adresu hosta w czwartym okciecie:	1	1	1	1	1	1	1
	1						
Wartości bitów adresu hosta:	128	64	32	16	8	4	<u>2</u>
<u>1</u>							
(od prawej)							

Bity należy dodawać począwszy od prawej strony, najpierw 1, następnie 2 itd., aż suma będzie większa od liczby potrzebnych podsieci.

Uwaga: Alternatywnym sposobem obliczenia liczby bitów, które należy pożyczyć w celu utworzenia podsieci, jest podniesienie liczby 2 do potęgi odpowiadającej ilości pożyczonych bitów. Wynik musi być większy niż liczba potrzebnych podsieci. Na przykład jeśli zostaną pożyczone 2 bity, wynikiem podniesienia liczby 2 do potęgi drugiej będzie liczba cztery. Ponieważ liczba potrzebnych podsieci jest równa dwa, powyższy wynik będzie odpowiedni.

2. Gdy wiadomo już, ile bitów należy pożyczyć, należy je pobrać, począwszy od lewej strony adresu hosta w czwartym oktecie. Każdy bit pożyczony z adresu hosta pozostawia mniej bitów przeznaczonych dla hostów. Mimo iż liczba podsieci się zwiększy, liczba hostów przypadających na każdą sieć ulegnie zmniejszeniu. Ponieważ dwa bity należy pożyczyć od strony lewej, nowa wartość musi być zaprezentowana w masce podsieci. Istniejąca domyślna maska podsieci była równa 255.255.255.0, a nowa niestandardowa maska podsieci jest równa 255.255.255.192. Liczba 192 powstaje w wyniku dodania dwóch pierwszych bitów od lewej strony, $128 + 64 = 192$. Te bity przyjęły wartość 1 i są częścią pełnej maski podsieci. Pozostawia to 6 bitów na adresy IP hostów, czyli $2^6 = 64$ hostów na podsieć.

Bity czwartego oktetu pożyczone na podsieć: 1 1 0 0 0 0 0
0

Wartości bitów podsieci (od lewej strony): 128 64 32 16 8 4 2
1

Dzięki tym informacjom można utworzyć następującą tablicę. Pierwsze dwa bity to binarna wartość podsieci.

Ostatnie sześć bitów to bity hosta. Pożyczając 2 z 8 bitów adresu hosta, można utworzyć 4 podsieci (2 do potęgi 2), z których każda może zawierać 64 hosty. Te cztery sieci tworzy się w następujący sposób:

- Sieć 200.1.1.0
- Sieć 200.1.1.64
- Sieć 200.1.1.128
- Sieć 200.1.1.192

Sieć 200.1.1.0 jest uważana jako bezużyteczna, chyba że urządzenie sieciowe obsługuje komendę `IOS ip subnet-zero`, która umożliwi użycie pierwszej podsieci.

Nr podsieci	Wartość binarna pożyczonych bitów podsieci	Dziesiętna wartość bitów podsieci	Możliwe binarne wartości bitów hosta (zakres) (6 bitów)	Dziesiętny zakres podsieci/hostów	Użyteczna?
Podsieć 0	00	0	000000–111111	0–63	Nie
Podsieć 1	01	64	000000–111111	64–127	Tak
Podsieć 2	10	128	000000–111111	128–191	Tak
Podsieć 3	11	192	000000–111111	192–254	Nie

Należy zwrócić uwagę, że pierwsza podsieć zawsze rozpoczyna się od wartości 0, a wartość odpowiadająca każdej następnej w tym przypadku jest większa od poprzedniej o 64, co jest równe liczbie hostów w każdej podsieci. Jednym ze sposobów określenia liczby hostów w każdej podsieci lub wartości początkowej dla każdej podsieci jest podniesienie liczby 2 do wartości będącej ilością pozostałych bitów hosta. Ponieważ pożyczone zostały dwa bity z ośmiu, pozostało sześć bitów, więc liczba hostów w każdej podsieci wynosi 2^6 , czyli 64. Innym sposobem określenia liczby hostów w każdej podsieci lub przyrostu między kolejnymi podsieciami jest odjęcie od liczby 256, będącej maksymalną liczbą możliwych kombinacji ośmiu bitów, dziesiętnej wartości maski podsieci w czwartym oktecie — 192. Wynikiem jest liczba 64. Oznacza to, że pierwsza sieć rozpoczyna się od wartości 0, a każda następna od wartości powiększonej o 64. Jeśli na przykład zostanie użyta druga podsieć, sieć 200.1.1.64 nie może służyć jako identyfikator hosta, ponieważ identyfikator podsieci o wartości 64 składa się z samych zer w części hosta.

Innym popularnym sposobem przedstawienia maski podsieci jest użycie notacji z ukośnikiem: „/#”, gdzie symbol # znajdujący się po ukośniku to liczba bitów użytych w masce (połączona sieć i podsieć). Na przykład adres sieciowy klasy C, taki jak 200.1.1.0, ze standardową maską podsieci (255.255.255.0) można zapisać jako 200.1.1.0 /24, co wskazuje, że w masce użyte są 24 bity. Ta sama sieć podzielona na podsieci przez użycie dwóch bitów hosta dla podsieci może być zapisana jako 200.1.1.0 /26. Oznacza to, że 24 bity są użyte dla sieci, a 2 bity określają podsieć. To oznacza niestandardową maskę podsieci równą 255.255.255.192 w notacji dziesiętnej kropkowej.

Sieć klasy A 10.0.0.0 z maską standardową (255.0.0.0) może być zapisana jako 10.0.0.0 /8. Jeśli 8 bitów (następny oktet) zostanie użytych dla określenia podsieci, odpowiadałoby to zapisowi 10.0.0.0 /16. Oznaczać to będzie niestandardową maskę podsieci równą 255.255.0.0 w notacji dziesiętnej kropkowej. Liczba po ukośniku występującym po numerze sieci to skrócona metoda wskazania, jaka maska podsieci została użyta.

Krok 5 Odpowiedz na następujące pytania dotyczące podsieci, opierając się na poniżej przedstawionych informacjach i poprzednich przykładach

Firma wystąpiła o adres sieci klasy C i otrzymała adres 197.15.22.0. Sieć fizyczna musi być podzielona na 4 podsieci, które będą połączone routerami. W każdej podsieci będzie wymaganych przynajmniej 25 hostów. Musi być użyta niestandardowa maska podsieci klasy C oraz wymagany jest router między podsieciami do przeprowadzania routingu pakietów z jednej podsieci do pozostałych. Należy określić liczbę bitów, które należy pożyczyć z części hosta adresu sieci, oraz liczbę bitów, która pozostanie na adresy hostów.

Uwaga: Dostępnych będzie 8 podsieci, z czego 6 będzie nadawało się do użycia.

Wypełnij poniższą tabelę i odpowiedz na następujące pytania:

Nr podsieci	Wartość binarna pożyczonych bitów podsieci	Dziesiętna wartość bitów podsieci i numer podsieci	Możliwe binarne wartości bitów hosta (zakres) (5 bitów)	Dziesiętny zakres podsieci/hostów	Do wykorzystania ?
Podsieć 0					
Podsieć 1					
Podsieć 2					
Podsieć 3					
Podsieć 4					
Podsieć 5					
Podsieć 6					
Podsieć 7					

UWAGI:

Skorzystaj z wypełnionej tabeli jako pomocy podczas odpowiadania na poniższe pytania:

1. Które oktety oznaczają część sieci adresu IP klasy C? _____
2. Które oktety oznaczają część hosta adresu IP klasy C? _____
3. Jaki jest binarny odpowiednik adresu sieci klasy C w tym scenariuszu? **197.15.22.0**
Adres sieci w postaci dziesiętnej: _____
Adres sieci w postaci binarnej: _____
4. Ile najbardziej znaczących bitów zostało pożyczonych z bitów hosta w czwartym okciecie?

5. Która maska podsieci musi być użyta? Przedstaw maskę podsieci w postaci dziesiętnej i binarnej.
Maska podsieci w postaci dziesiętnej: _____
Maska podsieci w postaci binarnej: _____
6. Jaka jest maksymalna liczba podsieci, które można utworzyć przy użyciu tej maski podsieci?

7. Jaka jest maksymalna liczba użytecznych podsieci, które można utworzyć przy użyciu tej maski podsieci? _____
8. Ile bitów pozostało w czwartym okciecie dla identyfikatorów hostów?

9. Ile hostów w każdej podsieci można zdefiniować za pomocą tej maski podsieci?

10. Jaka jest maksymalna liczba hostów, które można zdefiniować dla wszystkich podsieci w tym scenariuszu? Załóż, że nie można wykorzystać najniższego i najwyższego numeru podsieci oraz najniższego i najwyższego identyfikatora hosta w każdej podsieci.

11. Czy adres 197.15.22.63 jest prawidłowym adresem IP hosta w tym scenariuszu?

12. Dlaczego tak sądzisz?

13. Czy adres 197.15.22.160 jest prawidłowym adresem IP hosta w tym scenariuszu?

14. Dlaczego tak sądzisz?

15. Host A ma adres IP równy 197.15.22.126. Host B ma adres IP równy 197.15.22.129. Czy te hosty znajdują się w tej samej podsieci? _____ Dlaczego?
