

Sieć komputerowa

Siecią komputerową nazywamy system łączący dwa lub więcej komputerów, w celu wymiany danych między nimi. Sieć może być zbudowana z wykorzystaniem urządzeń takich jak koncentratory, mosty lub/i przełączniki. Dwa ostatnie rodzaje urządzeń (mosty i przełączniki) stosowane są do podziału sieci na segmenty. Urządzenia te służą do przekazywania informacji między segmentami, oraz ich separacji – dzięki tej funkcji dane przesyłane w obrębie danego segmentu nie wydostają się poza ten segment. Komputery należące do jednego segmentu współdzielą to samo medium transmisyjne. Może to prowadzić do tzw. kolizji występujących wtedy, gdy dwa lub więcej komputerów wysyła dane w tej samej chwili. Transmisja danych nie dochodzi wówczas do skutku, a w segmencie rozchodzi się sygnał kolizji. Sygnał ten nie wydostaje się poza segment, w którym kolizja wystąpiła. Istnieją mechanizmy, które w zależności od rodzaju sieci zapobiegają kolizjom, albo – w przypadku ich wystąpienia – zapewniają powtórzenie nieudanej transmisji. Komunikacja w obrębie sieci przebiega na bazie adresów sprzętowych.

Adresy sprzętowe

Adresy sprzętowe, zwane też adresami fizycznymi, adresami MAC (ang. Media Access Control), lub adresami warstwy łącza danych modelu OSI (ang. data link layer) służą do identyfikowania hostów w komunikacji wewnątrzsieciowej. Umożliwiają one przesyłanie danych tylko w obrębie jednej sieci, nie jest natomiast możliwe przesłanie danych między różnymi sieciami w oparciu o same adresy fizyczne.

Adresy logiczne

Służą do identyfikacji hostów w komunikacji międzysieciowej. Adresy logiczne umożliwiają przesłanie danych między różnymi sieciami. Urządzenia łączące dwie lub więcej sieci noszą nazwę routerów. Analizują one adresy logiczne i zajmują się przekazywaniem danych między sieciami w sytuacji, gdy host docelowy znajduje się w innej sieci niż host źródłowy.

System adresacji IP (wersja IPv4)

Jest to system adresacji logicznej stosowany obecnie w przeważającej części Internetu. Każdy komputer podłączony do (publicznego) Internetu musi mieć unikalny adres IP. W najczęściej stosowanym zapisie adres IP składa się z czterech liczb dziesiętnych z przedziału od 0 do 255 oddzielonych kropkami. W pewnych sytuacjach stosuje się również zapis binarny (dwójkowy) i heksadecymalny (szesnastkowy). Przykładem adresu IP jest 10.1.1.20. Ten sam adres w zapisie dwójkowym to 00001010.00000001.00000001.00010100. Adres IP składa się z dwóch części – sieciowej i hostowej. Pierwsza z nich identyfikuje sieć, natomiast druga – hosta w danej sieci. Podział na część sieciową i hostową jest realizowany przy pomocy tzw. maski, która jest specjalnym adresem IP składającym się w zapisie binarnym z samych jedynek po lewej i z samych zer po prawej stronie. Przykładem maski jest adres 11111111.11111111.11110000.00000000 (w zapisie binarnym) lub 255.255.240.0 (w zapisie dziesiętnym). Liczbę jedynek występujących w postaci binarnej maski nazywamy jej długością. Maską określa, które bity adresu tworzą jego część sieciową, a które hostową. Mianowicie, część sieciową adresu tworzą te bity, które w masce są jedynekami, a część

hostową – te, które w masce są zerami. W naszym przykładzie część sieciowa adresu składa się z pierwszych 20 bitów, natomiast hostowa – z pozostałych 12 bitów.

Maska służy do określenia sieci, w której znajduje się host o danym adresie IP, a konkretnie do określenia adresu i rozmiaru tej sieci. Adres sieci uzyskujemy w wyniku logicznego mnożenia kolejnych bitów adresu przez odpowiadające im bity maski. W naszym przykładzie adres sieci to 10.1.0.0. Adres ten powstał z mnożenia kolejnych bitów adresu 10.1.1.20 przez odpowiadające im bity maski 255.255.240. Z kolei rozmiar sieci to liczba wszystkich adresów w danej sieci, Jest ona równa 2^n , gdzie n jest liczbą bitów części hostowej. Z kolei maksymalna liczba hostów, które można umieścić w danej sieci wynosi $2^n - 2$ (zapis x^n oznacza x do potęgi n). Może się wydawać, że liczba ta powinna być równa rozmiarowi sieci, ale dwa adresy mają specjalne znaczenie. Adres IP zawierający w części hostowej same zera jest adresem całej sieci, natomiast adres zawierający same jedynki jest tzw. adresem broadcast. Służy on do adresowania informacji przeznaczonej dla wszystkich hostów w danej sieci, a nie tylko dla jednego z nich. Każdy z pozostałych $2^n - 2$ adresów jest tzw. adresem unicast, tzn. służy do adresowania informacji przeznaczonej dla jednego, określonego tym adresem komputera.

Maska nie była potrzebna, kiedy przynależność komputera do sieci była określana tylko na podstawie tzw. klasy, do której należał dany adres. Jednak wraz z rozwojem Internetu wprowadzono możliwość podziału pełnej sieci na podsieci, przy zastosowaniu maski dłuższej niż domyślna dla pełnej sieci. Zasady takiego podziału opublikowano w dokumencie RFC 950. Maskę stała się wówczas nieodłącznym atrybutem adresu, ponieważ nie sam adres IP, ale dopiero para składająca się z adresu IP i maski daje pełną informację o logicznej lokalizacji komputera.

Klasy adresów IPv4

Klasa	Pierwszy bajt adresu	Liczba sieci	Część sieciowa	Część hostowa	Maska domyślna	Liczba hostów w sieci
A	1-126(127)	126	1 bajt	3 bajty	255.0.0.0	$2^{24} - 2$
B	128-191	2^{14}	2 bajty	2 bajty	255.255.0.0	$2^{16} - 2$
C	192-223	2^{21}	3 bajty	1 bajt	255.255.255.0	$2^8 - 2 = 254$
D	224-239	Adresy typu multicast				
E	240-255	Zarezerwowane				

Uwaga: Formalnie, adresy z pierwszym bajtem równym 127 należą do klasy A, ale nie są one używane do adresowania rzeczywistych interfejsów sieciowych. Za ich pomocą adresowany jest tzw. interfejs pętli zwrotnej (ang. loopback interface) używany w sytuacjach, gdy komputer (a ściślej – oprogramowanie realizujące protokół IP) wysyła informację do samego siebie. Adres 255.255.255.255 (formalnie należący do klasy E) to tzw. globalny broadcast – pakiet z takim adresem docelowym przeznaczony jest do wszystkich komputerów w Internecie. Rzecz jasna, pakiety takie nie są przepuszczane się przez większość routerów, w przeciwnym przypadku mogłyby zablokować ruch w Internecie.

Grupy adresów prywatnych (określone w dokumencie RFC 1918)

10.0.0.0 - 1 sieć klasy A

od 172.16.0.0 do 172.31.0.0 - 16 sieci klasy B

od 192.168.0.0 do 192.168.255.0 - 256 sieci klasy C

Adresy z powyższych grup nie mogą być nadawane hostom podłączonym do publicznego Internetu. Służą one do adresowania hostów w tzw. sieciach prywatnych, które nie wchodzą w skład publicznego Internetu, ale są z nim pośrednio połączone przez tzw. bramki internetowe. Na brankach tych działają mechanizmy translacji adresów umożliwiające obustronną komunikację między komputerami z sieci prywatnej, a tymi z publicznego Internetu.

Tabela podziału sieci klasy C na podsieci

Liczba podsieci	Maska podsieci	Liczba bitów maski	Adresy podsieci	Zakresy dostępnych adresów unicast	Adres broadcast
2	255.255.255.128	25	w.x.y.0 w.x.y.128	w.x.y.1 - w.x.y.126 w.x.y.129 - w.x.y.254	w.x.y.127 w.x.y.255
4	255.255.255.192	26	w.x.y.0 w.x.y.64 w.x.y.128 w.x.y.192	w.x.y.1 - w.x.y.62 w.x.y.65 - w.x.y.126 w.x.y.129 - w.x.y.190 w.x.y.193 - w.x.y.254	w.x.y.63 w.x.y.127 w.x.y.191 w.x.y.255
8	255.255.255.224	27	w.x.y.0 w.x.y.32 w.x.y.64 w.x.y.96 w.x.y.128 w.x.y.160 w.x.y.192 w.x.y.224	w.x.y.1 - w.x.y.30 w.x.y.33 - w.x.y.62 w.x.y.65 - w.x.y.94 w.x.y.97 - w.x.y.126 w.x.y.129 - w.x.y.158 w.x.y.161 - w.x.y.190 w.x.y.193 - w.x.y.222 w.x.y.225 - w.x.y.254	w.x.y.31 w.x.y.63 w.x.y.95 w.x.y.127 w.x.y.159 w.x.y.191 w.x.y.223 w.x.y.255

Metoda VLSM (Variable Length Subnet Mask – RFC 1009)

Metoda ta umożliwia podział sieci na podsieci nierównej wielkości. Jest niezbędna w sytuacjach, kiedy metoda podziału na równe podsieci nie może być stosowana ze względu na wymagania odnośnie rozmiarów poszczególnych podsieci. Załóżmy, że chcemy podzielić sieć klasy C o adresie 192.168.1.0 na cztery podsieci, do których ma należeć odpowiednio 100, 50, 25 i 20 hostów. Metoda podziału na równe podsieci nie ma w tym przypadku zastosowania, ponieważ nie da się umieścić 100 hostów w podsieci o rozmiarze 62. Problem ten daje się jednak rozwiązać, jeśli do podziału sieci wyjściowej zastosujemy maski o różnych długościach – 25, 26 i dwa razy po 27 bitów. Oto tabela przedstawiająca rozwiązanie:

Numer podsieci	Maska podsieci	Adres podsieci	Zakres dostępnych adresów unicast	Adres broadcast
1	255.255.255.128	192.168.1.0	192.168.1.1 – 192.168.1.126	192.168.1.127
2	255.255.255.192	192.168.1.128	192.168.1.129 – 192.168.1.190	192.168.1.191
3	255.255.255.224	192.168.1.192	192.168.1.193 – 192.168.1.222	192.168.1.223
4	255.255.255.224	192.168.1.224	192.168.1.225 – 192.168.1.254	192.168.1.255

Uwaga: Przy podziale metodą VLSM istotna jest kolejność wydzielania podsieci. Wynika to z faktu, że nie każdy adres z danej sieci może być adresem podsieci z niej wydzielanej. W powyższym przykładzie nie można zamienić numerami pierwszej i drugiej podsieci. Po takiej zamianie druga podsieć miałaby adres 192.168.1.64 i 25 bitową maskę. W zapisie binarnym siódmym (licząc od prawej strony) bitem adresu takiej podsieci jest jedynka. Prowadzi to do sprzeczności, gdyż w części hostowej, w tym przypadku 7 bitowej, adres podsieci musi składać się z samych zer.

Dzieląc sieć na podsieci metodą VLSM należy przestrzegać następującej zasady: w zapisie bitowym adres podsieci w części hostowej musi składać się z samych zer. Tym samym podsieć może być „odsunięta” od początku pełnej sieci tylko o wielokrotność swojego rozmiaru.

Zadanie do samodzielnego rozwiązania

Podzielić pełną sieć klasy C o adresie w.x.y.0 na trzy jak najmniejsze podsieci w taki sposób, aby w kolejnych podsieciach można było umieścić odpowiednio 60, 30 i 120 komputerów.

Wskazówka: kolejne podsieci muszą mieć adresy w.x.y.0 (pierwsza), w.x.y.64 albo w.x.y.96 (druga), oraz w.x.y.128 (trzecia).

CIDR (Classless Inter-Domain Routing – RFC 1517...1520);

Jest to wydzielanie bloków adresów reprezentujących (w nawiązaniu do podziału na klasy) podsieci, całe sieci lub sieci zagregowane (nadsieci). Blok taki jest oznaczany przez w.x.y.z/d gdzie w.x.y.z jest początkowym adresem bloku, a zarazem adresem podsieci, całej sieci, lub sieci zagregowanej, natomiast d jest liczbą bitów maski dzielącej adresy bloku na część identyfikującą sieć i hosta. Maksymalna liczba adresów hostów w takim bloku wynosi 2^{d-2} . Ostatni adres bloku jest adresem broadcast.

Przykładowa agregacja czterech sieci klasy C do jednej sieci bezklasowej

Adresy 4 sieci klasy C: 192.168.0.0, 192.168.1.0, 192.168.2.0, 192.168.3.0

Do każdej z powyższych sieci mogą należeć maksymalnie 254 hosty, razem 1016 hostów.

Adres CIDR sieci zagregowanej: 192.168.0.0/22

Maska dla sieci zagregowanej (konfigurowana na każdym hoście): 255.255.252.0

Zakres adresów hostów: 192.168.0.1 – 192.168.3.254 (1022 hosty)

Adres broadcast w sieci zagregowanej: 192.168.3.255

Adresy 192.168.1.0, 192.168.2.0, 192.168.3.0, oraz 192.168.0.255, 192.168.1.255, 192.168.2.255 mogą być nadawane hostom w sieci zagregowanej, natomiast przy zachowaniu podziału na klasy były odpowiednio adresami drugiej, trzeciej i czwartej sieci, oraz adresami broadcast w pierwszej, drugiej i trzeciej sieci.

Uwaga 1: Nie każdy adres pełnej sieci może być początkowym adresem bloku CIDR

Przykład niepoprawnie określonego bloku CIDR

192.168.4.0/21 jest niepoprawnie określonym blokiem adresów. Użycie maski o długości 21 bitów oznacza, że agregowanych jest 8 sieci klasy C do jednego bloku CIDR. Początkowy blok adresu, jako adres sieci zagregowanej, w zapisie dwójkowym musi składać się z samych zer w części identyfikującej hosta, czyli z samych zer na ostatnich 11 bitach. Tymczasem w zapisie dwójkowym adres 192.168.4.0 przedstawia się następująco: 11000000.10101000.00000100.00000000.

Jedenasty bit, licząc od prawej strony, jest jedynką, co przeczy powyższej zasadzie. Poprawnie natomiast jest określony blok 192.168.8.0/21 reprezentujący sieć zagregowaną z ośmiu sieci klasy C o adresach 192.168.8.0,...,192.169.15.0, a także blok 192.168.4.0/22 reprezentujący sieć zagregowaną z czterech sieci klasy C o adresach 192.168.4.0,...,192.168.7.0.

Uwaga 2: Sposób adresowania metodą CIDR jest w istocie zerwaniem z podziałem na klasy (stąd określenie „classless” – oznaczające „bezklasowy”). Przy zachowaniu podziału na klasy przykładowy adres 192.168.0.0/22 jest niepoprawny, ponieważ 192.168.0.0 jest adresem sieci klasy C, do której mogą należeć maksymalnie 254 hosty, natomiast maksymalna liczba hostów w bloku 192.168.0.0/22 wynosi 1022 ($2^{10} - 2$).