

Sieci komputerowe

Tadeusz Kobus, Maciej Kokociński
Instytut Informatyki, Politechnika Poznańska

Adresacja IPv4

Adres IP komputera

- Ciąg 32 bitów (4 bajty).
- Dwie części (punkt podziału zależy od konwencji):
 - **część sieciowa** – adres sieci, w której znajduje się komputer (początkowa część adresu),
 - **część komputerowa** – adres komputera wewnątrz sieci (końcowa część adresu).
- Przykład: **11000000 01110000 01001100 00000011**
 - część sieciowa: **11000000 01110000** (2B)
 - część komputerowa: **01001100 00000011** (2B)
- Zapis dziesiętny (dotted decimal):
 - 4 jednobajtowe segmenty rozdzielone kropką,
 - każdy bajt zapisany jako liczba dziesiętna z przedziału 0-255 (00000000–11111111),
 - przykład: **192.56.76.3**.

Adres sieci i adres rozgłoszeniowy

Adres sieci: taki jak adres IP komputera, ale z wyzerowaną częścią komputerową:

- przykład: 11000000 01110000 00000000 00000000
(część sieciowa = 2B),
- zapis dziesiętny: 192.58.0.0.

Adres rozgłoszeniowy dla danej sieci – część komputerowa złożona z jedynek:

- przykład: 11000000 01110000 11111111 11111111
(część sieciowa = 2B),
- zapis dziesiętny: 192.58.255.255.

Maska sieci

- Ciąg 32 bitów składający się z bloku jedynek i bloku zer, np.
11111111 11111111 11110000 00000000.
- Określa punkt podziału adresu na część komputerową i sieciową.
- Część sieciową uzyskuje się poprzez wykonanie operacji AND na adresie i masce, np.:
11000000 01110000 01001100 00000011 (adres)
11111111 11111111 11110000 00000000 (maska)
11000000 01110000 01000000 00000000 (adres sieci)
- Zapis dziesiętny: 255.255.240.0.
- Zapis skrócony: /n, np., /20.
- Przykład adresu IPv4 z maską: 192.56.76.3/16.

Zakres adresów

- Adresy komputerów mieszczą się w przedziale wyznaczonym przez rozmiar części komputerowej adresów pomniejszonym o adresy specjalne.
- Przykład:

sieć: 150.150.0.0/16

10010110	10010110	00000000	00000000	150.150.0.0	adres sieci
10010110	10010110	00000000	00000001	150.150.0.1	#1
10010110	10010110	00000000	00000010	150.150.0.2	#2
...				...	
10010110	10010110	11111111	11111110	150.150.255.254	#65534
10010110	10010110	11111111	11111111	150.150.255.255	ad. rozgłoszeniowy

zakres adresów: 150.150.0.1 – 150.150.255.254

liczba komputerów, które można zaadresować:

$$2^{16} - 2 = 65534$$

Zadanie 1

Dany jest adres `100.0.100.50/28`.

1. Oblicz adres sieci dla powyższego adresu.
2. Wskaż adres rozgłoszeniowy sieci.
3. Ile komputerów można zaadresować w tej sieci?

Przydział adresów (1)

Dawniej – przydział klas adresów:

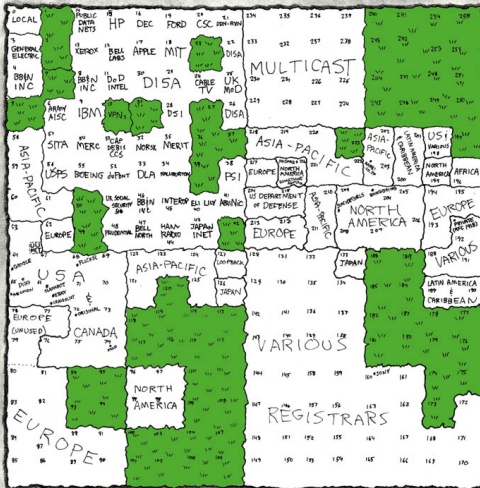
Klasa	Zakres adresów IP (pierwszy oktet)	Rozmiar sieci	Zastosowanie:
A	1-126 (00000001-01111110)	16 777 216	b. duże instytucje
B	128-191 (10000000-10111111)	65 534	duże instytucje
C	192-223 (11000000-11011111)	254	małe instytucje
D	224-239 (11100000-11101111)	–	multicast
E	240-255 (11111000-11111111)	–	eksperymentalne

Od 1993 – Classless Inter-Domain Routing (CIDR) – liczba adresów w bloku CIDR jest dowolną (w ustalonym zakresie) potęgą liczby 2.

Prefiks CIDR	Maska	Rozmiar sieci
/32	255.255.255.255	1
/31	255.255.255.254	2
/30	255.255.255.252	4
...
/13	255.255.248.0	524 288
...
/1	128.0.0.0	2 147 483 648

Przydział adresów (2)

MAP OF THE INTERNET
THE IPv4 SPACE, 2006



Hierarchia:

- IANA – Internet Assigned Numbers Authority,
- 5 x RIR – Regional Internet Registry,
- organizacje (komercyjne, naukowe, rządowe), ISPs.

0 1 14 15 16 19 →
3 2 13 12 17 18
4 7 8 11
5 6 9 10



Klasy adresów prywatnych

- Dla niektórych zastosowań nie jest konieczne posiadanie unikalnych adresów.
- Zakres adresów, które można wykorzystywać bez rejestracji, to adresy prywatne.
- Klasy adresów prywatnych:
 - A – adresy 10.0.0.0 – 10.255.255.255, maska /8,
 - B – adresy 172.16.0.0 – 172.31.255.255, maska /12,
 - C – adresy 192.168.0.0 – 192.168.255.255, maska /16.
- Adresy zarezerwowane:
 - 127.0.0.0/8 – pętla (loopback),
 - 192.0.2.0/24 – przykład (TEST-NET),
 - inne ([link](#)).

Podział sieci (1)

Problem:

- firma dysponuje jednym adresem sieci np. 150.10.0.0/16,
- firma posiada kilka budynków – w każdym znajduje się sieć LAN,
- jak zaplanować adresację w firmie?

Podział sieci (2)

Część sieciowa ma długość s bitów (maska wynosi $/s$).

Część komputera ma długość k bitów.

Część sieciowa	Część komputerowa
----------------	-------------------

Podział sieci na p podsieci, wyznaczanie adresów podsieci:

1. Pożyczamy z początku części komputerowej tyle bitów, żeby móc ponumerować p podsieci: $x = \lceil \log_2(p) \rceil$.
2. Używamy *pożyczonych* bitów, żeby ponumerować podsieci.
3. Powiększamy maskę o x .

Część sieciowa	Nr podsieci	Część komputerowa
----------------	-------------	-------------------

Podział sieci (3)

Część sieciowa	Nr podsieci	Część komputerowa
----------------	-------------	-------------------

Uzyskujemy:

- każda podsieć ma własny adres sieci i rozgłoszeniowy,
- w każdej sieci można zaadresować $2^{k-x} - 2$ komputerów,
- maska podsieci jest dłuższa niż maska oryginalnej sieci: $s + x$.

Podział sieci – przykład (1)

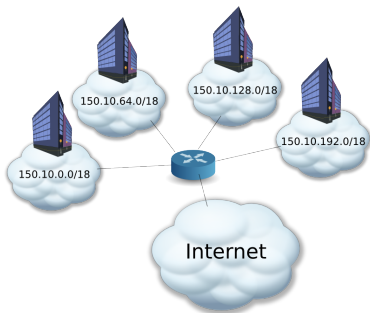
Adres sieci: 150.10.0.0/16, podział na 4 podsieci:

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
10010110								00001010								00000000								00000000							

- adresacja podsieci wymaga $\lceil \log_2(4) \rceil = 2$ bitów,
- numeracja podsieci:
 - 00 – podsieć pierwsza,
 - 01 – podsieć druga,
 - 10 – podsieć trzecia,
 - 11 – podsieć czwarta.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
10010110								00001010								XX		000000				00000000									

Podział sieci – przykład (2)



Nr	Adres podsieci	Maska	Adres min.	Adres maks.	Adres rozgł.
00	150.10.0.0	/18	150.10.0.1	150.10.63.254	150.10.63.255
01	150.10.64.0	/18	150.10.64.1	150.10.127.254	150.10.127.255
10	150.10.128.0	/18	150.10.128.1	150.10.191.254	150.10.191.255
11	150.10.192.0	/18	150.10.192.1	150.10.255.254	150.10.255.255

Zadanie 2

Dana jest sieć 158.75.136.0/22:

1. Podziel sieć na 8 równych sieci.
2. Dla każdej podsieci podaj adres sieci, maskę, adres rozgłoszeniowy oraz zakres adresów.

Podział sieci na podsieci różnej wielkości

Problem:

- firma posiada kilka budynków znacznie różniących się liczbą komputerów.

Podział sieci na podsieci różnej wielkości

Problem:

- firma posiada kilka budynków znacznie różniących się liczbą komputerów.

Variable Length Subnet Masking (VLSM):

- zasada postępowania:
 1. podział sieci na równe podsieci,
 2. podział podsieci na jeszcze mniejsze podsieci.

Podsieci różnej wielkości – przykład (1)

Podział sieci 150.10.0.0/16 na:

- 3 sieci po 15 000 komputerów oraz
- 4 sieci po 4000 komputerów.

Podział sieci 150.10.0.0/16 na 4 podsieci /18:

Nr	Adres podsieci	Maska	Adres min.	Adres maks.	Adres rozgł.
00	150.10.0.0	/18	150.10.0.1	150.10.63.254	150.10.63.255
01	150.10.64.0	/18	150.10.64.1	150.10.127.254	150.10.127.255
10	150.10.128.0	/18	150.10.128.1	150.10.191.254	150.10.191.255
11	150.10.192.0	/18	150.10.192.1	150.10.255.254	150.10.255.255

Podział sieci 150.10.64.0/18 na 4 podsieci /20:

Nr	Adres podsieci	Maska	Adres min.	Adres maks.	Adres rozgł.
00	150.10.64.0	/20	150.10.64.1	150.10.79.254	150.10.79.255
01	150.10.80.0	/20	150.10.80.1	150.10.95.254	150.10.95.255
10	150.10.96.0	/20	150.10.96.1	150.10.111.254	150.10.111.255
11	150.10.112.0	/20	150.10.112.1	150.10.127.254	150.10.127.255

Podsieci różnej wielkości – przykład (2)

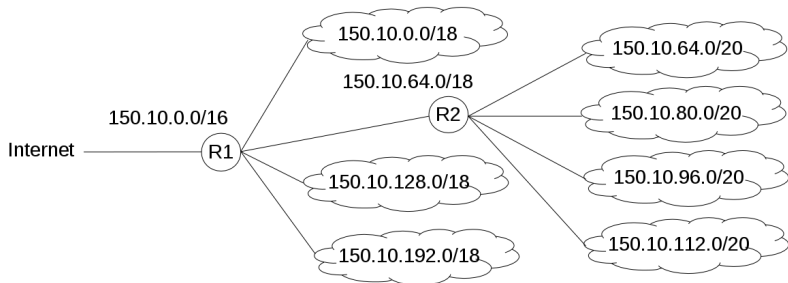
Wszystkie podsieci:

- 150.10.0.0/18
- 150.10.128.0/18
- 150.10.192.0/18
- 150.10.64.0/20
- 150.10.80.0/20
- 150.10.96.0/20
- 150.10.112.0/20

Routery znajdujące się poza siecią firmową mogą utrzymywać tylko jeden wiersz w swoich tablicach tras, zawierający wyłącznie sieć **150.10.0.0/16**.

Trasy do podsieci muszą być zapamiętane w routerach wewnątrz sieci firmowej.

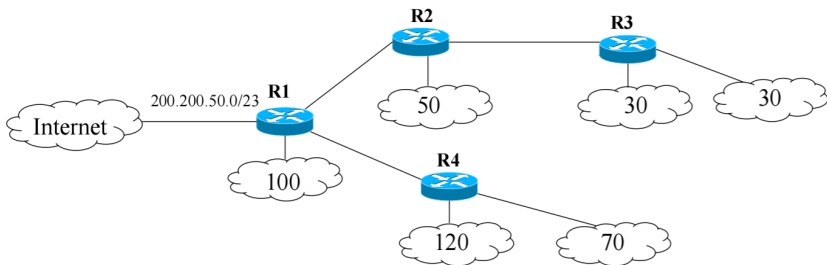
Podsieci różnej wielkości – przykład (3)



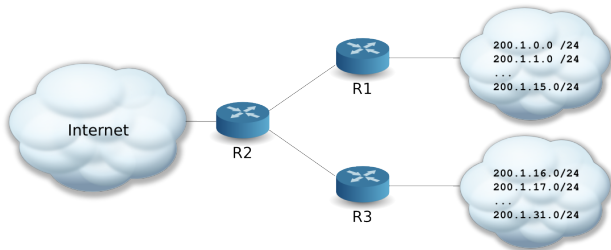
Zadanie 3

Zaproponuj schemat adresacji dla sieci z rysunku (rozmiary sieci w chmurkach):

- dostawca usług R1 (jego nazwa bierze się od nazwy routera R1) dysponuje adresem CIDR `200.200.50.0/23`,
- R1 część przestrzeni adresowej przeznaczając dla własnych sieci IP, a resztę oddaje swoim poddostawcom R2 i R4,
- R2 postępuje analogicznie jak R1 względem swojego poddostawcy.



Agregacja adresów sieci (1)



	Sieć	Maska	Brama
R2	200.1.0.0	/24	R1
	200.1.1.0	/24	R1
	200.1.2.0	/24	R1

	200.1.15.0	/24	R1
	200.1.16.0	/24	R3
	200.1.17.0	/24	R3
	200.1.18.0	/24	R3

	200.1.31.0	/24	R3

Agregacja adresów sieci (2)

Zasada agregacji (mając dany zakres adresów IP):

1. Znajdź najdłuższy wspólny prefiks ich części sieciowych.
2. Skróć część sieciową (maskę) i utwórz uogólniony adres IP sieci (tzw. adres nadsieci lub *CIDR – supernet address* lub *CIDR address*).

Uwaga: nadsieć nie może zawierać adresów spoza danego zakresu adresów IP!

Agregacja adresów sieci (3)

Agregacja adresów dla routera R2:

200.1.0.0/24	11001000.00000001.00000000.00000000
200.1.1.0/24	11001000.00000001.00000001.00000000
200.1.2.0/24	11001000.00000001.00000010.00000000
200.1.3.0/24	11001000.00000001.00000011.00000000
...	...
200.1.15.0/24	11001000.00000001.00001111.00000000
200.1.16.0/24	11001000.00000001.00010000.00000000
200.1.17.0/24	11001000.00000001.00010001.00000000
200.1.18.0/24	11001000.00000001.00010010.00000000
200.1.19.0/24	11001000.00000001.00010011.00000000
...	...
200.1.31.0/24	11001000.00000001.00011111.00000000

Nowa tablica routingu na R2:

Sieć	Maska	Brama
200.1.0.0	/20	R1
200.1.16.0	/20	R3

Agregacja adresów sieci (4)

Często nie można dokonać agregacji do jednego adresu nadrzędnego.

200.1.48.0/24	11001000.00000001.00110000.00000000
200.1.49.0/24	11001000.00000001.00110001.00000000
...	...
200.1.63.0/24	11001000.00000001.00111111.00000000
<hr/>	
200.1.64.0/24	11001000.00000001.01000000.00000000
200.1.65.0/24	11001000.00000001.01000001.00000000
...	...
200.1.79.0/24	11001000.00000001.01001111.00000000

Agregacja do jednego adresu 200.1.0.0/17 ujęłaby nieistniejące adresy sieci, np: 200.1.127.0/24.

Agregacja adresów sieci (5)

W tym przypadku należy wykonać dwie osobne agregacje:

200.1.48.0/24	11001000.00000001.00110000.00000000
200.1.49.0/24	11001000.00000001.00110001.00000000
...	...
200.1.63.0/24	11001000.00000001.00111111.00000000

Nadsieć: 200.1.48.0/20.

200.1.64.0/24	11001000.00000001.01000000.00000000
200.1.65.0/24	11001000.00000001.01000001.00000000
...	...
200.1.79.0/24	11001000.00000001.01001111.00000000

Nadsieć: 200.1.64.0/20.

Zadanie 4

Dokonaj agregacji poniższych wpisów na routerze R1 tak bardzo jak się da:

Sieć	Maska	Brama
150.254.80.0	/24	R2
150.254.81.0	/24	R2
150.254.82.0	/24	R2
...		
150.254.111.0	/24	R2
150.254.112.0	/24	R2