

Адресація в мережі

Мета роботи: IP - адресація і створення підмереж.

IP - адреса складається з двох частин - ідентифікатор мережі (префікс мережі, Network ID) і ідентифікатор вузла (номер пристрою, Host ID). Така схема приводить до дворівневої адресної ієрархії.

Ідентифікатор мережі ідентифікує всі вузли, розташовані на одному фізичному або логічному сегменті мережі, обмеженому IP – маршрутизаторами. Всі вузли, що знаходяться в одному сегменті повинні мати однаковий ідентифікатор мережі.

Ідентифікатор вузла ідентифікує конкретний мережевий вузол (мережевий адаптер робочої станції або сервера, порт маршрутизатора). Ідентифікатор вузла повинен бути унікальний для кожного вузла усередині IP-мережі, що має один ідентифікатор мережі.

Таким чином, в цілому IP-адреса буде унікальна для кожного мережевого інтерфейсу всієї мережі TCP/IP.

Співвідношення між ідентифікатором мережі і ідентифікатором вузла в IP-адресі визначається за допомогою маски підмережі (Network mask), яка має довжину також 4 байти і також записується в десятковій формі по 4 октети, розділених крапками. Старші біти маски підмережі, що складаються з **1**, визначають, які розряди IP-адреси відносяться до ідентифікатора мережі. Молодші біти маски, що складаються з **0**, визначають, які розряди IP-адреси відносяться до ідентифікатора вузла.

IP-адреса і маска підмережі - мінімальний набір параметрів для конфігурації протоколу TCP/IP на мережевому вузлі.

Для забезпечення гнучкості в присвоєнні адрес комп'ютерним мережам розробники протоколу визначили, що адресний простір IP повинен бути розділений на три різні класи - A, B і C.

На додаток цим трьом класам виділяють ще два класи. D - цей клас використовується для групової передачі даних. E – клас, зарезервований для проведення експериментів.

Формула розрахунку мереж

Кількість підмереж = 2^n , де n - це кількість старших бітів маски підмережі, що складаються з (одиниць), визначають, які розряди IP-адреси відносяться до ідентифікатора мережі.

Формула розрахунку хостів (вузлів)

Кількість хостів в підмережі = $2^n - 2$, де n - це кількість молодших бітів маски, що складаються з (нулів), визначають, які розряди IP-адреси відносяться до ідентифікатора вузла, а «-2» - це відрахування адреси мережі (розряди ідентифікатора вузла рівні 0) і широкомовної адреси або broadcast-адрес (ідентифікатор вузла, що складається з одних 1).

Пояснення формул розрахунку мереж

IP адреса

IP адреса складається з 32 бітів, які поділені на 4 частини по 8 біт відповідно (ці частини називаються октетами). У житті використовується запис IP адреси в десятковому вигляді.

Приклади IP адрес:

172.16.2.15 = 10101100.00010000.00000010.00001111

178.68.128.168 = 10110010.01000100.10000000.10101000

217.20.147.94 = 11011001.00010100.10010011.01011110

З цих 32 бітів частина відноситься до адреси вузла, якому належить ця IP адреса, а інша частина належить до адреси мережі, в якій знаходиться цей хост. Перша частина (зліва направо) IP адреси позначає адресу мережі, а друга частина (решта біт) - адреса хоста. Щоб дізнатися, скільки бітів відноситься до адреси мережі, треба скористатися маскою мережі.

маска мережі

Маска мережі теж складається з 32 бітів, але на відміну від IP адреси, в масці одиниці і нулики не можуть перемішуватися. У житті використовується запис мережевої маски в десятковому вигляді.

Приклади масок мережі:

255.0.0.0 = 11111111.00000000.00000000.00000000

255.255.240.0 = 11111111.11111111.11110000.00000000

255.255.255.128 = 11111111.11111111.11111111.10000000

255.255.255.0 = 11111111.11111111.11111111.00000000

префікс маски

Ще частіше, маска мережі записується у вигляді короткого префікса маски. Число префікс позначає кількість біт відносяться до адреси мережі.

/ 16 = 11111111.11111111.00000000.00000000 = 255.255.0.0

/ 24 = 11111111.11111111.11111111.00000000 = 255.255.255.0

/ 26 = 11111111.11111111.11111111.11000000 = 255.255.255.192

IP адреса і маска мережі

Щоб дізнатися, яка частина IP адреси відноситься до порції мережі, необхідно виконати бінарну логічну операцію AND (І).

Бінарна логічна операція AND (І)

Сенс операції полягає в порівнянні двох бітів, причому тільки в одному випадку бінарна операція дає одиницю на виході - у разі порівняння двох одиниць. В інших випадках логічна операція AND дає на виході 0.

Результати порівняння логічною операцією AND двох бітів:

1 AND 1 = 1

1 AND 0 = 0

0 AND 1 = 0

0 AND 0 = 0

Операція AND над IP адресою і маскою

Уявімо, що у нас є IP адреса 192.168.1.31 з маскою мережі у вигляді префікса /24, наше завдання обчислити адресу мережі, Network ID, Host ID.

Спочатку треба перевести IP адрес з десяткової системи числення в двійкову систему. Потім перевести префікс в двійковий вигляд і нормальний вигляд маски мережі (десятковий). Далі залишиться тільки скласти IP адрес з маскою за допомогою логічної операції AND.

192.168.1.31/24

192.168.1.31 = 11000000.10101000.00000001.00011111

/24 = 11111111.11111111.11111111.00000000 = 255.255.255.0

11000000.10101000.00000001.00011111 (IP)

AND

11111111.11111111.11111111.00000000 (Mask)

=

11000000.10101000.00000001.00000000 (Адреса мережі в двійковому вигляді)

192.168.1.0/24 (Адреса мережі в десятковому вигляді з мережевим префіксом)

Ось ми і дізналися адресу мережі. Одинички в масці вказують на кількість розрядів адреси мережі (11000000.10101000.00000001.), А нулики - на кількість розрядів адреси вузла (.00011111).

Приклади розрахунку мереж

Розподіл мережі здійснюється присвоєнням бітів з частини адреси хоста до частини адреси мережі. Тим самим ми збільшуємо можливу кількість підмереж, але зменшуємо кількість хостів в підмережі. Щоб дізнатися, скільки виходить підмереж із привласнених бітів треба скористатися формулою розрахунку мереж: 2^n , де n є кількістю присвоєних біт.

Приклад розрахунку мережі на 2 підмережі.

У нас є адреса мережі 192.168.1.0/24, нам треба розділити наявну мережу на 2 підмережі. Спробуємо забрати від порції хоста 1 біт і скористатися формулою: $2^1 = 2$, це означає, що якщо ми заберемо один біт від частини хоста, то ми отримаємо 2 підмережі. Присвоєння одного біта з частини хоста збільшить префікс на один біт: /25. Тепер треба виписати дві однакових IP адреси мережі в двійковому вигляді змінивши лише присвоєний біт (у першій підмережі присвоєний біт буде дорівнює 0, а у другій підмережі = 1).

2 підмережі (захоплений біт виділений жирним шрифтом зеленого кольору):

1) 11000000.10101000.00000001. **0** 0000000

2) 11000000.10101000.00000001. **1** 0000000

Тепер запишемо поряд з двійковим видом десятковий, і додамо новий префікс. Зеленим позначив частину підмережі, а синім - частину вузла.

1) **11000000.10101000.00000001.0** 0000000 = 192.168.1.0/25

2) **11000000.10101000.00000001.1** 0000000 = 192.168.1.128/25

Все, мережа розділена на дві підмережі. Як ми бачимо вище, кількість розрядів хоста тепер становить 7 біт.

Щоб вирахувати, скільки адрес хостів можна отримати використовуючи 7 біт, необхідно скористатися формулою розрахунку хостів: $2^n - 2$, де n = кількість біт в частині хоста.

$2^7 - 2 = 126$ хостів. На початку було сказано, що віднімається цифра 2 є двома адресами, які не можна привласнити хосту: адреса мережі і широкомовну адресу.

Адреса мережі, це коли в частині хоста всі нулі, а ширококомовна адреса, це коли в частині хоста всі одиниці. Випишемо ці адреси для кожної підмережі в двійковому і десятковому вигляді:

11000000.10101000.00000001.0 0000000 = 192.168.1.0/25 (адреса мережі першої підмережі)

11000000.10101000.00000001.0 1111111 = 192.168.1.127/25 (широкомовна адреса першої підмережі)

11000000.10101000.00000001.1 0000000 = 192.168.1.128/25 (адреса мережі другої підмережі)

11000000.10101000.00000001.1 1111111 = 192.168.1.255/25 (широкомовна адреса другої підмережі)

Приклад розрахунку мережі на 4 підмережі.

Цей приклад робиться абсолютно за тим же алгоритмом, що і попередній.

У нас є адреса мережі 192.168.1.0/24, треба розділити мережу на 4 підмережі. Вираховуємо за формулою, скільки нам треба зайняти бітів від хоста $2^2 = 4$. Префікс змінюється на / 26.

4 підмережі (захоплений біт більш жирний шрифтом зеленого кольору):

- 1) 11000000.10101000.00000001. **00** 000000
- 2) 11000000.10101000.00000001. **01** 000000
- 3) 11000000.10101000.00000001. **10** 000000
- 4) 11000000.10101000.00000001. **11** 000000

Зеленим позначено частину підмережі, а синім - частину хоста:

- 1) 11000000.10101000.00000001.**00** 000000 = 192.168.1.0/26
- 2) 11000000.10101000.00000001.**01** 000000 = 192.168.1.64/26
- 3) 11000000.10101000.00000001.**10** 000000 = 192.168.1.128/26
- 4) 11000000.10101000.00000001.**11** 000000 = 192.168.1.192/26

Все, мережа розділена на 4 підмережі. Частина хоста тепер становить 6 біт.
 $2^6 - 2 = 62$ хостів.

11000000.10101000.00000001.**00** 000000 = 192.168.1.0/26 (адреса мережі першої підмережі)

11000000.10101000.00000001.**00** 111111 = 192.168.1.63/26 (широкомовна адреса першої підмережі)

11000000.10101000.00000001.01 000000 = 192.168.1.64/26 (адреса мережі другої підмережі)

11000000.10101000.00000001.01 111111 = 192.168.1.127/26 (широкомовна адреса другої підмережі)

11000000.10101000.00000001.10 000000 = 192.168.1.128/26 (адреса мережі третьої підмережі)

11000000.10101000.00000001.10 111111 = 192.168.1.191/26 (широкомовна адреса третьої підмережі)

11000000.10101000.00000001.11 000000 = 192.168.1.192/26 (адреса мережі четвертої підмережі)

11000000.10101000.00000001.11 111111 = 192.168.1.255/26 (широкомовна адреса четвертої підмережі)

Приклади визначення кількості адрес і номера комп'ютера

Для деякої підмережі використовується маска 255.255.254.0. Скільки різних адрес комп'ютерів теоретично допускає ця маска, якщо дві адреси (адреса мережі і широкомовна) не використовують?

Пояснення.

1. Так як перші два октети (октет - число маски, містить 8 біт) обидва рівні 255, то в двійковому вигляді вони записуються як 16 одиниць.

2. Запишемо число 254 в двійковому вигляді.

254=11111110₂

В кінці цього числа стоїть 1 нуль, ще 8 нулів ми отримуємо з останнього октету маски. Разом у нас є 9 двійкових розрядів для того, щоб записати адресу комп'ютера.

3. $2^9=512$ але, так як дві адреси не використовуються, отримуємо $512-2=510$

Приклад:

Address:	206.158.124.67	11001110.10011110.01111110	0.01000011
Netmask:	255.255.254.0 = 23	11111111.11111111.11111111	0.00000000

Network:	206.158.124.0/23	11001110.10011110.01111110	0.00000000
----------	------------------	----------------------------	------------

HostMin:	206.158.124.1	11001110.10011110.01111110	0.00000001
----------	---------------	----------------------------	------------

HostMax:	206.158.125.254	11001110.10011110.01111110	1.11111110
----------	-----------------	----------------------------	------------

Broadcast:	206.158.125.255	11001110.10011110.01111110	1.11111111
------------	-----------------	----------------------------	------------

Hosts/Net:	510
------------	-----

Якщо маска підмережі 255.255.240.0 і IP-адреса комп'ютера в мережі 206.158.124.67, то номер комп'ютера в мережі дорівнює ____

Пояснення.

1. Так як перші два октети (октет - число маски, містить 8 біт) обидва рівні 255, то в двійковому вигляді вони записуються як 16 одиниць.

2. Запишемо число 240 в двійковому вигляді.

$$240_{10} = 11110000_2$$

Разом, останні два октету маски записуються як 11110000 00000000

3. Запишемо останні два октети IP-адреси комп'ютера в мережі:

$$124_{10} = 01111100_2$$

$$67_{10} = 01000011_2$$

Разом, останні два октету IP-адреси комп'ютера в мережі записуються так:
01111100 01000011

4. Порівняємо останні октети маски і адреси комп'ютера в мережі:

1111 **0000 00000000**

0111 **1100 01000011**

Жирним оберете потрібну нам частину. Переведемо її в десяткову систему числення:

$$1100\ 01000011_2 = 3139_{10}.$$

Приклад

Address:	206.158.124.67	11001110.10011110.0111	1100.01000011
Netmask:	255.255.240.0 = 20	11111111.11111111.1111	0000.00000000
Network:	206.158.112.0/20	11001110.10011110.0111	0000.00000000
HostMin:	206.158.112.1	11001110.10011110.0111	0000.00000001
HostMax:	206.158.127.254	11001110.10011110.0111	1111.11111110
Broadcast:	206.158.127.255	11001110.10011110.0111	1111.11111111

В таблиці перераховані маски, необхідні для надання необхідної кількості адрес.

Кількість необхідних адрес	Число фіксованих бітів	Число змінних бітів	Маска
1-2	31	1	255.255.255.254
3-4	30	2	255.255.255.252
5-8	29	3	255.255.255.248
9-16	28	4	255.255.255.240
17-32	27	5	255.255.255.224
33-64	26	6	255.255.255.192
65-128	25	7	255.255.255.128
129-256	24	8	255.255.255.0
257-512	23	9	255.255.254.0
513-1 024	22	10	255.255.252.0
1 025-2 048	21	11	255.255.248.0
2 049-4 096	20	12	255.255.240.0
4 097-8 192	19	13	255.255.224.0
8 193-16 384	18	14	255.255.192.0
16 385-32 768	17	15	255.255.128.0
32 769-65 536	16	16	255.255.0.0
65 537-131 072	15	17	255.254.0.0
131 073-262 144	14	18	255.252.0.0
262 145-524 288	13	19	255.248.0.0
524 289-1 048 576	12	20	255.240.0.0
1 048 577-2 097 152	11	21	255.224.0.0
2 097 153-4 194 304	10	22	255.192.0.0
4 194 305-8 388 608	9	23	255.128.0.0
8 388 609-16 777 216	8	24	255.0.0.0

ВИСНОВОК

Таким способом можна розділити будь-яку мережу на підмережі, а формули розрахунку мереж і хостів допоможуть вам в цій справі.

Завдання

1. Визначте номер мережі (Network), та номер вузла (Host) для таких IP-адрес:

Номер варіанта	Адреса мережі	Адреса мережі
1	11.45.23.55/20	122.78.25.115/27
2	215.4.188.72/20	220.40.88.172/29
3	133.33.233.43/20	233.133.33.43/28
4	102.48.130.15/20	162.148.30.15/26
5	111.60.120.80/20	146.160.20.80/25
6	212.48.184.82/21	184.84.212.48/28
7	129.177.123.5/22	123.177.129.65/27
8	95.115.173.10/23	115.173.73.95/29
9	149.193.12.67/22	193.149.67.12/28
10	224.14.10.152/24	124.10.14.154/29
11	193.35.167.12/23	167.66.193.35/30
12	198.25.156.62/25	198.45.62.156/27
13	208.78.143.12/22	196.143.78.65/26
14	213.77.129.65/21	213.129.65.77/28
15	22.54.32.15/20	133.178.22.215/27
16	137.37.147.47/20	237.137.247.147/29
17	201.16.135.115/21	16.201.115.135/27
18	212.192.64.96/21	112.193.64.96/26
19	186.156.82.98/20	126.214.98.224/26
20	164.39.134.23/22	134.39.164.23/25
21	223.77.29.165/21	77.223.165.29/28
22	225.35.73.138/22	138.225.138.73/29
23	243.38.12.67/23	243.67.12.38/28
24	182.214.109.24/21	194.216.109.24/27
25	213.135.67.78/24	235.213.78.67/30
26	198.145.162.56/23	198.148.56.162/28
27	218.178.43.88/23	210.78.88.43/29
28	209.78.143.88/23	209.143.88.66/30

2. Вкажіть які з нижченаведених адрес є широкомовними (Broadcast).
Відповідь мотивуйте.

Номер варіанта	Адреса мережі	Адреса мережі	Адреса мережі
1	220.34.34.10/30	220.34.34.11/30	187.132.22.52/23
2	232.142.157.255/23	232.142.157.155/23	159.220.241.15/29
3	199.05.21.56/25	199.5.21.127/25	8.4.2.187/30
4	116.145.23.30/30	116.145.23.31/30	5.9.18.20/26
5	201.137.23.63/30	201.137.23.61/30	24.45.21.68/25
6	201.137.23.127/25	201.137.23.63/25	7.10.41.63/27
7	234.139.55.67/23	234.139.55.255/23	7.10.41.49/27
8	197.157.73.111/28	197.157.73.99/28	112.5.10.13/23
9	241.93.124.255/23	241.93.125.255/23	48.21.20.115/27
10	110.244.188.79/28	110.244.188.72/28	112.5.11.255/23
11	185.14.12.23/29	185.14.12.20/29	48.63.112.255/24
12	176.123.19.83/30	176.123.19.81/30	161.9.41.114/24
13	143.204.103.24/26	143.204.103.63/26	5.10.13.31/29
14	110.244.188.79/23	110.244.189.255/23	48.21.20.115/27
15	185.14.12.127/25	185.14.12.20/25	9.41.114.8/30
16	187.132.23.255/23	187.132.22.52/23	220.34.34.11/30
17	48.63.112.255/24	48.63.112.161/24	185.14.12.20/29
18	24.45.21.68/25	24.45.21.127/25	201.137.23.63/30
19	5.9.18.20/26	5.9.18.63/26	116.145.23.31/30
20	7.10.41.63/27	7.10.41.49/27	201.137.23.63/25
21	115.126.136.127/28	115.126.136.114/28	234.139.55.255/23
22	159.220.241.8/29	159.220.241.15/29	232.142.157.155/23
23	8.4.2.186/30	8.4.2.187/30	199.05.21.56/25
24	112.5.10.13/23	112.5.11.255/23	110.244.188.72/28
25	161.9.41.255/24	161.9.41.114/24	176.123.19.83/30
26	22.24.18.127/25	22.24.18.49/25	68.7.126.220/30
27	52.45.20.127/26	52.45.20.115/26	5.10.13.24/29
28	48.21.20.115/27	48.21.20.127	241.93.125.255/23