Rozsahy IP adres segmentů

Postup:

(1) Seřazení segmentů podle počtu potřebných adres

(2) Zaokrouhlení nahoru na nejbližší mocninu dvou

(3) Výpočet $\log_2$ ze zaokrouhlených čísel z předchozího kroku.

(4) Odečtením logaritmu od 32 se získá subnet maska v CIDR formátu

Adresy se přidělují od nuly, přičemž:

- U prvního (největšího) segmentu se nedělá nic
- U všech dalších segmentů se z leva otáčí $(n_{pred} + m_{\min})$tý nulový bit, kde $\mathbf{n}_{\text{pred}}$ je počet wildcard bitů předchozího segmentu a **m** je pokolikáté se segment se stejnou velikostí bezprostředně předtím opakoval $(1 \ldots x)$. Takové otočení bitu vynuluje všechny bity za ním otočené v předchozích krocích (protože by se jinak šeredilo s adresami). $m_{\min}$ je binární logaritmus nejmenší mocniny dvou přítomné v mocninovém součtu daného čísla:

$$m \in Z_0^+$$

$$m = \sum_{i=1}^{k} 2^{m_i};\ m_1 < m_2 < \cdots < m_k$$

$$m_{\min} = m_1$$

- Například pro (/20, /23, /23, /28, /30 v /16):

```
/20 => 12 wildcard bitů
   aaaaaaaa.bbbbbbbb.00000000.00000000 -> M.M.0.0
   aaaaaaaa.bbbbbbbb.00001111.11111111 -> M.M.15.255
/23 => 9 wildcard bitů
   aaaaaaaa.bbbbbbbb.00010000.00000000 -> M.M.16.0
                        ^ 13. bit (12b + 1b)
   aaaaaaaa.bbbbbbbb.00010001.11111111 -> M.M.17.255
/23 => 9 wildcard bitů
   aaaaaaaa.bbbbbbbb.00010010.00000000 -> M.M.18.0
                           ^ 10. bit (9b + 1b)
   aaaaaaaa.bbbbbbbb.00010011.11111111 -> M.M.19.255
/28 => 4 wildcard bity
   aaaaaaaa.bbbbbbbb.00010100.00000000 -> M.M.20.0
                          ^ 11. bit (9b + 2b)
   aaaaaaaa.bbbbbbbb.00010100.00001111 -> M.M.20.15
/30 => 2 wildcard bity
   aaaaaaaa.bbbbbbbb.00010100.00010000 -> M.M.20.16
                                ^ 5. bit (4b + 1b)
   aaaaaaaa.bbbbbbbb.00010100.00010011 -> M.M.20.19
```

Takové otáčení bitů je ekvivalentní přičítání jedničky k pevným bitům v adrese, například:

$$0000 \rightarrow 0001 \quad (0 + 1 = 1)$$

$$0001 \rightarrow 0010 \quad (1 + 1 = 2)$$

$$0010 \rightarrow 0011 \quad (2 + 1 = 3)$$

$$0011 \rightarrow 0100 \quad (3 + 1 = 4)$$

O IP adrese se dá uvažovat jako o 32-bitovém čísle bez znaménka, rozdělení na oktety má vliv pouze na zápis. První oktet (zprava) se dá spočítat jako

$$o_1 = a\ mod\ 2^8$$

Kde a je IP adresa jako 32-bitové číslo, podobně pro další oktety:

$$o_2 = \frac{[a\ mod\ (2^8)^2] - (a\ mod\ 2^8)}{2^8}$$

$$o_3 = \frac{[a\ mod\ (2^8)^3] - [a\ mod\ (2^8)^2]}{(2^8)^2}$$

$$o_4 = \frac{a - [a\ mod\ (2^8)^3]}{(2^8)^3}$$

Například:

$$88.\ 103.\ 9.\ 4 \equiv 01011000.\ 01100111.\ 00001001.\ 00000110 \equiv 1483147524$$

$$o_1 = 1483147524\ mod\ 2^8 = 1483147526\ mod\ 256 = 4$$

$$o_2 = \frac{(1483147524\ mod\ (2^8)^2) - (1483147524\ mod\ 2^8)}{2^8} = \frac{2308 - 4}{2^8} = \frac{2304}{256} = 9$$

$$o_3 = \frac{[1483147524\ mod\ (2^8)^3] - [1483147524\ mod\ (2^8)^2]}{(2^8)^2} = \frac{6752516 - 2304}{65536} = 103$$

$$o_4 = \frac{1483147524 - [1483147524\ mod\ (2^8)^3]}{(2^8)^3} = \frac{1483147524 - 6752516}{16777216} = 88$$

Dalo by se říci, že IP adresa je vlastně čtyřciferné číslo v 256-kové soustavě.

IP adresu lze obecně vyjádřit takto:

$$a = s_p + x$$

Kde:

s_p. . . . . *počátek segmentu*

x. . . . . *hodnota v rámci segmentu*, $x \in [0, 2^n)$

Postupné otáčení bitů odpovídá přičítání $2^{n_{pred}+1}$ (stále se jedná o „přičítání jedničky“, ale posunuté o n_{pred} bitů).

Počátek a konec segmentu lze vyjádřit takto:

$$s_{p_1} = k$$

$$s_{k_1} = k + (2^n - 1)$$

$$s_p = k + z + 2^{n_{pred}}$$

$$s_k = k + z + 2^{n_{pred}} + (2^n - 1)$$

Kde z jsou předem obrácené „pevné“ bity z minulých segmentů. Odečtení $z - z \ mod \ 2^{n+m}$ značí vynulování z postupu. U prvního segmentu je z nula, proto je z rovnice vynecháno

Od n_{pred} odečítáme jedna, protože první bit značí 2^0. Ověření pro 192.168.0.0/16 s /24 a /24:

1. /24

$k = 3232235520$

$z = 0$

$n = 32 - 24 = 8$

$n_{pred} = nedefinováno \quad (jedná\ se\ o\ první\ segment)$

2. /24

$k = 3232235520$

$z = 0$

$n = 32 - 24 = 8$

$n_{pred} = 8$

(1) Počátek a konec prvního segmentu (/24):

$$s_{p_1} = k = 3232235520$$

$$s_{k_1} = k + (2^n - 1)$$

$$s_{k_1} = 3232235520 + (2^8 - 1) = 3232235520 + 255$$

$$s_{k_1} = 3232235775$$

(2) Počet adres v segmentu:

$$s_r = s_k - s_p$$

$$s_r = 3232235775 - 3232235520$$

$$s_r = 255$$

(3) Konverze konce segmentu do oktetového formátu (u počátku to není potřeba, protože se jedná o první segment, takže už víme že 192.168.0.0):

$$s_k = a$$

$$s_{k_1} = o_1 = a\ mod\ 2^8 = 3232235775\ mod\ 256 = \mathbf{255}$$

$$s_{k_1} = o_2 = \frac{[a\ mod\ (2^8)^2] - (a\ mod\ 2^8)}{2^8} = \frac{255 - 255}{256} = \frac{0}{256} = \mathbf{0}$$

$$s_{k_2} = o_3 = \frac{[a\ mod\ (2^8)^3] - [a\ mod\ (2^8)^2]}{(2^8)^2} = \frac{11010303 - 255}{65536} = \frac{11010048}{65536} = \mathbf{168}$$

$$s_{k_3} = o_4 = \frac{a - [a\ mod\ (2^8)^3]}{(2^8)^3} = \frac{3232235775 - (3232235775\ mod\ 16777216)}{16777216} = \frac{3221225472}{16777216} = \mathbf{192}$$

(4) Počátek a konec druhého segmentu:

$$s_p = k + z + 2^{n_{pred}} = 3232235520 + 0 + 2^8 = 3232235520 + 256 =$$

$$= 3232235776$$

$$s_k = k + z + 2^{n_{pred}} + (2^n - 1) = s_p + (2^n - 1) = 3232235776 + 2^8 - 1 =$$

$$= 3232235776 + 255 = 3232236031$$

(5) Konverze do oktetového formátu:

$$3232235776 \rightarrow 192.\ 168.\ 1.\ 0$$

$$3232236031 \rightarrow 192.\ 168.\ 1.\ 255$$

Ověření Martinovy hypotézy:

(1) Pro dva segmenty, přičemž ten "první" je první:

$z = 0$

$n_1 = n$

n_2 .... *není potřebné, pokud je platí, že* $n_1 > n_2$

$n_{pred} = n$

Úkolem je ověřit, že:

$$s_{p_2} = s_{k_1} + 1$$

Obecně:

$$s_{k_1} = k + (2^n - 1) \Rightarrow s_{k_1} = k + 2^{n_1} - 1$$

$$s_p = k + z + 2^{n_{pred}} \Rightarrow s_{p_2} = k + 0 + 2^{n_{pred}} = k + 2^{n_1}$$

Úprava:

$$k + 2^{n_1} = k + 2^{n_1} - 1 + 1$$

$$k + 2^{n_1} = k + 2^{n_1}$$

$$2^{n_1} = 2^{n_1}$$

$$0 = 0$$

$$\boldsymbol{L = P}$$

(2) Pro dva segmenty, přičemž ten "první" není první:

$z_1 = z$

$z_2 = z + 2^{n_{pred_1}}$

$n_1 = n$

$n_{pred_2} = n$

To znamená:

$$s_p = k + z + 2^{n_{pred}} \rightarrow s_{p_2} = k + z + 2^{n_{pred_1}} + 2^{n_1}$$

$$s_k = k + z + 2^{n_{pred}} + (2^n - 1) \rightarrow s_{k_1} = k + z + 2^{n_{pred_1}} + (2^{n_1} - 1)$$

Ověření:

$$s_{p_2} = s_{k_1} + 1$$

$$k + z + 2^{n_{pred_1}} + 2^{n_1} = k + z + 2^{n_{pred_1}} + (2^{n_1} - 1) + 1$$

$$2^{n_1} = (2^{n_1} - 1) + 1$$

$$2^{n_1} = 2^{n_1}$$

$$\boldsymbol{L = P}$$

To znamená, že Marinova hypotéza platí, pokud zachováme správný postup viz. strana 1.