Xarxes i Sistemes

Asignación de capacidades a la red dorsal

Jesús Sanz Marcos
e-mail: jesus.sanz@upcnet.es

Barcelona, Spain. 9/10/2000

Consideraciones iniciales

$$g_{ij}\left(paq/s\right)=k\frac{P_iP_j}{d_{ij}}:\text{tráfico entre } i \text{ y } j$$

P_i : población del nodo i

d_{ij} : distancia física entre i y j

$C_i(bps) = l_i L$: capacidad $\rightarrow$ sistema no estable

L : longitud media de un paquete

$$m = \frac{L}{C_i}:\text{tiempo medio de transmisión}$$

$$r_i(\%) = \frac{l_i L}{C_i}:\text{factor utilización enlace i}$$

N : número de nodos

M : número de enlaces

$$D_0 = \sum_{i=1}^{M} \text{coste enlace i}\Big|_{C_i = l_i L:\text{capacidad mínima}}$$

$$g = \sum_{i=1}^{N}\sum_{j\neq i}^{N} g_{ij} :\text{tráfico total en la red}$$

$$\text{Prob}\{\text{paquete vaya de i a j}\} = \frac{g_{ij}}{g}$$

Número de enlaces que atraviesa el paquete en la ruta:

$$n_{ij} = card(\textstyle\prod_{ij}) - 1$$

Número medio de enlaces atravesados por un paquete cualquiera:

$$\bar{n} = \sum_{i=1}^{N}\sum_{i\neq j}^{N}\frac{g_{ij}}{g}\left(card\left(\textstyle\prod_{ij}\right)-1\right) \qquad \bar{n} = \frac{1}{g}\sum_{i=1}^{M} l_i$$

Retardo medio de la red

$$T_i = \frac{N_i}{l_i} = \frac{L}{C_i - l_i L} = \frac{L}{\Delta C_i} \qquad C_i = l_i L + \Delta C_i$$

$$T = \frac{1}{g}\sum_{i=1}^{M} l_i T_i$$

Asignación óptica

$$D_i = d_o + d_i C_i\,(\text{ptas/mes}): \text{cote de un enlace}$$

$$_i = \quad + \quad _i$$

Coste mínimo de la red (ptas/mes):

$$D_o = \sum_{i=1}^{M} D_i\Big|_{C_i = l_i L} = Md_0 + L\sum_{i=1}^{M} d_i l_i$$

Coste real (ptas/mes):

$$D_m = \sum_{i=1}^{M} D_i = Md_0 + \sum_{i=1}^{M} d_i C_i$$

Capital mensual excedente:

$$D_e = D_m - D_0 = \sum_{i=1}^{M} d_i (C_i - l_i L)$$

Capital excedent assignado al enlace *i*:

$$D_{ei} = d_i + (C_i - l_i L)$$

$$C_i = l_i L + \frac{D_{ei}}{d_i} = l_i L + \Delta C_i$$

Maneras de repartir el capital excedente

Uniforme:

$$D_{ei} = \frac{D_e}{M} \Rightarrow C_i = l_i L + \frac{D_e}{d_i}\frac{1}{M}$$

Los enlaces más grandes tienen menos incremento de capadidad.

Según distancias:

$$D_{ei} = \frac{d_i}{\sum_{j=1}^{M} d_j} D_e$$

Todos incrementan su capacidad por igual.

Distribución según tráfico: $D_{ei} = \dfrac{l_i}{\sum_{j=1}^{M} l_j}$

Distribución híbrida entre tráfico y distancia:

$$D_{ei} = \frac{l_i d_i}{\sum_{j=1}^{M} l_j d_j}$$

Optimización del retardo medio extremo-extremo

$$min\{T\} = min\{\frac{1}{g}\sum_{i=1}^{M} l_i T\} \qquad T_i = \frac{L}{\Delta C_i}$$

Aplicaremos el método de los multiplicadores de Lagrange:

$$\text{función escalar}: T(C_1,\ldots,C_m) = \frac{1}{g}\sum_{i=1}^{M}\frac{l_i L}{C_i - l_i L}$$

$$\text{ligadura}: \sum_{j=1}^{M} d_j\left(C_j - l_j L\right) - D_e = 0$$

construímos F :

$$\text{F} = T(C_1,\ldots,C_m) + t\sum_{j=1}^{M} d_j\left(C_j - l_j L\right) - D_e$$

$$\text{Resolivendo encontramos}: C_i - l_i L = k\sqrt{\frac{l_i}{d_i}} \quad k = \sqrt{\frac{L}{2g}}$$

$$T = \frac{L}{D_e g}\left(\sum_{i=1}^{M}\sqrt{l_i d_i}\right)^2$$

Optimización en función de T(k)

$$C_i^{(k)} = l_i L + \frac{D_e}{d_i}\frac{\left(l_i d_i^k\right)^{1/(k+1)}}{\sum_{j=1}^{M}\left(l_{ji} d_j^k\right)^{1/(k+1)}}$$

$$T_i^{(k)} = \frac{L}{C_i^{(k)} - l_i L} \qquad T = \frac{1}{g}\sum_{i=1}^{M} l_i T_i^{(k)}$$

$k = \infty \Rightarrow$ según distancias

$k = 0 \Rightarrow$ según tráfico