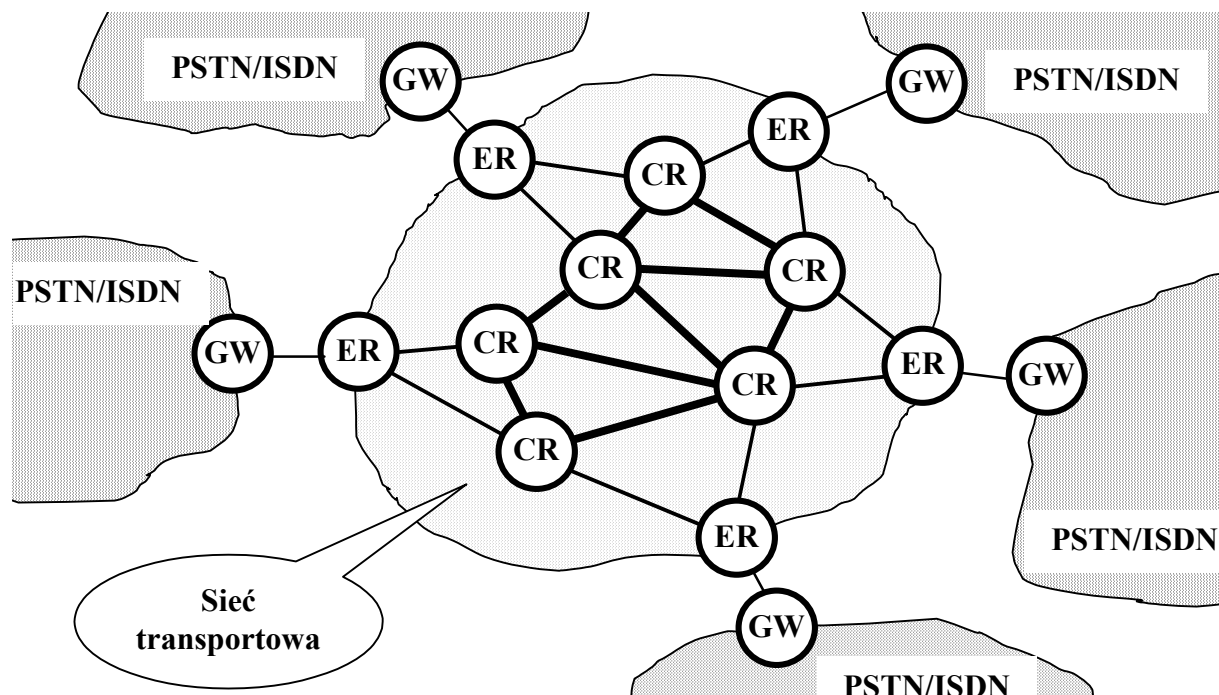


Projektowanie styków sieci PSTN/ISDN/GSM z siecią IP QoS

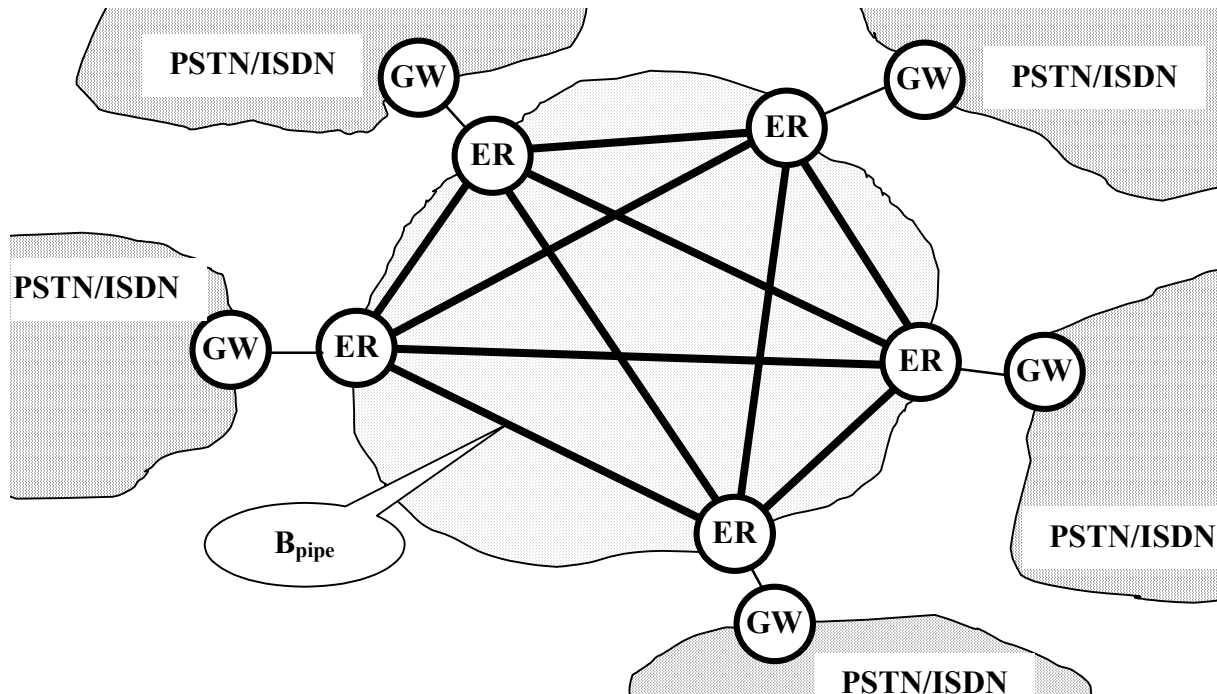
Celem tego wykładu jest pokazanie jak przebiega proces projektowania zasobów dla konkretnego przypadku współpracujących ze sobą sieci zrealizowanych w różnych technologiach. Jest to obecnie typowy sposób wykorzystania technologii IP QoS dla obsługi mowy. Przy czym na tym etapie projektowania pomijamy uzasadnienia dlaczego przyjęto takie a nie inne wartości określonych wielkości. Zostanie to omówione w innym miejscu tego przedmiotu.

Założenia wyjściowe:

1. Sieć transportowa składa się z rdzenia i brzegu.
2. Tworzą ją węzły (rutery) z komutacją pakietów połączone łączami.
3. Na brzegu może być realizowana funkcja AC (Admission Control).
4. Do węzła brzegowego dołączony jest Gateway (Brama), który obsługuje maksymalnie N_{GW} połączeń mowa.
5. Połączenie w sieci transportowej wymaga przepływności B_{call} , która wynika z zastosowanego kodeka, protokołu i wymagań QoS.
6. Między każdym Gateway'em zapewnione jest istnienie „rury” (pipe) o przepływności B_{pipe} .



Z punktu widzenia transportu informacji między sieciami PSTN/ISDN sieć transportowa musi utworzyć pełny wielobok połączeń między Gateway'ami (GW). Połączenia te muszą zapewnić usługi czasu rzeczywistego.



Ta sieć połączeń musi być ulokowana w rzeczywistej sieci transportowej. W związku z tym, aby zrealizować do zadanie, należy odpowiedzieć na kilka pytań:

1. Jaka powinna być wartość przepływność B_{pipe} ?
2. Jak ulokować te przepływności w rzeczywistej sieci?
3. Jaki wpływ na to ulokowanie ma ruting?
4. Jaki jest stopień skomplikowania funkcji AC?

Punktem wyjścia dla dalszych rozważań jest założenie iż znana jest macierz A rozplywu ruchu pomiędzy poszczególnymi ruterami brzegowymi ER (lub co jest dla rozważanego przypadku równoważne znajomości tej macierzy między bramami GW). Elementy a_{ij} tej macierzy możemy wyrazić poprzez $BHCA_{ij}$ i średni czas $E(t_{calldur}^{ij})$ trwania połączenia według następującej zależności

$$a_{ij} = \frac{BHCA_{ij} \cdot E(t_{calldur}^{ij})}{3600},$$

gdzie i jest indeksem rutera ER źródłowego a j indeksem rutera ER docelowego, a 3600 wynika z faktu iż średni czas $E(t_{calldur}^{ij})$ jest podany w sekundach.

Ponieważ zakładamy, że przepływ pakietów mowy należy do klasy CBR obsługiwanej przez EF PHB z najwyższym priorytetem, to dla każdego połączenia możemy określić maksymalną przepływność. Przepływność ta zależy od rodzaju kodowania, pakietyzowania oraz jakości usługi dla sygnału mowy. Niech ta przepływność oznaczona jest przez B_{call}^{ij} . Wówczas możemy obliczyć potrzebną przepływność B_{pipe}^{ij} z następującego wzoru

$$B_{pipe}^{ij} = N_{ij} \cdot B_{call}^{ij} ,$$

gdzie N_{ij} jest liczbą łączy (połączeń) między i -tym i j -tym ruterem brzegowym ER. Należy pamiętać, że jest to zapotrzebowanie dla jednego kierunku przenoszenia informacji. W przypadku mowy można założyć, że strumienie są symetryczne i wówczas dla drugiego kierunku przenoszenia informacji wymagana jest ta sama przepływność.

Jeżeli mamy zadany poziom usług (GoS) b_{ij} to wówczas korzystając z wzoru Erlanga możemy obliczyć N_{ij} .

$$E_{1,N_{ij}}(a_{ij}) = \frac{a_{ij}^{N_{ij}} / N_{ij}!}{\sum_{l=0}^{N_{ij}} a_{ij}^l / l!} \leq b_{ij}$$

W ten sposób określiliśmy potrzebną przepływność dla obsługi macierzy A rozpręgu ruchu w sieci rdzeniowej.

Następny problem to ulokowanie tego ruchu w rzeczywistej sieci z narzuconą strukturą i posiadanymi przepływnościami albo zaprojektowanie takiej sieci, tzn. jej struktury oraz wymaganych przepływności. Problem ten nie jest trywialny i w tym miejscu nie zostanie pokazany ogólny sposób jego rozwiązania.

Aby uprościć nasze rozważania i uzyskać rozwiązanie dotyczące alokacji ruchu założymy, że:

- dana jest struktura sieci rdzeniowej,
- lokujemy ruch według zasady "najkrótszej drogi" (Shortest Path),
- po ulokowaniu całego ruchu uzyskujemy zapotrzebowanie na wymagane przepływności na poszczególnych łączach międzywęzłowych.

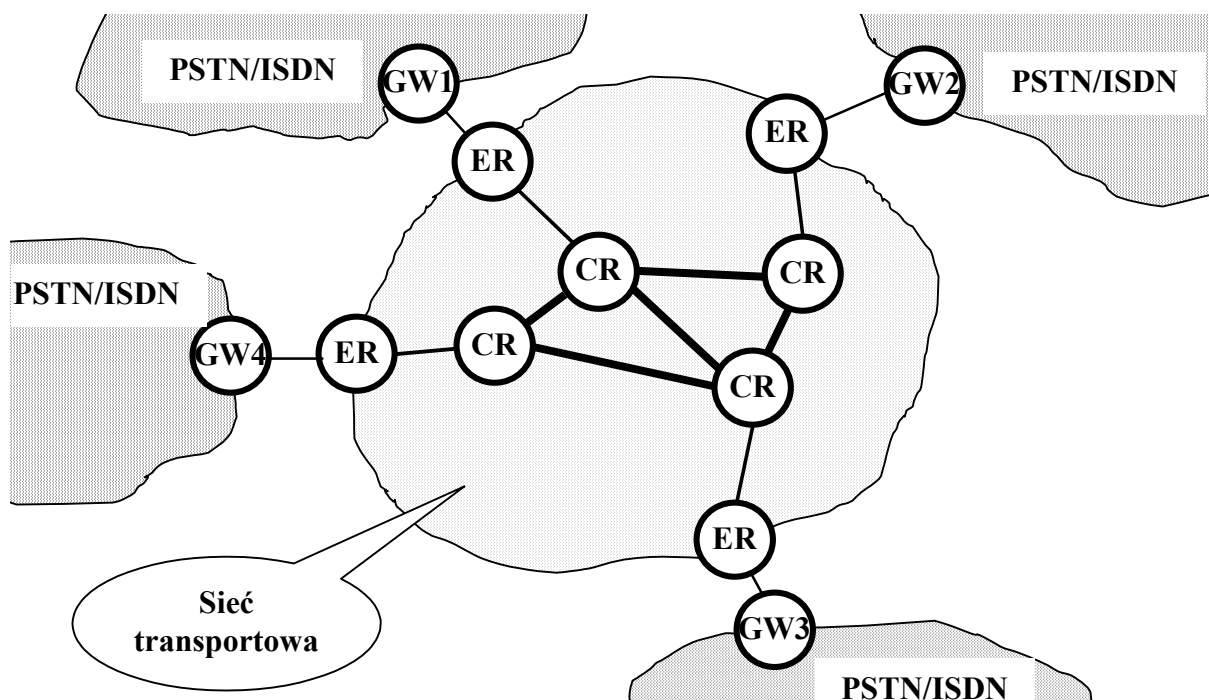
Oczywiście uzyskany wynik jest silnie uzależniony od sposobu lokowania ruchu w sieci rdzeniowej. W ogólnym przypadku ustalenie kryterium optymalizacji

lokowania ruchu, np. minimalny koszt, umożliwia określenie właściwego rozwiązania.

W dalszej części naszych rozważań rozwiążemy przykład ilustrujący wymiarowanie przy przyjętych założeniach upraszczających.

Przykład

Dla sieci przedstawionej na rysunku określić zapotrzebowanie na przepływność dla obsługi połączeń telefonicznych, gdy zadana jest macierz $BHCA$, średni czas trwania połączenia $E(t_{calldur}^{ij})$, przepływność połączenia B_{call}^{ij} oraz dopuszczalne prawdopodobieństwo straty żądania połączenia b_{ij} .



Niech $E(t_{calldur}^{ij}) = 125$ sekund, $B_{call}^{ij} = 8\text{ kbit/sek}$, $b_{ij} = 0.001$ oraz

$$BHCA = \begin{bmatrix} 0 & 25000 & 10000 & 15300 \\ 6800 & 0 & 17200 & 13200 \\ 23400 & 11000 & 0 & 6230 \\ 9870 & 12700 & 18200 & 0 \end{bmatrix}.$$

W pierwszej kolejności obliczamy elementy macierzy A z następującej zależności

$$a_{ij} = \frac{BHCA_{ij} \cdot E(t_{calldur}^{ij})}{3600}$$

Po wykonaniu obliczeń otrzymujemy następujące wartości elementów a_{ij}

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 868.06 & 347.22 & 531.25 \\ 236.11 & 0 & 597.22 & 458.33 \\ 812.50 & 381.94 & 0 & 216.32 \\ 342.71 & 440.97 & 631.94 & 0 \end{bmatrix}$$

Mając zadany poziom usług równy $b_{ij}=0.001$ oraz macierz A z wzoru Erlanga obliczamy wymaganą liczbę łączy.

$$E_{1,N_{ij}}(a_{ij}) = \frac{a_{ij}^{N_{ij}} / N_{ij}!}{\sum_{l=0}^{N_{ij}} a_{ij}^l / l!} \leq b_{ij}$$

Po wykonaniu obliczeń otrzymujemy macierz $N = [N_{ij}]$, która przyjmuje następujące wartości

$$N = \begin{bmatrix} 0 & 936 & 394 & 597 \\ 276 & 0 & 656 & 511 \\ 879 & 431 & 0 & 255 \\ 390 & 493 & 692 & 0 \end{bmatrix}$$

Zapotrzebowanie na przepływność obliczamy z zależności, przy czym uwzględnimy tu symetrię strumieni (to założenie jest uzasadnione w przypadku mowy)

$$B_{pipe}^{ij} = B_{pipe}^{ji} = N_{ij} \cdot B_{call}^{ij} + N_{ji} \cdot B_{call}^{ji}$$

Po wykonaniu obliczeń otrzymujemy macierz

$$B_{pipe} = \begin{bmatrix} 0 & 9696 & 10184 & 7896 \\ 9696 & 0 & 8696 & 8032 \\ 10184 & 8696 & 0 & 7576 \\ 7896 & 8032 & 7576 & 0 \end{bmatrix} [kbit / sek]$$

W następnym kroku należy ulokować te przepływności w sieci, której struktura została zadana, stosując algorytm najkrótszej drogi a w przypadku dwóch jedna-

kowych dróg, wyboru dokonujemy zgodnie ze wskazówkami zegara. Dokonując tego otrzymamy macierz alokacji przepływności B .

$$B = \begin{bmatrix} 0 & 9696 + 8032 & 10184 & 7896 \\ 9696 & 0 & 8696 + 8032 & 0 \\ 10184 & 8696 & 0 & 7576 + 8032 \\ 7896 + 8032 & 0 & 7576 & 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 17728 & 10184 & 7896 \\ 9696 & 0 & 16728 & 0 \\ 10184 & 8696 & 0 & 15608 \\ 15928 & 0 & 7576 & 0 \end{bmatrix} [kbit / sek]$$

Na tym kończy się proces określania przepływności w sieci rdzeniowej obsługującej połączenia mowy.

Proszę zauważyć iż nie wnikamy tu w to skąd znamy przepływność 8kbit/s (założenie) i że ta przepływność gwarantuje nam określoną jakość. Nic nie mówimy też jak zagwarantować obsługę strumieni o przepływnościach, które zawiera macierz B . To są zagadnienia, które już były albo jeszcze będą omówione na przedmiocie IRTP.

Zadanie

Proszę się zastanowić i obliczyć liczbę wyposażań jaką musi posiadać każda brama GWi ($i=1,2,3,4$) aby można było zrealizować ten projekt.