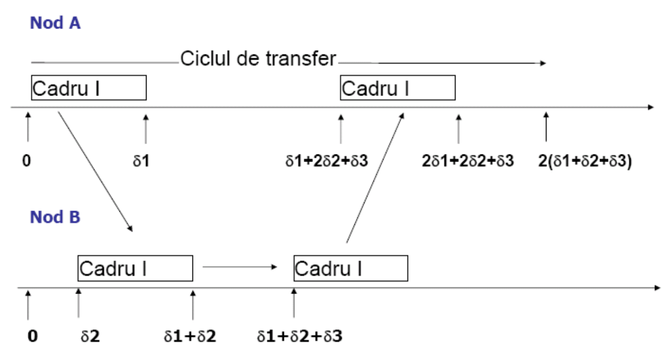
Analiza performantelor protocoalelor start-stop

In modelul start-stop, un ciclu de transfer se incheie atunci cand transmitatorul primeste de la receptor confirmarea de receptie corecta a cadrului. Confirmarea poate fi inclusa intr-un cadru de informatie I sau intr-un cadru supervizor S, de control.

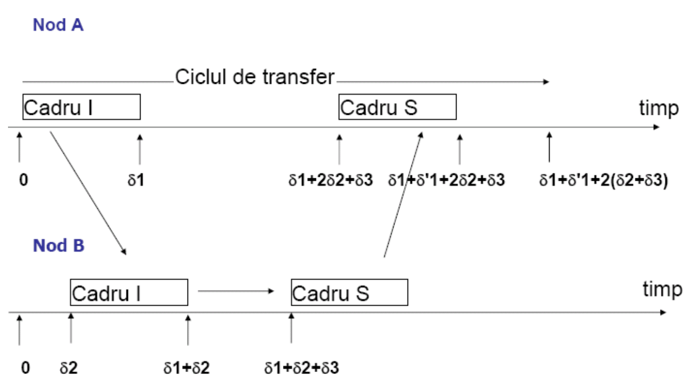
Urmatoarea schema arata duratele etapelor de transmitere cu confirmare în cadre I. Notatiile desemneaza urmatoarele durate:

- $\partial 1$ – durata de transmitere a unui cadru I (reflecta capacitatea canalului)
- $\partial 2$ – intarzierea de transmisie (timpul necesar unui bit sa ajunga de la sursa la destinatie)
- $\partial 3$ – timpul de prelucrare a cadrului la receptor.

Cu acestea, primul bit al cadrului I transmis de A la timpul 0 ajunge la B lal momentul $\partial 2$, iar cadrul este receptionat de B complet la $\partial 1 + \partial 2$. La momentul $\partial 1 + \partial 2 + \partial 3$, B transmite un cadru I in care include confirmarea receptiei corecte a cadrului trimis de A. Ciclul de incheie la momentul $2*(\partial 1 + \partial 2 + \partial 3)$.



Transmiterea cu confirmare în cadre S se deruleaza dupa schema urmatoare:



Aici, $\partial' 1$ este durata de transmitere a unui cadru S (de regula mai scurta deoarece cadrul nu are incarcatura de date).

1. Eficienta în absenta erorilor

Consideram cazul confirmãrii prin cadre S. Eficienta este raportul

ρ = timpul de transmitere a informatiei / durata unui ciclu de transfer

care, in modelul prezentat, este $\rho = \partial 1 / (\partial 1 + \partial' 1 + 2*(\partial 1 + \partial 2 + \partial 3))$. Acesta poate fi rescris ca:

$$\rho = \frac{D/C}{2(\delta_2+\delta_3) + (2H+D)/C} = \frac{D}{D + 2H + LC}$$

unde: D - lungimea câmpului de date al unui cadru I
H - lungimea câmpului de control într-un cadru I, sau lungimea cadrului S
C - capacitatea canalului
L - latenta, $L = 2(\delta_2+\delta_3)$.

Exemple

(1) Legãturã terestrã cu D = 352 biti si H = 48 biti
Distanta nod la nod este între 0.1 si 10 Km
Capacitatea canalului C = 9600 biti / sec

Rezultã: $\delta_1 = 36.7$ msec $\delta_2 = 5$ msec $\delta_3 = 1$ msec
L = 0.012 s de unde ρ **= 0.625**

(2) Canal de fibrã opticã cu $D = 10^4$ biti si H = 48 biti
Capacitatea canalului $C = 150*10^6$ biti / sec
Pentru distanta nod la nod între 3000 Km

Rezultã: $\delta_1 = 0.0667$ msec $\delta_2 = 100$ msec $\delta_3 = 1$ msec
L = 0.202 s ρ **= 0.000333**

Desi modelul este foarte simplu, el ne permite sa evaluam modul in care latenta influenteaza eficienta de transmitere a datelor, aratand ca metoda start-stop are o eficienta foarte mica pe canale "lungi".

2. Start stop cu erori de canal

Presupunem: $\mathbf{p_I}$ - probabilitatea ca I sã fie receptionat fãrã erori
$\mathbf{p_S}$ - probabilitatea ca S sã fie receptionat fãrã erori
transmisiile succesive sunt independente

Un transfer este reusit dacã:
transmisia se face fãrã erori detectabile (eveniment E1)
receptia confirmãrii se face fãrã erori detectabile (eveniment E2)
Probabilitatea celor doua evenimente luate impreuna este:
$p(E1 \text{ si } E2) = p_I\, p_S$

O livrare corectã necesitã N cicluri de transfer, daca la primele N-1 cicluri se inregistreaza erori, unde N este o variabilã aleatoare cu distributie geometricã:
$Pr\{N=k\} = p_I\, p_S\, (1 - p_I\, p_S)^{k-1}, \quad 1 <= k < \omega$

Dacã transmisia unui cadru necesitã N cicluri, eficienta este de N ori mai mica decat cea a unui canal fara erori:
$\rho = D / (D + 2H + CL) / N$

Considerand toate situatiile posibile, eficienta probabilã pentru start-stop se obtine ca o medie ponderata cu probabilitatile de aparitie a acestor situatii, adica:
$E(\rho) = \Sigma_{k=1,\omega}\, D / (D + 2H + CL)\, (1/k)\, p_I\, p_S\, (1 - p_I\, p_S)^{k-1}$ *(ecuatia 1)*

$= D / (D + 2H + CL) * [p_I\, p_S + 1/2 * p_I\, p_S\, (1 - p_I\, p_S) + 1/3 * p_I\, p_S\, (1 - p_I\, p_S)^2 + ...]$

$= D / (D + 2H + CL) * p_I\, p_S + D / (D + 2H + CL)\, O\, (1 - p_I\, p_S)$

Dar, din $1 / (1-z) = \Sigma_{k=0,\omega}\, z^k$ rezultã prin integrare
$\log (1 / (1-z)) = \Sigma_{k=1,\omega}\, z^k/k$, de unde înlocuind in (ecuatia 1) se obtine

$E(\rho) = D / (D + 2H + CL)\ \ p_I\, p_S / (1 - p_I\, p_S) * \log (1 / p_I\, p_S)$

Considerãm cã erorile succesive pe bit sunt independente si cã probabilitatea de eroare la un bit este ε.
Pentru un canal binar simetric avem:

$$\mathbf{p_I\, p_S = (1 - \varepsilon)^{2H+D}}$$

De aici,

$$E(\rho) = D / (D + 2H + CL)\ \ p_I\, p_S / (1 - p_I\, p_S) * \log (1 / p_I\, p_S)$$

$$= D / (D + 2H + CL)\ \ [(1 - \varepsilon)^{2H+D} / (1 - (1 - \varepsilon)^{2H+D})] * \log (1 / (1 - \varepsilon)^{2H+D})$$

$$= D / (D + 2H + CL)\ \ (1 - \varepsilon)^{2H+D} + D / (D + 2H + CL)\ \ O (1 - (1 - \varepsilon)^{2H+D})$$

3. Lungimea optimã a câmpului de date

Desi modelul considerat este simplu, el permite determinarea unor caracteristici ale transmisiei optime a cadrelor cum ar fi lungimea optima a acestora.

Presupunem $O (1 - (1 - \varepsilon)^{2H+D})$ neglijabil si considerãm functia care aproximeazã lungimea cadrului:

$$F(D) = D / (D + 2H + CL)\ \ (1 - \varepsilon)^{2H+D}$$

Pentru optim: $(\delta / \delta D) (\log F(D))$ trebuie s fie 0, de unde obtinem:

$$\log (1 - \varepsilon) + 1/D - 1 / (D+2H+CL) = 0$$
$$D^2 + (2H +CL)\, D + (2H+CL) / \log (1 - \varepsilon) = 0$$

cu rãdãcina pozitivã aproximativã (pentru un ε mic) data de:

$$D^+ = \mathrm{sqrt}\ (2 (H + CL / 2) / \varepsilon)$$