STUDIA INFORMATICA 2002
Volume 23 Number 2B (49)

Romuald FRANIELCZYK
PKM Sp. z o.o.

CHARAKTERYSTYKI DOMEN KOLIZYJNYCH

Streszczenie. Niniejsza praca prezentuje metodę badania domen kolizyjnych (DK) poprzez wyznaczenie charakterystyk domen na podstawie pomiarów operacyjnych wartości średnich ruchu. Zawarto w niej również wyniki i wnioski z przeprowadzonych badań zaproponowaną metodą rzeczywistych domen kolizyjnych.

CHARACTERISTICS OF COLLISIONS DOMAINS

Summary. The paper presents a method of testing collisions domains through creating characteristics based upon mean values operational measurements. Here are also results and conclussions of tests, which were performed on the basis of the described method.

1. Wprowadzenie

Pomimo zauważalnego trendu zastępowania technologii kolizyjnej przełączaniem, zdecydowana większość sieci teleinformatycznych o zasięgu lokalnym (LAN), zbudowana jest w warstwie dostępowej na domenach kolizyjnych (brak przełączania, DK łączone wyższymi warstwami) lub na przełączanych DK (z rzadko przełączanymi pojedynczymi urządzeniami). Zwiększanie przepustowości sieci z przełączaniem może prowadzić do zjawiska przepełnień kolejek przełącznika i w efekcie gubienia pakietów. Wprowadzenie do takich sieci odpowiednio zaprojektowanych DK może „złagodzić" „ostry" charakter ruchu.

Zaproponowana metoda pozwala na zweryfikowanie wielkości DK, wykrycie błędów sprzętowych urządzeń i określenie stanu łącz.

2. Podstawy teoretyczne metody

Załóżmy, że wysyłanie ramek przez i-ty interfejs DK będziemy rozpatrywać jako przeprowadzenie następującego doświadczenia losowego: w losowych chwilach zadanego przedziału czasu zlecana jest transmisja ramki i następuje próba (próby) jej transmisji. Zbiór wyników takiej próby zawiera trzy elementy:

- poprawne przesłanie ramki;
- odroczenie transmisji spowodowane zajętością łącza;
- kolizja.

Przedział czasu, dla którego przeprowadzane jest doświadczenie, jest o kilka rzędów większy od maksymalnego czasu transmisji ramki (sugerowany przedział czasu to rząd kilku godzin).

Oznaczmy:

- t_{s_j} – losowe chwile czasu, w których została podjęta próba wysłania ramki;
- $j = 1..n$ - kolejna próba transmisji;
- Δt_p – maksymalny dopuszczalny czas propagacji sygnału w DK;
- p_{T_i} – prawdopodobieństwo, że w chwili czasu t_{s_j} oraz w chwili czasu $t_{s_j}+2\Delta t_p$ w DK jest cisza, co jest równoznaczne, że transmisja rozpoczęta przez i-ty interfejs w chwili czasu t_{s_j} byłaby poprawnie zakończona;
- p_{o_i} – prawdopodobieństwo, że w chwili czasu t_{s_j} DK byłaby zajęta;
- p_{k_i} – prawdopodobieństwo, że w chwili czasu t_{s_j} w DK jest cisza, a w chwili czasu $t_{s_j}+2\Delta t_p$ DK jest zajęta, co jest równoznaczne, że transmisja rozpoczęta w chwili czasu t_{s_j} z dużym prawdopodobieństwem zakończyłaby się kolizją;
- i – numer interfejsu w domenie kolizyjnej.

Wartości prawdopodobieństw: p_{T_i}, p_{o_i} i p_{k_i} można wyznaczyć na podstawie liczby prób wysłania ramek (liczba zdarzeń losowych), liczby wystąpień zajętości DK oraz liczby zarejestrowanych kolizji. Przeprowadzając zliczania na wszystkich interfejsach DK w zadanym przedziale czasu można otrzymać wartości: p_T, p_o i p_k charakteryzujące domenę. Jeśli w domenie można wskazać interfejs znacznie bardziej obciążony od pozostałych (np. interfejs serwera), to można przyjąć, że:

$$p_T \cong p_{T_i};\ p_o \cong p_{o_i};\ p_k \cong p_{k_i} \tag{1}$$

Dla prawidłowo działającej domeny, tj. nieprzeciążonej, z odpowiednimi odległościami urządzeń, z brakiem błędów sprzętowych i zakłóceń zewnętrznych, dla każdej ramki mającej być transportowanej przez tę DK można zapisać:

$$p_T + p_o + p_k = 1 \tag{2}$$

$$p_T >> p_o > p_k \quad (3)$$

Omawiane prawdopodobieństwa są funkcją obciążenia DK (obciążenia rozumianego jako liczba prób wysyłania w zadanym przedziale czasu) oraz rozkładu tego obciążenia w rozpatrywanym przedziale czasu. Można przyjąć, że im większa liczba prób wysłania i/lub im nierównomierniej są one podejmowane, tym większe prawdopodobieństwo wystąpienia opóźnienia lub kolizji.

Zaproponowana metoda opiera się na ujawnieniu i interpretacji relacji pomiędzy prawdopodobieństwami p_o i p_k. Ponieważ te wielkości są funkcją m.in. obciążenia, należałoby je rozpatrywać w kontekście parametru opisującego obciążenie – np. wykorzystania przepustowości DK (P_R).

Wielkości: p_o, p_k i P_R mogą być wyznaczone różnymi sposobami, np. poprzez pomiary operacyjne lub symulacyjno-operacyjne. Przez zwrot „pomiary operacyjne" rozumie się pomiary ruchu w działającej domenie, natomiast przez „pomiary symulacyjno-operacyjne" rozumie się pomiary symulowanego ruchu w działającej DK, co może wyglądać następująco: na jednym (lub wielu) komputerach DK uruchamia się oprogramowanie „nasłuchujące" w chwilach t_{s_j} i $t_{s_j}+2\Delta t_p$. Jeśli w obydwu chwilach w DK jest cisza, to można uznać, że ramka byłaby poprawnie przesłana; jeśli w t_{s_j} jest cisza, a w $t_{s_j}+2\Delta t_p$ jest zajętość, to z dużym prawdopodobieństwem można przyjąć, że próba transmisji zakończyłaby się kolizją; jeśli w t_{s_j} jest zajętość DK, to transmisja ramki zostałaby odroczona. Kwestią otwartą w tym sposobie jest zdefiniowanie rozkładu wybierania chwil t_{s_j}. Wydaje się, że pomiary operacyjne nadają się do określania poprawności działania danej DK, natomiast pomiary symulacyjno-operacyjne do określania wpływu obciążenia i jego rozkładu na charakterystykę domeny.

Zestawienie wielkości p_o, p_k i P_R w układzie XY w sposób obrazowy pokaże relacje pomiędzy rozpatrywanymi wielkościami. Z przeprowadzonego dotychczas rozumowania wydaje się, że w prawidłowo działającej domenie kolizyjnej relacje powinny wyglądać następująco:

$$P_R > p_o > p_k \quad (4)$$

przy czym relacje pomiędzy nimi w pośredni sposób ujawnia m.in. charakter obciążenia i stan sprzętu.

3. Pomiary operacyjne

Przedstawioną powyżej metodę zastosowano do badania rzeczywistego obiektu. Jest to sieć z dwoma DK (oznaczonymi jako DK1 i DK2), bez przełącznika, z czterema segmentami Ethernet 10Base2 oraz 2 segmentami 10BaseF. Liczba urządzeń ethernetowych w DK1

wynosi 23 (5 segmentów), w DK2 – 14. Połączenie domen realizuje router – serwer s systemem Novell NetWare 4.12. W DK1 pracuje jeszcze jeden serwer z systemem Novell NetWare 4.11.

Założono, że cały ruch odbywa się na drodze serwery – stacje, ruch międzystanowiskowy jest pomijalnie mały. Zmierzono ruch na interfejsach serwerów. Wykonano dwie serie pomiarów:

- maj 2001, od poniedziałku do piątku, pomiary o godzinach 7:00 i 15:00;
- grudzień 2001, pomiary o godzinach 7:00, 9:00, 11:00, 13:00 i 15:00.

Parametry ruchu odczytywano z NetWare Monitor i na ich podstawie wyliczono: liczba wysłanych i odebranych bitów, liczba wysłanych i odebranych ramek, liczba ramek wysłanych z kolizją (kolizjami), liczba ramek wysłanych z opóźnieniem (opóźnieniami).

Przyjęto następujące oznaczenia:

- c_p – czas pomiaru [s] ($c_p > 0$);
- b_T – przepustowość teoretyczna DK [bit/s];
- l_b – liczba przesłanych bitów w czasie c_p przez DK;
- l_r – liczba przesłanych ramek w czasie c_p przez DK;
- l_n – liczba ramek wysłanych w czasie c_p z obserwowanych interfejsów DK;
- l_{rk} – liczba ramek kolizyjnych, tj. wysłanych poprawnie, lecz z wystąpieniem kolizji;
- l_{ro} – liczba ramek opóźnionych, tj. wysłanych poprawnie, lecz z wystąpieniem odroczeń;
- P_R – wykorzystanie przepustowości DK [%];
- P_K – odsetek ramek kolizyjnych DK [%];
- P_O – odsetek ramek opóźnionych DK [%];

$$P_R = \frac{l_b}{b_T \cdot c_p} \cdot 100 \tag{5}$$

$$P_K = \frac{l_{rk}}{l_r} \cdot 100 \tag{6}$$

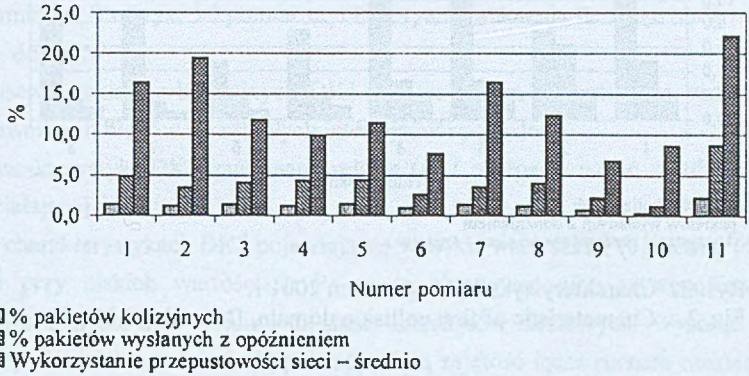
$$P_O = \frac{l_{ro}}{l_n} \cdot 100 \tag{7}$$

Uwaga: narzędzie NetWare Monitor nie podaje liczby prób transmisji ramki z rozróżnieniem na liczbę wystąpień kolizji i liczbę wystąpień zajętości łącza, podaje natomiast liczbę ramek wysłanych z odroczeniami i liczbę ramek wysłanych z kolizjami. Stąd otrzymane charakterystyki są korzystniejsze niż gdyby je wyznaczać, jak pokazano w punkcie 2.

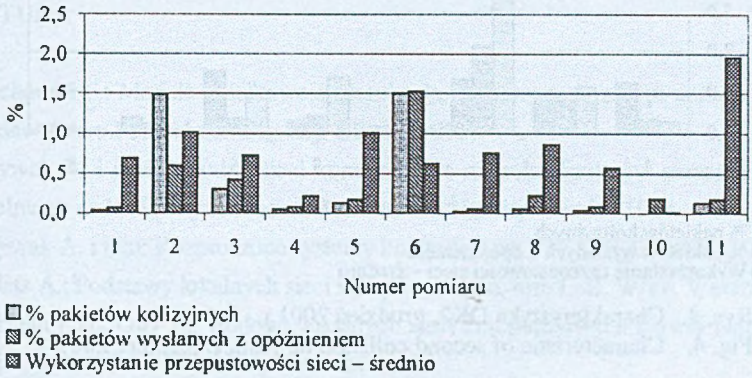
4. Charakterystyki domen

Na podstawie pomiarów wyznaczono następujące charakterystyki.

4.1. Charakterystyki wyznaczone na podstawie pomiarów przeprowadzonych w maju 2001 r.

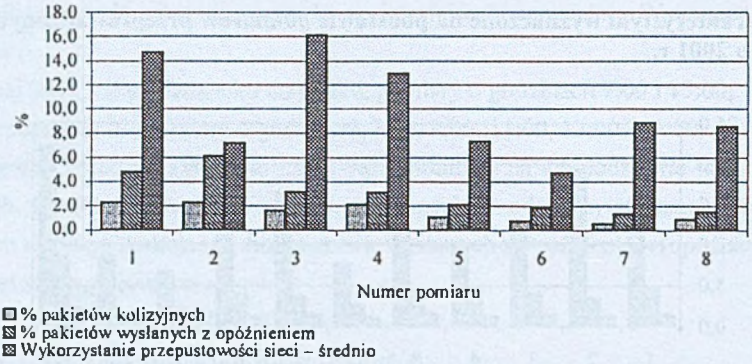


Rys. 1. Charakterystyka DK1, maj 2001 r.
Fig. 1. Characteristic of first collision domain, May 2001

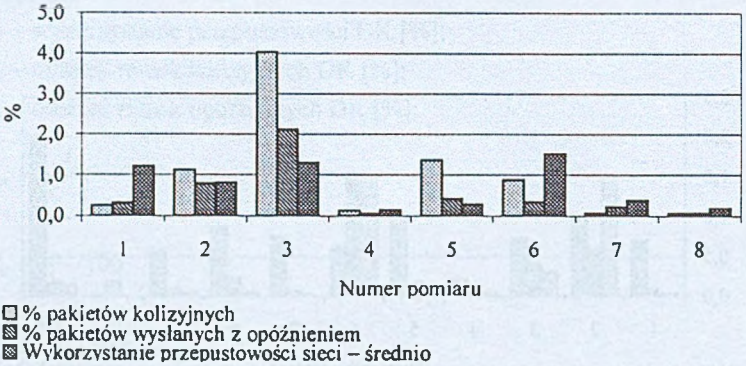


Rys. 2. Charakterystyka DK2, maj 2001 r.
Fig. 2. Characteristic of second collision domain, May 2001

4.2. Charakterystyki wyznaczone na podstawie pomiarów przeprowadzonych w grudniu 2001 r.



Rys. 3. Charakterystyka DK1, grudzień 2001 r.
Fig. 3. Characteristic of first collision domain, December 2001



Rys. 4. Charakterystyka DK2, grudzień 2001 r.
Fig. 4. Characteristic of second collision domain, December 2001

5. Wnioski

Wnioski z przeprowadzonych badań są następujące:

- brak podobieństwa charakterystyk DK1 do DK2;
- domeny nie są równomiernie obciążone: DK1 jest mocno obciążona (lecz nie przeciążona), DK2 jest bardzo mało obciążona;
- charakter obciążenia DK1 można określić jako „w miarę równomierny", chociaż pomiar nr 2 na rys. 3 i pomiar nr 11 na rys. 1 wskazują na spiętrzenia ruchu (relacje P_R do P_O);
- odsetek pakietów kolizyjnych DK1 jest na niskim poziomie, co wskazuje na brak poważnych błędów sprzętowych interfejsów i połączeń;
- charakterystyki DK1 zachowują relacje (4) i można je uznać za obraz prawidłowo działającej domeny;
- w charakterystykach DK2 pojawiają się wysokie wartości P_K (ogółem 6 przypadków), co przy niskich wartościach P_R może obrazować albo występowanie zakłóceń zewnętrznych, albo wadliwe działanie interfejsów sieciowych. Wysokie wartości P_O przy niskich wartościach P_R pokazują dużą zajętość łącza ruchem niekierowanym do serwera. Taki stan może być wywoływany przez niekontrolowane zajmowanie łącza przez interfejs (interfejsy) domeny („jabbering").

LITERATURA

1. Czachórski T.: Modele kolejkowe systemów komputerowych, skrypt uczelniany nr 2151, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 1999.
2. Grzywak A. i inni: Lokalne sieci komputerowe mikrokomputerów personalnych, skrypt uczelniany nr 1879, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 1994.
3. Grzywak A. i inni: Rozproszone systemy komputerowe, PRO-net, Gliwice 1994.
4. Wolisz A.: Podstawy lokalnych sieci komputerowych, tom I i II, WNT, Warszawa 1992.
5. Corrigan P.H., Guy A.: Budowa lokalnych sieci komputerowych Novell Netware wersje 2.2 i 3.x, INTERSOFTLAND, Warszawa 1993.
6. Novell Support Connection, TID nr 2923048 z 11.06.1997.
7. Dokumentacja do systemów: Novell NetWare 4.11 i Novell NetWare 4.2.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Tadeusz Czachórski

Wpłynęło do Redakcji 25 marca 2002 r.

Abstract

Described method is a simple way to create characteristics showing workload at collision domains. Measuring for each time interval mean values of traffic parameters on selected interface (interfaces) in the collision domain, enable to compute the folowing quantities:

P_R - utilization of throughput collision domain [%] (5);

P_K - percentage of collision packets [%] (6);

P_O - percentage of deffered packets [%] (7).

Selecting interfaces depend on workload on this interface. For example in collision domain with file server, where most traffic is generated from station to servers, we can measure traffic parameters on server's interface. In peer-to-peer networks working in collision domain we should rather measure traffic on each interface.

Showing quantities: P_R ,P_K and P_O on the coordinate system, where dimensions are: time intervals and quantities, creates kind of characteristic of collision domain (Fig. 1, Fig. 2, Fig. 3, Fig. 4). Through analyzing this characteristic it's possible to determine load's distribution and condition of physical connections. This characterististic can be base for comparing different domains or the same domain, but in different times.