

Romuald FRANIELCZYK
PKM Sp. z o.o.

BADANIE DYNAMIKI RUCHU RAMEK ETHERNETOWYCH

Streszczenie. Niniejsza praca prezentuje metody określania dynamiki ruchu ramek w sieciach ethernetowych półdupleksowych. Proponowane są parametry ruchu oraz metoda pomiaru bazująca na architekturze ODI firmy Novell. Praca jest wstępem do stworzenia narzędzi ujawniających jakość transmisji.

Słowa kluczowe: LAN, ethernet, pomiar.

EXPLORATION OF DYNAMIC'S MOVEMENT OF ETHERNET FRAMES

Summary. This paper presents methods defining dynamic's movement of frames in half-duplex Ethernet LAN. Secondly there are proposing movement parameters and measuring method based on the Novell's ODI architecture. This work introduces ideas of tools disclosing quality of transmission in the Ethernet LANs.

Keywords: LAN, ethernet, measurement.

1. Wprowadzenie

Ethernet - bezkonkurencyjny w sieciach LAN - wkracza do sieci MAN i WAN. Prognozuje się, że tak jak w sieciach LAN wyparł TokenRing, tak może zastąpić w sieciach WAN technologie szerokopasmowe (DSL, modemy kablowe). Ethernet ma swój udział także w sieciach WLAN - standard z rodziny IEEE802.11 to bezprzewodowy Ethernet [4].

Dzisiejszy Ethernet to duża grupa standardów opisujących różne prędkości, media i odległości, którą charakteryzuje jeden protokół dostępu CSMA/CD. Brak natomiast metod i narzędzi do weryfikacji jakości transmisji realizowanych w podwarstwie MAC modelu ISO/OSI. W zasadzie obecnie weryfikacja sprowadza się do chwilowej diagnozy: "działa" lub "nie działa", natomiast brak odpowiedzi na pytanie: "jak dobrze działa?".

Niniejszy artykuł powstał na podstawie obserwacji pracy aplikacji w sieciach ethernetowych oraz realizacji pomiarów statycznych ruchu ramek [8].

2. Cel pracy

Projektując nową, czy rekonfigurując istniejącą sieć ethernetową nie wystarczy zapewnić zgodności ze standardami. Należy dokonać szeregu wyborów, w tym: czy i gdzie stosować przełączniki, czy stosować domeny kolizyjne i jak duże, jakie przewiduje się prędkości transmisji i na jakich odcinkach, czy i gdzie stosować Ethernet dwukierunkowy. Żeby odpowiedzieć na te pytania, należałoby znać natężenie i charakter ruchu projektowanej (rekonfigurowanej) sieci. Mając na uwadze samopodobieństwo ruchu ethernetowego [6] (występujące w określonych warunkach) oraz trudności w określeniu natężenia ruchu generowanego przez urządzenia, oszacowanie może okazać się trudną sztuką. Częstym błędem jest przydzielanie zbyt dużego pasma dla urządzeń w stosunku do zasobów obliczeniowych urządzenia lub jego partnera (partnerów), z którym się komunikuje, co skutkuje powstawaniem "wąskich gardeł" w elementach (jednym lub wielu) urządzenia. Próba poprawy sytuacji (bez rekonfiguracji sieci) kończy się kolejnymi inwestycjami.

Celem pracy jest zaproponowanie metod mierzenia ruchu i jego opisanie, co mogłoby być podstawą do stworzenia narzędzi określających jakość transmisji.

3. Podstawy teoretyczne

Rozpatrując ruch ethernetowy od strony stacji (urządzenia) wysyłającej ramki można powiedzieć, że efektywność (jakość) transmisji zależy od natężenia i charakteru ruchu w kanale transmisyjnym, gdzie natężenie ruchu to liczba ramek wysłanych w czasie obserwacji, natomiast charakter ruchu to rozkład liczby ramek w przedziałach czasu. Każda próba wysłania ramki może się skończyć jednym z następujących wyników: ramka została wysłana poprawnie, transmisja ramki została odroczone ze względu na zajętość łącza lub ramka uległa kolizji i konieczna jest retransmisja. Pomiar powyższych zdarzeń może polegać na:

- oznaczeniu czasu każdego zdarzenia,
- ujawnieniu wartości średnich zdarzeń w przyjętym kwancie czasu,
- pokazaniu sekwencji zdarzeń.

3.1. Liczniki ramek zdefiniowane w normie IEEE 802.3

Poniżej przedstawiono wybrane liczniki zdefiniowane w normie, umownie pogrupowane na użytek niniejszej pracy na dwie grupy:

- liczniki ramek błędnych, w tym: CRC Errors, Alignment Errors, Carrier Sense errors, Long Frames, Invalid Long Frames, Short Frames,
- liczniki ramek ruchu, w tym: Transmitted Frames, Received Frames, Single collisions, Many collisions (tx OK), Excessive collisions, Late collisions, Deferred Transmissions.

3.2. Aktualizacja liczników

Liczniki mogą być aktualizowane sprzętowo i programowo. Pierwszy sposób zapewnia producent sprzętu. Przykładem może być 32-bitowy układ ASIC firmy ATMEL, dla którego producent określił blok rejestrów „MAC statistics” wraz z wielkością każdego rejestru. Szczegóły podano w [13].

Programowa aktualizacja określona jest przez autora architektury sterowników, np. ODI firmy Novell, gdzie liczniki przechowywane są w strukturach takich jak np. „driver statistics table” oraz dostępne są funkcje zapewniające dostęp do tych tablic [9].

3.3. Wybrane parametry czasowe sieci ethernetowych

Tabela 1

Wybrane parametry czasowe sieci ethernetowych

Parametr	Ethernet 10Mbps	Ethernet 100Mbps	Ethernet 1000Mbps
Min długość ramki	512 bitów	512 bitów	4096 bitów
Czas transmisji najkrótszej dopuszczalnej ramki	51,2 μ s	5,12 μ s	4,096 μ s
Czas odstępu międzyramkowego (IPG)	9,6 μ s	0,96 μ s	0,096 μ s
Czas trwania szczeliny czasowej	51,2 μ s	5,12 μ s	4,096 μ s

3.4. Metoda ujawniania sekwencji zdarzeń

Założenia:

- mierzone parametry ruchu: Transmitted Frames, Single collisions, Many collisions (tx OK), Deferred Transmissions,

- pomiar realizowany na stacji normalnie pracującej w sieci,
- nie uwzględnia się parametru czasu zajścia zdarzeń; istotna jest tylko sekwencja zdarzeń.

Metoda wymaga modyfikacji sterowników interfejsów sieciowych tak, aby każde wystąpienie transmisji, kolizji czy odroczenia zostało zapisane.

3.5. Metoda pomiaru wartości średnich zdarzeń

Założenia:

- mierzone parametry ruchu: Transmitted Frames, Single collisions, Many collisions (tx OK), Deferred Transmissions,
- pomiar realizowany na stacji normalnie pracującej w sieci,
- parametry odczytywane w odstępach czasu, których odmierzenie zapewnia standardowy zegar komputera PC (o częstotliwości przerwań 18,2 Hz).

Komentarz do założeń:

- korzystanie z zegara systemowego stacji PC daje teoretycznie możliwość realizacji pomiarów w przedziałach czasu rzędu od 55 milisekund z dużym błędem wynikającym z czasu potrzebnego na realizację procedury obsługi przerwania i odczytania wartości parametrów. Poza tym tak częste wywoływanie procedury odczytu parametrów zauważalnie obciążałoby stację. Proponuje się zatem przyjęcie przedziałów czasu na poziomie 1 sekundy lub więcej, a odczytane wartości byłyby wartościami średnimi przyjętego przedziału czasu. W literaturze [6] przedstawiono sposób pomiaru czasu każdej ramki na wyjściu domeny kolizyjnej z wykorzystaniem specjalizowanej stacji pomiarowej,
- pomija się wpływ liczby kolizji wielokrotnych na ogólną liczbę kolizji, traktując każdą kolizję wielokrotną jako kolizję pojedynczą.

4. Przegląd narzędzi pomiarowych

Zostały sprawdzone pod kątem możliwości wykorzystania do realizacji badań wg zaproponowanych metod następujące narzędzia:

- *Monitor systemowy NetWare*, Novell,
- *LANalyzer 2.2 Limited Future Version*, Novell,
- *Ethereal v. 0.9.6*, autor Gerald Combs,
- *Etherload 1.99 i 1.03*, autor E.Vyncke,
- *Etherdump*, autor E.Vyncke,

- *TracePlus/Ethernet 2.50.000*, SST Inc.,
- *3Com NIC Doctor*, 3Com,
- *Analyzer v. 2.0.2*, Politechnika w Turynie.

Żadne z tych narzędzi nie dostarcza funkcji rejestrowania sekwencji zdarzeń. Z wyjątkiem monitora systemowego NetWare oraz 3Com NIC Doctor ww. narzędzia nie zapewniają zliczania wartości średnich zdarzeń w zadeklarowanym kwancie czasu na interfejsie urządzenia. Główny nacisk jest w nich położony na analizę zawartości ramek.

5. Propozycje analiz wyników pomiarów

5.1. Analiza sekwencji zdarzeń

Przedstawienie zdarzeń transmisji (T), odroczenia (O) i kolizji (K) w postaci szeregu w porządku chronologicznym utworzy „widmo” ruchu (rys. 1).

T T O T K T T K K O O T T T

Rys. 1. Przykład sekwencji zdarzeń

Fig. 1. Example of events sequence

Taki szereg jest efektem „odpowiedzi” kanału transmisyjnego na żądania dostępu generowane przez urządzenie. Istotne są względna częstość i kolejność występowania zdarzeń, np.: jak często występują kolizje wielokrotne, jaka jest ich krotność, jaka jest proporcja odroczeń do transmisji bez odroczeń i kolizji itp. Niniejsza praca nie zawiera propozycji analizy bazującej na sekwencji zdarzeń.

5.2. Analiza wartości średnich

Proponuje się utworzenie jednowymiarowych szeregów rozdzielczych dla zdarzeń transmisji, odroczenia i kolizji oraz zobrazowanie ruchu poprzez histogramy zdarzeń. Przyjmując na podstawie obserwacji dla każdego przedziału próg liczebności, do którego występowanie zdarzeń uzna się za normalne, otrzyma się histogram granicznych liczebności. Superpozycja ww. histogramów pozwoli na ocenę poprawności ruchu. Dla odroczeń otrzymany obraz będzie miarą przeciążenia, dla kolizji – miarą przeciążenia i stanu urządzeń.

Przykład histogramów pokazany jest na rys. 2.

4. Chustecki J.: Zwycięski Ethernet cz.1. NetWorld, 2003, No 3/2003 (87), s. 33-36.
5. Wolisz A.: Podstawy lokalnych sieci komputerowych. Tom I i II, WNT, Warszawa 1992.
6. Taqqu M. S. i inni: On the Self-Similar Nature of Ethernet Traffic (extended version). Research supported at Boston University by ONR grant N00014-90-J-1287, 1993
7. Sobczyk M.: Statystyka. Podstawy teoretyczne przykłady – zadania. WUMCS, Lublin 2000.
8. Franielczyk R.: Charakterystyki domen kolizyjnych. ZN Pol. Śl. Studia Informatica Vol. 23, No 2B (49), Gliwice 2002.
9. Novell: ODI Specification: Hardware Specific Modules (HSMc) (C Language). Part Number: 107-000053-001, January 29, 1998.
10. Novell: C language NE2000 HSM, version 6. December 1998
11. Liebing E.A.: NetWare Client 32 for DOS/Windows: Overview of Architecture and Features. Novell Application Notes, 1996.
12. MacFaden M., Nath R.: Metro Ethernet Technologies. Operation and Maintenance, Version 0.9. Riverstone Networks Inc.
13. ATMEL: 32-bit Embedded ASIC Core Peripheral. Ethernet MAC, Rev. 1794A-0102.
14. OKI Semiconductor: W110 100BASE-T + 10BASE-T Dual Speed Ethernet MAC Mega Macrofunction. July 1996.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Tadeusz Czachórski

Wpłynęło do Redakcji 31 marca 2003 r.

Abstract

Described ideas of exploration of dynamic's movement of ethernet frames are based on two principles:

- presenting ethernet frames movement as a sequence of events, or as a statistical average values distribution of this events, which are: number of transmitted frames, number of deferred frames, number of collisions;
- opportunities of measuring events on common network station.

The Ethernet standards define a set of counters, among them Transmitted Frames, Received Frames, Single collisions, Many collisions (tx OK), Excessive collisions, Late collisions, Deferred Transmissions. The counters are available through hardware registers [13] or structures created and maintained by components of software architecture, such as Novell ODI [9].

Because of timing constraints, it's not possible to record time of each event [6] but it seems to be possible to record a sequence of events through rebuilding drivers of network interfaces. This creates a pattern showed on Fig.1, which could be seen as spectrum of movement. This spectrum is a basis for defining statistical parameters of ethernet movement.

The second approach of presenting frames traffic is building statistical histograms, like this presented on example in Fig. 2a. Basis for them are average values of events which are measured using standard PC system clock (18.2 Hz). It is recommended to take the time interval of 1 second or more. An event histogram and thresholds histogram (Fig. 2b), recognized through observing real ethernet movement, create measure of movement overload (Fig. 2c) or movement anomaly. The first one will be created through measuring frame's deferment, the second – through measuring collisions.

Adres

Romuald FRANIELCZYK: Przedsiębiorstwo Komunikacji Miejskiej Międzygminna Sp. z o.o., ul. Parkowa 3, 42-622 Świerklaniec, Polska, rf@firmy.gliwice.pl.