

АДАПТИВНИЙ ПРОТОКОЛ ПЕРЕДАВАННЯ ІНФОРМАЦІЇ В ETHERNET МЕРЕЖАХ

АДАПТИВНЫЙ ПРОТОКОЛ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ В ETHERNET СЕТЯХ

THE ADAPTIVE INFORMATION TRANSFER PROTOCOL IN THE ETHERNET NETWORKS

Анотація. Наведено специфікацію логічних і процедурних характеристик адаптивного протоколу передавання інформації в Ethernet мережах. Запропоновано структуру кадру, що дозволяє використовувати адресу змінного розміру та мінімізувати обсяг передавання службової інформації. Розглянуто процеси отримання мережної адреси та формування кадру на вузлах мережі.

Аннотация. Приведена спецификация логических и процедурных характеристик адаптивного протокола передачи информации в Ethernet сетях. Предложена структура кадра, позволяющая использовать адрес переменного размера и минимизировать объем передачи служебной информации. Рассмотрены процессы получения сетевого адреса и формирования кадра на узлах сети.

Summary. Specification of the logical and procedural characteristics of the adaptive information transfer protocol in the Ethernet networks. Structure of the frame, allowing to use the address of variable size and minimize the overhead. The processes of obtaining a network address and the formation of a frame on the network hosts.

Стрімке зростання обсягів інформаційного обміну змушує власників телекомунікаційних мереж знаходитися в процесі вирішення проблеми постійної оптимізації телекомунікаційних механізмів, що використовуються як платформа для надання інформаційних послуг. Одним з напрямків такої оптимізації стало збільшення швидкості передавання корисної інформації за рахунок зменшення обсягів службової інформації, що передається разом із корисним навантаженням.

Яскравим прикладом мережної технології, що реалізує зазначений вище принцип через використання мережних адрес змінного розміру може бути запропонована автором технологія EX. На попередніх етапах дослідження було сформовано базові принципи практичної реалізації цієї технології [1] та розроблено методику оцінки ефективності її застосування для різних випадків [2]. Однак невід'ємною частиною практичної реалізації будь-якого механізму обміну інформацією є специфікація алгоритмів його роботи та характеристик протоколів зв'язку. Впровадження технології EX потребує розробки відповідного протоколу та програмних модулів, що підтримують обмін інформацією з використанням цієї технології.

Метою роботи є розробка адаптивного протоколу передавання інформації в Ethernet мережах.

Адаптивний протокол передавання інформації в Ethernet мережах являє собою набір правил, що регламентують формат та процедури обміну інформацією між вузлами мережі та характеризується своїми логічними та процедурними характеристиками.

1. Логічні характеристики протоколу. Основною логічною характеристикою протоколу є формат модифікованого кадру Ethernet, який визначає тип та зміст службової інформації, що необхідна для передавання інформації крізь EX-мережу.

У сучасних телекомунікаційних мережах, що будуються на стеку протоколів TCP/IP, будь-який прикладний процес можна однозначно ідентифікувати парою значень: IP-адресою інтерфейсу та номером порту прикладного процесу (в межах операційної системи). Концепцією системи адресації EX [1] передбачено використання в якості адреси вузла структурованої EX-адреси, а в якості номерів портів прикладного процесу передбачається використовувати такі ж самі значення, що і в стандартному стеку протоколів TCP/IP [3].

На рис. 1 надано загальний формат кадру EX–Ethernet. Поля адреси одержувача/відправника містять адреси вузлів одержувача/відправника відповідно та мають фіксований розмір (6 байт) для випадків коли розмір адреси становить 6 або більше байта. Для випадків, коли розмір адреси менший за 6 байт, частина цього поля заповнюється службовими заголовками протоколів верхніх рівнів стека.

Поле тип кадру містить зарезервований код кадру ЕХ та має фіксований розмір (2 байти). Зазначене поле використовується мережним адаптером для виділення кадрів технології ЕХ із загальної сукупності Ethernet кадрів, що циркулюють у мережі.

Поле «Розмір адреси та прапорці» має складну структуру і складається з двох основних частин:

- ідентифікатори розміру адреси. Перший біт ідентифікує розмір мережної адреси відносно фіксованого розміру в 6 байт – якщо біт має нульове значення («0»), то розмір адреси менший за 6 байт, якщо біт має не нульове значення («1»), то розмір адреси дорівнює або більший за 6 байт. Наступні три біти визначають різницю між розміром адреси в 6 байт і прийнятим фактичним розміром адреси. Наприклад, комбінація ідентифікаторів «0010» означає, що фактичний розмір адреси менший за 6 байт (перший біт дорівнює 0) на 2 байта (двійкова комбінація 010) та дорівнює 4 байта. При цьому розміру адреси в 6 байт відповідає комбінація «1000», а комбінація «0000» зарезервована та в даний час не використовується. При фактичному розмірі мережної адреси меншим за 6 байт залишається вільне місце в полях адреси одержувача/відправника, яке має заповнюватися службовими заголовками протоколів вищого рівня. При фактичному розмірі мережної адреси більшим за 6 байт відразу за полем «Розмір адреси та прапорці» формуються поля «Доповнення адреси» відповідних розмірів, в яких зазначається решта фактичної мережної адреси;

- ідентифікатор наявності заголовків, являє собою послідовність біт, кожен з яких відповідає за наявність (у разі якщо від має не нульове значення («1»)) або відсутність («0») того чи іншого поля в секції «Службові заголовки», яка може слідувати відразу за полями «Доповнення адреси» або за полем «Розмір адреси та прапорці». При цьому, якщо розмір мережної адреси менший за 6 байт, частина службових заголовків може розміщуватися безпосередньо в секції «Адреса одержувача/відправника» та службові заголовки». Для випадків, коли кількість необхідних полів перевищує 3, використовується додатковий байт ідентифікаторів наявності заголовків. Останній біт кожного з байтів секції «Ідентифікатор наявності заголовків» визначає продовження цієї секції у разі його не нульового значення («1») або завершення в іншому випадку («0»).



Рисунок 1 – Загальний формат кадру ЕХ-Ethernet

Однією з головних особливостей пропонованого формату кадру (рис. 1) є те, що він має можливість адаптуватися під різні види навантаження та різні прикладні процеси. При цьому той самий протокол прикладного рівня в різних мережах може інкапсулюватися до кадру по-різному. Важливою характеристикою розглянутого формату кадру є послідовність біт, що визначає наявність того чи іншого службового заголовка. Ця послідовність може бути визначена під час подальших досліджень шляхом аналізу мережного навантаження та визначення частки тих чи інших видів навантаження (що передаються за допомогою тих чи інших протоколів) в загальному обсязі, а також на основі аналізу частоти модифікації певних полів у тих чи інших службових заголовках.

Прикладами таких полів можуть бути:

- поле QoS, що містить інформацію про якість обслуговування пакета та має фіксований розмір 1 байт;

- поле ID протоколу, що містить інформацію про належність пакета до протоколу вищого рівня та має фіксований розмір 1 байт;
- поля номери портів одержувача/відправника, що містять інформацію про номери портів процесу та мають фіксований розмір 2 байти;
- поле TTL, що містить інформацію про час життя пакета та має фіксований розмір 1 байт.

2. Процедурні характеристики протоколу. Процедурні характеристики протоколу, тобто правила виконання дій, що визначені протоколом [4], можна поділити на алгоритм отримання мережної адреси; алгоритм формування модифікованого кадру та алгоритм обробки кадру на вузлах мережі.

Технологія EX передбачає два режими призначення адреси: ручний та автоматичний (за допомогою EXDHCP сервера).

Відповідно до процедури призначення адреси на першому кроці необхідно визначити, чи призначено EX адресу мережному адаптеру. Якщо так, то необхідно використовувати вже призначену адресну інформацію, в іншому випадку необхідно визначити: адреса призначається вручну або автоматично. У випадку ручного призначення адреси необхідно очікувати введення адресної інформації системним адміністратором вузла, в іншому випадку відіслати широкомовний EXDHCP запит в мережу та запустити таймер (наприклад, на 30 с). Якщо за час дії таймера від сервера не отримано даних щодо адреси, необхідно згенерувати інформаційне повідомлення про помилку отримання адреси та перейти до виконання першого пункту, в іншому випадку використати отриману від сервера адресна інформацію.

При використанні технології EX процедура передачі даних у мережі від прикладного процесу A_i прикладного рівня моделі TCP/IP вузла I з адресою EX_i та номером порту P_i до прикладного процесу B_j прикладного рівня моделі TCP/IP вузла J з адресою EX_j та номером порту P_j в загальному випадку може бути реалізована виконанням такої послідовності дій (рис. 2):

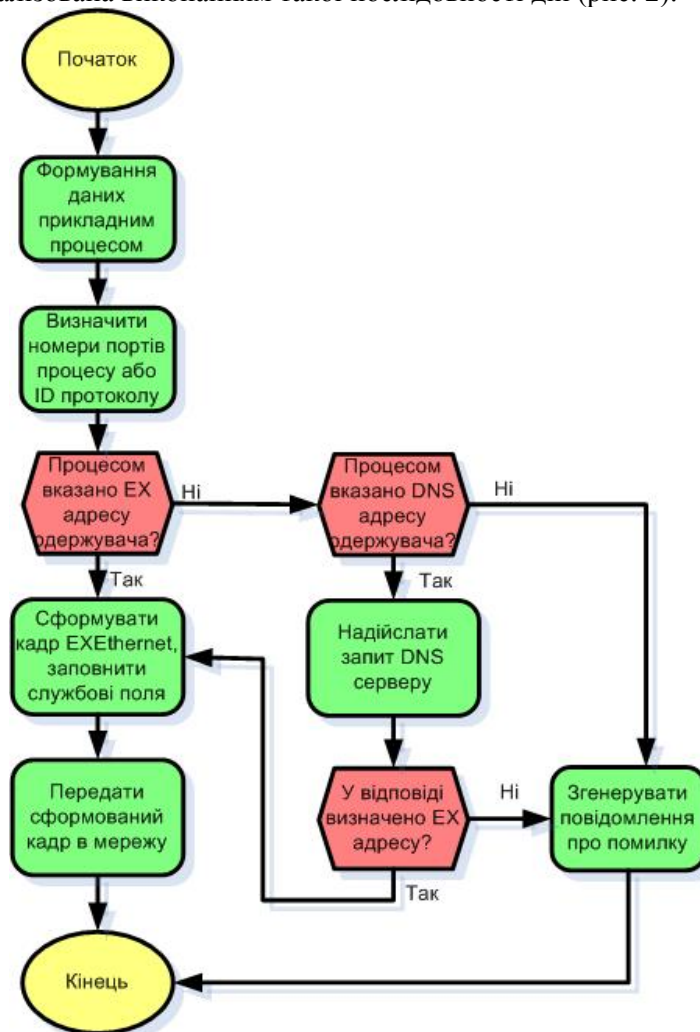


Рисунок 2 – Узагальнений алгоритм формування кадру EX-Ethernet

– прикладний процес формує дані для передавання та визначає номери портів P_i , P_j прикладного протоколу та EX адресу вузла J ;

– програмна реалізація адаптивного протоколу формує кадр EX-Ethernet, де в полі “Тип кадру” зазначає інформацію про використання протоколу EX, а в полі “Міні-заголовок” визначає необхідні значення ідентифікаторів, у полі “Ідентифікатор протоколу” зазначає отриману інформацію про протокол вищого рівня, в полях “Адреса одержувача” та “Адреса відправника” зазначає EX адреси станції J та I відповідно, в полях “Номер порту відправника” та “Номер порту одержувача” зазначає номери портів P_i , P_j відповідно (за необхідності) тощо;

– програмна реалізація адаптивного протоколу розраховує контрольну суму кадру EX-Ethernet і зазначає інформацію у відповідному полі, в полі “Дані” при цьому розміщуються отримані від прикладного процесу дані.

Останнім кроком є передавання сформованого кадру відповідним мережним інтерфейсом.

У свою чергу процедура оброблення прийнятого кадру EX-Ethernet реалізується виконанням наступних дій:

- прийняти кадр відповідним мережним інтерфейсом;
- перевірити адресу одержувача на відповідність адресі мережного інтерфейсу;
- визначити тип кадру, у разі відповідності типу кадру коду технології EX? визначити номери портів та/або ідентифікатор протоколу і передати дані кадру відповідному прикладному процесу.

На останок можна зробити такі висновки:

1. Невід’ємною частиною практичної реалізації будь-якого механізму обміну інформацією є специфікація алгоритмів його роботи та характеристик протоколів зв’язку.

2. Основою запропонованої автором технології EX є адаптивний протокол передавання інформації в Ethernet мережах, який являє собою набір правил, що регламентують формат та процедури обміну інформацією між вузлами мережі.

3. Однією з головних особливостей розробленого протоколу є формат кадру, який дозволяє адаптуватися під різні види навантаження та різні прикладні процеси.

4. Розроблені алгоритми та специфікації протоколу планується використати для подальшої програмної реалізації запропонованої телекомунікаційної технології.

Література

1. *Каптур В.А.* Базові принципи практичної реалізації систем адресації із змінним розміром мережної адреси в Ethernet мережах / В.А. Каптур, К.Д. Гуляев, П.С. Кравченко // *Радіоелектронні і комп’ютерні системи.* – 2012. – №1. – С. 51 – 54.
2. *Каптур В.А.* Оцінювання ефективності впровадження телекомунікаційних технологій зменшення протокольної надлишковості / В.А. Каптур, К.Д. Гуляев, П.С. Кравченко, О.О. Яніна // *Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии.* – 2011. – № 52. – С. 77 – 89.
3. *Reynolds J. Assigned Numbers* / Reynolds J., J. Postel // *Network Working Group.* – 1994, RFC 1700. – 230 p.
4. *Воробийченко П.П.* Принципы организации сетей с коммутацией пакетов: учеб. пособ./ Воробийченко П.П., Нечипорук О.Л., Струкало М.И. – Одесса: УГАС им. А.С. Попова, 2000. – 101 с.; ил.