

ПРОТОКОЛ ПЕРЕДАЧІ ВІДЕОПОТОКУ РЕАЛЬНОГО ЧАСУ З БЕЗПОСЕРЕДНЬОЮ ІНКАПСУЛЯЦІЄЮ В КАДРИ ETHERNET

Ходнєв Т.А., аспірант; Лисенко О.М., д.т.н., проф.

*Кафедра конструювання електронно-обчислювальної апаратури (КЕОА),
Факультет електроніки, Національний технічний університет України
"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"
Київ, Україна*

В роботі [1] розглянуто модель для оцінки інтегральної ефективності використання тракту зв'язку мережевими протоколами з врахуванням завад та запропоновано композиційний підхід для врахування міри впливу відповідних протоколів кожного з рівнів моделі OSI на результуючий коефіцієнт ефективності. Виходячи з основних концепцій композиційного підходу за рахунок інкапсуляції PDU-носіїв (Protocol data unit) кожного з використовуваних для передачі відеопотоку протоколів верхнього рівня у носії протоколів нижнього рівня, на кожному наступному рівні відбувається збільшення об'єму даних що передаються. В свою чергу, це призводить до скорочення об'єму корисного навантаження в тракті та, відповідно, зменшення коефіцієнту ефективності використання тракту зв'язку при збільшенні кількості рівнів застосовуваних протоколів.

В роботі [2] зазначену вище модель використано для оцінки коефіцієнта інтегральної ефективності двох розповсюджених технологій потокової відеопередачі на базі стеків GigE Vision та RTSP, а в роботі [3] – розглянуто питання отримання відеопотоку з MIPI CSI камер з використанням апаратного прискорення, запропоновано і доведено доцільність фрагментації отримуваних з камери кадрів відео з метою зменшення затримок обробки та подальшої передачі відеопотоку.

Відповідно можна стверджувати, що використання для передачі відеопотоку більш низькорівневих за моделлю OSI протоколів дозволяє досягти потенційно більшого значення коефіцієнта ефективності використання тракту зв'язку, а фрагментарна обробка та передача відеопотоку дозволяє задовольнити вимоги реального часу при передачі відео. Виходячи з цього та з врахуванням, що в системах отримання та передачі відеопотоку, які відповідають запропонованій в [3] структурно-функціональній організації, кадри відеопотоку поступають на стадію передачі у початково фрагментарному вигляді, доцільно запропонувати відповідний протокол передачі відеопотоку, який би враховував зазначені вище особливості та, будучи інкапсульованим безпосередньо в Ethernet-кадри, дозволяв би отримати вищу ефективність використання тракту зв'язку у порівнянні з існуючими технологіями передачі відеопотоку.

На рис. 1 наведено формат носія запропонованого протоколу передачі

відеопотоку, де поле *C/D* (1 біт) – індикатор "команда/дані", що рівний 0 для даних та 1 для команди (формат команд зарезервований на майбутнє та в даній роботі не розглядається); поле *FRAMENUM* (4 біти) – лічильник, значення якого вказує на номер поточного кадру в потоці (переповнюється за модулем 32); поле *FRAGNUM* (11 біт) – номер поточного фрагменту кадру; *Fragment byte* – дані фрагмента кадру відеопотоку.

0	1	5	6	15	16	23
C/D	FRAMENUM	FRAGNUM	Fragment byte 0	...	Fragment byte N	

Рис. 1. Формат PDU запропонованого протоколу передачі відеопотоку

Наведений вище на рис. 1. протокол потребує встановлення певного значення поля *EtherType* кадру Ethernet для можливості відокремлення його від інших протоколів, що працюють над Ethernet. Запропонований протокол додає до корисного навантаження два байти. Виходячи з формату кадру Ethernet, розмір заголовків, що додаються до корисного навантаження, становить 78 Б. При застосуванні jumbo Ethernet кадру з MTU (Maximum transmission unit) рівним 9000 Б, розмір корисного навантаження кадру може становити до 8960 Б [4]. При передачі не стисненого Full HD відеопотоку з роздільною здатністю 1920 x 1080 пікселів, форматом пікселя YUV422 (4 Б / 2 пікселя) та фрагментацією кадру по два рядки шириною 1920 пікселів кожний, теоретичне значення коефіцієнта інтегральної ефективності використання тракту зв'язку [1] буде становити (1):

$$k_{CPE} = \frac{B_{PL}}{B_{PL} + B_{ADD}} = \frac{2 \cdot 1920 \cdot (4/2)}{2 \cdot 1920 \cdot (4/2) + 78 + 2} = 0.9897, \quad (1)$$

де k_{CPE} – теоретичне значення коефіцієнта інтегральної ефективності використання тракту зв'язку для запропонованого протоколу; B_{PL} – об'єм корисного навантаження кадру Ethernet, Б; B_{ADD} – розмір заголовків, що додаються до корисного навантаження в процесі інкапсуляції, Б.

Порівнюючи отримане теоретичне значення коефіцієнта ефективності використання тракту зв'язку для запропонованого протоколу з отриманим в роботі [2] значенням відповідного коефіцієнта для технології передачі GigE Vision (від 0.968 до 0.974 за результатами експерименту), можна стверджувати, що запропонований протокол є гіпотетично більш ефективним в термінах використання тракту зв'язку. Проте, підтвердження даної гіпотези потребує подальшого проведення експериментальної перевірки.

Іншими перевагами запропонованого протоколу є безпосередня підтримка фрагментарного представлення кадрів відеопотоку без необхідності його перекодування, що дозволяє відносно просто реалізувати даний протокол на базі FPGA (Field-Programmable Gate Array), а також використання компактного поля типу "команда/дані", що дає змогу за необхідності в подальшому розширювати даний протокол із забезпеченням можливості зворотної сумісності із поточною версією протоколу.

Перелік посилань

Ходнев Т.А. Поуровнево-декомпозиционная модель оценки интегральной эффективности использования тракта связи с учетом помех / Т.А. Ходнев, А.И. Антонюк, А.Ю. Варфоломеев, А.Н. Лысенко // Микросистемы, Электроника та Акустика. – 2018. – Т. 23, N 6. – С. 29-33. – Режим доступу: DOI: [10.20535/2523-4455.2018.23.6.154720](https://doi.org/10.20535/2523-4455.2018.23.6.154720)

Khodniev T.A. Comparison of RTSP and Gige Vision video streaming technologies in terms of communication path utilization efficiency: an experimental approach / T.A. Khodniev, A.Y. Varfolomieiev, O.M. Lysenko, O.I. Antonyuk // 2018 International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics (UkrMiCo). – Одеса, 2018. – С. 1-4. – Режим доступу: DOI: [10.1109/UkrMiCo43733.2018.9047531](https://doi.org/10.1109/UkrMiCo43733.2018.9047531)

Ходнев Т.А. Акселерована реєстрація MIPI CSI відеопотоку в задачах передачі відео реального часу / Т.А. Ходнев, М.С. Голуб, О.В. Кужильний, О.М. Лисенко, А.Ю. Варфоломеев // Вісник НТУУ "КПІ". Серія Радіотехніка, Радіоапаратобудування. – 2020. – Т. 82. – С. 35-43. – Режим доступу: DOI: [10.20535/RADAP.2020.82.35-43](https://doi.org/10.20535/RADAP.2020.82.35-43)

Jumbo frame [Електронний ресурс] // Wikipedia, The Free Encyclopedia. – Режим доступу : https://en.wikipedia.org/wiki/Jumbo_frame

Анотація

В роботі запропоновано протокол передачі відеопотоку, що інкапсулюється в кадр Ethernet, підтримує фрагментарний характер кадрів відеопотоку, передбачає можливість передачі команд керування та можливість подальшого розширення із забезпеченням зворотної сумісності із поточною версією.

Для зазначеного протоколу розраховано теоретичне значення коефіцієнта ефективності використання тракту зв'язку при передачі Full HD відеопотоку, відповідне значення становить 0.9897.

Ключові слова: відеопотік, протокол, мережа, Ethernet

Abstract

The paper proposes a video streaming protocol that is encapsulated into an Ethernet frame, supports the fragmented nature of frames of the video stream, provides for the transmission of control commands and the possibility of being further expanded while keeping the backward compatibility with the current version.

For the proposed protocol, the theoretical value of the communication path utilization efficiency coefficient when transmitting a Full HD video stream is estimated, the corresponding value is 0.9897.

Key words: video stream, protocol, network, Ethernet