Solution of Error Control Video (H.264) over Wireless transmission

Seksan Jamjoy,Piyanat Onchan,Yoswaris Surisarn

545020210-1, 545020180-4, 545020186-2

Abstract

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาการส่งข้อมูลในรูปแบบวีดีโอ เพื่อให้มีประสิทธิภาพในการส่งวีดีโอ code H.264 ผ่านเครือข่ายไร้สาย(Wireless) โดยป้องกันการส่งที่ผิดพลาดและการสูญหายของข้อมูลที่ส่ง จึงได้มีการรวบรวมทฤษฎีต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับความผิดพลาดในการส่งข้อมูลวีดีโอมาเพื่อปรับปรุงแก้ไขข้อผิดพลาดต่างๆ ให้สมบูรณ์มากขึ้น รวมไปถึงการสร้างวิธีใหม่ๆ เพื่อให้การส่งวีดีโอได้รวดเร็วและมีคุณภาพที่ดีสำหรับผู้รับ

1.บทนำ

ปัจจุบันเทคโนโลยีการสื่อสารได้ก้าวหน้าไปไกลรวมถึงการสื่อสารผ่านระบบวีดีโอคอนเฟอเร้นท์ (video conference) ที่เป็นส่งข้อมูลทั้งภาพและเสียงผ่านสื่อต่างๆที่เป็นทั้งแบบมีสายและไร้สาย รวมทั้งการเข้ารหัสวีดีโอโค้ด (video code) ที่หลากหลายชนิด สำหรับบทความนี้ได้มีการนำเสนอวิธีการแก้ไขปัญหาข้อผิดพลาด (error control)ที่เกิดจากการส่ง video ที่ใช้ code H.264 ผ่านทางสื่อไร้สายคือสัญญาณ wireless

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การควบคุมข้อผิดพลาดของข้อมูล หรือ error control คือ การที่ผู้ส่งต้องส่งข้อมูลไปใหม่อีกครั้งหนึ่ง ถ้าผู้รับไม่สามารถรับข้อมูลหรือได้รับข้อมูลที่ไม่ถูกต้อง สาเหตุที่ต้องมีการควบคุมก็เนื่องจากว่า ข้อมูลจะต้องเดินทางจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง จึงมีความเป็นไปได้ที่ข้อมูลชุดนั้นจะเกิดสูญหายหรือเสียหายในระหว่างการเดินทางได้

การดำเนินการกับข้อผิดพลาด

เมื่อฝั่งรับตรวจพบข้อผิดพลาดจากข้อมูลที่ส่งมา ฝั่งรับสามารถดำเนินการกับข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นได้ 3 กรณีคือ

1. ไม่ต้องดำเนินการใดๆ (Do nothing) จะปล่อยเฟรมข้อมูลที่ผิดพลาดไปแล้วให้ชั้นสื่อสารที่อยู่เหนือกว่าไปจัดการแทน

2. แจ้งกลับไปให้ฝั่งส่ง(ต้นทาง)รับทราบ (Return a message) เพื่อให้ฝั่งส่งทำการส่งข้อมูลส่วนที่เสียหายมาให้อีกครั้ง

3. ตรวจแก้ข้อผิดพลาด (Correct the Error) จะดำเนินการแก้ไขข้อผิดพลาดที่ฝั่งรับ(ปลายทาง)เองโดยไม่ต้องให้ฝั่งส่ง ส่งข้อมูลมาใหม่ซึ่งเป็นวิธีที่ซับซ้อนกว่าวิธีทั้งหมด

ชนิดของข้อผิดพลาด สาหรับข้อผิดพลาดที่ตรวจพบนั้นสามารถแบ่งเป็นชนิดของข้อผิดพลาด 2 ชนิด

1. เฟรมสูญหาย (Lost Frame)คือเฟรมข้อมูลที่ส่งไปไม่ถึงปลายทางซึ่งอาจเกิดจากสาเหตุของสัญญาณรบกวนที่ทำให้เฟรมข้อมูลเสียหายจนทำให้ฝั่งรับไม่สามารถตีความหรือไม่ทราบว่าเฟรมนั้นส่งมาถึง

2. เฟรมชำรุด (Damage Frame)คือเฟรมสามารถส่งไปถึงปลายทางแต่บิตของข้อมูลบางส่วนเกิดการเปลี่ยนแปลงระหว่างการส่ง

เทคนิคการควบคุมข้อผิดพลาดจะอยู่บนพื้นฐานของส่วนประกอบต่างๆดังนี้

- การตรวจจับข้อผิดพลาดปลายทางจะมีการนำเฟรมที่ได้รับมาทำการตรวจจับข้อผิดพลาดด้วยเทคนิควิธีการต่างๆ
- การตอบรับ ACK(Acknowledgement) ปลายทางจะตอบรับ ACK เมื่อได้รับข้อมูลอย่างสมบูรณ์โดยไม่มีข้อผิดพลาดใดๆ
- การส่งข้อมูลรอบใหม่หลังจากรอจนหมดเวลา (Timeout) ฝั่งส่งจะทำการส่งเฟรมข้อมูลรอบใหม่ทันทีในกรณีที่ปลายทางไม่ตอบรับกลับมาภายในเวลาที่กำหนดก็คือเกิด Timeout
- การตอบรับ NAK และการส่งข้อมูลรอบใหม่ ปลายทางจะมีการตอบรับ NAK (Negative Acknowledgement) กลับมาที่ฝั่งส่งในกรณีที่เฟรมที่ได้รับนั้นเกิดข้อผิดพลาดเมื่อฝั่งส่งได้รับการตอบรับ NAK ก็จะทราบว่าข้อมูลที่ส่งไปนั้นมีข้อผิดพลาดจะดำเนินการส่งเฟรมข้อมูลไปอีกครั้ง

3.ปัญหา

สำหรับการสื่อสารในรูปแบบ video(H.264) ผ่าน wireless ยังมีปัญหาในการส่งอยู่ เช่นถ้าอยู่ในชั้น UDP จะไม่สามารถรับประกันความถูกต้องของข้อมูลได้ บางตัวจะตอบสนองเฉพาะการส่งผ่านโทรศัพท์เท่านั้น ใช้ทรัพยากรของระบบค่อนข้างสูงขณะที่รายละเอียดภาพที่ได้จะมีคุณภาพไม่สูงมากนักหรือไม่ก็ทำให้เกิดดีเลย์มากในกรณีที่เกิดข้อผิดพลาดจากการส่งและข้อมูลที่กู้คืนจะได้ไม่ร้อยเปอร์เซ็นต์เป็นต้น ดังนั้นในบทความนี้จะนำเสนอวิธีการแก้ไขปัญหาข้างต้นเพื่อให้การส่งรูปแบบ video(H.264) ผ่าน wireless มีความสเถียรมากขึ้น

4. วิธีการแก้ไขปัญหา

งานวิจัย[1]ใช้รหัส LDPC ในการจัดการแพ็กเก็ตที่เสียออกไปมีการประมวลแพ็กเก็ตที่เสียเลยทันทีเพื่อรองรับการส่งแพ็กเก็ตซ้ำอีกรอบ [2]ใช้ Rateless Code ในการส่งแพ็กเก็ตซ้ำทำให้ได้videoที่มีคุณภาพสูงในการส่งผ่านอุปกรณ์มือถือ[3]ออกแบบเครือข่าย H.264/AVC เป็นการจำลองเครือข่าย ซึ่งเหมาะกับสภาพแวดล้อมแบบไร้สายมากที่สุด [4]การเข้ารหัสแพ็กเก็ตที่มีขนาดเล็กกว่าขนาดบัฟเฟอร์ทำให้ไม่ต้องเปลืองหน่วยความจำเพื่อนำไปใช้บัฟเฟอร์ [5]การเพิ่มประสิทธิ์ภาพของเส้นทางการส่งโดยใช้ ECARS RD ทำให้สามารถเพิ่มขนาดเส้นทางการส่งแพ็กเก็ตได้ [6]การควบคุมลดค่า costs ในชั้น MAC สามารถแก้ไขข้อผิดพลาดในการส่งแพ็กเก็ตโดยสามารถแยกเป็นแต่ละระดับได้ [7]ใช้เทคนิค RESCU เพื่อช่วยให้มีเวลามากขึ้นสำหรับการกู้คืนแพ็กเก็ตมีคุณภาพสูงในการโต้ตอบแบบเรียวไทม์ [8]การปรับ Sub - Packet กลไก FEC (SPFEC) ปรับปรุงคุณภาพของข้อมูลวิดีโอสตรีมมิ่งผ่านเครือข่ายไร้สายพร้อมกันเพิ่มประสิทธิภาพการกู้คืน [9]วิธีการของห่วงโซ่มาร์คอฟ packet retransmissions กรอบการทำงานสามารถที่จะประเมินคำร้องขอทำซ้ำ [10]นำเสนอกลไกDM - FEC ใช้รูปแบบการวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์เพื่อกำหนดอัตราการส่งที่เหมาะสมความยาวบล็อก FEC และ FEC ความซ้ำซ้อนในแต่ละเส้นทางในสภาพแวดล้อมที่ multipath ดังนั้นกลไกการ DM - FEC ไม่ก่อให้เกิดผลกระทบที่เกิดปัญหาความแออัดของตนเอง

ตาราง1 เปรียบเทียบการใช้เทคนิคจัดการกับข้อผิดพลาด

Paper	Do nothing	ACK	Timeout	NAK
1			yes	
2			yes	
3	yes			
4	yes			
5		yes		
6				yes
7				yes
8				yes
9			yes	
10				yes

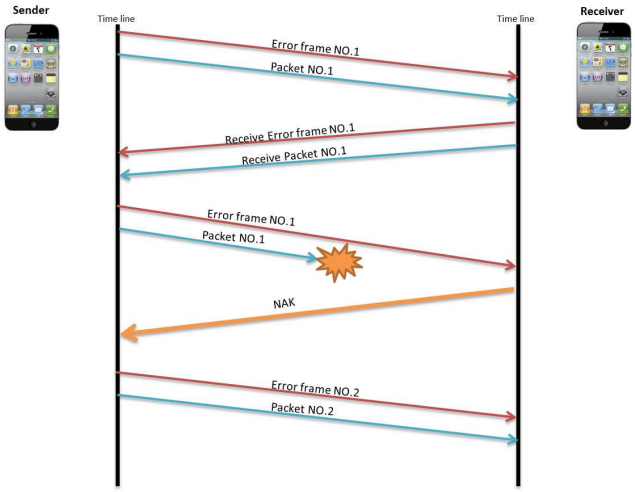
จากตาราง 1 จะเห็นได้ว่าการแก้ไขปัญหาที่เกิดจากข้อผิดพลาด (error control) ของแต่ละงานวิจัย จะเลือกวิธีการใดวิธีการหนึ่งเท่านั้น ซึ่งทางผู้เขียนเห็นว่ายังไม่เพียงพอต่อการนำไปใช้งานเพราะการจัดการกับปัญหาทั้ง 3 ข้อจะมีทั้งข้อดีและข้อเสียที่แตกต่างกันไป เราจึงได้นำเสนอแนวคิดการแก้ไขปัญหาใหม่ซึ่งก็คือการรวมเอาข้อดีของวิธีการจัดการกับ error control ทั้งสามข้อมาใช้เป็นวิธีการใหม่ ที่จะสามารถนำมาใช้ในการสื่อสารในรูปแบบ video ที่ใช้ code H.264 ผ่านทางสัญญาณ wireless โดยการเพิ่ม Error Frame เข้าไปด้วยในแต่ละแพ็กเก็ตก่อนที่จะส่ง ซึ่งจะเป็นตัวเช็คข้อผิดพลาดให้

แพ็กเก็ตทุกตัว หลักการคือ ErrorFrame จะทำหน้าที่กำหนด timeoutเพื่อเช็คแพ็กเก็ตที่เสียก่อนจะทำการส่งใหม่อีกรอบโดยไม่ต้องรอ timeout จากเครือข่าย

Header	Packet NO	ErrorTime (time out = 5 sec.)

ภาพที่ 1 แสดงรายละเอียดของ Error Frame

ซึ่งประกอบไปด้วย 3 ส่วนคือ ส่วนหัวลำดับของแพ็กเก็ต และส่วนสุดท้ายคือ Error Time เป็นส่วนที่เช็คเมื่อ แพ็กเก็ตเกิดข้อผิดพลาดขึ้นให้ทำการส่งแพ็กเก็ตนั้นอีกรอบ โดยใช้การนับเวลาเพื่อกำหนดTimeout



ภาพที่ 2 แสดงขั้นตอนวิธีแก้ไขปัญหาที่เกิดจากข้อผิดพลาดโดยการเพิ่ม Error Frame

ภาพที่ 2 แสดงขั้นตอนในการแก้ไขปัญหาที่เกิดจากข้อผิดพลาดในการส่งvideo ที่ใช้ code H.264 ผ่านทางสัญญาณ wireless โดยการแนบ Error Frame เข้าไปด้วยในการส่งทุกแพ็กเก็ต เมื่อแพ็กเก็ตเกิดการเสียหาย Error Frame ก็จะทำการนับเวลา time out แล้วก็ส่งแพ็กเก็ต NAK กลับมาทันทีโดยไม่ต้องรอ time out ของเครือข่ายเพื่อแจ้งให้ sender ทำให้การส่งแพ็กเก็ตที่เสียหายอีกรอบ ทำให้การรับข้อมูลเป็นไปอย่างรวดเร็ว วีดีโอจะที่ได้จะไม่เกิดการขาดตอนเพราะไม่เกิดการดีเลย์มาก

5. สรุปผล

ตาราง2 เปรียบเทียบประสิทธิภาพในการแก้ไขข้อผิดพลาด

Case.	New Error frame	Paper 2 Rateless Code	Paper 3 ECARS RD
Time minimum	90%	60%	70%
Stability	90%	80%	90%
System resources	80%	90%	90%

จากการเปรียบเทียบการแก้ไขข้อผิดพลาดกับงานวิจัยที่ 2 กับ 5 ซึ่ง งานวิจัยที่ 2 นั้นจะใช้ Rateless Code ในการส่งแพ็กเก็ตซ้ำที่ทำให้มีคุณภาพวีดีโอสูงแต่ต้องรอ time out ก่อนจึงจะส่งได้ และ งานวิจัยที่ 5 ใช้ ECARS RD ในการเพิ่มเส้นทางการส่งแต่เมื่อเกิดข้อผิดพลาดจะต้องส่งใหม่ทั้งแพ็กเก็ต กับวิธีการใหม่ที่ผู้วิจัยคิดค้นขึ้นคือ การเพิ่ม Error Frame เข้าไปในในส่งแพ็กเก็ตทุกๆครั้งเป็นเหมือนการคอยตรวจสอบข้อผิดพลาดให้แพ็กเก็ตนั้นๆอยู่ตลอดเวลาที่มีการส่ง ทำให้เมื่อเกิดข้อผิดพลาดขึ้นจะสามารถแก้ไขได้รวดเร็ว เนื้อหาวีดีโอที่ได้รับไม่ผิดเพี้ยน และเหมาะกับการส่ง video ที่ใช้ code H.264 ผ่านทางสัญญาณ wireless ได้อย่างมากที่สุด

Reference

[1] Enrico Paolini , Marco Chiani, Benjamin Gadat†, Cyril Bergeron†, Roberta Fracchia, “Analysis of Packet-Level Forward Error Correction for Video TransmissionMatteoMazzotti”,DEIS/WiLAB, University of Bologna, via Venezia 52, 47521 Cesena (FC), Italy†THALES Communications, 160 boulevard de Valmy, 92704 Colombes Cedex, France

[2]RaoufHamzaoui, Shakeel Ahmad, Marwan Al-Akaidi,“ErrorResilientPacketSwitchedVideoTelephony with Adaptive Rateless Coding and Reference” ,Picture SelectionMuneebDawood Faculty of Technology, De Montfort University, Leicester, UK

[3] Thomas Stockhammer , Miska M. Hannuksela , Thomas Wiegand, “H.264/AVC in Wireless Environments”, IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology 2003

[4] JordiRibas-corbera , Philip A. Chou , Senior Member , Shankar L. Regunathan, “A Generalized Hypothetical Reference Decoder for H.264/AVC “,IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol 2003

[5]Pei-chunChen andTsuhan Chen,“Error Concealment AwareRateShapingfor wireless videotransmissionTrisa”

[6]Jeong-Yong Choia, Jitae Shin a, “cross Layer - ErrorControl with lowoverhead ARQ forvideo, H.264.Transmission of Wireless LANs”,School of Information and Communication Engineering, Sungkyunkwan University

[7]Injong Rhee y. Srinath R. Joshi, “Error Recovery for Interactive Video Transmission over the Internet” ,Department of Computer Science North Carolina State University Raleigh, NC 27695-7534, USA

[8] Ming-Fong Tsai &Ce-KuenShieh&Chih-HengKe& Der-Jiunn Deng, “Sub-packet forward error correction mechanismfor video streaming over wireless networks”,Springer Science Business Media, LLC 2009

[9]Leonardo Badia, Nicola Baldo, , Marco Levorato, Michele Zorzi, “A Markov Framework for Error Control Techniques Based on Selective Retransmission in Video Transmission over Wireless Channels”, *IEEE*

[10]Ming-Fong Tsai2, Naveen Chilamkurti1, and Ce-Kuen Shieh2,“Multipath Transmission with Forward Error Correction Mechanism for Delay-sensitive Video Communications”,Department of Computer Science and Computer Engineering, La Trobe University, Melbourne, Australia