

적응형 FEC(Adaptive Forward Error Correction)를 이용한

에러 복구에 관한 연구

김상형[○], 신정아^{*}, 조재상^{*}, 이성인^{*}, 유우종^{*}, 유원경^{***}, 유관종^{*}, 김두현^{**}

^{*}충남대학교 컴퓨터학과

^{**}한국전자통신연구원

^{***}성신여자대학교 컴퓨터 정보학부

{kimsh[○], jscho, jasinn, kjyoo}@cs.cnu.ac.kr, {silee, wjyoo}@tiger.tjhealth.ac.kr,

doohyun@etri.re.kr

wyoo@sungshin.ac.kr

The Study of Error Correctment with Adaptive FEC(Adaptive Forward Error Correction)

Sang-Hyong Kim[○], Jeong-Ah Sinn^{*}, Jae-Sang Cho^{*}, Sung-In Lee^{*}, Woo-Jong Yoo^{*}

Won-Kyong Yoo^{***}, Kwan-Jong Yoo^{*}, Doo-Hyun Kim^{**}

^{*} Dept. of Computer Science, Chung-Nam University

^{**} Electronic and Telecommunications Research Institutet

^{***} Dept. of Computer Science, Sung-Shin Women's University

요 약

최근 이질적인 네트워크 환경에 적합한 다양한 멀티미디어 데이터를 서비스할 수 있는 연구가 광범위하게 이루어 지고 있다. 따라서 유동적인 네트워크 상황에 맞추어 전송되는 스트리밍 데이터는 사용자에게 보다 우수한 품질의 서비스를 제공받을 수 있는 기회를 준다. 본 논문에서는 대용량의 멀티미디어 데이터를 서비스하는 과정에서 발생하는 스트리밍 데이터의 에러 발생을 최소화할 수 있는 기법인 적응형 FEC 기법을 제안한다. 이 기법은 멀티미디어 데이터의 전송량을 최소화하면서 고품질 영상의 전송을 가능하게 한다.

1. 서 론

인터넷을 이용한 서비스는 사람들에게 삶의 질의 발전과 변화를 주고 있다. 이러한 많은 발전과 변화에도 불구하고, 사람들은 여전히 인터넷 서비스에 대해서 만족하지 못하고 있으며 개방적이고 이용 자원의 공유와 효율이 강조되어지는 현재의 네트워크 환경에서 서비스의 품질을 만족시킨다는 것은 결코 쉬운 일이 아니다. 멀티미디어 데이터 특성상 용량이 크므로 스트리밍 서비스 품질의 개선에 많은 어려움을 주고 있다. 따라서, 이와 같은 문제점을 해결하기 위해 제안된 서비스 기술중의 하나가 scalable한 데이터의 제공이다. 이는 하나의 멀티미디어 데이터를 여러 개의 분할된 스트림으로 나누고, 이 나누어진 스트림의 의존관계를 통해서 서비스를 제공하는 방식을 말한다.[1]

분할된 데이터를 전송하는 데에는 여러 가지 방법이 있으며 전송 방법의 특성에 따라서 전송되어지는 데이터의 간접 유실이 발생하게 된다. 즉, 같은 양이 전송된다고 하더라도, 전송방법에 따라서 실제적으로 사용되어지는 데이터의 양에는 차이가 있게 되는 것이다.

이에 본 논문은 분할된 멀티미디어 데이터를 인터넷 환경을

통하여 제공하는 방법에 대해서 알아보려 한다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 그 동안 진행되어진 멀티미디어 데이터의 전송 기술에 대해서 알아보며, 3장에서는 본 논문이 제안하는 Adaptive FEC 전송방식에 대해서 설명한다. 4장에서는 결론을 맺는다.

2. 관련 연구

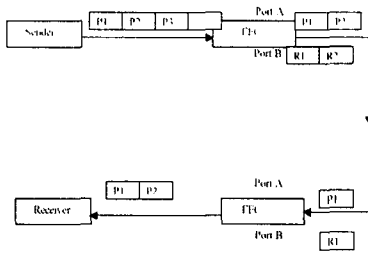
2.1 미디어 스트림의 분할

네트워크 환경이 가변적으로 변화하므로, 이것에 대처하기 위한 방안이 미디어 스트림의 분할이다. 디코딩에서 필요한 기본 스트림과 추가되어지면, 품질이 좋아지는 확장 스트림으로 분할하는 것이다. 네트워크 상태가 좋은 경우에는 모든 스트림을 전송하여 높은 품질의 서비스를 제공하고, 상대적으로 좋지 않은 경우에는 필요한 기본 스트림만을 전송함으로써 최소한의 서비스를 제공하는 것이다.[1]

2.2 미디어 데이터의 전송

미디어 데이터 전송의 어려운 점은 전송 소요 시간의 다양성과 손실이 일어난다는 것이다. 데이터의 손실은 단순히 손실되어지는 데이터뿐만 아니라, 이미 전송되어진 데이터의 손실을 초래할 수 있다.

데이터가 손실되는 양을 줄이기 위한 방법에 대해 많은 연구가 진행중이며, FEC(Forward Error Correction)방식이 대표적이다. 이 방식은 데이터의 중복을 이용하여, 전송 확률을 높이는 것이다. 이러한 방식은 서버 측에서 재전송에 대한 부담을 줄일 수 있는 장점을 가지고 있지만, 중복된 데이터의 전송은 망의 효율성 측면에서 부정적인 면을 가지고 있다. [그림 1]은 FEC를 이용한 데이터 전송 모습을 보여준다.[2][3][4]



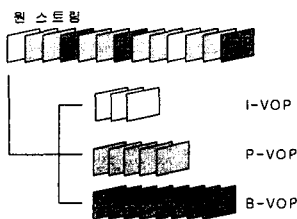
[그림 1] FEC 기본 설계

3. Adaptive FEC 방식

3.1 TS 분할 방식

본 논문에서 사용되어진 TS분할 방식은 시/공간적인 기준을 동시에 적용한 일종의 하이브리드 분할 방식이다.

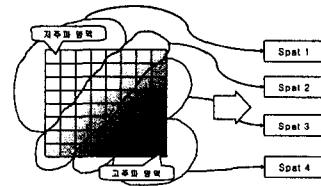
시간적인 개념에서의 분할에서는 스트림의 프레임간의 의존성을 가지고서 스트림을 분할하게 된다. 미디어는 해당 프레임의 정보만으로 표현할 수 있는 인트라 프레임(Intra-Frame)과 다른 프레임의 정보를 참조하여 표현하는 인프라 프레임(Infra-Frame)으로 나누어진다.



[그림 2] TS 분할의 시간분할 기준

하나의 블록 데이터를 저주파 영역과 고주파 영역으로 나눔으로써 스트림을 분할한다. 단위 영역의 평균적인 데이터를 가지는 저주파 영역의 값과 단위 영역의 편향성 정도를 나타내는

고주파 영역의 값으로 데이터를 분할하는 것이다.



[그림 3] TS 분할의 공간 분할 기준

3.2 Adaptive FEC의 동적 에러율

FEC방식은 서버 측에서 데이터 전송을 위하여 복잡한 연산을 수행하지 않는다. 그러나 중복 전송에 의한 네트워크 자원의 낭비를 초래하게 된다.

이러한 원인은 FEC 방식이 피드백 정보 없이 데이터 전송을 하기 때문이다. 피드백 정보가 없다는 것은 가변적인 네트워크 환경에 대하여 적용하기 어렵고, 일률적인 중복양을 결정할 수 밖에 없도록 한다.

이러한 문제점을 해결하기 위하여, 클라이언트는 서버에게 전송 받은 데이터 양에 대한 정보를 알려준다. 서버는 자신이 전송한 데이터의 양과 클라이언트가 실제로 전송 받았다고 알려준 데이터의 양을 비교함으로써, 현재 망의 상태를 예측할 수 있다.

하나의 분할 스트림은 여러 단위로 나누어져서 전송되어진다. 이때, 하나의 단위가 전송될 확률은 수신된 양을 전송된 양으로 나눔으로써 얻어질 수 있다. 이것을 식으로 정리하면 수식 (1)과 같다.

$$E_{rate} = 1 - \frac{\sum_{i=0}^{G_i} SRL_i}{\sum_{i=0}^{G_i} SSL_i} \quad (1)$$

SSL : GoV 단위의 전송 데이터의 크기
 SRL : GoV 단위의 수신 데이터의 크기
 Gi : 전송되어진 GoV의 수

3.3 Adaptive FEC의 동적 중복율

수식 (2), (3)의 전송확률은 중복 전송되어질 양을 결정하는데 사용한다. 모든 분할 스트림을 중복전송 한다는 것은 네트워크 자원의 낭비를 초래할 수 있다. 따라서, 중복되어지는 양은 아래의 식으로 유도되어질 수 있다. 하나의 스트림이 전송되어질 수 있는 양은 아래의 공식에서처럼 유도되어질 수 있다. 그

리고, 중복되어지는 양을 조절함으로써, 실제적으로 전송되어지는 확률을 임의의 수준으로 높일 수 있게 된다.

따라서, 중복전송의 횟수는 전송 확률의 크기와 전송되어져야 하는 최소 확률에 따라서 변경되어지게 된다. 가령, 망의 사정이 나쁜 경우에는 중복되어지는 양을 늘림으로써, 전송확률을 높리게 된다. 반면에 망의 사정이 좋은 경우에는 상대적으로 중복되어지는 양을 줄임으로써, 낭비되어지는 네트워크 자원의 양을 줄여준다.

P_{in} : T, S layer의 n 번째 Packet의 전송될 확률
 N_g : T, S layer의 Packet 수
 ΔP : Packet의 크기
 $ProBotLmt$: 레이어가 전송되어야할 최소 확률
 Dup : 중복 전송량

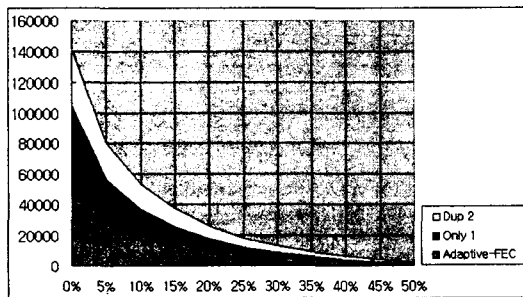
$$P(T_1S_1) = P_{111} \times P_{112} \times \dots \times P_{11N_g} = \prod_{k=1}^{N_g} P_{11k} \quad (2)$$

$$\left(\prod_{k=1}^{N_g} P_{11k} \right) \times Dup > ProBotLmt \quad (3)$$

3.4 실험 환경 및 결과

실험에 사용되어진 스트림은 176x144의 크기의 총 400프레임으로 구성된 Foreman이라는 MPEG-4 스트림이다. 네트워크 환경은 에러율을 5%~40%까지 발생시켜 각각의 경우에 대한 전송 효율을 비교한다. 또한, 각 단위 시간에 전송되어질 수 있는 데이터의 크기는 동일하다고 가정한다.

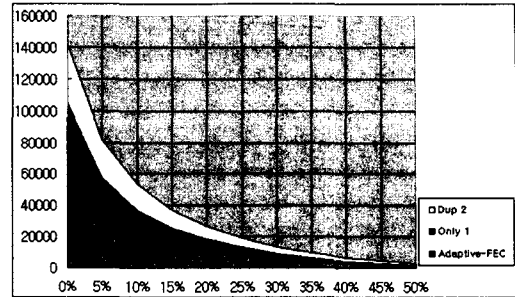
[그림 4]와 [그림 5]는 실험 결과를 나타내고 있다. x축은 발생하게 된 에러율을 나타내며, y축은 전송되어진 데이터의 양을 byte단위로 표현한 것이다. 'Adaptive-FEC'는 본 논문이 주장하는 전송방식이며, 'Only 1'방식은 오직 한번의 전송을 수행한 경우이다. 'Dup 2'는 전체 전송 데이터를 2번 전송한 경우이다. [그림 4]와 [그림 5]는 전송보장률 90%와 70%로 전송한 결과이다.



[그림 4] 전송 보장률 90%의 결과

그래프에서 살펴 보면, 많은 에러율 환경에서 Adaptive FEC 전송 방식이 우수함을 나타내고 있다. 물론 0%에서는 Adaptive FEC가 좋지 않은 형태로 나타내고 있다. 이것은 에러율이 하나도 없다는 일종의 이상적인 가상망 상태를 나타내

고 있다. 따라서 중복 전송이 없는 "Only 1"의 전송 방식이 가장 우수하게 나타나고 있다.



[그림 4] 전송 보장률 70%의 결과

4. 결론

본 논문에서는 가변적인 네트워크 환경에서 전송데이터의 손실을 줄이는 방법을 제안하였다. 최근의 네트워크 환경은 유·무선의 공존하고 있다. 휴대폰을 이용한 인터넷 서비스의 제공은 더 이상 낮설지 않게 되었다. 또한, 여러 형태의 망에 함께 서비스를 제공하는 것이 중요한 문제가 되고 있음을 의미한다.

이에 본 논문은 기존의 FEC가 가지고 있던 일률적인 중복량에 의해 발생한 네트워크 자원의 낭비의 측면을 제거하고 능동적으로 네트워크 환경에 대응할 수 있는 방법을 제시하였다. 또한, 중요한 데이터의 전송을 일정 수준 이상으로 보장함으로써, 전송 시스템의 신뢰도를 높였다.

본 논문에서 제안한 Adaptive FEC 기법은 여러 가지 이질적인 망에서의 서비스에서 발생할 수 있는 전송 품질에 대한 문제를 해결하는 데 사용되어질 수 있을 것이다.

5. 참고 문헌

- [1] 이흥기, 김현정, 김상형, 이성인, 김두현, 유관중, "적용형 멀티미디어 시스템에서 Layered Stream의 배치," 한국정보과학회 추계 학술대회, 제 28권 2호, pp 739-741, 2001. 9
- [2] N.shacham and P. McKenney, "Packet recovery in high-speed networks using coding and buffer management," Proc. IEEE Infocom'90, San Fransisco, CA, pp.124-131, May 1990.
- [3] Christos Papadopoulos and Gurudatta M. Parulkar, "Retransmission-Based Error Control for Continuous Media Applications," Proc. NOSSDAV, 1996
- [4] Y. Wang and Q. Zhu. "Error control and concealment for video communication: A review," Proceedings of the IEEE, 86(5):974-997, May 1998.