

무선망에서 통합 오류 제어 기법의 호손율에 관한 연구

최원근

인하공업전문대학

wkchoi@inhac.ac.kr

A study on the blocking probability of the combined error control mechanism in wireless network

Choi Won Keun
Inha Technical College

요약

본 논문은 무선망에서 멀티미디어 특성 정보에 기초한 통합 오류 제어 기법의 성능을 호손율을 이용해서 평가하는 논문이다. 성능평가를 위해서 성능 평가 모델 시스템의 구성, 오류확률 및 수신측 버퍼 등을 연구하고, 기존 기법과 제안된 방식의 Laplace 변환을 통해 수학적 분석과 큐잉 분석을 수행하고 시뮬레이션을 통해 전송지연을 비교하는 방법으로 연구를 수행하였다. 제안한 기법은 사용자의 요구사항을 만족시키면서도 재전송을 위한 프레임 버퍼의 감소, 프로세싱 파워의 감소, 대역폭의 감소등과 같은 효과적인 오류 제어 방식임을 증명하였다.

I. 서론

제한된 라디오 자원, 이동성 관리, 유동하는 망 상태로, 무선통신망에서 QoS를 만족시키는 것은 어려운 문제이다. 무선망에서 하나의 프레임을 구성하는 멀티미디어 데이터들을 전송하다가 오류가 발생한 경우, 이것은 해당 미디어 데이터의 오류이면서 동시에 멀티미디어 데이터 전체에 영향을 미치게 된다. 멀티미디어 통신상에서 발생하는 데이터 오류에 대해서, 멀티미디어라는 전체적인 측면에서 고찰된 오류 회복 방법을 제공해야 한다. 또한 이러한 두 기법은 하나로 통합(combined error recovery)되어 운용되어야 한다.

본 연구는 무선통신망에서 제안한 통합 오류 기법에 대한 성능을 평가하는 연구로서 멀티미디어 데이터 생성 모델과 성능 평가 모델을 위한 시스템의 구성, 오류확률 및 수신측 버퍼등을 연구하고, 기존 방식인 선택적 재전송 방법과 제안된 통합방식의 Laplace 변환을 통한 수학적 분석과 큐잉 분석을 수행하고 시뮬레이션을 통해 두 방법에 대한 호손율을 비교하는 방법으로 연구를 수행하였다.

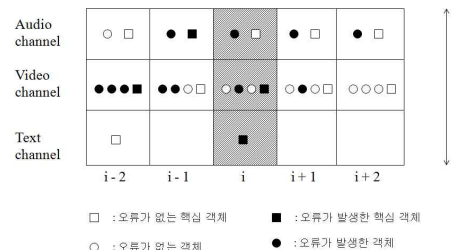


그림1 객체 오류, 핵심 객체 오류, 미디어 오류

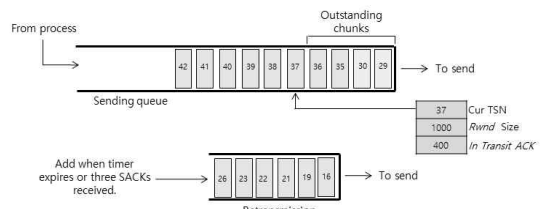


그림2 기본 오류 제어

II. 본론

본 연구에서 제안한 새로운 기법에서는 오류 회복 방법을 적용하기 위하여 객체 오류, 핵심 객체 오류와 미디어 오류의 개념을 도입한다.

- 객체 오류는 각 채널의 최대 허용 오류율에서 발생한 객체의 오류이다.
- 핵심 객체 오류는 사용자가 핵심 객체로 지정한 객체에서 발생한 오류이다.

- 미디어 오류는 핵심 객체 및 객체 오류들의 조합에 의한 오류이다.

그림4에서 $i+1$ 프레임의 오디오 채널 1번 객체오류와 비디오 2번 객체에 오류가 발생한 것을 보여준다. 그리고 $i-1$ 프레임의 오디오 1번 객체, 그리고 $i-2$ 프레임의 비디오의 모든 객체에서 오류가 발생한 것을 보여준다. 사용자가 한 프레임 동안 모든 채널 핵심 객체에 오류가 발생하는 것은 허용할 수 없다고 기술한 경우, $i-2$ 프레임, $i-1$ 프레임, i 프레임은 미디어 오류로 취급된다.와 2번 핵심 객체 오류 그리고 비디오 1번, 2번 객체 오류를 보여준다.

그림2는 통신망에서 제공하는 기본적인 오류 회복 방법을 적용할 경우의 그림이다. 그림에서와 같이 i 프레임과 $i+1$ 프레임에서 오류가 발생한 모든 객체가 재전송 되어야 하고 재전송을 위해서 오류가 발생한 모든 객체가 재전송 버퍼에 있는 것을 볼 수 있다.

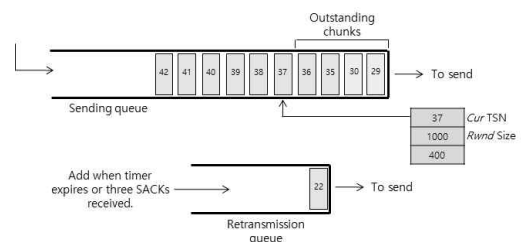


그림3. 새로운 오류제어기법

그림3에서와 같이 i 프레임의 오류 회복은 불연속 미디어인 텍스트 채널의 객체 오류만을 회복함으로써 완료될 수 있다. 이 같은 경우에 i 프레

입에서 텍스트 데이터 객체 22번만을 재전송하여 오류를 회복함으로써 i 프레임은 오류가 발생하지 않은 것처럼 동작하게 된다. 그러므로 재전송 버퍼에는 오직 객체 22번만 있게 되며 재전송을 위한 객체의 개수가 매우 작아지는 것을 볼 수 있다.

하나의 프레임 데이터 크기 (Sframe)는 모든 객체들의 데이터(bits) 크기의 합으로 만들어진다.

$$N_{frame} = \frac{S_{frame}}{S_{packet}} = \frac{\sum_{i=1}^X S_i}{S_{packet}} = \sum_{i=1}^X N_i \text{----- (식1)}$$

Nframe: 한 프레임에서 셀들의 총 개수
Ni: 주어진 프레임의 한 객체의 셀들의 총 개수

헤더를 포함한 패킷의 오류 확률을 P_{packet}이라고 하면, 프레임 오류 확률 P_{frame} 및 객체 오류 확률 P_i는 다음과 같다.

$$P_{frame} = 1 - (1 - P_{packet})^{N_{frame}}, P_i = 1 - (1 - P_{packet})^{N_i} \text{ (식2)}$$

식2로부터, 각 객체 오류 확률과 프레임 오류 확률과의 관계를 구하면 다음과 같다.

$$P_i = 1 - (1 - P_{frame})^{n_i/n_{frame}} \text{----- (식3)}$$

식2의 방정식을 이용하면, 사용자가 정의한 어떠한 오류의 조합도 확률적으로 계산이 가능하다.

F*4u.t(s)는 원천지 전송계층에서 사용자가 정의한 오류 채널 데이터를 전송하는데 소비된 시간의 Laplace 변환, 2) S*4(s)는 중단간 타임아웃 시간의 Laplace 변환이다. 3) F*3u(s)는 IP계층, 4) F*2u(s)는 Label계층, 5) F*1u(s)는 물리 계층, 6) G*1u(s)는 무선망에서의 전송 지연 시간의 Laplace 변환이다. 그리고 7) F*4u.e(s)는 목적지 트랜스포트의 오류 처리를 위해서 소비되는 시간의 Laplace 변환이다.

$$\begin{aligned} A_{4u}^*(s) &= \sum_{k=2}^{M_4} [q_{4u} p_{4u}^{k-1} \{F_{4u,t}^*(s) S_{4u}^*(s)\}^{k-1} F_{4u,t}^*(s) F_{3u}^*(s) \{F_{1u}^*(s) G_{1u}^*(s) F_{2u}^*(s)\} F_{4u,e}^*(s)] \\ 1 / \left(\sum_{k=2}^{M_4} q_{4u} p_{4u}^{k-1} \right) &= \sum_{k=2}^{M_4} \{q_{4u} p_{4u}^{k-1} S_{4u}^*(s)\}^{k-1} F_{4u,t}^*(s) F_{3u}^*(s) F_{2u}^*(s) F_{1u}^*(s) G_{1u}^*(s) F_{4u,e}^*(s) \\ 1 / \left(\sum_{k=2}^{M_4} q_{4u} p_{4u}^{k-1} \right) &= \frac{1}{\sum_{k=2}^{M_4} q_{4u} p_{4u}^{k-1}} F_{2u}^*(s) F_{1u}^*(s) G_{1u}^*(s) F_{4u,e}^*(s) B_{4u}^*(s) \end{aligned} \text{----- (식4)}$$

그림4-6에서 수평축은 원천지 노드에서의 SCTP의 트래픽 밀도 λ₄/μ₄를 나타낸다. 수직 축은 호손율(blocking probability)을 나타낸다. 시뮬레이션 가정에서 M₄=2로 하였다. 즉 두 번째 전송에 실패한 프레임은 호손(blocking)된 프레임으로 처리하였다. 그림4-6은 패킷 오류율 P_{packet}=10⁻³, P_{packet}=10⁻⁴과 P_{packet}=10⁻⁵일 때의 기본 기법인 선택적 재전송과 본 연구에서 제안한 기법의 호손율을 비교한 것이다.

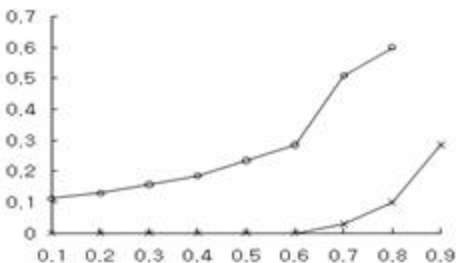


그림4 PER=10⁻³ 일 때 호손율 비교
그림4는 패킷 오류율이 10⁻³인 경우이다. 트래픽 밀도가 높아질수록 두 기법은 호손율의 차이가 많이 나는 것을 볼 수 있다.

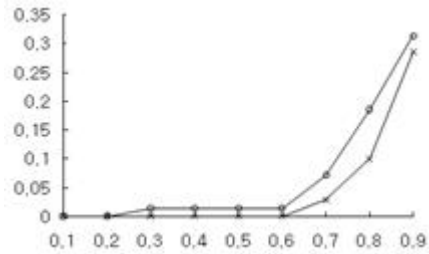


그림5 PER=10⁻⁴ 일 때 호손율 비교
그림 5는 패킷 오류율이 10⁻⁴인 경우이다. 그림4에서와 같이 많은 차이가 나지는 않지만 제안한 기법이 기존의 기법보다 우수함을 볼 수 있다.

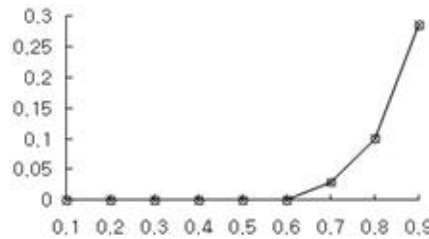


그림6 PER=10⁻⁵ 일 때 호손율 비교
그림6은 패킷 오류율이 10⁻⁵인 경우이다. 두 기법이 아무런 차이를 보이지 않는다. 즉 오류율이 낮은 경우에 호손율에 영향을 미치는 요소는 큐잉 기법과 오류 회복기법보다는 트래픽 밀도가 더 커다란 영향을 준다는 것을 알 수 있다.

III. 결론

성능평가를 위해서 성능 평가 모델 시스템의 구성, 오류확률 및 수신측 버퍼 등을 연구하고, 기존 기법과 제안된 방식의 Laplace 변환을 통해 수학적 분석과 큐잉 분석을 수행하고 시뮬레이션을 통해 호손율을 비교하는 방법으로 연구를 수행하였다. 제안한 기법은 사용자의 요구사항을 만족시키면서도 재전송을 위한 프레임 버퍼의 감소, 프로세싱 파워의 감소, 대역폭의 감소등과 같은 효과적인 오류제어 방식을 증명하였다.

참고 문헌

- [1] W. K. Choi, "A New Error Control Mechanism for Multimedia Objects in SCTP" Submitted KICS, 2017
- [2] W. K. Choi, "The Effective Combined Error Control Method for SCTP based on Multimedia Characteristics Information", IEIE Vol.51, 2017, 2, pp204-209
- [3] Forouzan, Mosharraf, "Computer Network A Top-Down Approach", McGrawHill, P722-736
- [4] W. K. Choi, "Resource Adaptive QoS Management for Q-MOTP in MPLS network" IEIE Vol.51, 12, 2014, 12, pp204-209
- [5] W. K. Choi, "A study of transfer delay of Q-MOTP for multimedia object streams in MPLS network" KICS Vol.38, 2013, 2 pp28-32
- [6] W. K. Choi "Effective multimedia object data transport protocol in MPLS network using Q-CBQ method", KICS. Vol.37, 2012. 8 pp180-184