

Video 트래픽 제어를 위한 장면 전환의 검출 연구

한 승 균*, 서 덕 영

경희대학교 전자공학과 뉴미디어 통신 연구실

E-mail : sghan@earth.kyunghee.ac.kr*, suh@nms.kyunghee.ac.kr

본 연구는 '97 정보통신기초연구과제(한국통신)와 '97 대학기초연구지원사업(ETRI)의 수행 결과임을 밝힙니다.

요 약

ATM(Asynchronous Transfer Mode)은 광대역망에서 여러 형태의 멀티미디어 서비스를 지원하는 수단을 제공한다. 요즘 통신망으로 ATM의 채택이 증가하고, 이 망들이 멀티미디어 통신을 하기 위해 많은 데이터들이 오고 갈 때, 영상을 효율적으로 트래픽 제어함으로써 통신망에 끼치는 영향을 최소화 할 수 있다.

본 연구에서는 장면 전환 검출에 관해 State(상태) 알고리즘, Standard deviation(표준편차) 알고리즘, Percentage(가중치) 알고리즘 등을 이용한 장면 전환 검출의 성능 시험을 했다. State 알고리즘은 n상태로 나누어서 이루어지고, Standard deviation 알고리즘은 통계적 측면을 다룬 것이고, Percentage 알고리즘은 비례에 의해 이루어진다. 그 중에 Percentage를 이용한 장면 전환 검출 알고리즘은 다른 알고리즘에 비해 능동적이고 효율적임을 보여 이를 제안한다.

GCRA(Generic Cell Rate Algorithm)를 통해 트래픽 관련 파라미터의 지정에 관련한 Nonconforming 셀들에 의한 CDVT와 PCR의 분석을 시도한다. 이 때에도 마찬가지로 Percentage 알고리즘과 GCRA를 사용하여 장면 전환 검출을 시도함으로써 더 나은 장면 전환 검출을 얻을 수 있음을 보였다. GCRA와 장면 전환 검출 데이터와의 상관관계를 통해 파라미터를 정하여 트래픽 관련 GCRA 알고리즘에 적용할 수 있다.

I. 서 론

현대사회는 인간의 정보 서비스에 대한 무한한 욕구 충족을 위한 요구와 컴퓨터, 통신망의 급속한 발전으로 인해 기존의 문자중심의 서비스뿐만 아니라 음성과 영상 그리고 애니메이션, 그래픽과 같은 복합적이고도 복잡한 미디어를 동시에 서비스할 수 있는 멀티미디어 서비스를 요구하고 있다.

이러한 서비스를 제공할 통신망을 구축하기 위한 통신 기술로서 ATM(Asynchronous Transfer Mode)에 대한 교환, 신호 프로토콜, 표준화 등 많은 연구개발이 세계적으로 추진되어 왔다. 그리고 현재 광대역 ISDN의 구현을 위한 새로운 전송모드로 ITU-T에서는 ATM방식을 채택하고 있다.^[1]

ATM망에서 여러 가지 서비스 즉 멀티미디어 통신을 하기 위해 많은 데이터들이 오고 갈 때, 효율적으로 트래픽을 제어함으로써 통신망에 끼치는 영향을 최소화 할 수

있다. 비디오 데이터의 경우 Intra 프레임과 장면 전환의 경우 평소보다 많은 데이터가 들어옴으로 인해 넓은 대역폭 할당을 필요로 한다.

본 연구에서는 장면전환의 검출에 관해 일반적인 알고리즘과 GCRA에 추가된 알고리즘에 대해 연구 분석한다. 일반적인 알고리즘은 상태(State) 알고리즘, 표준편차(Standard Deviation) 알고리즘, 가중치(Percentage) 알고리즘 등을 이용하여 장면 전환 검출의 성능을 실험 했는데, 상태 알고리즘은 n 상태로 나누어서 그 상태를 이동시킴으로서 장면 전환을 검출을 시도하고, 표준편차 알고리즘은 통계적 측면으로 표준 편차를 이용하여 적당량의 표준편차의 정수배, 혹은 실수배를 하여 그 장면전환을 검출을 시도했고, 가중치 알고리즘을 이용한 실험은 능동적 비례에 의해서 장면전환을 검출하려는 시도였다. 그 중에 가중치(Percentage) 알고리즘을 이용한 장면 전환 검출 알고리즘은 다른 알고리즘들에 비해 능동적이며 효율적임을

일 수 있다.

GCRA(Generic Cell Rate Algorithm)를 통한 Noncoforming 셀룰을 분석해 보면 CDVT의 변화와 PCR의 변화에 따라 셀룰이 변하므로 그 차이에 의해 장면 전환을 검출을 시도한다. 그러나 GCRA에서는 낮은 데이터 량에서 높은 데이터 량으로 변할 때에만 검출하게 된다. 그러므로 높은 데이터 량에서 낮은 데이터 량으로 전환될 때에는 GCRA에 다른 알고리즘을 첨가하여 장면 전환을 검출하였다.

II. 일반적 알고리즘

일반적으로 장면의 전환이라 하면 화면이 바뀌었을 때를 이야기한다. 그러나 MPEG 데이터의 bit stream에서는 직접 시각적으로 확인할 수 없으므로, 데이터 비트의 변화량으로밖에 측정할 수 없다. 본 연구는 일반적인 방법에 대해 그 데이터의 비트의 변화량으로 어떻게 장면 전환을 찾을 수가 있는가에 관해 다음과 같은 상태 알고리즘, 표준편차 알고리즘, 가중치 알고리즘의 세 가지 방법론을 제시한다. 데이터는 일반적으로 GOP=12이고, 40000프레임인 starwars로 실험을 했고, 그 중 먼저 Intra 프레임들 구한 후 다음 실험을 행했다.

2.1 상태 알고리즘(state algorithm)

MPEG의 영상 비트 스트림이 들어오는데 그 스트림들 중 최대치의 비트와 최저치의 비트의 사이를 상태 수만큼 나누어 각각의 상태를 벗어날 때마다 장면의 전환이라고 검출한다. 그림1.에서 밑의 숫자는 프레임 넘버이고, 옆의 n은 상태의 구분을 나타내는 수이다. 그리고 상태는 5상태라고 가정한 것이다.

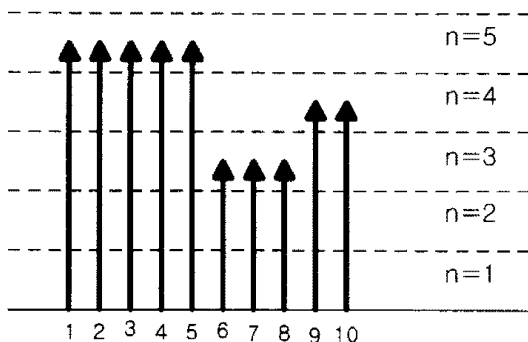


그림1. 상태 알고리즘에서의 장면 전환

프레임 1에서 프레임 5까지는 상태 n=5에서 계속 진행

되어가고, 프레임 5와 프레임 6사이에서는 상태가 n=5에서 n=3으로 변하는데, 이 때가 장면 전환이라 검출된다. 그리고 또 프레임 6에서 프레임 8까지는 같은 상태 즉 n=3으로 같은 장면으로 인식이 되고, 프레임 8에서 프레임 9로 넘어갈 때엔 상태 n=3에서 상태 n=4로 넘어가면서 장면 전환으로 인식, 그리고 프레임 9와 프레임 10은 같은 상태 n=4로 즉, 같은 장면으로 인식이된다. 그러나 이 알고리즘의 단점은 경계선에 비트의 데이터 량이 위치해 있다면 이는 장면의 전환이 아니면서 장면의 전환인 것처럼 인식이 된다는 점이다.

2.2 표준편차 알고리즘(standard deviation algorithm)

표준편차 알고리즘은 앞에서 행한 상태 알고리즘과 유사하다. 일단 전체 비트 스트림의 통계적 분포인 식(1)과 같은 표준편차가 필요하다.

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \sum (x - E(x))^2}$$

$$= \sqrt{E(x^2) - \{E(x)\}^2} \quad (1)$$

이 표준 편차를 이용하여 앞 프레임에 대해서 비교할 때에 표준편차의 배수에 따라 가중치를 두는 알고리즘의 식을 다음에 표현했다.

$$\text{Max} = \text{frame}[i] + n \times \sigma \quad (2)$$

$$\text{Min} = \text{frame}[i] - n \times \sigma$$

$$\text{Min} \leq \text{frame}[i+1] \leq \text{Max} \quad (3)$$

이 때 다음 프레임(frame[i+1])이 비트의 최대치의 한계와 최소치의 한계치 사이를 갖는다면, 즉 (3) 식을 만족한다면, 장면의 전환이 이루어지지 않은 것으로 간주되고, 만약 Max와 Min의 범위를 벗어난다면 장면의 전환이 일어난 것으로 간주된다.

그림2.는 표준편차 알고리즘을 바탕으로 그린 비트의

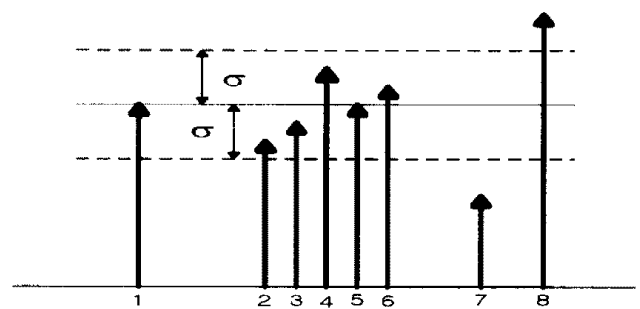


그림2. 표준편차 알고리즘에서의 장면 전환

모식도이다. 앞에서 언급한대로 현재 입력된 프레임이 프

프레임 넘버 2이상의 수인데, 바로 전에 입력된 프레임에 대해 표준편차의 차이만큼의 차이가 난다면 장면의 전환이라고 인식하고, 이를 검출한다.

그림2는 프레임 1에 대해 프레임 2에서 프레임 6은 장면의 전환이 되지 않고 프레임 7은 표준편차 이상으로 데이터 량이 증가하므로 이때에는 장면의 전환으로 인식이 되고 프레임 8은 프레임 1에 대해 표준편차 이상으로 데이터 량이 감소하므로 이 또한 장면의 전환이라고 인식하게 된다.

2.3 가중치 알고리즘 (percentage algorithm)

가중치 알고리즘은 식 (5)에서 처럼 앞 프레임의 순수한 가중치를 두어 그 다음 프레임이 비트의 최대치의 한계와 최소치의 한계사이를 갖는다면 이를 장면의 전환이 이루어지지 않은 것으로 간주되고, 만약 그 최대치와 최소치를 벗어난다면 장면의 전환이 일어난 것으로 간주한다.

$$\text{Max} = \text{frame}[i] \times (1 + \text{Percentage}(\%)) \quad (5)$$

$$\text{Min} = \text{frame}[i] \times (1 - \text{Percentage}(\%))$$

$$\text{Min} \leq \text{frame}[i+1] \leq \text{Max}$$

그림3은 가중치 알고리즘을 바탕으로 그린 비트의 모습이다. 현재 입력된 프레임이 프레임 넘버 2 이상의 수인데, 바로 전에 입력된 프레임에 대해 가중치의 범위를 벗어나면 장면의 전환으로 간주한다. 나머지는 표준편차 알고리즘과 유사하다.

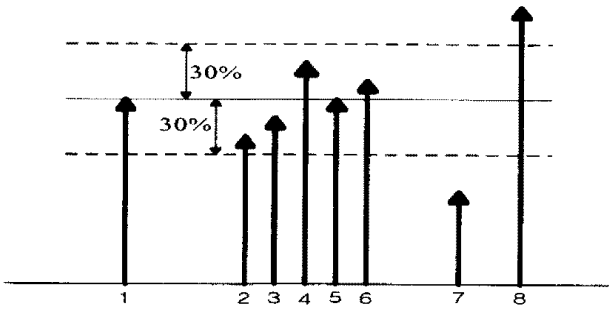


그림3. 가중치 알고리즘에서의 장면 전환

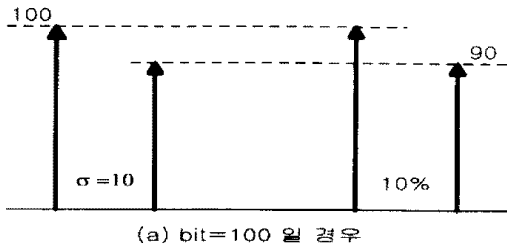


그림4.(a) 표준편차와 가중치 알고리즘의 비교

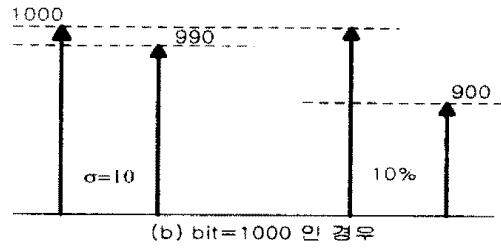


그림4.(b) 표준편차와 가중치 알고리즘의 비교

그림4는 표준편차와 가중치 알고리즘의 비교이다. (a)에서는 bit=100 일 때의 경우인데 표준편차와 가중치가 각각 10이다. 그러나 (b)에서 bit=1000일 때 표준편차는 변함없이 10인데 반해 가중치의 변화량은 100이 되어 표준편차의 계수에 대해 보다 탄력적이고 능동적이다.

III. GCRA

CBR MPEG-2 비디오에 대해서는 전송하고자 하는 대역폭 만큼 충분한 양의 자원이 할당되지 않을 수가 있는데, 이런 때 사용자는 데이터를 전송하기 전에 할당받을 자원에 GCRA에서 미리 시뮬레이션을 하여 어느 정도의 자원손실과 그리고 어느 정도의 지연이 나타날 수 있는가 알 필요가 있다. 그 시뮬레이션의 결과가 전송할 데이터에 허용 손실과 허용지연에 만족 되도록 자원을 재조정하여 요구할 수 있을 것이다. 이 부분에서는 망이 요구하는 대역 폭에 따라 GCRA 알고리즘을 미리 시뮬레이션을 하여 망에서 요구하는 PCR에 따라 전송을 할 것인지 안할 것인지를 결정한다. 절차는 다음과 같다. PCR에 의해 셀 간의 간격 T가 결정된다. 처음 신고된 PCR보다 더 빠른 속도를 가진 셀이 도착하게 되면 예상 도착 시간과의 차를 구하게 되고 그 차이가 CDVT, 즉 지연변이 허용의 범위의 값을 넘게 되면 non-conforming 셀로 인정된다. 그리고 그림8은 GCRA의 흐름도이다. [2][3][4][5]

3.1 GCRA에 첨가된 알고리즘

GCRA에 첨가된 알고리즘은 non conforming 되는 순간이 장면의 전환이라고 인식을 하게 하면되는데, 여기에 GCRA에 단점이 있다. 그것은 갑자기 장면 전환이 일어나는 순간이지만 그 중 데이터 량이 전 프레임에 비해 현저히 많은 프레임만을 검출하게 된다. 그래서 여기에 그 반대의 의미인 역 GCRA 알고리즘을 첨가했다. 그 데이터들에 대해 일반적인 알고리즘의 세 번째인 가중치 알고리즘을 적용 해 그 데이터에서 장면 전환을 추출했다.

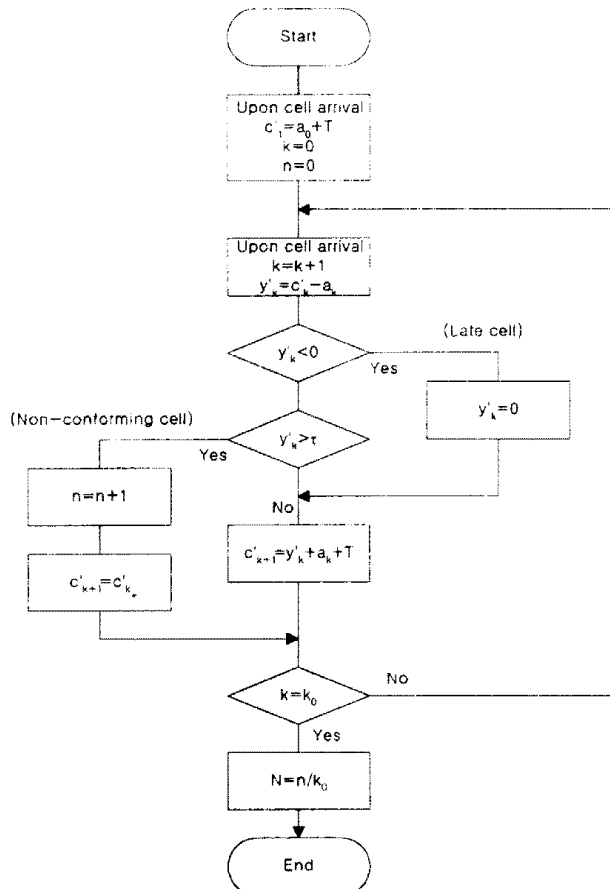


그림5. GCRA의 흐름도

그리고 GCRA의 파라미터인 CDVT는 기준 시간의 0.01 배이고, PCR은 전체 비트 량의 평균값으로 처리했다.^{[6][7]}

IV. 실험 및 고찰

본 연구는 상태 알고리즘과 표준편차 알고리즘, 그리고 가중치 알고리즘에서 장면 전환을 각각 검출하였다. 상태 알고리즘의 결과는 그림6.과 같다. 매끄럽지 못하고, 쓸모 없는 데이터들이 장면 전환의 결과에 끼여들어 있다.

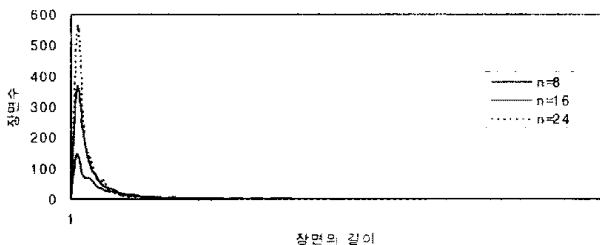


그림6. 상태 알고리즘에 의한 결과

그림7.은 표준편차가 각각 n=0.1, n=0.5, 그리고 n=1배 인 결과들인데 이는 상태를 이용한 결과보다는 더욱 매끄럽다. n=0.1일 때에는 너무 작은 범위이기 때문에 많은 결과치가 나왔지만 n=0.5일 때를 볼 때 더욱 장면의 길이는 길어지면서 장면의 수는 작아진다. 이 데이터를 보면 상태 알고리즘보다 더 능동적으로 대처함을 알 수 있다. 그러나 표준편차 알고리즘은 먼저 전체의 통계를 내야하고, 앞 프레임에 적용되는 계수가 다음에 설명하는 가중치 알고리즘 보다 탄력적이지 못하다는 단점이 있다.

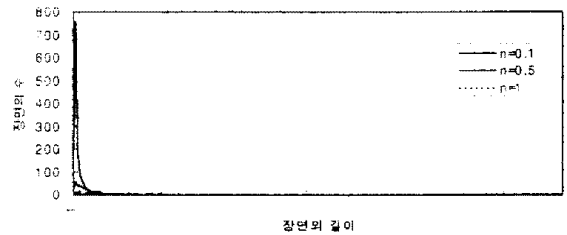


그림7. 표준편차 알고리즘에 의한 결과

그림8.은 가중치 알고리즘에 의해 장면 전환이 추출의 결과이다. 가중치가 증가함에 따라 곡선이 완만하게 나타나게 된다. 상태 알고리즘이나 표준편차 알고리즘 보다 더욱 능동적이고 계수가 보다 탄력적이다. 지금까지 분석한 세 알고리즘 중에서 가장 뛰어난 알고리즘은 가중치 알고리즘이다.

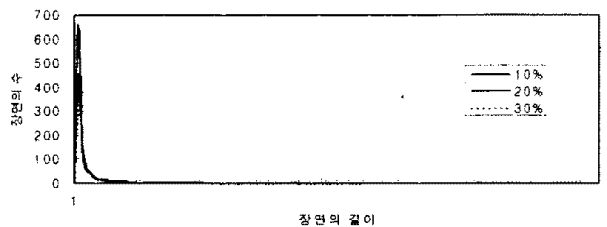


그림8. 가중치 알고리즘에 의한 결과

그림9.는 GCRA 알고리즘에 의해 추출된 결과이다. GCRA를 이용하여 non-conforming된 셀 들을 추출할 때 그 값들을 기억하고, 다시 역 GCRA를 구현할 때 음수 값으로 기억한 다음 모든 값들을 양수로 환원시키고, 그 각각의 기억된 값들을 가중치 알고리즘에 의해 다시 장면의 길이당 장면의 수로 구분한 결과를 검출하였다. 가중치의 결과보다 약간의 효과가 더 있었다.

이 모든 실험들은 starwars의 Intra 프레임에서 이루어진 것이다. 그러나 장면의 전환이 B 프레임이나 P 프레임에서도 일어날 수 있다. 그래서 각 GOP 단위의 평균값을

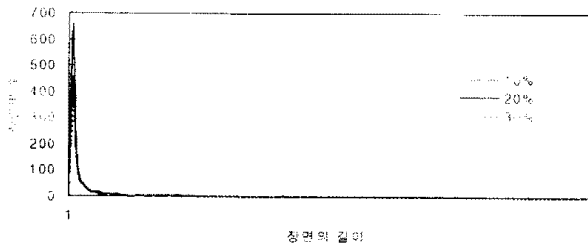


그림9. GCRA 알고리즘에 의한 결과

메이터로 한다면 더욱 효과를 볼 것이다. 또 다른 방법으로 B 프레임이나 P 프레임의 각각에 대해 알고리즘들을 적용 할 수 있다.

V. 결론

본 논문에서는 ATM이 광대역망에서 여러 형태의 멀티미디어 서비스를 지원하는 수단을 제공하는 가운데, 영상 효율적으로 트래픽 제어함으로써 통신망에 끼치는 영향을 최소화 할 수 있는 장면 전환의 검출을 함으로써 향후 보다 나은 통신 환경을 만들어 낼 수 있음으로 해서 장면 전환알고리즘을 소개했다. 또 상태 알고리즘과 표준 편차 알고리즘, 가중치 알고리즘의 결과와 GCRA 알고리즘에서의 결과를 검출하였다. 그 중 가장 안정적이고, 효과적인 알고리즘은 가중치 알고리즘과 GCRA와 역 GCRA 알고리즘을 혼합한 알고리즘이다. 가중치 알고리즘은 보다 탄력적이고 능동적인 범위를 가지고 검출할 수 있고, 그 다음의 알고리즘으로 GCRA의 CDVT나 PCR을 적당한 수치를 주어 산출했지만, 장면 전환과 관련해 이러한 파라미터들과의 연관성을 찾을 수 있음을 보였다. 그러나 이 알고리즘의 단점은 모든 프레임당 비트 율에 대해 응용이 될 수 있는 게 아니라, Intra 프레임에 대해서만 응용이 된다. 그러므로 앞으로는 모든 프레임에 대해 이루어 질 수 있는 알고리즘이 요구된다.

참 고 문 헌

- [1] ITU-T recommendation I-series, 1992.
- [2] The ATM Forum Technical Committee, "Traffic Management Specification Version 4.0", 1996.
- [3] ITU-T Recommendation I.371, "Traffic control and congestion control in BISDN", Mar. 1993
- [4] The ATM Forum technical Committee, "Audiovisual Multimedia Services : Video on Demand Specification

1.0", pp A-4, Dec. 1995

[5] Martin de Prycker, Alcatel Bell, Antwerp, Belgium "ASYNCHRONOUS TRANSFER MODE Solution for Broadband ISDN", 1995

[6] 경문현, "ATM망을 통한 비디오 서비스의 QoS 및 트래픽 인자 설정에 관한 연구", 1997

[7] 이동열, 최병수, "ATM 망에서 일정간격 비디오 트래픽에 대한 침투 CDV 값 측정에 관한 연구", 'JCCI 97, 통신정보융합기술대회 논문집, pp.1092-1096, 1997.4.