

스태가노그래피 기법을 이용한 동영상 자막정보의 저작권 보호

함 준 식[†] · 유 황 빈^{††} · 홍 성 식^{†††}

요 약

최근 인터넷의 발전과 보급으로 인해 고용량의 멀티미디어 자료에 대한 이용이 급증하고 있다. 이는 인터넷의 가장 큰 특징인 정보의 자유로운 접근 가능성 때문이다. 하지만, 이러한 특징이 장점으로만 작용하는 것은 아니다. 반대로 누구나 쉽게 멀티미디어 자료를 복제하여 타인의 지적재산권을 침해할 수도 있다. 그러므로 이러한 문제를 해결하기 위한 다양한 연구가 활발히 진행되고 있다. 본 논문에서는 동영상의 자막정보를 제공하는 SMIL 파일에 스태가노그래피와 암호화 기법을 적용하여 동영상과 자막정보의 저작권 보호 및 무결성 제공을 목표로 한다. 이를 위해 동영상에서 자막정보를 분리해 암호화를 하고, 스태가노그래피 기법을 이용해 동영상 내의 특정한 프레임에 자막정보를 안전하게 삽입할 수 있는 방법을 제시한다. 이와 같이 함으로써 자막정보에 대한 저작권 보호와 무결성 서비스 제공 및 동영상에 대한 무결성 서비스를 제공할 수 있다.

Using Staganography method for Protection of Caption Information in the Motion Picture

Jun-Sick Ham[†] · Hwang-Bin Ryou^{††} · Seong-Sik Hong^{†††}

ABSTRACT

The technical advancement in and the widespread expansion of use of the internet has recently led to an increase in high bandwidth multimedia data usage. This is largely due to an unfettered access to the internet. The intrinsic merit of the internet, however, brings about a side effect : multimedia data can easily be duplicated recklessly. This invokes the problem of intellectual property right violation. Focusing on this matter, multi-faceted studies are being conducted now. This paper aims to provide, by applying steganography and encryption methods into the SMIL files which supply subtitle data, the intellectual property protection of both motion picture and its subtitle data, as well as the integrity of the contents in question. In order to achieve the above goal, the authors show a particular method how to safely embed subtitle data into the given frames, after they separate subtitle data to encrypt them. By doing this, the authors suggests, the intellectual property right to the subtitle data as well as their integrity can be protected and achieved respectively. Besides, an integrity service for motion picture can be made.

키워드 : 정보보호(Information Hiding), 스태가노그래피(Steganography), 동영상(MPEG), 자막정보(SMIL)

1. 서 론

멀티미디어 데이터의 급속한 발전으로 인하여 인터넷을 통한 디지털 데이터를 쉽게 수집할 수 있으며, 수집된 디지털 데이터를 변환할 수 있는 강력한 도구들을 쉽게 구할 수 있다. 그러므로 이러한 도구들로 인한 피해를 줄이고자 멀티미디어 데이터의 저작권 보호 필요성이 대두되고 있다. 많은 콘텐츠들이 제작되고 있으며, 인터넷에 의한 정보의

공유량이 기하급수적으로 증가하고 있는 상황에서 모든 미디어에 대한 저작권을 보호하기 위해 특정 기법이 저작권을 관리한다는 것은 너무나 어려운 일이다[6].

동영상 자막정보에 대한 연구로는 DVD 등에서 사용되는 서브픽처(Sub-picture) 방식과 실시간 자막정보 삽입 도구에서 지원하는 방식, 그리고 SMIL(Synchronized Multimedia Integration Language) 파일을 이용하는 방식이 있다. 서브픽처를 이용하는 방식은 DVD 매체에서 동영상과는 별도의 영역에 자막이나 메뉴 혹은 노래 반주기의 가사 등의 부가정보를 비트맵 형식으로 저장하는 방식으로 매체 내의 하나의 채널에 삽입되기 때문에 자막 정보가 동영상 자체에는 영향을 주지 않는다. 하지만 DVD라는 특정 매체에서

* 이 논문은 2001년도 광운대학교 교내학술연구비 지원에 의해 연구되었음.

† 준 회 원 : 광운대학교 대학원 컴퓨터학과

†† 종 신 회 원 : 광운대학교 컴퓨터학과 교수

††† 정 회 원 : 해전대학 컴퓨터계열 교수

논문접수 : 2003년 4월 23일, 심사완료 : 2003년 9월 30일

만 사용이 가능하다는 단점이 있다.

실시간 자막 삽입 도구에서 지원하는 방식은 화면에 직접 자막을 그리는 방식이다 이 방식은 동영상 화면에 자막을 그리기 때문에 자막이 그려진 자리는 자막으로 인해 화면이 손상되며 한번 그려진 자막은 수정 또는 편집하기가 불가능하다. 대부분의 영화나 비디오에서 제공되는 자막정보는 실제 그리는 방식을 이용해서 만들어진다.

SMIL 파일은 동영상과 별도로 XML 형식으로 작성되며, ASCII 형식으로 일반 텍스트 편집기에서 쉽게 편집될 수 있고 대부분의 동영상 재생기에서 재생이 가능하기 때문에 현재 다양한 동영상들에 대한 자막 정보 제공을 위해 사용되고 있다. 그러나 SMIL 파일은 동영상과는 별도의 파일로 존재하기 때문에 동영상의 수정 없이 SMIL 파일만을 수정하여 자막정보를 변환할 수 있으며, 일반적인 텍스트 편집 도구에서 누구나 쉽게 편집할 수 있기 때문에 저작권 보호와 무결성에 많은 문제점을 가지게 된다.

본 논문에서는 동영상의 자막정보를 제공하는 SMIL 파일에 스테가노그래피(Steganography) 기법을 적용하여 동영상의 저작권 보호와 무결성 제공을 목표로 한다. 또한 SMIL 파일을 동영상 파일에 직접 포함시켜 자막정보의 편집이 불가능하므로 자막정보에 대한 저작권과 무결성을 제공할 수 있다. 이것은 자막을 필요로 하는 동영상은 대부분 SMIL 파일이 존재하므로 이 파일을 스테가노그래피와 암호화 기법을 이용하여 동영상 내부에 SMIL 파일을 삽입함으로써 임의의 사용자로부터의 접근을 막을 수 있으며, 이러한 자막정보의 동영상 내 삽입은 자막정보의 보호 외에 동영상의 저작권 보호와 무결성을 동시에 제공할 수 있다는 장점이 있다.

2. 스테가노그래피와 SMIL 파일

2.1 스테가노그래피

스테가노그래피는 메시지의 존재를 숨기는 비밀 통신 방법 중에 하나로써 보이지 않는 잉크, 점 크기의 미소 사진, 문자 배열 순서, 디지털 서명, 은밀한 채널, 분산 스펙트럼 통신들이 있다[3].

스테가노그래피는 암호 알고리즘과는 달리 중요한 정보를 상대방에게 전송하기 위하여 정보와는 상관없는 다른 데이터의 내부에 보내고자 하는 정보를 은닉하여 전송하는 것이다. 암호화는 비밀 통신이라는 사실이 알려지지만 스테가노그래피는 비밀 통신이라는 사실 자체도 숨겨 정보를 전송하는데 그 의미가 있다.

스테가노그래피의 데이터 은닉 방법은 크게 두 가지 방법으로 분류할 수 있다[2, 3].

첫째, 공간영역에 데이터를 은닉하는 방법이다. 이 방법은 원시 데이터에 큰 영향을 미치지 않는 영상의 한 영역에 비밀 데이터를 삽입하는 방법으로 스테가노그래피에서 많이

사용되는 방법이다[1]. 이 방법은 연산속도가 빠르다는 장점이 있지만 외부 공격에 약하여 내부 데이터가 깨지는 단점이 있다[2, 3, 5, 7].

둘째, 주파수 변환하여 은닉하는 방법이다. DCT(discrete cosine transform) 또는 웨이블릿(wavelet)과 같은 알고리즘을 이용하여 영상을 주파수 변환하여 데이터를 은닉하는 방법이다. 이 방법은 공간영역 은닉 방법에 비해 연산시간이 오래 걸리지만 외부 공격에 강하다는 장점이 있다. 따라서 작은 크기의 단일 영상이나 음성에 대해서는 주파수 변환 은닉 방법이 사용되지만 데이터량이 큰 동영상의 경우 주파수 변환 방식의 사용은 부적절하다. 또한 기존의 주파수 변환 은닉 방법을 적용하여 삽입되는 비밀 데이터로는 주로 영상 데이터가 사용되며, 이는 영상 데이터가 눈으로 쉽게 구분 가능하고 외부 공격으로 인한 심한 손상을 입어도 쉽게 인식할 수 있다는 장점 때문이다.

본 논문에서는 공간영역 은닉 방법을 사용하며, MPEG-1 동영상의 I 프레임의 LSB(least significant bit)에 SMIL 자막정보를 삽입하고자 한다.

2.2 MPEG-1 구조

MPEG-1의 비디오는 6계층으로 구성되며, GOP(Group of Picture) 계층부터 시작된다. 각 GOP는 약 15개의 프레임으로 구성되고 I 프레임, P 프레임, B 프레임으로 구성되며, 하나의 GOP에는 하나의 I 프레임을 가지게 된다. 다음에 하나의 슬라이스는 여러 개의 매크로 블록의 연속으로 이루어지는데 슬라이스의 시작과 끝은 슬라이스 시작 코드로 구분된다. 하나의 슬라이스에 있는 매크로 블록들은 서로 연관성을 가지며 밝기 정보와 색도 정보를 표시한다. 각 매크로 블록은 6개의 블록으로 이루어지는데 4개의 블록은 휘도 신호를 나타내는 Y값과 이전 매크로 블록에 대한 색차 신호를 나타내는 두 개의 블록은 Cb, Cr 값을 나타낸다[9].

본 논문에서의 프레임 추출 부분은 MPEG-1의 6계층에서 GOP 계층의 가장 첫 프레임인 I 프레임으로 한다. P 프레임과 B 프레임은 I 프레임과 달리 화면내 부호화 이외에 움직임 보상을 이용한 예측 부호화가 이루어지기 때문에 공간영역 은닉 방법을 적용하는데 적합하지 않다. 그러므로 SMIL 자막정보는 I 프레임 내에 저장하도록 한다.

2.3 SMIL 구조

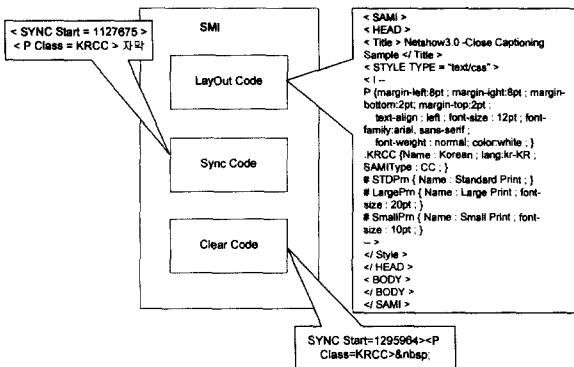
SMIL는 멀티미디어 데이터의 동기적 표현을 위한 마크업 언어로 인코딩 방식과는 상관없이 다양한 동영상의 자막을 나타내는데 주로 사용되고 있으며, XML 형식으로 쉽게 제작이 가능하다[10].

현재 영화 등에서는 자막을 화면에 직접 쓴 상태에서 사용하므로 자막의 변경이나 수정이 불가능하며, 자막으로 인하여 화면이 손상을 입게 된다. 그러나 SMIL 파일을 사용

하는 방법은 화면을 나타내는 동영상 파일과는 별도의 파일로 자막 정보를 나타낼 수 있기 때문에 자막 정보의 언어 변화, 문자 모양과 크기, 색상, 위치 등을 설정하여 보다 편리하게 자막정보를 처리할 수 있는 기능을 제공하고 있다. SMIL 파일은 다양한 자막정보를 동영상과 함께 제공함으로써 보다 많은 정보를 사용자에게 전달할 수 있으며, 텍스트를 삽입함으로써 뉴스의 자막, 영상음악의 가사처리, 공지사항 등을 제공할 수 있다. SMIL 파일을 지원하는 동영상 재생기로는 마이크로소프트사의 Windows Media Player와 국내에서 개발된 Sasami2k[9], SamiPlay 등이 있다.

SMIL 파일 구조는 (그림 1)과 같이 폰트 모양, 크기, 위치를 설정하는 LayOut Code 부분과 자막파일의 위치를 지정하는 Sync Code 부분, 자막을 지우는 Clear Code 부분으로 구성된다. 그러나, SMIL 파일 구조의 자막정보는 ASCII 파일로 구성되며, 윈도우에서 제공하는 메모장, 워드패드 등과 같은 문서편집기에서 편집이 가능하기 때문에 자막정보의 변경이 가능한 것이 커다란 단점이라고 할 수 있다.

본 논문에서는 SMIL 파일 형태의 자막정보를 별도의 파일이 아닌 스태가노그래피 기법을 이용하여 동영상 파일 내에 직접 삽입하도록 함으로써 자막정보의 수정이 불가능하게 하는 무결성을 제공하도록 한다.



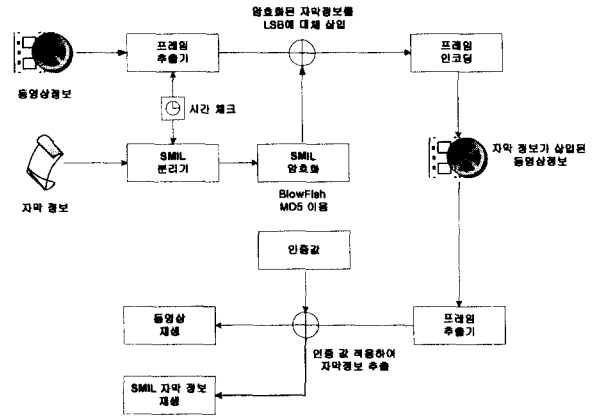
(그림 1) SMIL 파일 구조

3. SMIL 자막정보 처리 시스템

3.1 SMIL 자막정보 처리 시스템 구조

(그림 2)는 본 논문에서 제안한 SMIL 자막정보를 처리하기 위한 시스템의 전체적인 구조이다. 동영상 자막 삽입부분과 추출 및 재생부분의 두 부분으로 나눌 수 있다. 동영상 자막 삽입부분은 다시 세 부분으로 구성된다. 일반 동영상 정보인 MPEG-1의 데이터에서 I 프레임만 추출하는 부분과 SMIL 파일의 분리과 암호화 부분, 암호화된 자막정보를 동영상 내 LSB에 삽입하는 부분으로 구성된다. 추출 및 재생부분도 인증 값을 적용한 자막정보의 추출부분과 동영상 재생, 자막정보 재생 이렇게 세 부분으로 나뉘어 진다.

(그림 3)은 자막정보 삽입 및 추출 알고리즘을 보여준다.



(그림 2) 전체 시스템 구조

```
writedata ()
{
    cntfile = readcntfile (cover-data);
    plnfile = readplnfile (secret-data);
    fcp = readfc(stego-data);
    encrypt_data (plnfile, stego-key);
    embeddata (cntfile, plnfile);
    stgfile = createstgfile (cntfile, stgfilename);
    writecntfile (stgfile);
}

readdata ()
{
    stgfile = readcntfile (stgfilename);
    plnfile = createplnfile (plnfilename);
    plnfile = extractdata (stgfile);
    decrypt_data (plnfile, stego-key);
    writeplnfile (plnfile);
}
```

(그림 3) 자막정보 삽입/추출 알고리즘

3.2 SMIL 자막정보의 삽입

3.2.1 동영상 내 SMIL 자막정보의 삽입 위치

MPEG 구조의 동영상 내에 자막정보를 삽입하는 방법에는 자막정보 전체를 동영상 내의 특정 위치에 삽입하는 방법과 자막정보를 여러 조각으로 나누어 동영상 전체에 삽입하는 방법이 있으며, 본 논문에서는 후자의 방법을 사용한다. 전자의 방법은 자막정보를 삽입하기 위한 동영상의 사용자 데이터 영역은 특정 영역으로써 이 영역의 위치만 알게 되면 누구나 쉽게 접근이 가능하기 때문에 동영상의 화면과는 상관없는 편집에 의해서 쉽게 자막정보의 변경 또는 손실이 발생할 수 있다. 그러나 후자의 방법은 분산된 동영상의 프레임에 자막정보를 삽입하므로 쉽게 자막정보에 접근할 수 없으며, 화면이 변화하면 자막정보가 손상되기 때문에 자막정보의 가치를 상실하게 되므로 자막정보의 무결성을 보장할 수 있다.

본 논문에서는 압축 손실이 가장 적은 MPEG-1의 I 프레임에 자막정보를 삽입하도록 한다. 그러나 I 프레임 또한 화면내 부호화로 인한 압축이 발생되기 때문에 자막정보를 삽입할 때에 이 문제를 해결해야 한다.

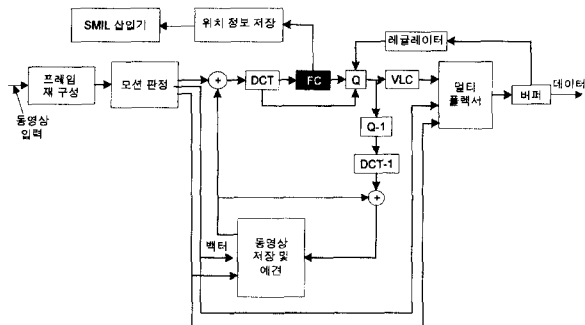
3.2.2 동영상 내 자막정보의 삽입에 따른 손실 대책

MPEG-1 동영상의 I 프레임에 SMIL 자막정보를 삽입된 뒤 다시 부호화할 때에는 JPEG 방식의 손실 압축이 발생하게 된다. 만약 자막이 삽입된 프레임을 아무런 조치 없이 동영상으로 부호화하게 되면 삽입된 SMIL 자막정보에 손실이 발생할 수 있으므로, 이러한 경우 자막정보의 삽입이 무의미하게 된다.

본 논문에서는 자막정보의 손실을 막아주기 위한 방법으로 무손실 부호화 기법을 사용한다. 즉, 프레임을 JPEG 압축 시 LSB의 값을 무시하는 경우가 있기 때문에 자막정보를 모든 LSB에 삽입할 수 없으므로 손실이 발생하지 않을 LSB에 대한 선별 작업이 우선적으로 이루어진다.

I 프레임을 압축하는 방법은 화면내 부호화 방법이다. MPEG에서는 DCT를 통해 프레임 정보를 고주파와 저주파로 분리한 후 고주파에 해당되는 부분을 삭제함으로써 압축의 효율을 증가시킬 수 있으므로, DCT 과정을 통해 영상 정보의 주파수 값을 구할 때 고주파의 값을 갖는 원영상의 위치를 구할 수 있다. 고주파의 값을 가지는 원영상의 위치를 알고 있으면 이 위치를 제외한 저주파 부분에 해당하는 원영상의 위치에 자막정보를 삽입함으로써 I 프레임의 화면내 부호화에 대해서 자막정보의 손실을 예방할 수 있다.

본 논문에서는 이러한 기능을 수행하는 주파수 카운터(FC : frequency counter)를 (그림 4)와 같이 DCT 변환 후 양자화 과정 이전에 위치한다.



(그림 4) 주파수 카운터 계산을 위해 수정된 부호기

3.2.3 SMIL 파일의 분리

동영상 내 I 프레임에 삽입될 자막정보는 여러 조각으로 나눠져야 한다. 일반적으로 영화의 자막정보의 크기는 대략 100KB 미만이므로 이 파일을 몇 개의 조각으로 나누어 삽입할 수 있지만 실시간 복호화를 위해 삽입될 자막정보를 해당 I 프레임의 수에 맞게 분리해야 한다.

SMIL 파일을 분리하기 위해 필요한 정보로는 동영상의 각 I 프레임들의 재생시간과 I 프레임과 I 프레임 간의 대략적인 자막정보의 크기이다.

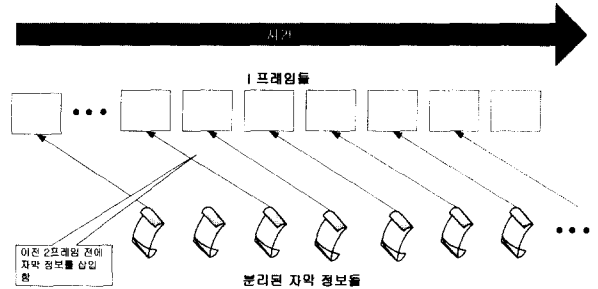
SMIL 파일의 분리는 프레임의 재생시간을 SMIL 자막정보의 재생시간과 비교하여 I 프레임에 삽입될 자막정보를

분리해야 한다. I 프레임의 재생 이전에 재생되는 자막정보를 모아서 하나의 파일로 만들고 이렇게 만들어진 정보를 프레임에 삽입해야 한다.

3.2.4 동영상 내 자막 삽입

MPEG-1 동영상 내 I 프레임의 자막정보 삽입은 프레임내의 삽입 위치결정과 SMIL 파일의 분리가 끝난 후에 실제 분리된 자막정보의 삽입이 이루어진다. 자막정보의 삽입에는 공간영역 은닉 방식의 스테가노그래피 기법이 사용되고 자막정보는 삽입되기 전에 암호화 과정을 거치며, 암호화는 Blowfish 방법이 사용된다. Blowfish는 DES 및 IDEA를 대체하는데 사용될 수 있는 암호 알고리즘으로 32비트에서 488비트까지 가변적인 길이의 키를 사용하며, DES에 비해 현저히 빠르다[11]. 암호화된 자막 정보는 MD5 해쉬 알고리즘을 통해 무결성이 보장된다. 자막정보를 해당 위치의 프레임에 삽입할 경우 자막정보의 추출 및 복호화의 연산시간에 의해 동영상과 자막의 실시간 동기 재생에 문제가 발생할 수 있다.

본 논문에서는 (그림 5)와 같이 연산시간을 고려하여 그 시간만큼의 이전 프레임에 자막정보를 삽입하여 이 문제를 해결하도록 한다.

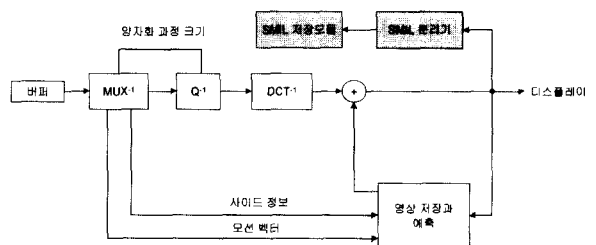


(그림 5) 실시간 재생을 위한 자막 삽입 방법

3.3 SMIL 자막정보 추출 및 재생 방법

3.3.1 SMIL 자막정보 추출

자막정보의 추출은 MPEG 복호기에 SMIL 분리기(Splitter)를 추가함으로써 구현할 수 있으며, (그림 6)은 SMIL 분리기가 추가된 복호기를 나타낸 것이다.



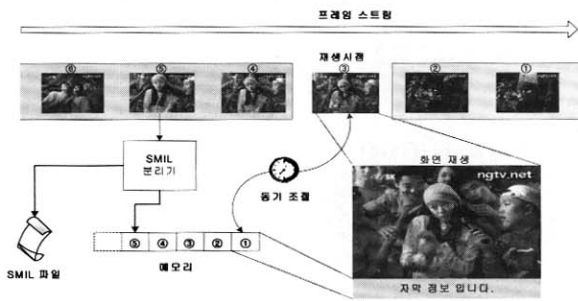
(그림 6) 수정된 MPEG 복호기

SMIL 자막정보를 추출하기 위해서는 (그림 6)과 같이 일

반적인 MPEG 복호기[4]에 SMIL 분리기 모듈과 SMIL 저장 모듈이 추가되었으며, SMIL 분리는 복호화된 동영상 스트림을 재생하기 전에 SMIL 자막정보를 추출하게 된다. 추출된 자막정보는 SMIL 파일로 저장되어 편집이 가능하게 이용될 수 있고, 실시간 재생을 위해 바로 메모리에 할당되어 동영상 재생과 함께 사용될 수 있다.

3.3.2 SMIL 자막정보 재생 방법

자막정보가 추출되어 메모리에 할당되었다면 동영상 재생 시간과 동일시간에 자막정보를 화면에 재생시켜 주기만 하면 된다. (그림 7)은 자막정보의 재생을 나타낸 것으로 (그림 7)에서 미리 재생된 ①, ② 동영상 화면으로부터 자막정보들이 추출되어 미리 메모리에 할당되어지고 ③번 동영상은 재생될 때 필요한 ①번 자막정보를 메모리에서 불러오게 된다. 이렇게 자막정보는 동기(Sync) 조절에 따라서 자동으로 불러져 해당 동영상과 함께 재생됨으로써 동영상 화면과 자막정보의 실시간 동기가 이루어진다.



(그림 7) 자막정보의 실시간 화면 재생

4. 구현 및 분석

4.1 실시간 자막 처리 방법 분석

실시간 자막 처리를 위해서는 자막정보를 이전 프레임에 삽입하여야 하지만 이전 프레임에 자막정보를 삽입한다고 해서 무조건 실시간이 해결되는 것은 아니다. 삽입되는 프레임의 위치에 따라 과다한 메모리 공간과 자막정보를 삽입하지 못할 수도 있다. 즉, 최적의 성능을 발휘할 수 있는 임계값을 구해야 한다. 최적의 임계값을 구하기 위해서는 각각의 모듈이 연산하는 연산 시간을 측정해야 하며 측정된 연산 시간의 총합 시간 만큼에 해당하는 이전 프레임 위치에 자막정보를 삽입해야 한다.

본 논문에서는 <표 1>과 같이 여러 시스템에서 처리되는 연산시간을 측정하였다. <표 1>에서와 같이 펜티엄 III 컴퓨터에서는 MPEG 동영상의 해당 I 프레임에 SMIL 자막정보를 삽입하는데 0.20~0.30초의 시간이 소요되었으며, SMIL의 정보를 추출하는데 0.20~0.30초의 시간이 소요되었다. 그리고, 기타 모든 연산 과정을 포함하면 SMIL 파일 정보를 가져와 출력하는 시간은 1~1.2초 정도의 시간이 소요

되므로, 실시간 재생을 위해서는 자막정보가 1초 전 또는 1.2초 전에는 추출이 되어야만 해당 위치에 자막정보를 실시간으로 출력할 수 있다.

<표 1> 시스템에 따른 연산 시간

| 컴퓨터 사양 (CPU, RAM) | I 프레임 추출 | SMIL 추출 | 기 타 | 총시간 |
|-------------------|------------|------------|----------|------|
| 펜티엄 Pro-200, 120M | 0.30~0.40초 | 0.22~0.40초 | 0.40초 이상 | 1.4초 |
| 펜티엄 II-233, 120M | 0.27~0.35초 | 0.22~0.32초 | 0.40초 이상 | 1.3초 |
| 펜티엄 III-700, 120M | 0.20~0.30초 | 0.20~0.30초 | 0.30초 이상 | 1.1초 |

일반 동영상 정보는 1초에 26~30 프레임을 가지며, I 프레임과 다음 I 프레임간의 간격은 13~15 프레임의 수를 가지므로 I 프레임간의 시간은 대략 0.6초가 된다. 실제 많은 MPEG 동영상의 평균 시간을 측정한 결과도 0.6초 정도의 시간 간격이 측정된다.

따라서, 본 논문에서는 자막정보가 재생될 프레임의 2개 이전(1~1.2초 전) I 프레임 뒤에 삽입하였다. 시스템의 성능에 따라 연산속도가 느리면 재생될 프레임의 3개 이전 I 프레임 위치에 삽입할 수 있지만 실험 결과 펜티엄 III 이상의 컴퓨터에서는 2개 이전의 I 프레임에 삽입하는 경우 좋은 성능을 보였다.

4.2 동영상 자막정보의 손실 분석

4.2.1 화면내 부호화로 인한 손실 분석

동영상을 MPEG로 압축될 때 영상 데이터가 손실될 수 있으므로, 이러한 MPEG 파일을 복원하는 경우 프레임에 삽입된 SMIL 자막정보도 손실이 발생할 수 있다.

본 논문에서는 이러한 자막정보의 손실을 막기 위한 방법으로 무손실 부호화 기법을 제안하였으며, 자막정보를 모든 프레임의 LSB에 삽입하지 않도록 하였다. 이것은 MPEG으로의 압축 방법이 LSB의 값을 무시하는 방법도 포함하기 때문에 프레임마다 삽입할 수 있는 자막정보의 데이터량에 제한 받게 된다.

일반적으로 352×240 MPEG 동영상의 하나의 I 프레임에 삽입할 수 있는 자막정보는 최대 15KB 정도이지만 부호화에 의한 손실에 대처하기 위하여 3KB 미만의 자막정보만 삽입할 수 있도록 하였으며, 3KB 정보는 일반 영화 자막으로 50라인 정도의 분량이다. I 프레임에 삽입될 자막정보의 분량은 GOP 내의 프레임 수가 15이므로 20라인 이상의 자막정보는 필요하지 않는다. 따라서 3KB 정도의 공간은 자막정보와 저작권 정보를 삽입하기에는 충분한 공간을 알 수 있다.

저작권 정보는 자막정보의 뒤에 삽입되어 하나의 주석문과 같은 형식으로 삽입되며, SMIL 파일 자체도 문법 구조

가 HTML 문법을 따르기 때문에 주석 표시를 통하여 저작권 정보에 해당하는 구문을 삽입할 수 있다. (그림 8)은 주석문을 삽입한 SMIL 파일을 나타낸다.

```

< SYNC Start = 48390 >< P Class = KRCC >
제작자 : X X X
< SYNC Start = 55690 >< P Class = KRCC > & nbsp ;
< SYNC Start = 60275 >< P Class = KRCC >
제목 : 선물
< SYNC Start = 67000 >< P Class = KRCC > & nbsp ;
< SYNC Start = 78772 >< P Class = KRCC >
관중들 환호하며....
< SYNC Start = 84000 >< P Class = KRCC > & nbsp ;
< SYNC Start = 89346 >< P Class = KRCC >
네 안녕하세요. 대한민국 최고 인기 개그맨입니다.
< SYNC Start = 98000 >< P Class = KRCC > & nbsp ;
    
```

저작권정보

```

<!--
이 자막 정보는 X X X에게 저작권 정보가 있습니다.
본 자료는 2001년 10월 20일 작성된 파일입니다.

연락처
: 011-xxxx-yyyy.....
-->
    
```

(그림 8) 저작권 정보의 위치

따라서, 자막정보가 일반적인 SMIL 파일에서와 같이 동영상과 별도로 존재하는 것이 아니라, 동영상에 포함되기 때문에 자막정보만을 편집, 변화할 수 없으며, 주석문을 암호화할 경우에는 자막정보에 대한 무결성과 저작권 보호를 가능하게 한다.

4.2.2 동영상 편집에 의한 자막정보의 손실 분석

일반적으로 SMIL 자막정보나 동영상 편집 툴들은 쉽게 사용하여 동영상 데이터를 쉽게 편집할 수 있으므로 고의적인 공격이나 변환을 수행할 있다. 따라서 동영상의 편집

에 따른 자막정보의 변화를 불가능하게 하면 동영상의 편집에 의한 자막정보의 손실을 막을 수 있다.

본 논문에서는 자막정보를 동영상에 삽입함으로써 동영상의 변화에 따라 자막 정보를 제공받을 수 없게 하도록 한다. 또한 동영상을 공격한다고 해도 모든 자막 정보가 삭제되는 것이 아니라 일부의 자막 정도는 동영상의 정보가 모두 없어질 때까지는 남아 있도록 함으로써 자막정보가 파괴된 것을 알 수 있도록 한다.

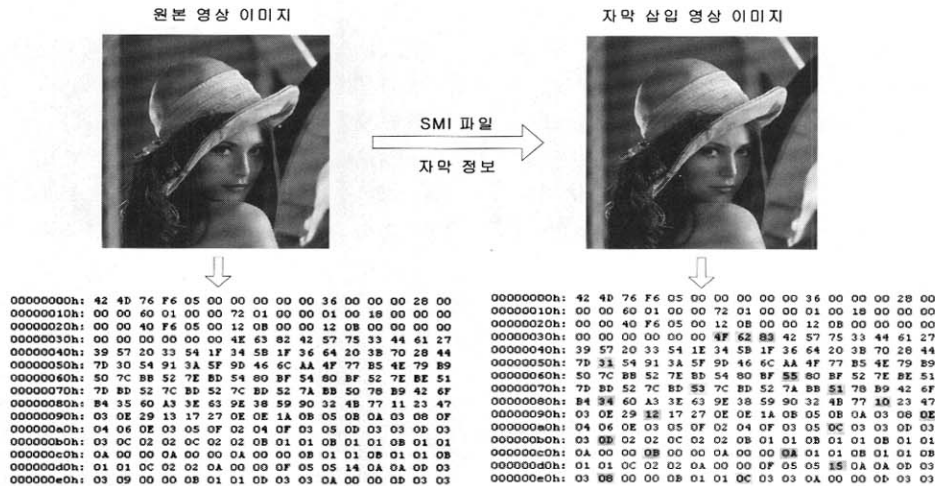
다음에는 동영상의 편집에 의한 자막 정보의 손실 분석에서, 동영상의 편집은 대부분 필요한 프레임의 동영상만 잘라 내거나 동영상 화면 내의 크기를 줄이기 위해 잘라내는 정도의 편집이 대부분이라고 할 수 있다.

(그림 9)는 MPEG 영상에 대한 스테가노그래피 방법을 적용한 것으로 각각의 영상 밑에는 텍스트 편집 도구로 16진수(hex) 값을 알아본 결과이다. 두 영상을 비교하면 영상의 차이는 거의 없지만 16진수 값으로는 뚜렷한 차이가 있음을 확인 할 수 있다.

위의 자막이 삽입된 영상에 편집을 가하면서 본 논문에서 구현한 시스템으로 자막을 추출하여 비교 설명하고자 한다.

(그림 10)은 아무런 편집을 가하지 않은 상태의 영상에 대한 자막정보를 출력한 것이고, (그림 11)은 자막정보가 삽입된 영상의 일부를 수정한 결과로서 영상의 일부가 지워짐에 따라 자막정보가 손상되어 나타난 것이다. (그림 12)는 자막정보가 삽입된 영상에서 많은 부분을 지운 결과로 자막정보를 읽지 못하는 결과를 나타낸다.

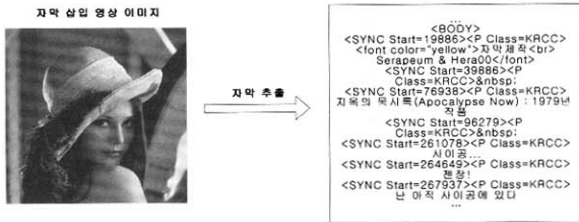
일반적인 SMIL 파일에 의한 자막정보가 삽입된 동영상에서는 동영상과 자막정보가 별도로 존재하기 때문에 동영상이 변화하여도 자막정보에는 영향을 주지 않으며, 반대로 자막정보가 변화하여도 동영상에는 변화를 주지 않으므로 동영상 또는 자막정보의 변환을 검증할 수 없어 저작권을



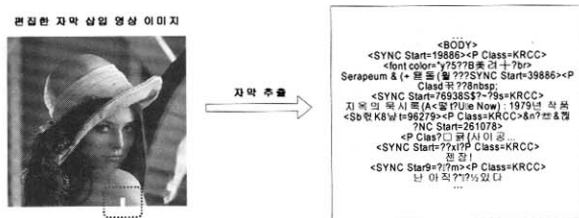
(그림 9) 원본 영상과 자막정보가 삽입된 영상의 비교

보장할 수 없다.

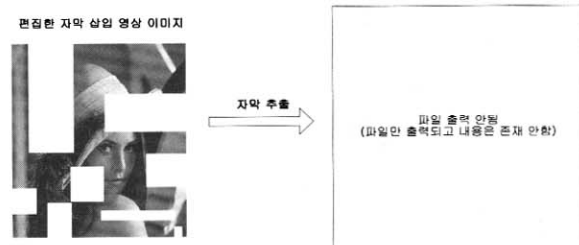
본 논문에서는 동영상과 SMIL 자막정보를 하나의 파일로 함으로써 동영상이 변화하면 자막정보도 변화하도록 함으로써 자막정보를 스태가노그래피로 사용하는 경우 동영상과 자막정보의 저작권 및 무결성을 보장할 수 있다.



(그림 10) 자막정보가 삽입된 영상



(그림 11) 영상의 일부가 손상된 영상의 자막정보



(그림 12) 영상에 많은 편집을 가한 경우의 자막정보

5. 결 론

본 논문에서는 일반적으로 많이 사용되고 있고 동영상에서의 SMIL 자막정보에 대한 저작권 보호 및 무결성을 보장하기 위하여 자막정보를 동영상 내에 삽입하는 방법을 제안하였으며, 이렇게 삽입된 자막정보는 동영상에 대한 저작권 보호 및 무결성을 보장할 수 있다. 또한, 자막정보는 MPEG 동영상의 I 프레임에 삽입하도록 하였으며, 자막정보 삽입 시 자막정보의 화면 내 부호화로 인한 손실을 방지하는 알고리즘을 제안하였다. 또, 자막정보의 무결성을 위하여 Blowfish 암호화와 MD5 해쉬 알고리즘을 사용하였다.

기존의 워터마킹 기법들은 워터마크 값이 저작권 정보가 되어 공격자들은 그 값을 손실시킴으로써 해당 원본 데이터를 이용할 수가 있었다[3]. 하지만 스태가노그래피를 적용하면 해당 원본 데이터에 중요한 파일 즉, 자막파일이나 동영상에 대한 중요한 설명 파일 등을 삽입함으로써 원본

파일에 대한 공격을 예방할 수 있다. 원본 파일을 공격하면 파일 내부에 있는 자막 정보와 같은 중요 정보가 손실되어 정보의 가치가 떨어지게 된다.

기존의 동영상 데이터에서는 동영상 파일과 SMIL 자막 정보 파일이 별도로 존재하기 때문에 자막정보를 이용하기 위해서는 SMIL 파일을 동시에 동영상 파일과 같은 이름으로 가지고 있어야만 재생이 가능하였으나 본 논문에서는 자막 정보를 동영상 내에 삽입함으로써 자막 정보를 파일로 따로 가지고 있지 않아도 된다는 장점이 있다.

향후 과제로는 자막 삽입에 사용되는 스태가노그래피 기법에 공간영역 은닉방식이 아닌 주파수 영역 은닉방식을 이용하여 속도를 향상하고 다양한 인코딩 방식의 동영상에 모두 적용하기 쉽도록 보완하는 연구가 계속되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] E. Fanz, A. Jerichow, S. Moller, A. Pfitzmann, I. Stierand, "Computer Based Steganography : How It Works and Why Therefore Any Restrictions on Cryptography Are Nonsense, At Best," *Proceedings of Information Hiding Workshop*, LNCS, Springer-verlag, Vol.1174, pp.7-21, 1996.
- [2] Neil F. Johnson, Sushil Jajodia, "Lecture Notes in Computer Science," *Workshop on Information Hiding Proceedings*, Portland, Oregon, USA, Vol.1525, pp.273-289, April, 1998.
- [3] Neil F. Johnson, Zoran Duric, Sushil Jajodia, "Information Hiding - Steganography and Watermarking - Attacks and Countermeasures," Kluwer Academic Publishers, pp.18-44, 2001.
- [4] John L. Mitchell, William B Pennebaker, Chad E. Fogg, Didier J. Legall, "MPEG Video Compression Standard," Chapman and Hall, pp.1003-1996,
- [5] Black Wolf, StegoDos-Black Wolf's Picture Encoder V0.90B, Public Domain, <ftp://ftp.csua.berkeley.edu/pub/cypherpunks/steganography/stegodos.zip>.
- [6] Ivy_research, "Data Hiding ...," http://vega.icu.ac.kr/~ivy/ivy_research/watermarking.html.
- [7] Henry Hastur, Stealth for PGP v1.1, <ftp://ftp.netcom.com>. MandelSteg v1.0, <ftp://ftp.dsi.unimi.it/pub/security/crypt/code>.
- [8] 후지와라 히로시, "그림으로 보는 최신 MPEG", 교보문고, pp.130-152, 1998.
- [9] <http://sasami2k.com>.
- [10] World Wide Web Consortium, "Synchronized Multimedia Integration Language (SMIL 2.0)," W3C Recommendation, August, 2001.
- [11] Anonymous, <http://www.counterpane.com/blowfish.html>, Counterpane Internet Security, Inc., 2001.



함 준 식

e-mail : hamjs@kw.ac.kr
2000년 광운대학교 전자계산학과(학사)
2002년 광운대학교 컴퓨터학과(공학석사)
2002년 (주)다산씨앤드아이 E-Biz 사업부
기술연구소 연구원
2002년~현재 (주)신텔정보통신 기술연구소
연구원

관심분야 : 영상처리, 네트워크, 멀티미디어 시스템



홍 성 식

e-mail : sshong@hyejeon.ac.kr
1989년 광운대학교 전자계산학과(학사)
1992년 광운대학교 전자계산학과(석사)
1994년~현재 혜전대학 컴퓨터계열 교수
관심분야 : 네트워크, 침입탐지 시스템,
정보보안



유 황 빈

e-mail : ryou@kw.ac.kr
1968년 인하대학교 전자공학과(학사)
1975년 연세대학교 대학원 전자공학과
(공학석사)
1984년 경희대학교 대학원 전자공학과
(공학박사)

1974년 금성전기주식회사 과장

1979년 금성반도체주식회사 과장

1981년~현재 광운대학교 컴퓨터학과 교수

관심분야 : 네트워크, 침입탐지 시스템, 정보보안, 멀티미디어
시스템