

인트라/인터블록 상관계수 기반 스태그어날리시스 기술 연구

김동현*, 이상형*, 이수현**, 이해연**
*금오공과대학교 소프트웨어공학과
**금오공과대학교 컴퓨터소프트웨어공학과
e-mail: haeyeoun.lee@kumoh.ac.kr

Study on Steganalysis based on Intra Block and Inter Block Correlations

Dong-Hyun Kim*, Sang-Hyeong Lee*, Soo-hyeon Lee**, Hae-Yeoun Lee**
*Dept of SoftwareEngineering, Kumoh National Institute of Technology
**Dept of Computer Software Engineering, Kumoh National Institute of Technology

요 약

인트라 블록과 인터 블록의 상관계수를 이용하여 이미지의 특징을 뽑아내고, 이를 SVM에 학습시켜 원본과 스테고 영상을 판별한다. 스테고 영상은 F3 알고리즘을 개선한 F4알고리즘을 직접 구현하여 만들어냈다. 실험에 사용한 데이터는 SIPL, BOSS, 자체 수집 데이터베이스에서 학습용 영상 120장, 테스트용 영상 500장을 이용하였다. 원본 500장에 대해 2장이 F4로 판별 되었고, F4 500장에 대해서는 전부 F4로 판별하여 99.8%의 정확도를 달성하였다.

1. 서론

현대 사회는 정보화 사회로 접어들고 있으며 인터넷과 멀티미디어 기술의 발전으로 이전에는 불가능했던 대용량의 정보 전달이 이루어지고 있다. 이러한 발전이 이루어짐에 따라 삶의 질 향상에 대한 긍정적인 효과가 있으나 정보 보안에 관한 다양한 문제점들도 대두되고 있다. 특히 현대 사회는 SNS(Social Network Service)가 활발히 이루어지고 있고, 이를 통해 다양한 멀티미디어 콘텐츠들이 생산되고 전세계로 퍼져나간다. 이러한 멀티미디어 콘텐츠를 악용하는 사용자들은 콘텐츠 내부에 비밀 메시지 등을 삽입한다. 그 중 대표적으로 사용되는 방식이 스테가노그라피 기술이다. 스테가노그라피 기술은 대상 콘텐츠(Cover)에 비밀 메시지를 삽입하여 만들어 낸 콘텐츠(Stego)를 전달하는 비밀 통신 기술이다. 일반적으로 영상에 대한 기술은 크게 적용 도메인에 따른 분류와 삽입 방법에 따른 분류로 나뉜다. 그 중에서 적용 도메인에 따른 방법 중 변환 도메인 기법(Frequency Domain Approach)은 DCT(Discrete Cosine Transform) 계수 값을 이용한 비밀 메시지 삽입을 수행한다. 이러한 스테가노그라피 기술을 검출하기 위해 스테그어날리시스 기술 연구가 활발히 진행되고 있는데 본 연구에서는 변환 도메인 기법에 대해 이를 검출하기 위한 스테그어날리시스 기술 개발을 목표로 하고 있다.

2. 관련 연구

스태가노그라피와 스테그어날리시스 기술연구는 활발히 진행되고 있다.

부산대학교 연구팀은 영상에서 DCT 계수를 추출하여 DCT 계수간의 차이값을 이용하여 마르코프 체인을 구성하여 체인의 친이 확률 특성을 이용하여 커버 영상과 스테고 영상을 분류하는 스테그어날리시스 방법을 연구하고 있다[1].

다트머스 대학의 Farid 교수팀은 고해상도 영상에 삽입된 메시지를 탐지하기 위해 영상의 고차 통계 모델을 구성하기 위해 DWT(Discrete Wavelet Transform)를 이용하고, 피서 선형 판별 분석을 이용하여 SVM(Support Vector Machine)을 이용하여 영상에 삽입된 비밀 메시지 삽입 여부를 판별한다[2].

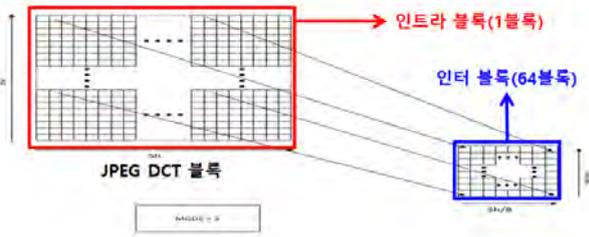
본 연구에서는 변환 도메인 기법을 사용하는 스테가노그라피 툴을 적용하려 하였으나 도구들이 사용하는 알고리즘들이 공개되어 있지 않았고, 실험을 위해 JPEG 스테가노그라피 기술 중 하나인 F4 알고리즘을 구현하여 스테그 영상을 만들었다. F4 알고리즘은 F3 알고리즘을 개선한 것으로 DCT 계수값과 삽입할 메시지에 따라 DCT 계수의 값을 변경시키는 방법이다.

3. 제안하는 방법

이러한 변환 도메인에 관한 스테그어날리시스 방법으로는 평활성, 규칙성, 연속성, 일관성, 주기성에 영향을 nw

는 특징을 추출하여 영상에 대한 메시지 삽입 여부를 판단한다[3].

일반적으로 BDCT(Block Discrete Cosine Transform)은 가우시안 분포를 따르지 않고 서로 독립적이지 않다. DCT 계수는 JPEG 양자화 과정을 거친 후에는 BDCT 계수의 불균형적인 분포를 가진다. 일반적으로 JPEG 이미지는 지그재그로 압축을 가하기 때문에 지그재그 순서에 서로 연관성을 가지게 된다. 즉 수평, 수직 및 대각선 방향을 따라 DCT 계수사이에 상관관계가 존재한다. 이런 상관관계를 계산하기 위해 인트라/인터 블록을 활용한다. 아래의 (그림 1)은 인트라 블록과 인터 블록의 형태를 보여준다.



(그림 1) 인트라/인터 블록

계산된 차이값을 통해 전이 확률 매트릭스를 구성할 수 있다. 임계치를 4로 설정하여 차이값의 범위를 [-4,4]로 설정하고 인접한 픽셀과의 변화를 탐지하여 전이 확률 매트릭스를 구성한다.

다음으로는 인트라 블록에서 영상의 특징을 추출한다. 먼저, 수평, 수직, 대각 방향으로 서로 다른 DCT 블록의 차이 값을 계산한다. 총 4개의 방향성을 가진 차이값을 계산할 수 있다.

이를 수식으로 나타내면 아래와 같다. S_u 는 이미지의 가로, S_v 는 이미지의 세로 사이즈이다.

$$F(u, v)(u \in [1, S_u], v \in [1, S_v]) \quad (1)$$

이를 이용하여 각 방향의 차이 값은 다음과 같다.

$$F_h(u, v) = F(u, v) - F(u + 1, v) \quad (2)$$

$$F_v(u, v) = F(u, v) - F(u, v + 1) \quad (3)$$

$$F_d(u, v) = F(u, v) - F(u + 1, v + 1) \quad (4)$$

$$F_{md}(u, v) = F(u + 1, v) - F(u, v + 1) \quad (5)$$

F_h 는 수평 관계에 대한 차이값으로 DCT 블록에서 x축으로 한 칸 이동한 DCT 블록의 차이값을 나타낸다. F_v 는 수직 관계에 대한 차이값으로 DCT 블록에서 y축으로 한 칸 이동한 DCT 블록의 차이값을 나타낸다. F_d, F_{md}

또한 대각 방향으로의 차이값을 나타낸다.

각 방향의 차이값 전이 확률은 아래와 같이 계산한다.

$$p\{F(u+1, v) = n | F(u, v) = m\} = \frac{\sum_{v=1}^{S_v-1} \sum_{u=1}^{S_u-1} \delta(F(u, v) = m, F(u+1, v) = n)}{\sum_{v=1}^{S_v-1} \sum_{u=1}^{S_u-1} \delta(F(u, v) = m)} \quad (6)$$

$$p\{F(u, v+1) = n | F(u, v) = m\} = \frac{\sum_{v=1}^{S_v-1} \sum_{u=1}^{S_u-1} \delta(F(u, v) = m, F(u, v+1) = n)}{\sum_{v=1}^{S_v-1} \sum_{u=1}^{S_u-1} \delta(F(u, v) = m)} \quad (7)$$

$$p\{F(u+1, v+1) = n | F(u, v) = m\} = \frac{\sum_{v=1}^{S_v-1} \sum_{u=1}^{S_u-1} \delta(F(u, v) = m, F(u+1, v+1) = n)}{\sum_{v=1}^{S_v-1} \sum_{u=1}^{S_u-1} \delta(F(u, v) = m)} \quad (8)$$

$$p\{F(u, v+1) = n | F(u+1, v) = m\} = \frac{\sum_{v=1}^{S_v-1} \sum_{u=1}^{S_u-1} \delta(F(u+1, v) = m, F(u, v+1) = n)}{\sum_{v=1}^{S_v-1} \sum_{u=1}^{S_u-1} \delta(F(u+1, v) = m)} \quad (9)$$

다음으로는 인터 블록에서의 특징을 추출한다. 영상을 X축과 Y축으로 8등분하고 분할된 각 블록의 동일 위치 DCT 계수를 수집하여 63개의 인터블록을 생성한다.

이렇게 생성된 63개의 인터 블록을 이용해 인트라 블록과 마찬가지로 방향성을 가진 차이값을 계산하는데, 이 때에는 수평, 수직 방향의 차이값만을 계산한다.

이를 수식으로 나타내면 아래의 식으로 나타낼 수 있다.

$$M^{(z)}(s, t)(s \in [0, S_s - 2], t \in [0, S_t - 2], z \in [2, 64]) \quad (10)$$

이를 이용하여 수평, 수직에 관해 차이값을 구한다.

$$M_h^{(z)}(s, t) = M^{(z)}(s, t) - M^{(z)}(s + 1, t) \quad (11)$$

$$M_v^{(z)}(s, t) = M^{(z)}(s, t) - M^{(z)}(s, t + 1) \quad (12)$$

$M_h^{(z)}$ 는 수평 관계에 대한 차이값으로 인터블록에서 x축으로 한 칸 이동한 블록과의 차이 값을 나타낸다. $M_v^{(z)}$ 는 수직 관계에 대한 차이값으로 인터블록에서 y축으로 한 칸 이동한 블록의 차이 값을 나타낸다.

각 방향에 대한 평균 전이 확률은 아래와 같이 계산한다.

$$p\{M_h(s+1,t) = n | M_h(s,t) = m\} = \frac{\sum \delta \begin{cases} M_h^{(z)}(s,t) = m \\ M_h^{(z)}(s+1,t) = n \end{cases}}{\sum \delta(M_h^{(z)}(s,t) = m)} \quad (13)$$

$$p\{M_v(s,t+1) = n | M_v(s,t) = m\} = \frac{\sum \delta \begin{cases} M_h^{(z)}(s,t) = m \\ M_h^{(z)}(s,t+1) = n \end{cases}}{\sum \delta(M_h^{(z)}(s,t) = m)} \quad (14)$$

이렇게 얻어낸 평균 전이 확률로부터 전이 확률 매트릭스를 생성한다. 이렇게 총 6개의 9x9 전이 확률 매트릭스를 이용해서 486개의 이미지 특징을 얻을 수 있다. 이렇게 얻은 이미지 특징을 이용해서 SVM을 이용하여 데이터를 분류한다.

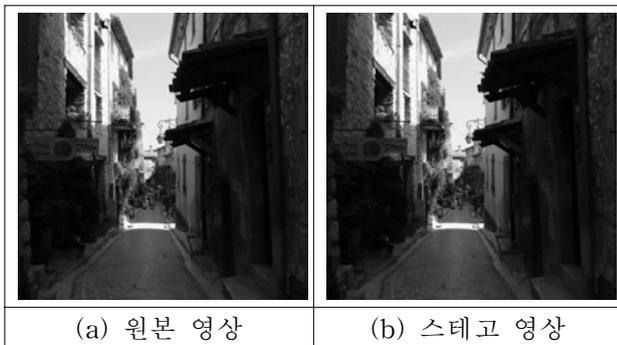
4. 실험 결과

변환 도메인 스테그어날리시스 기술 분석을 위해서 자체 개발한 F4 알고리즘을 이용하였다. 아래의 <표 1>은 실험에 사용한 영상을 분류한 것이다.

<표 1> 사용 영상 분류

영상 분류	데이터 베이스	사용한 영상 개수	영상 포맷
학습 영상	SIPI	20장	JPEG
	BOSS	50장	
	자체 수집 영상	50장	
테스트 영상	SIPI	24장	
	BOSS	238장	
	자체 수집 영상	238장	

아래의 (그림 2)는 원본 이미지와 F4 알고리즘을 이용해 얻은 스테고 영상의 예를 보여준다.



(그림 2) 원본 영상 및 스테고 영상

학습 영상 120장을 SVM을 통해 학습하고, 테스트 영상 500장을 분류하였다. 그 결과는 아래의 <표 2>에 나타나 있다.

<표 2> F4에 대한 스테그어날리시스 결과

전체 판별 정확도 : 99.8%		
	원본	F4
원본	498	2
F4	0	500

원본 500장에 대해 2장이 F4로 판별 되었고, F4 500장에 대해서는 전부 F4로 판별하여 99.6%의 정확도를 달성하였다.

5. 결론

본 논문에서는 인트라/인터 블록 상관계수를 이용해서 이미지의 특징을 뽑아내고, 이를 SVM을 통해 학습시켜서 원본 영상과 스테고 영상을 판별한다. 전체 판별률 99.8%를 얻을 수 있었다. 차후에는 F4 알고리즘뿐만 아니라 다양한 스테가노그래피 알고리즘에 대해 적용하여 이를 판별할 수 있는 기술을 연구할 계획이다.

감사의 글

This work was supported by the research fund of National Security Research Institute.

참고문헌

[1] 박태희, 엄일규. (2013). 상관계수를 이용한 영상의 범주화에 근거한 스테그분석의 성능 개선. 전자공학회논문지, 50(6), 221-227.
 [2] H. Farid, S. Lyu, "Detecting hidden messages using higher order statistics and support vector machines", Lecture Notes in Computer Science, vol. 2578, pp. 340-354, 2002.
 [3] C. Chen, Y. Q. Shi, JPEG image steganalysis utilizing both intrablock and interblock correlations, IEEE ISCAS, International Symposium on Circuits and Systems, pages 3029 - 3032, May 2008.