

IoT 환경에서의 스태가노그래피 연구 사례

한성대학교 김현지

서론

- 최근 사물인터넷 (Internet of Things, IoT) 및 통신 기술이 발달함에 따라 데이터의 양이 급격히 증가
→ 이에 따라 **중요 정보 보호를 위한 기술적 요구 증가**
- 데이터 암호화와 더불어 데이터의 존재 자체를 숨기는 **스태가노그래피 기술이 활용**되고 있음

스tega노그래피

- 중요한 비밀 데이터를 은닉하기 위해 텍스트, 이미지 등의 파일에 **비밀 데이터를 삽입하는 기술**
- 비밀 데이터가 삽입되었음은 육안으로 식별할 수 없어야 함
 - **왜곡과 손상을 최소화**
 - 스테고 오브젝트 (스tega노그래피를 통해 생성된 파일)는 **원본과 매우 유사**
- 데이터 암호화를 통해 데이터 값을 숨기고, 스테가노그래피 (임베딩)를 통해 **데이터의 존재 자체를 보호**
- 대표적인 임베딩 알고리즘
 - LSB (Least Significant Bit), Pixel Value Differencing (PVD), Wavelet Obtained Weights (WOW) 등

IoT 환경에서의 스테가노그래피를 위한 조건

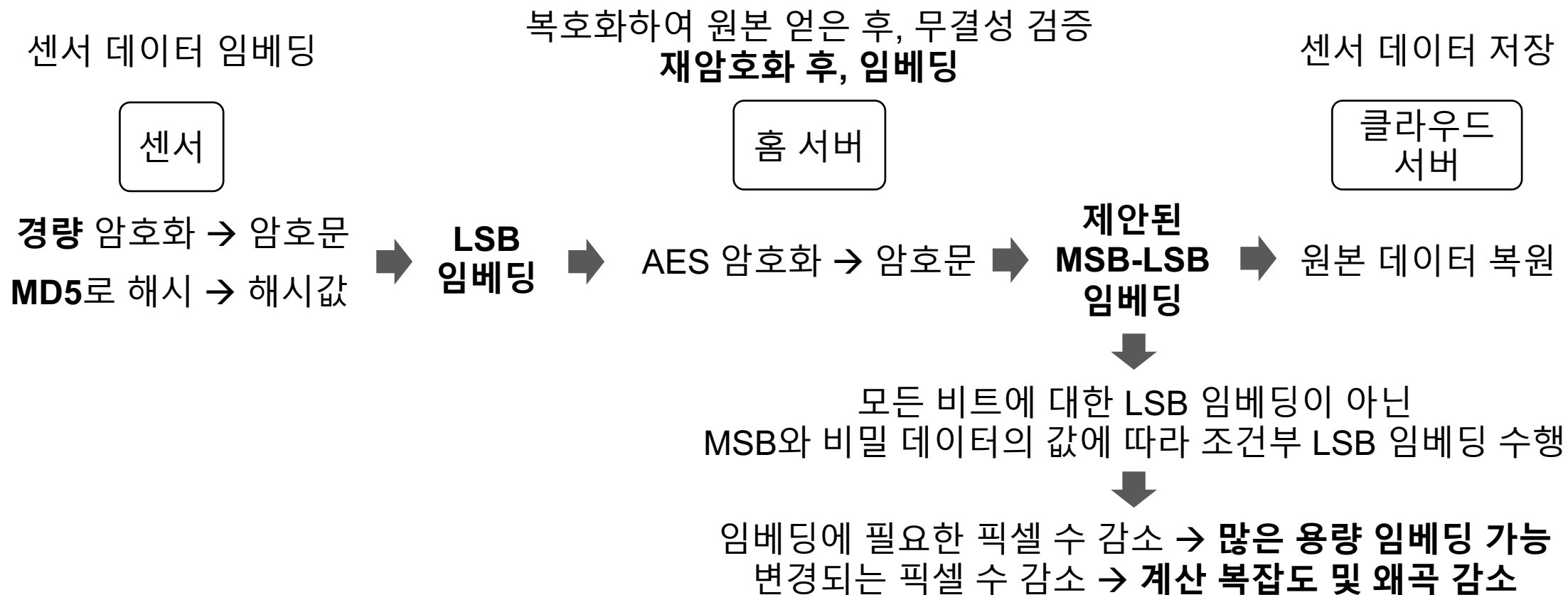
- **IoT** : 인터넷에 연결된 여러 디바이스들이 서로 통신하며 데이터를 주고 받는 기술
 - 실시간 정보 수집, 센싱 등에 사용되며, 스마트 홈 및 시티 등의 분야에 적용되고 있음
- 그러나, 물리적 공격, 인증, 데이터 유출과 같은 보안 문제점 존재
 - 이를 방지하기 위해 **데이터 암호화 및 은닉, 접근 제어 등이 필요**
- **IoT 디바이스는 메모리 및 연산 능력이 제한적이고, 주로 실시간 데이터 수집에 사용**
 - 데이터 처리에 필요한 **시간 및 자원을 최소화**할 수 있는 임베딩 기술 필요
- 즉, **경량 알고리즘 사용 및 최적화, 보안성을 고려해야함**

연구 사례1

- IoT 상의 통신 기술인 **Zigbee 프로토콜에 스테가노그래피를 적용**
 - 통신 당사자 간에 주고 받는 데이터에 대한 보안성 확보
- 프레임의 지정된 필드 메시지(**프레임 제어 필드/주소 정보 필드/소스 주소 필드**)에 비밀 정보를 임베딩
 - 지정된 위치에만 삽입되며, 임베딩 가능한 **용량은 각각 다름**
 - **데이터 프레임** : 프레임 제어 필드 (총 4비트), 소스 주소 필드 (2바이트, 8바이트)
 - **비콘 프레임** : 소스 주소 필드 (최대 10바이트)
 - **MAC 명령어 프레임** : 프레임 제어 필드 (2바이트), 주소 정보 필드 (4~20바이트)
- 데이터 수신자는 해당 영역에서 비밀 데이터를 얻은 후, 개인키로 복호화하여 원본 얻음

연구 사례2

- 스टे가노그래피를 통해 IoT 디바이스와 서버 간의 통신에서 발생하는 정보 노출 방지



연구 사례3

- 이미지 스테가노그래피를 통해 산업 IoT상에서의 데이터 보안성 향상
- 임베딩하기 최적의 픽셀을 선택하도록 하여, 왜곡이 적은 스테고 오브젝트 생성 가능
- 비밀 데이터 삽입 시, **변경되는 값을 최소화**해야함
 - 이미지의 시각적 품질 향상을 위한 기술인 OPAP (Optimal Pixel Adjustment Process)를 사용
 - 즉, 스테고 오브젝트와 커버 오브젝트 간의 유사성을 기반으로 **왜곡이 적은 최적 픽셀** 선택
- 임베딩 용량 및 계산 소요 시간에서 **효율적인 방식**
- 따라서 실시간 데이터 통신이 중요한 산업 IoT에 적합

결론

- IoT 환경에 적합한 스테가노그래피는 계산 복잡도가 낮고 속도가 빠른 경량 알고리즘 사용
- 그러나, 보안성 감소 문제 발생 가능
 - **보안성을 위해** IoT 디바이스에서 수신한 데이터를 중간 서버에서 다시 임베딩하는 방식도 연구됨
- 실제 IoT 통신 프로토콜이나 응용 프로그램에서 사용되는 사례 존재
 - Zigbee, IoT 기반 헬스케어 시스템 등
- 최근에는 딥러닝 기반의 스테가노그래피 기술들도 개발되고 있음
 - 그러나, 딥러닝 기술은 계산 복잡도가 높은 편
 - 향후, IoT 상에서의 딥러닝 스테가노그래피를 위한 경량화 기법들도 활발히 연구되어야 할 것으로 생각

Q & A