

무선 멀티미디어 센서 네트워크에서 비트-평면 삭제를 통한 고효율 데이터 압축 기법

A High Efficiency Data Compression Scheme Based on Deletion of Bit-plane in Wireless Multimedia Sensor Networks

박준호, 류은경, 손인국, 유재수
충북대학교 정보통신공학부

Junho Park(junhopark@chungbuk.ac.kr), Eunkyung Ryu(lyk1728@hanmail.net),
Ingook Son(dlsrnr94422@nate.com), Jaesoo Yoo(yjs@chungbuk.ac.kr)

요약

최근 무선 센서 네트워크는 멀티미디어 센서 모듈 기반의 고품질의 모니터링에 대한 요구가 증가하고 있다. 그러나 멀티미디어 데이터는 크기가 매우 크므로 데이터 전송 과정에서 특정 노드에 과도한 에너지 소모를 야기하여 전체 네트워크 수명이 감소하는 문제점이 있다. 이러한 문제점을 고려하여, 본 논문에서는 무선 멀티미디어 센서 네트워크에서 고효율 데이터 압축 기법을 제안한다. 제안하는 기법에서는 멀티미디어 데이터의 특성을 고려한 낮은 순위 비트 데이터 삭제 기반의 1단계 압축 및 중국인의 나머지 정리 기반의 2단계 압축으로 구성된 다중 압축을 수행함으로써 데이터 크기를 감소시킨다. 제안하는 기법의 우수성을 보이기 위해 시뮬레이션을 통해 기존 압축기법과 성능을 비교한다. 성능평가 결과, 제안하는 기법은 기존 압축 기법에 비해 데이터 전송률이 평균 약 55% 감소하였으며, 노드 생존율은 16% 증가하였다.

■ 중심어 : | 무선 멀티미디어 센서 네트워크 | 멀티미디어 데이터 | 압축 | 비트-평면 |

Abstract

In recent years, the demands of multimedia data in wireless sensor networks have been significantly increased for the high-quality environment monitoring applications that utilize sensor nodes. However, since the amount of multimedia data is very large, the network lifetime is significantly reduced due to excessive energy consumption on particular nodes. To overcome this problem, in this paper, we propose a high efficiency data compression scheme in wireless multimedia sensor networks. The proposed scheme reduces the packet size by a multiple compression technique that consists of primary compression that deletes the lower priority bits considering characteristics of multimedia data and secondary compression based on Chinese Remainder Theorem. To show the superiority of our scheme, we compare it with the existing compression scheme. Our experimental results show that our proposed scheme reduces the amount of transmitted data by about 55% and increases network lifetime by about 16% over the existing scheme on average.

■ keyword : | Wireless Multimedia Sensor Networks | Multimedia Data | Compression | Bit-plane |

* 본 논문은 한국콘텐츠학회 2013 춘계 종합학술대회 우수논문입니다.

* 본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신산업진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업(NIPA-2013-H0301-13-4009) 및 KISTI의 국가슈퍼컴퓨팅서비스 개발 및 기술 연구 과제(K-13-L01-C02)의 지원으로 수행되었음.

접수일자 : 2013년 07월 33일

심사완료일 : 2013년 08월 11일

수정일자 : 2013년 08월 09일

교신저자 : 유재수, e-mail : yjs@chungbuk.ac.kr

I. 서론

지난 10여 년간 컴퓨팅 기술의 비약적인 발전과 신호 처리 기술, 소형 전자 장치 개발 기술, 무선 통신 기술이 발전함에 따라 소형화, 저비용, 저 전력의 무선 센서 노드가 등장과 함께 이를 활용한 다양한 응용이 가능하게 되었다. 무선 센서 네트워크는 무인으로 주변의 환경적 상황의 탐지가 가능한 센서 모듈을 탑재한 독자적인 무선 센서 노드로 구축된 네트워크이다. 다수의 센서 노드 간의 통신으로 이루어지는 센서 네트워크는 사람이 직접 수집하기 어려운 데이터들을 수집하고자 다양한 환경에 설치되어 현상에 대한 감시, 정보의 전달, 이웃 노드와의 협동 작업 등을 수행한다[1-3]. 이러한 센서 네트워크는 야생 환경 모니터링, 안전 모니터링, 군사 목적의 모니터링 등 특수 응용 분야에서부터 스마트 도시, 화재 감지, 환경오염 모니터링, 생체 의료 모니터링 등 생활 응용 분야에 이르기까지 그 활용 범위가 방대하며, 대상 정보에 대한 정확한 측정과 신뢰성 있는 데이터의 수집 및 전달을 요구한다[4].

최근 하드웨어 기술과 모니터링 기법이 발달에 따라 멀티미디어 센서 모듈을 활용함으로써 음성이나 영상과 같은 멀티미디어 데이터 수집을 기반으로 하는 응용이 점차 확대되고 있다. 이러한 멀티미디어 데이터는 단순 수치 데이터와 달리 크기가 매우 크므로 데이터 전송 수행 시 특정 노드에 과도한 에너지 소모를 발생시키며, 그로 인한 네트워크 수명 감소 문제가 발생한다. 또한, 대용량 데이터의 전송 과정에서의 채널 점유 시간 증가로 인한 혼잡 상황이 빈번하게 발생하고, 이는 궁극적으로 데이터 전송 실패에 따른 모니터링 품질 저하로 이어진다. 하지만 네트워크 성능 향상을 위해 기존 무선 센서 네트워크 환경에서의 기반 기술을 무선 멀티미디어 센서 네트워크에 접목하는 것은 수집되는 데이터의 형태가 완전히 다르므로 거의 불가능하다. 그러므로 무선 멀티미디어 센서 네트워크에서의 대용량 데이터 수집 환경을 고려한 새로운 기반 기술에 대한 연구는 필수적이다[5-7].

무선 멀티미디어 센서 네트워크에서 성능 향상을 위한 대표적인 연구로서 멀티미디어 데이터 압축 기법이

활발하게 진행되고 있다. 제안된 데이터 압축 기법에 대한 연구는 크게 신호 압축 기법과 코드 압축 기법으로 구분된다[8]. 이러한 기존 압축 기법은 데이터 압축 수행을 위해 많은 연산 비용과 임시 데이터를 저장하기 위한 대용량의 메모리를 필요로 하므로 제한적인 에너지와 한정적인 컴퓨팅 성능을 기반으로 구동되는 무선 센서 네트워크의 특성에 적합하지 못하다. 뿐만 아니라, 압축 연산 수행을 위한 추가적인 하드웨어 모듈의 탑재를 필요로 하므로, 구축비용 측면에서도 적합하지 않다. 이를 고려하여, [9]에서는 멀티미디어 데이터에 대한 중국인의 나머지 정리[10] 기반의 새로운 압축 기법을 제안하였다. [9]은 센서 네트워크의 특성 및 한계를 고려한 효율적인 멀티미디어 데이터 압축 기법을 제시했다는 의의를 가진다. 하지만, 한정된 에너지를 기반으로 구동되고 전송 데이터 크기에 비례하여 에너지가 소모되는 센서 네트워크의 특성을 고려할 때, 더욱 고효율 압축 기법의 연구가 요구되고 있다.

본 논문에서는 무선 멀티미디어 센서 네트워크에서 새로운 고효율 데이터 압축 기법을 제안한다. 제안하는 기법에서는 수집되는 멀티미디어 데이터의 특성을 고려하여 품질에 큰 영향을 주지 않는 낮은 순위 비트 데이터 삭제하여 1차 압축을 수행한다. 또한, 삭제되지 않은 전송 대상 비트 데이터에 대한 중국인의 나머지 정리 기반의 2단계 압축을 수행한다. 이러한 다중 압축을 수행함으로써 멀티미디어 데이터 크기를 크게 감소시키는 것이 가능하다. 이를 통해, 에너지 소모를 최소화하는 것이 가능하며, 결과적으로 전체 네트워크의 수명을 증가시키는 것이 가능하다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제2장에서는 기존에 제안된 멀티미디어 데이터 압축 기법의 문제점과 본 연구 목적을 설명한다. 제3장에서는 제안하는 무선 멀티미디어 센서 네트워크에서 고효율 데이터 압축 기법을 기술한다. 제4장에서는 기존 기법과의 성능 평가를 통해 제안하는 기법의 우수성을 보이며, 마지막으로 제5장에서는 본 논문의 결론과 향후 연구 방향을 제시한다.

II. 관련연구

무선 센서 네트워크 환경에서 수집 데이터의 전송 비용을 감소시키기 위한 다양한 기법의 연구가 활발하게 진행되고 있다. 센싱 데이터를 수집하는 과정에서 통신에 사용되는 전력 소모를 줄이기 위한 센서 데이터 압축 기법은 압축을 위한 연산에 사용되는 전력 소모량보다 데이터 송수신을 위한 통신에 사용되는 전력 소모량이 크다는 점에 초점을 맞추어 연구가 진행되고 있다. 따라서 한정된 에너지를 기반으로 동작하는 센서 노드 간의 통신비용을 감소시키기 위한 원본 데이터의 압축을 수행함으로써 통신비용을 감소시키는 다양한 압축 기법들이 제안되었다.

지금까지 제안된 데이터 압축에 대한 연구는 크게 DCT 기반 압축[11], EZW(Embedded Zero-tree Wavelet)[12] 등과 같은 신호 압축 기법과 Pyramidal[13], 벡터 양자화[14] 등과 같은 코드 압축 기법으로 구분된다[8]. 그러나 이러한 압축 알고리즘은 센서 네트워크의 특성 및 환경을 고려하여 연구된 알고리즘이 아니므로 데이터 압축 수행을 위해 많은 연산 비용과 임시 데이터를 저장하기 위한 대용량의 메모리를 필요로 한다. 특히, 제한적인 에너지와 한정적인 컴퓨팅 성능을 기반으로 구동되는 무선 센서 노드의 특성을 고려할 때 센서 네트워크에서의 활용은 거의 불가능하다. 뿐만 아니라, 압축 연산 수행을 위한 추가적인 하드웨어 모듈의 탑재를 필요로 하므로 구축비용 측면에서도 적합하지 않다.

이러한 문제점을 고려하여, [9]에서는 센서 네트워크의 특성을 고려한 멀티미디어 데이터에 대한 중국인의 나머지 정리[10] 기반의 새로운 압축 기법을 제안하였다. 중국인의 나머지 정리는 연립 항등식을 하나의 항등식으로 만드는 것에 대한 정리로써, 정보과학 분야의 다양한 응용에서 활용되고 있는 중요한 정리이다. 중국인의 나머지 정리를 활용하여 제수와 나머지를 알고 있을 경우, 이를 만족하는 최소의 피제수를 구하는 것이 가능하다. 이런 특성을 이용하여 한정적인 에너지와 통신 대역폭을 가진 센서 네트워크에 적용할 경우, 전체 데이터를 전송하는 것이 아닌 나머지 데이터를 전송하

여 목적지 노드에서 원래 데이터로 복원하는 것이 가능하므로 데이터 압축 효과로 인한 에너지 소모를 감소시키는 것이 가능하다. [9]에서는 중국인 나머지 정리와 다음의 가정을 활용한다.

[정의 1] 기지국은 원본 이미지 데이터 및 부분 이미지 데이터인 블록 데이터를 표현하기 위해 필요한 데이터 크기인 2^w 를(w = 멀티미디어 데이터 비트 수) 인지하고 있다.

[정의 2] $P_1 \times P_2 \times \dots \times P_n > 2^w$ ($n \geq 2$)를 만족하는 최소 소수 집합이 존재하며, 최소 소수 집합으로 나눈 나머지를 인지할 경우 본래 데이터로 복원이 가능하다.

[정의 3] 기지국에서의 원본 데이터 및 블록 데이터의 복원 용이성을 위해 최대 소수 집합은 연속된 소수로 한정한다.

위의 가정과 중국인 나머지를 바탕으로 데이터 전송 경로 구축에 따른 패킷 분할 수를 N , 수집 멀티미디어 데이터의 비트 수를 w 라고 정의할 때, 원본 데이터를 표현 가능한 N 개의 연속된 최소 소수 집합을 선정하고, 해당 소수를 바탕으로 데이터 분할 및 압축을 수행한다. [그림 1]은 중국인의 나머지 정리를 이용한 멀티미디어 데이터의 압축 및 분할의 예를 나타낸다. 원본 데이터 크기가 40Bits이라고 가정하고, 패킷 분할 수 N 은 7인 경우, 최소 소수 집합 $MPS = \{43, 47, 53, 59, 61, 67, 71\}$ 가 된다. 각 메시지의 데이터는 최소 소수 집합으로 원본 데이터를 나눈 나머지 및 비트 식별자를 함께 전송한다. 모듈러스(나머지) 연산의 특성 상, 나머지는 제수보다 항상 작은 데이터가 생성되므로 메시지 전송에 있어서 원본 데이터 전체를 전송하는 것보다 큰 이득을 갖는 것이 가능하다. 목적지 노드는 전체 분할 패킷을 수신한 후, 나머지 데이터 및 비트 식별자를 기반으로 중국인의 나머지 정리를 이용하여 데이터 복원을 수행한다.

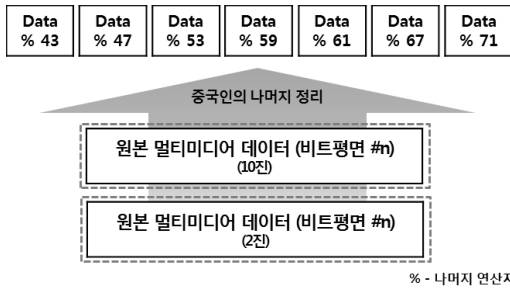


그림 1. 중국인의 나머지 정리를 이용한 멀티미디어 데이터의 압축 및 분할

[9]는 메시지의 분할을 수행함과 동시에 소수의 집합을 사용하여 분할 데이터에 대한 압축을 수행함으로써 전송되는 패킷의 크기를 크게 감소시키므로 센서 네트워크의 특성 및 한계를 고려한 효율적인 멀티미디어 데이터 압축 기법을 제시했다는 의의를 가진다. 하지만, 매 주기마다 수집되는 전체 멀티미디어 데이터를 대상으로 압축을 수행하여 전송되는 데이터는 기존의 전통적인 센서 네트워크에서 전송되는 데이터에 비해 여전히 크기가 크다. 그러므로 한정된 에너지를 기반으로 구동되고, 전송 데이터 크기에 비례하여 에너지가 소모되는 무선 멀티미디어 센서 네트워크의 특성을 고려하여 더욱 고효율 압축 기법의 연구가 필요하다.

III. 제안하는 멀티미디어 데이터 압축 기법

본 장에서는 무선 멀티미디어 센서 데이터의 특성을 고려한 수집 데이터의 하위 비트-평면 데이터 삭제를 통한 에너지 효율적인 압축 기법을 제안한다. 이를 위해, 본 장에서는 수집 데이터의 특성 분석 및 이를 기반으로 하는 1차 압축 알고리즘을 제시한다. 이를 통해, 데이터의 품질을 최대한 유지하면서도 패킷 크기를 감소시킴으로써 데이터 전송에 따른 센서 노드의 에너지 소모를 최소화하며, 결과적으로 전체 센서 네트워크의 수명을 증가시키는 것이 가능하다.

[그림 2]는 무선 멀티미디어 센서 네트워크에서 수집되는 멀티미디어 영상 데이터의 구조를 나타낸다. 앞서 언급한 바와 같이, 센서 노드는 제한적인 에너지와 한

정적인 컴퓨팅 성능을 기반으로 구동되므로 데이터 압축의 수행을 위해 별도의 압축 모듈을 필요로 한다. 그러므로 원본 데이터를 전송하는 것이 일반적이다. 무선 멀티미디어 센서 네트워크에서 수집되는 영상 데이터는 픽셀 단위의 데이터 비트 구조로서, 각 픽셀은 색상 채널(R,G,B)당 8개의 비트 데이터 정보(0 ~ 255)를 가지며, 같은 비트 데이터는 한 대 묶여 하나의 비트-평면으로 구성된다. 결과적으로, 하나의 컬러 영상은 총 24개의 비트 평면으로 구성된다. 각 비트-평면의 데이터 크기는 모두 동일하지만, 표현 가능한 정보의 양 및 비중은 동일하지 않다. 예를 들어, 최상위 7번 비트-평면의 각 비트는 128을 표현 가능하지만 최하위 0번 비트-평면의 각 비트는 1을 표현 가능하다. 다시 말해, 상위 비트-평면은 큰 색상 변화를 나타내고, 하위 비트-평면은 작은 색상 변화를 나타낸다.

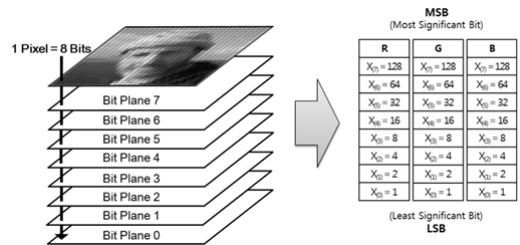


그림 2. 센서 네트워크에서의 멀티미디어 영상 데이터 구조

이러한 분석을 바탕으로, [그림 3]은 비트-평면 데이터의 삭제에 따른 영상 품질의 변화를 실험 평가한 결과이다. 상위 비트-평면 데이터를 삭제할 경우, 많은 정보가 삭제되어 원본 데이터 품질에 심각한 손실이 발생하지만, 하위 비트-평면 데이터를 삭제할 경우, 상대적으로 적은 정보가 삭제되어 원본 데이터 품질에 큰 영향을 미치지 않는다. 결과적으로, 모든 비트-평면 데이터를 전송할 수 없는 상황에서는 최하위 인접 비트-평면 데이터를 삭제하는 것이 가능한 높은 품질을 유지할 수 있다. 제안하는 기법에서는 이러한 사실을 기반으로 영상 데이터에 대한 1차 압축을 수행한다.

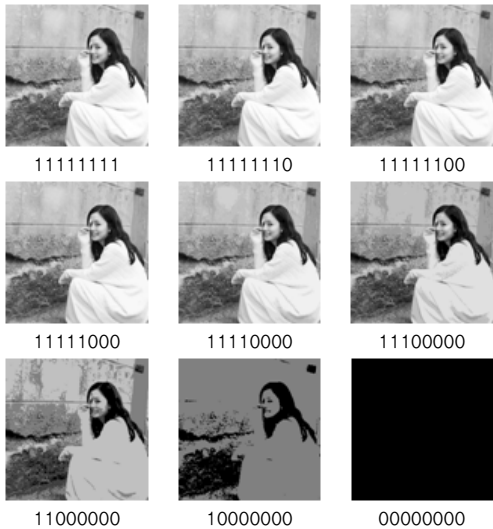


그림 3. 비트-평면 삭제에 따른 영상 품질 변화

제안하는 기법에서는 이러한 멀티미디어 데이터의 특성을 활용하여 데이터 품질에 큰 영향을 주지 않는 하위 비트-플레인 데이터(e.g. Bit-Plane #0 ~ Bit-Plane #6)를 삭제 및 전송함으로써 데이터의 크기를 크게 감소시킨다. 1차 압축 수행 결과에 따라 소수의 비트-평면 데이터만이 전송 대상 데이터로 구분된다. 제안하는 기법에서는 이러한 전송 대상 데이터에 대해 중국인 나머지 정리 기반 2차 압축을 수행한다. 중국인 나머지 정리를 통해 제수와 나머지를 알고 있을 경우, 이를 만족하는 최소의 피제수를 구하는 것이 가능하다. 이런 특성을 이용하여 한정적인 에너지와 통신 대역폭을 가진 센서 네트워크에 있어서 전체 데이터를 전송하는 것이 아닌 나머지 데이터만을 전송하여, 임의의 노드에서 원래 데이터로 복원하는 것이 가능하다. 결과적으로 데이터 압축 효과로 인한 에너지 소모의 감소가 가능하다.

이러한 실질적인 압축 기법의 수행은 데이터 수집 노드에서 진행된다. 이 때, 가능한 높은 품질의 데이터를 유지하기 위해 무조건 많은 비트-평면 데이터를 삭제하는 것은 적합하지 않다. 이를 고려하여, 제안하는 기법에서는 적용되는 응용에의 요구 사항에 따라서 압축 및 전송될 데이터의 최적의 크기를 설정한다.

[그림 4]는 소스 노드에서 전송하는 전송 패킷의 페

이로드 구조를 나타낸다. 앞서 언급한 바와 같이, 센서 노드는 제한적인 에너지와 한정적인 컴퓨팅 성능을 기반으로 구동되므로 데이터 압축의 수행을 위해 별도의 압축 모듈을 필요로 한다. 그러므로 원본 데이터를 전송하는 것이 일반적이다. 무선 멀티미디어 센서 네트워크에서 수집되는 영상 데이터는 픽셀 단위의 데이터 비트 구조로서, 각 픽셀은 8개의 비트 데이터 정보(0 ~ 255)를 가지며, 같은 비트 데이터는 한 대 묶여 하나의 비트-평면으로 구성된다. 결과적으로, 하나의 흑백 영상은 총 8개의 비트 평면으로 구성된다. 제안하는 기법에서는 삭제한 비트-평면 데이터를 제외한 나머지 비트-평면을 소수로 나눈 나머지를 전송한다. 또한 제안하는 기법의 중국인 나머지 정리 기반의 압축 기법은 선정된 소수 집합의 수와 동일한 수의 메시지로 분할되므로, 기지국에서 전체 분할 메시지를 수신한 후에 원본 데이터에서의 분할된 메시지 순서를 인지하는 것이 데이터 복원을 위해서 필요하다. 이를 위해, 제안하는 기법에서는 메시지 전송 시에 각 비트-평면의 나머지 데이터와 비트 분할 식별자를 함께 전송한다. 비트 분할 식별자는 데이터 분할 수만큼의 비트를 할당하고, 전송하는 데이터의 순서에 해당하는 비트에 '1'을 설정한다. 그러므로 각 비트는 해당 패킷의 순서를 나타내는 것이 가능하다. 기지국에서는 비트 식별자를 파악하여 전체 분할 패킷을 수신할 경우, 중국인 나머지 정리를 통해 데이터 복원을 수행한다.

	2	4	4	4
비트 식별자	BitPlane #7 나머지	BitPlane #6 나머지	...	

그림 4. 전송 패킷의 페이로드 구조

제안하는 기법에서는 이러한 다중 압축 기법을 활용하여 에너지 소모를 최소화하는 것이 가능하며, 결과적으로 전체 네트워크의 수명을 증가시키는 것이 가능하다.

IV. 성능평가 및 분석

1. 실험 환경

본 장에서는 제안하는 기법의 우수성을 입증하기 위

해, 압축 기법 미적용한 멀티미디어 데이터 전송 기법 [15] 및 기존 압축 기법[9]을 적용한 멀티미디어 데이터 전송 기법과의 시뮬레이션을 통한 성능 비교 평가를 수행하였다. 기존 센서 네트워크 관련 연구[16][17]에서 구축한 시뮬레이션 환경을 기반으로 성능 평가가 수행되어 왔다. 따라서 본 논문에서는 [16][17]의 시뮬레이션 환경을 기반으로 가상의 센서 네트워크 환경에 부합하도록 구현하여 성능 평가를 진행하였다.

본 시뮬레이션은 [표 1]과 같은 성능 평가 환경을 구축하여 수행하였다. 센서 노드의 메시지 전송에 소모되는 에너지 모델은 $\{메시지 크기\} \times (\{전송 비용\} + \{증폭 비용\} \times \{거리\})$ 이며, 전송 비용은 50nJ/b, 증폭 비용은 100pJ/b/m²으로 설정하였다. 메시지 수신에 소모되는 에너지 모델은 $\{메시지 크기\} \times \{수신 비용\}$ 이며, 수신 비용은 50nJ/b으로 설정하였다. 수집 데이터는 일정한 시간 간격이나 질의에 따라 기지국으로 수집된다. 소스 노드의 선정은 임의로 선발되며, 센서 노드들은 한정된 에너지를 가지고 있으며, 데이터 송수신 시에 성능 평가 환경에 따라 소진된다. 본 시뮬레이션에서의 멀티미디어 데이터는 [그림 5]와 같이 지난 2012년 8월 27일 부산 도시철도 대티역 화재 발생 CCTV 영상을 QCIF 변환 및 샘플링 활용하였다.

2. 실험 결과

[그림 6]은 수행 시간에 따른 데이터 전송량을 비교 평가한 결과이다. 네트워크 내 데이터 전송량은 최초 소스 노드에서 전송하는 데이터 크기에 비례한다. 그러므로 압축 기법을 미적용한 데이터 전송 기법은 소스 노드에서 수집한 원본 영상을 싱크 노드로 전송하므로 데이터 전송량이 크게 증가한다. 또한, 기존 압축 기법을 적용한 데이터 전송 기법은 수집한 원본 영상의 모든 비트-평면 데이터를 압축 및 전송하여 데이터 크기의 감소가 제한적이다. 그러나 제안하는 기법은 원본 영상의 일부 비트-평면에 대한 압축을 수행하므로 데이터 크기가 크게 감소한다. 성능 평가 결과, 제안하는 기법에서 4개와 6개의 비트 평면을 삭제 하였을 경우, 기존 압축 기법에 비해 데이터 전송량이 페이로드 기준으로 각각 평균 49%, 55% 감소하였다.

표 1. 성능 평가 환경

환경변수	설정값
센서 네트워크의 크기 (m × m)	200 × 200
센서 노드의 수 (EA)	400
센서 노드의 통신 반경 (m)	25
멀티미디어 데이터 포맷	QCIF
멀티미디어 데이터 해상도(px × px)	174 × 144
제안하는 기법의 삭제 비트 수 (EA)	4, 6



그림 5. 시뮬레이션에서 활용된 샘플 영상 데이터 (2012년 8월 27일 부산 도시철도 대티역 CCTV 영상)

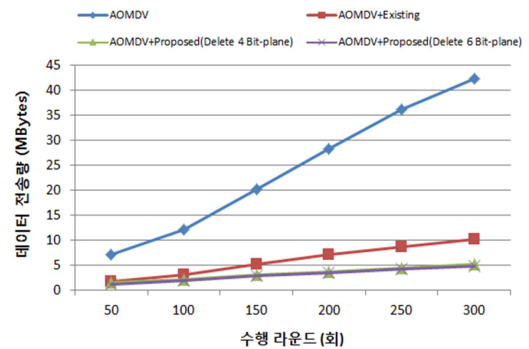


그림 6. 수행 시간에 따른 데이터 전송량

[그림 7]은 수행 시간에 따른 노드 생존율을 비교 평가한 결과이다. 센서 네트워크에서 소모되는 에너지는 전송되는 데이터 크기에 비례하고, 결과적으로 네트워크의 수명이 빠르게 단축된다. 본 성능 평가에서는 배포된 전체 센서 노드 중에서 80% 이상의 노드가 생존한 시점까지를 네트워크 유효 수명으로 설정하여 평가하였다. 앞서 언급한 바와 같이, 제안하는 기법은 원본 영상의 일부 비트-평면에 대한 압축을 수행하여 전송 데이터의 크기를 최소화하므로 소모되는 에너지를 최

소화하며, 이는 결과적으로 네트워크 수명을 연장시킨다. 성능 평가 결과, 제안하는 기법에서 4개와 6개의 비트 평면을 삭제 하였을 경우, 기존 압축 기법에 비해 노드 생존율이 각각 최대 9%, 14%증가하였다.

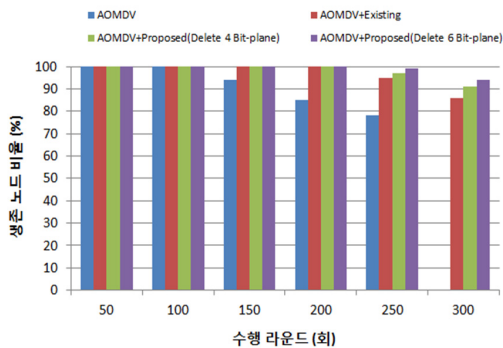


그림 7. 수행 시간에 따른 노드 생존율

[그림 8]은 제안하는 기법의 수행에 따른 영상의 품질 변화를 나타낸 결과이다. 제안하는 기법에서는 수집 노드에서의 원본 영상 수집한 후, 무선 멀티미디어 센서 데이터의 특성을 고려한 1차 압축(손실)을 수행한다. 1차 압축을 통해, 하위 비트-평면 데이터를 삭제함으로써 수집 영상의 품질 감소를 최소화하는 것이 가능하다. [그림 8-(b)]는 1차 압축 결과를 나타낸다. 영상 데이터 중 절반(4개의 비트-평면)을 삭제하였음에도 원본 수집 영상인 [그림 8-(a)]와 품질에서 큰 차이를 보이지 않는다. 1차 압축 영상을 대상으로 2차 압축(무손실)을 통해 기지국으로의 전송 및 복원 시에도 고품질의 모니터링 영상을 제공하는 것이 가능하다.

V. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 멀티미디어 센서 네트워크 환경에서 대용량 데이터의 문제점 및 이를 고려한 기존 압축 기법을 분석하고, 데이터 크기를 최소화하기 위한 새로운 고효율 압축 기법을 제안하였다. 제안하는 기법에서는 멀티미디어 데이터의 특성을 고려한 낮은 순위 비트 데이터 삭제 기반의 1단계 압축 및 중국인의 나머지 정리를 기반의 2단계 압축으로 구성된 다중 압축을 수행함

으로써 데이터 크기를 감소시키면서도 고품질 데이터를 제공하는 것이 가능하다. 이를 통해, 대용량 멀티미디어 데이터 전송에서 발생하는 에너지 소모를 최소화하고, 결과적으로 전체 네트워크 수명을 증가시킨다. 성능 평가 결과, 기존 압축 기법에 비해 데이터 전송률이 최대 평균 55% 감소하였으며, 그에 따른, 노드 생존율은 최대 16% 증가함을 보임으로써 그 우수성을 확인하였다. 향후 연구로는 다양한 환경에서의 추가적인 성능 평가의 수행을 통해 제안하는 기법의 우수성을 입증하는 것이다.



(a) 원본 수집 영상(수집 노드)



(b) 1차 압축 영상(수집 노드)



(c) 복원 영상 (기지국)

그림 8. 제안하는 기법의 수행에 따른 영상 품질 변화

참고 문헌

- [1] D. Culler, D. Estrin, and M. Srivastava, "Guest Editors' Introduction: Overview of Sensor Networks," *IEEE Computer*, Vol.37, No.8, pp.41-49, 2004.
- [2] J. Park, M. Kim, D. Seong, and J. Yoo, "An Energy Awareness Congestion Control Scheme based on Genetic Algorithms in Wireless Sensor Networks," *Journal of the Korea Contents Association*, Vol.11, No.7, pp.38-50, 2011.
- [3] J. Park, M. Yeo, D. Seong, H. Kwon, H. Lee, and J. Yoo, "An Energy-Efficient Multiple Path Data Routing Scheme Using Virtual Label in Sensor Network," Vol.11, No.7, pp.70-79, 2011.
- [4] J. A. Stankovic, "Wireless Sensor Networks," *IEEE Computer*, Vol.41, No.10, pp.92-95, 2008.
- [5] I. F. Akyildiz, T. Melodia, and K. R. Chowdhury, "A Survey on Wireless Multimedia Sensor Networks," *Computer Networks*, Vol.51, No.4, pp.921-960, 2007.
- [6] S. Ehsan and B. Hamdaoui, "A Survey on Energy-Efficient Routing Techniques with QoS Assurances for Wireless Multimedia Sensor Networks," *IEEE Communications Surveys and Tutorials*, Vol.PP, No.99, pp.1-14, 2011.
- [7] C. Yousef, W. Naoka, and M. Masayuki, *Network-Adaptive Image and Video Transmission in Camera-Based Wireless Sensor Networks*, Proc. of the ACM/IEEE Conference on Distributed Smart Cameras, pp.336-343, 2007.
- [8] L. W. Chew, L. M. Ang, and K. P. Seng, *Survey of Image Compression Algorithms in Wireless Sensor Networks*, Proc. of the International Symposium on Information Technology(ITSim '08), pp.1-9, 2008.
- [9] J. Park, D. Seong, B. Lee, and J. Yoo, "An Energy-Efficient Data Compression and Transmission Scheme in Wireless Multimedia Sensor Networks," *LNEE(Lecture Notes in Electrical Engineering)*, Vol.203, pp.767-772, 2012.
- [10] Y. S. Chen and Y. W. Lin, "C-MAC: An Energy-Efficient MAC Scheme Using Chinese-Remainder-Theorem for Wireless Sensor Networks," *Proc. of IEEE International Conference on Communications*, pp.3576-3581, 2007.
- [11] D. Cruz, T. Ebrahimi, J. Askelof, M. Larsson, and C. Christopoulos, "Coding of Still Picture," *Proc. of SPIE Applications of Digital Image Processing*, Vol.4115, pp.1-10, 2000.
- [12] J. M. Shapiro, "Embedded Image Coding using Zero-trees of Wavelet Coefficients," *IEEE Transactions of Signal Processing*, Vol.41, No.12, pp.3445-3462, 1993.
- [13] P. J. Burt and E. H. Adelson, "The Laplacian Pyramid as a Compact Image Code," *Proc. Of the Korean Institute of Information Scientists and Engineers*, Vol.31, pp.532-540, 1983.
- [14] G. F. McLean, "Vector Quantization for Texture Classification," *IEEE Transactions on Systems*, Vol.23, No.3, pp.637-649, 1993.
- [15] C. Yousef, W. Naoka, and M. Masayuki, *Network-Adaptive Image and Video Transmission in Camera-Based Wireless Sensor Networks*, Proc. of the ACM/IEEE Conference on Distributed Smart Cameras, pp.336-343, 2007.
- [16] W. Heitzelman, *Application-Specific Protocol Architectures for Wireless Networks*, PhD dissertation, Massachusetts Institute of Technology, 2000.
- [17] W. Heitzelman, A. Chandrakasan, and H.

Balakrishnan, "Energy-Efficient Communication Protocol for Wireless Microsensor Networks," Proc. of the International Conference on System Sciences, pp.3005-3014, 2000.

저 자 소 개

박 준 호(Junho Park)

정회원



- 2008년 2월 : 충북대학교 정보통신공학과(공학사)
- 2010년 2월 : 충북대학교 정보통신공학과(공학석사)
- 2010년 3월 ~ 현재 : 충북대학교 정보통신공학과 박사과정

<관심분야> : 무선 센서 네트워크, 데이터베이스 시스템, RFID, 차세대 웹, LMS/LCMS, 바이오인포매틱스 등

류 은 경(Eunkyung Ryu)

정회원



- 2012년 2월 : 충북대학교 정보통신공학과(공학사)
- 2012년 3월 ~ 현재 : 충북대학교 정보통신공학 석사과정

<관심분야> : 센서 네트워크, 빅데이터, 맵-리듀스, 데이터베이스 시스템 등

손 인 국(Ingoon Son)

정회원



- 2012년 2월 : 충북대학교 정보통신공학과 공학사.
- 2012년 3월 ~ 현재 : 충북대학교 정보통신공학과 석사과정

<관심분야> : 모바일 네트워크, 무선 센서 네트워크, 위치 기반 서비스, 빅 데이터, 클라우드 컴퓨팅 등

유 재 수(Jaesoo Yoo)

중심회원



- 1989년 2월 : 전북대학교 컴퓨터공학과(공학사)
- 1991년 2월 : KAIST 전산학과(공학석사)
- 1995년 2월 : KAIST 전산학과(공학박사)

• 1995년 3월 ~ 1996년 8월 : 목포대학교 전산통계학과 (전임강사)

• 1996년 8월 ~ 현재 : 충북대학교 정보통신공학부 및 컴퓨터정보통신연구소 교수

• 2009년 3월 ~ 2010년 2월 : 캘리포니아주립대학교 방문교수

<관심분야> : 데이터베이스시스템, 빅데이터, 센서네트워크 및 RFID, 소셜네트워크서비스, 분산객체컴퓨팅, 바이오인포매틱스 등