

가변 길이 정보 메시지 최적화 방법[†]

(An optimization method for variable length information messages)

김진규⁺
(Jingyu Kim)

강성원^{**}
(Sungwon Kang)

정필수^{***}
(Pilsu Jung)

김정민^{****}
(Jungmin Kim)

백하은^{*****}
(Haeun Baek)

권구형[†]
(Koo Hyung Kwon)

김상수[†]
(Sang Soo Kim)

요 약 가변 길이 정보 메시지는 컴퓨터 네트워크 시스템을 통하여 효율적인 정보 제공을 하기 위하여 개발된 통신 프로토콜 표준이다. 이러한 가변 길이 정보 메시지는 정보 수신자의 정보 요구 수준 및 정보 수신자의 정보 접근 수준에 따라 정보의 상세함을 가변적으로 조절 할 수 있도록 설계된 메시지이다. 정보 메시지 최적화 기술은 정보 메시지를 다양한 데이터 압축 기술을 사용하여, 메시지 전체의 물리적인 사이즈를 줄이려고 노력하였다. 정보 메시지 최적화에서는 정보의 정확성을 최우선으로 고려하고 있어, 최적화 전/후가 동일한 비손실 압축 기법을 응용하여 사용하고 있다. 하지만, 이러한 비손실 압축 기법만을 사용하면, 압축효율성이 현저하게 떨어져, 제한된 대역폭을 갖는 무선 네트워크 환경에서의 효율적인 전송이 이루어지지 않는다. 본 논문에서는 가변 길이 정보 메시지를 대상으로, 메시지 필드 단위로 정보의 최적화를 수행하여 메시지의 길이를 물리적으로 좀 더 효과적으로 최적화하도록 시도하였다. 또한, 본 논문에서 제시한 최적화 방법의 효율성을 보이기 위하여, 가변 길이 정보 메시지에 대한 최적화 실험을 수행하였다.

키워드 가변 길이 메시지, 메시지 압축, 메시지 최적화, 메시지 경량화

Abstract Variable length information message is a communication protocol standard in order for computer network systems to provide efficient delivery of information. The variable length information messages were developed for varying and controlling details of information in accordance with message receiver's required information level or information access level. In the previous studies, data compressing techniques have been in use for information message optimization technologies in order to reduce physical sizes of information messages. In optimization technologies for information messages, accuracy of information is considered as the most important factor; therefore, only non-loss compression techniques are applied to the optimization technologies. However, the non-loss compression based information message optimization methods are not efficient in data compression, and these are limited to efficient delivery of information in wireless network environments that have constraint bandwidth. In this paper, we attempt to optimize information in the variable length information messages at message fields in order to reduce physical sizes of messages more efficiently. To demonstrate the efficiency of our approach, we conduct optimization experiments for variable length information messages.

Key words Variable length message, Message compression, Message optimization, Message Lightening

[†] 본 연구는 국방과학연구소에서 지원하는 '실시간 전송정보 처리를 위한 최적화 방안 연구' 위탁연구과제로 수행되었습니다.

^{*} 학생회원 : 국방과학연구소

jjinlooks@kaist.ac.kr

^{**} 종신회원 : 한국과학기술원 전산학과 교수

sungwon.kang@kaist.ac.kr

^{***} 학생회원 : 한국과학기술원 전산학과

psjung@kaist.ac.kr

^{****} 학생회원 : 현대오트론

jmin11@kaist.ac.kr

^{*****} 학생회원 : 국방과학연구소

haeun@kaist.ac.kr

[†] 비 회원 : 국방과학연구소

koohyung@add.re.kr

^{**} 비 회원 : 국방과학연구소

plus@add.re.kr

1. 서론

가변 길이 정보 메시지는 효율적인 정보 제공을 위하여 다양한 데이터 통신 프로토콜에서 사용되어 왔다. 가변 길이 정보 메시지는 정보 필드와 문법 필드로 구성된다. 정보 필드는 전달하고자 하는 데이터를 표현하는 필드이고, 문법 필드는 존재 지시자(Present Indicator)와 같이 특정 정보 필드에 대하여 문법적인 특징을 제공하는 필드이다. 가변 길이 정보 메시지는 정보 필드에 문법 필드를 조합하여 메시지 명세서 상의 가변적인 길이를 제공한다. 이러한 가변성은 정보 사용자의 정보 요구 수준 및 정보 메시지의 수신자의 정보 접근 수준(Information Access Level)에 따라 정보의 정밀함을 조절하여, 효율적인 데이터 통신을 제공한다. 가변 길이 정보 메시지의 대표적인 예로, IPv6 [9], Variable Message Format (VMF)[1, 2], Asynchronous Transfer Mode (ATM) [4], Re-source Reservation Protocol (RSVP) [12], 그리고 ROHC [10]가 있다.

기존의 정보 메시지 최적화 기술은 정보 메시지를 다양한 데이터 압축 기술을 사용하여, 메시지 전체의 물리적인 사이즈를 줄이려고 노력하였다[5, 6, 7, 8, 11]. 또한 기존의 기술에서는 정보의 정확성을 최우선으로 고려하고 있다. 그로 인하여, 정보 메시지 최적화 수행 시, 압축 전/후가 동일한 비손실 압축 기법(Non-loss Compression)만[5, 6, 7]을 사용하였다. 하지만, 이러한 비손실 압축 기법만을 가변 길이 정보 메시지에 적용하면, 상세한 정보를 표현한 가변 길이 정보 메시지는 물리적인 사이즈가 크고, 압축효율성이 현저하게 떨어져, 제한된 대역폭을 갖는 무선 네트워크 환경에서의 효율적인 전송이 이루어지지 않는다.

본 논문에서는 가변 길이 정보 메시지를 대상으로, 메시지 필드 단위로 최적화를 수행하였다.

본 논문에서는 정보 메시지에 의미적으로는 완결하지만, 정보 손실이 있는 최적화를 수행하여, 메시지의 길이를 물리적으로 좀 더 효과적으로 최적화하도록 시도하였다. 또한, 본 논문에서 제시한 최적화 방법의 효율성을 증명하기 위하여, 가변 길이 정보 메시지에 대한 최적화 실험을 수행하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2절에서는 정보 메시지 최적화에 대한 관련 연구를 논의한다. 3절에서는 가변 길이 정보 메시지에 대하여 논의한다. 4절에서는 가변 길이 정보 메시지의 최적화 방법을 제안한다. 5절에서는 가변 길이 정보 메시지 최적화 실험을 수행하였으며, 6절에서는 본 논문의 기여점에 대하여 논의한다.

2. 관련 연구

서론에서 논의한 것처럼, 기존의 정보 메시지 최적화 기술은 정보 메시지를 다양한 데이터 압축 기술을 사용하여, 메시지 전체의 물리적인 사이즈를 줄이려고 노력하였다[5, 6, 7, 8, 11]. 데이터 압축 기법은 손실 압축(Loss Compression) 기법과 비손실 압축(Non-loss Compression) 기법으로 분류된다.

첫 번째로, 손실 압축 기법은 데이터 압축으로 인하여 데이터 손실이 발생하는 압축 기법이다. 주로, 멀티미디어 데이터 같이 내용이 복잡하여 작은 차이들을 인간의 감지 능력으로 구분하기 어려운 정도의 손실만을 줌으로써 데이터 자체에는 큰 손실을 주지 않는 기법이다 [11]. 손실 압축 기법 응용분야는 주로 사진, 동영상, 음악 등의 멀티미디어 데이터이며, 주로 주파수 분석과, 주파수 변환을 바탕으로 압축이 이루어진다.

두 번째로, 비손실 압축 기법은 압축 전/후가 동일하여 압축으로 인해 손실되는 데이터가 전혀 발생하지 않는 압축 기법이다. 비손실 압축 기법의

대상은 주로 문자 혹은 도형 같은 정확성이 요구되는 데이터이다. 비손실 데이터 압축 기법은 다시 (1) Run-Length 압축 기법, (2) Huffman 압축 기법, (3) Lempel-Ziv 압축 기법으로 분류된다 [8].

(1) Run-Length 압축 기법은 가장 단순한 기법으로, 동일한 비트가 연속해서 있을 경우, 그 비트 값과 그 비트 값이 몇 번 반복되는 지 수치로 기록하는 압축원리를 이용한다 [7].

(2) Huffman 압축 기법은 빈도가 높은 바이트는 적은 비트 수로, 빈도가 낮은 바이트는 많은 비트수로 그 표현을 재정의하여 데이터를 압축하는 원리를 이용한다 [6].

(3) Lempel-Ziv 압축 기법은 동적 사전(Dynamic Dictionary)를 이용하는 방법으로, 데이터에 출현하는 단어(Word)들 이진트리(Binary Tree) 혹은 해시를 이용한 검색 구조에 삽입하여 동적 사전을 구현한 다음, 압축하려는 데이터에 동적 사전에 수록되어 있는 단어가 있으며 그에 대한 포인터를 그 단어를 대처하도록 하는 압축 기법이다 [5].

기존의 기술에서는 그동안 정보 메시지의 정확성을 최우선으로 고려하고 있다. 그로 인하여, 정보 메시지 최적화 수행 시, 비손실 압축 기법만을 사용하였다. 하지만, 이러한 비손실 압축 기법만을 사용하면, 압축효율성이 현저하게 떨어져, 제한된 대역폭을 갖는 무선 네트워크 환경에서의 효율적인 전송이 이루어지지 않는다.

가변 길이 정보 메시지는 컴퓨터 네트워크 시스템을 통하여 효율적인 정보 제공을 하기 위하여 개발된 통신 프로토콜 표준이다. 이러한 가변 길이 정보 메시지는 정보 수신자의 정보

요구 수준 및 정보 수신자의 정보 접근 수준에 따라 정보의 상세함을 가변적으로 조절할 수 있도록 설계된 메시지이다. 하지만, 상세한 정보를 표현한 가변 길이 정보 메시지는 제한된 대역폭을 가지는 무선 통신환경에서 효율적인 정보 교환이 이루어지지 않는다.

본 논문에서는 가변 길이 정보 메시지를 대상으로, 메시지 필드 단위로 최적화를 수행하였다. 본 논문에서는 정보 메시지에 의미적으로는 완결하지만, 정보 손실이 있는 최적화를 수행하여, 향상된 메시지 최적화 결과를 획득하도록 시도하였다.

3. 가변 길이 정보 메시지

가변 길이 정보 메시지는 컴퓨터 네트워크 시스템을 통하여 효율적인 정보 제공을 하기 위하여 개발된 통신 프로토콜 표준이다. 가변 길이 정보 메시지의 예는 다음과 같다: IPv6 [9], Variable Message Format (VMF) [1, 2], Asynchronous Transfer Mode (ATM) [4], Resource Reservation Protocol (RSVP) [12], 그리고 ROHC [10]. 하지만, 이들 가변 길이가 정보 메시지들 중에서 VMF만이 제한된 대역폭을 가지는 무선통신환경에서 구현되고 있어, 메시지 최적화 연구가 수행되어 왔으며, 그 외에 ATM, RSVP, 및 ROHC는 메시지 최적화 연구가 수행되지 않았다.

가변 길이 정보 메시지들은 문법필드와 정보 필드들을 조합하여 메시지의 가변성을 표현한다. 가변 길이 메시지의 문법필드들은 다음과 같다 [1, 2, 3]: FPI (Field Presence Indicator), GPI (Group Presence Indicator), FRI (Field Recurrence Indicator), 그리고 GRI (Group Recurrence Indicator).

FPI (Field Presence Indicator): FPI의 필드 데이터가 '1' 이면, FPI 필드 다음에 연속되는 하나의 정보필드가 존재함을 의미한다. FPI의 필드 데이터가 '0' 이면, FPI 필드 다음에 연속되는 하나의 정보필드가 존재하지 않음을 의미한다.

GPI (Group Presence Indicator): GPI의 필드 데이터가 '1' 이면, GPI 필드 다음에 연속되는 하나의 정보필드 그룹이 존재함을 의미한다. GPI의 필드 데이터가 '0' 이면, GPI 필드 다음에 연속되는 하나의 정보필드 그룹이 존재하지 않음을 의미한다.

FRI (Field Recurrence Indicator): FRI의 필드 데이터가 '1' 이면, FRI 필드 다음에 연속되는 하나의 이상의 정보필드가 반복되어 존재함을 의미한다. FRI의 필드 데이터가 '0' 이면, FRI 필드 다음에 연속되는 하나의 정보필드가 존재하지만, 반복되어 있지 않음을 의미한다.

GRI (Group Recurrence Indicator): GRI의 필드 데이터가 '1' 이면, GRI 필드 다음에 연속되는 하나의 정보필드 그룹이 반복되어 존재함을 의미한다. GRI의 필드 데이터가 '0' 이면, GRI 필드 다음에 연속되는 하나의 정보필드 그룹이 존재하지만, 반복되어 있지 않음을 의미한다.

가변 길이 정보 메시지들은 다양한 문법필드와 정보필드들을 조합하여 메시지의 정보를 표현하기 때문에, 메시지 정보의 의미적 완결성을 위하여 다음의 의미 규칙을 정의한다 [1, 2, 3].

사례 규칙 (Case Rule): 메시지의 특정 메시지 필드 데이터들이 메시지의 특정 의미 정보 유형을 지정하는 의미 규칙이다. 의미 규칙은 메시지 필드의 필드 데이터들이 의미적으로 조합되어 나타내는 정보를 가리킨다.

조건 규칙 (IF-Then-Else Rule): 의미적으로 메시지의 특정 메시지 필드 데이터가 다른 메시지 필드의 데이터를 제약하는 의미 규칙이다.

조건 규칙은 조건절과 수행절에 따라, 아래와 같이 4가지 유형으로 세분화 될 수 있다:

1) 존재 유형(Presence Type):

Ex) IF Field A is presented(='assigned any field data'), THEN Field B is presented

2) 값 할당-존재 유형(Value Assignment- Presence Type):

Ex) IF Field A == 1, THEN Field B is presented

3) 존재-값 할당 유형(Presence-Value Assignment Type):

Ex) IF Field A is presented, THEN Field B == 4

4) 값 할당 유형(Value Assignment Type):

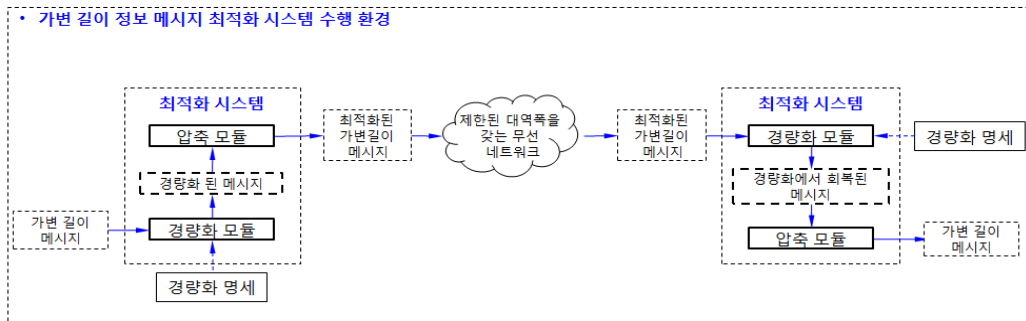
Ex) IF Field A == 1, THEN Field B == 4

본 논문에서는 이러한 가변 길이 정보 메시지들의 특징을 고려하여, 가변 길이 정보 메시지에 대한 최적화 방법을 제안한다.

4. 가변 길이 정보 메시지 최적화 방법

본 절에서는 가변 길이 정보 메시지에 대한 최적화 방법을 제시한다. 가변 길이 정보 메시지 최적화 방법의 배경 지식으로서, 먼저, 가변 길이 정보 메시지에 대한 최적화 방법이 구현된 시스템의 수행 환경을 설명한다.

[그림 1]은 가변 길이 정보 메시지 최적화 시스템의 수행 환경을 나타내고 있다. 가변 길이 정보 메시지 최적화 시스템은 경량화 모듈과 압축 모듈로 구성된다. 가변 길이 메시지는 가변 길이 정보 메시지 최적화 시스템의 경량화 모듈을 통하여 경량화되며, 가변 길이 정보 메시지 최적화 시스템의 경량화 모듈은 경량화된 가변 길이 메시지 명세를 이용하여 경량화를 수행한다.



[그림 1] 가변 길이 메시지 최적화 시스템 수행 환경

경량화된 메시지는 다시 가변 길이 정보 메시지 최적화 시스템의 압축 모듈의 입력이 된다. 경량화된 메시지는 가변 길이 정보 메시지 최적화 시스템의 압축 모듈을 이용하여 각 정보 필드의 데이터가 압축된다. 가변 길이 정보 메시지 최적화 시스템은 압축 모듈을 통하여 압축된 메시지를 최적화된 가변 길이 메시지로 지정하고, 최적화된 가변 길이 메시지는 제한된 대역폭을 가지는 네트워크를 통하여 수신자 측의 가변 길이 정보 메시지 최적화 시스템으로 전달한다.

수신자 측의 가변 길이 정보 메시지 최적화 시스템은 최적화된 가변 길이 메시지를 수신한다. 가변 길이 정보 메시지 최적화 시스템의 경량화 모듈은 경량화 명세를 통하여 경량화-회복을 수행한다. 경량화에서 회복된 메시지는 다시 가변 길이 정보 메시지 최적화 시스템의 압축 모듈의 입력이 되며, 경량화에서 회복된 메시지는 가변 길이 정보 메시지 최적화 시스템의 압축 모듈을 통하여, 압축이 수행된 정보 필드에 대하여 압축-회복을 수행한다. 가변 길이 정보 메시지 최적화 시스템은 압축 모듈을 통하여 회복된 가변 길이 메시지를 메시지 수신자에게 전달한다.

본 논문에서는 가변 길이 정보 메시지 최적화 시스템을 통하여 최적화된 정보 메시지를 생성한다. 우선, 가변 길이 정보 메시지 최적화 시스템은 본 논문에서 제시하는 가변 길이 정보 메시지

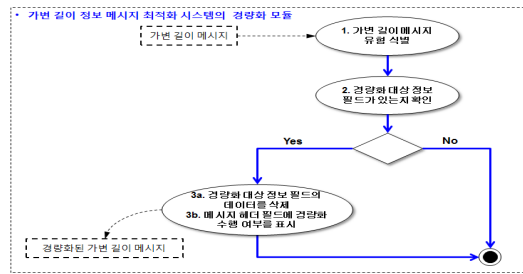
최적화 절차 그리고 가변 길이 정보 메시지 최적화-회복 절차에 따라, 최적화 및 최적화-회복을 수행한다.

또한, 가변 길이 정보 메시지 도메인 혹은 프로토콜 전문가는 본 논문에서 제시하는 가변 길이 정보 메시지 경량화 명세 정의 규칙을 바탕으로 경량화된 가변 길이 정보 메시지 명세를 생성한다. 생성된 경량화된 가변 길이 정보 메시지 명세는 가변 길이 정보 메시지 최적화 시스템이 메시지 최적화를 수행할 때 참조할 수 있도록 한다. 또한 가변 길이 정보 메시지 최적화 시스템은 본 논문에서 제시하는 가변 길이 정보 메시지 경량화 변환 규칙 그리고 가변 길이 정보 메시지 경량화 회복 규칙을 참조하여 최적화를 수행한다.

본 논문에서 제시하는 가변 길이 정보 메시지 최적화 방법은 다음과 같이 구성된다: (1) 가변 길이 정보 메시지 최적화 절차, (2) 가변 길이 정보 메시지 최적화-회복 절차, (3) 가변 길이 정보 메시지 경량화 명세 정의 규칙, (4) 가변 길이 정보 메시지 경량화 변환 규칙, 그리고 (5) 가변 길이 정보 메시지 경량화 회복 규칙.

4.1 가변 길이 정보 최적화 절차

가변 길이 정보 메시지 최적화 절차는 아래의 두 단계로 이루어진다.



[그림 2] 최적화를 위한 가변 길이 정보 메시지 최적화 시스템의 경량화 모듈 활동 다이어그램

단계 1) 정보 필드 삭제: 가변 길이 정보 메시지에서 부가적인 정보를 표현하는 정보 필드를 삭제한다.

단계 2) 정보 필드 압축: 가변 길이 정보 메시지 필드들 중에서 압축 가능한 정보 필드 데이터를 식별하고 압축하여 전송한다.

[그림 2]와 같이, 가변 길이 정보 메시지 최적화 시스템은 경량화 모듈을 통하여 다음의 경량화 절차를 진행한다.

1. 가변 길이 정보 메시지 최적화 시스템에 입력된 정보 메시지의 메시지 헤더필드를 확인하여, 어떠한 유형의 정보 메시지인지를 파악한다.
2. 가변 길이 정보 메시지 최적화 시스템의 경량화 모듈은 경량화된 가변 길이 정보 메시지 명세를 참조하여 입력된 정보 메시지에서 경량화 대상 정보 필드가 있는지 확인한다.
3. 가변 길이 정보 메시지 최적화 시스템의 경량화 모듈은 경량화 대상 정보 필드의 데이터를 삭제하고, 메시지 헤더필드에 경량화 수행 여부를 표시한다.

최종적으로, 가변 길이 정보 메시지 최적화 시스템의 경량화 모듈에서 생성된 경량화된 정보 메시지는 압축 모듈로 전달된다. [그림 3]과 같이, 가변 길이 정보 메시지 최적화 시스템은 압축 모듈을 통하여 다음의 압축 절차를 진행한다.

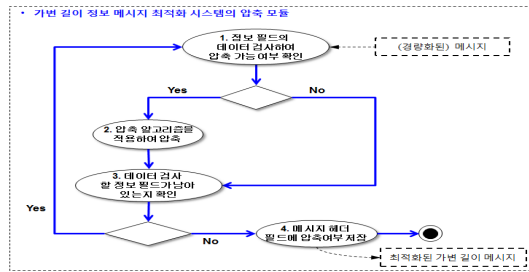
1. 가변 길이 정보 메시지 최적화 시스템의 경량화 모듈에서 전달된 정보 메시지는 (문법필드를 제외) 정보필드의 데이터를 검사하여 압축 가능성 여부를 확인한다.
2. 압축 가능한 데이터일 경우, 압축 알고리즘을 적용하여 압축한다.
3. 데이터 검사를 수행할 정보 필드가 남아 있는지 확인한다.
4. 데이터 검사를 수행할 정보 필드가 남아 있으면, 위의 절차를 반복적으로 수행하고, 더 이상 데이터 검사를 수행할 정보 필드가 남아 있지 않으면, 메시지 헤더필드에 압축 여부를 저장한다. (단, 한번 이상의 압축 알고리즘이 적용 되었을 경우에만, 압축 여부를 저장한다)

최종적으로, 가변 길이 정보 메시지 최적화 시스템의 압축 모듈에서 생성된 압축된 정보 메시지는 최적화된 메시지로 지정된다. 최적화된 정보 메시지는 네트워크 망을 통하여 수신자 측에 있는 가변 길이 정보 메시지 최적화 시스템에게 전달된다.

4.2 가변 길이 정보 최적화-회복 절차

가변 길이 정보 메시지 최적화-회복 절차는 아래의 두 단계로 이루어진다.

단계 1) 정보 필드 복원: 가변 길이 정보 메시지에서 삭제된 정보 필드를 경량화 회복 규칙에 따라 회복한다.



[그림 3] 최적화를 위한 가변 길이 정보 메시지 최적화 시스템의 압축 모듈 활동 다이어그램

단계 2) 정보 필드 압축-회복: 가변 길이 정보 메시지 필드들 중에서 압축된 정보 필드 데이터를 식별하고 회복한다.

[그림 4]와 같이, 가변 길이 정보 메시지 최적화 시스템은 경량화 모듈을 통하여 다음의 경량화-회복 절차를 진행한다.

1. 가변 길이 정보 메시지 최적화 시스템에 입력된 (최적화된) 정보 메시지의 헤더 필드를 확인하여, 어떠한 유형의 정보 메시지 인지를 파악한다.
2. 입력된 정보 메시지의 헤더 필드를 확인하여, 경량화가 수행되었는지 확인한다.
3. 경량화가 수행된 정보 메시지에 대하여, 삭제된 메시지 필드 데이터를 경량화 회복 규칙에 따라 복원한다. 또한, 메시지 헤더 필드에 경량화 수행 여부 표시를 삭제한다.

최종적으로, 가변 길이 정보 메시지 최적화 시스템의 경량화 모듈에서 생성된 경량화에서 회복된 정보 메시지는 압축 모듈로 전달된다. [그림 5]와 같이, 가변 길이 정보 메시지 최적화 시스템은 압축 모듈을 통하여 다음과 같은 경량화-회복 절차를 진행한다:

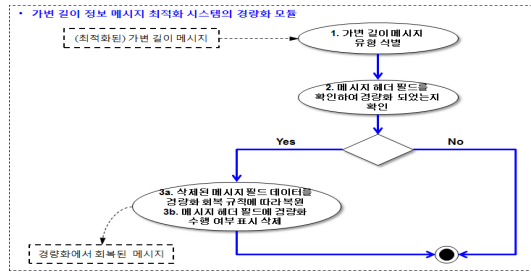
1. 가변 길이 정보 메시지 최적화 시스템의 경량화 모듈에서 전달된 정보 메시지의 헤더 필드를 보고 압축여부를 확인한다.

2. 압축 알고리즘을 적용한 정보 메시지에 대하여, (문법필드를 제외) 정보필드의 데이터를 검사하여 압축된 정보 필드 인지를 확인한다.
3. 압축된 정보 필드일 경우, 회복 알고리즘을 적용하여 회복한다.
4. 압축 여부 검사를 수행할 정보 필드가 남아 있는지 확인한다.
5. 압축 여부 검사를 수행할 정보 필드가 남아 있으면, 위의 2번과 3번 절차를 반복적으로 수행하고, 더 이상 압축 여부 검사를 수행할 정보 필드가 남아 있지 않으면, 메시지 헤더 필드의 압축여부를 삭제한다.

최종적으로, 가변 길이 정보 메시지 최적화 시스템의 압축 모듈에서 압축 회복된 정보 메시지는 수신자에게 전달된다.

4.3 가변 길이 메시지 경량화 명세 정의 규칙

본 절에서는 가변 길이 정보 메시지 명세에서 경량화 대상이 되는 정보 필드를 선정하는 경량화 명세 정의 규칙들을 제시한다. 가변 길이 정보 메시지 최적화 시스템의 경량화 모듈은 다음의 경량화 명세 정의 규칙으로 바탕으로 생성된 경량화된 가변 길이 정보 메시지 명세를 참조하여 부가적인 정보를 표현하는 정보 필드를 삭제한다.



[그림 4] 최적화-회복을 위한 가변 길이 정보 메시지 최적화 시스템의 경량화 모듈 활동 다이어그램

경량화 명세 정의 규칙-1

조건 1) 도메인 전문가가 경량화 대상 후보 필드를 알고 있다. (도메인 전문가는 메시지가 사용되는 도메인의 전문가 혹은 메시지에 관련된 프로토콜 전문가를 의미한다)

조건 2) 경량화 대상 정보 필드가 문법 필드에 영향을 받지 않는 독립적인 정보 필드이다.

수행 - 메시지 명세에 해당 정보 필드를 경량화 대상 필드로 표시한다.

경량화 명세 정의 규칙-2

조건 1) 도메인 전문가가 경량화 대상 후보 필드를 알고 있다.

조건 2) 해당 경량화 대상 후보 필드가 FPI 혹은 FRI 문법필드에 영향을 받는다.

수행 - 메시지 명세에 해당 정보 필드와 문법 필드 모두를 경량화 대상 필드로 표시한다

경량화 명세 정의 규칙-3

조건 1) 도메인 전문가가 경량화 대상 후보 필드를 알고 있다.

조건 2) 해당 경량화 대상 후보 필드가 GPI 혹은 GRI 문법필드에 영향을 받는다.

수행 1 - 해당 문법필드에 영향을 받는 모든 정보 필드가 경량화 대상인 경우, 메시지 명세에 해당 정보 필드들과 문법 필드 모두 경량화 대상 필드로 표시한다.

수행 2 - 해당 문법필드에 영향을 받는 모든 정보 필드가 경량화 대상이 아닌 경우, 메시지 명세에 해당 정보 필드만 경량화 대상 필드로 표시한다.

경량화 명세 정의 규칙-4

조건 1) 도메인 전문가가 경량화 대상 후보 필드를 알고 있다.

조건 2) 메시지 사례 규칙에 해당 후보 필드가 명시 되어 있다.

수행 - 메시지 명세에 해당 필드는 경량화 대상 필드로 표시하지 않는다.

부가 설명) 사례 규칙에 명시된 메시지 필드는 전술 정보의 유형을 결정하는 주요한 메시지 필드들이므로 경량화 대상에 포함하지 않는다.

경량화 명세 정의 규칙-5

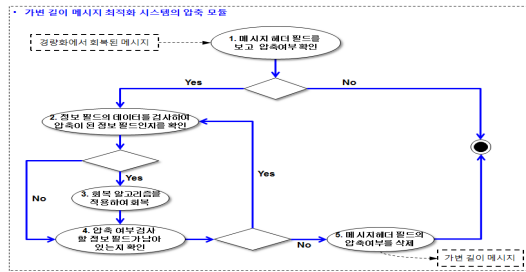
조건 1) 도메인 전문가가 경량화 대상 후보 필드를 알고 있다.

조건 2) 존재 유형의 조건 규칙에서 경량화 대상 후보 필드가 조건절에 명시되어 있다.

수행 1) 메시지 명세에서 조건절의 필드를 경량화 대상으로 표시한다.

수행 2) 메시지 명세에서 수행절의 필드를 경량화 대상으로 표시하지 않는다.

부가 설명) 존재 유형의 조건 규칙에서 조건절의 메시지 필드가 존재하면, 수행절의 메시지 필드와 논리적으로 한 메시지에 동시에 존재



[그림 5] 최적화-회복을 위한 가변 길이 정보 메시지 최적화 시스템의 압축 모듈 활동 다이어그램

하여야 한다. 하지만, 조건절의 전술 정보가 삭제 되면, 수행절의 메시지 필드도 삭제되어야 한다는 조건은 아니다.

경량화 명세 정의 규칙-6

조건 1) 도메인 전문가가 경량화 대상 후보 필드를 알고 있다.

조건 2) 존재 유형의 조건 규칙에서 경량화 대상 후보 필드가 수행절에 명시되어 있다.

수행 1) 메시지 명세에서 조건절의 필드를 경량화 대상으로 표시하지 않는다.

수행 2) 메시지 명세에서 수행절의 필드를 경량화 대상으로 표시한다.

부가 설명) 조건절의 전술 데이터가 수행절의 전술 데이터에 영향을 주지만, 수행절의 전술 데이터는 조건절의 전술 데이터에 영향을 주지 않는다.

경량화 명세 정의 규칙-7

조건 1) 도메인 전문가가 경량화 대상 후보 필드를 알고 있다.

조건 2) 값 할당-존재 유형의 조건 규칙에서 경량화 대상 후보 필드가 조건절에 명시되어 있다.

수행 1) 메시지 명세에서 조건절의 필드를 경량화 대상으로 표시한다.

수행 2) 메시지 명세에서 수행절의 필드를 경량화 대상으로 표시하지 않는다.

부가 설명) 값 할당-존재 유형의 조건 규칙에서 조건절의 메시지 필드의 어떤 특정 전술 데이터에만 영향을 받기 때문에, 수행절 메시지 필드는 영향을 받지 않는다.

경량화 명세 정의 규칙-8

조건 1) 도메인 전문가가 경량화 대상 후보 필드를 알고 있다.

조건 2) 값 할당-존재 유형의 조건 규칙에서 경량화 대상 후보 필드가 수행절에 명시되어 있다.

수행 1) 메시지 명세에서 조건절의 필드를 경량화 대상으로 표시하지 않는다.

수행 2) 메시지 명세에서 수행절의 필드를 경량화 대상으로 표시한다.

부가 설명) 조건절의 전술 데이터가 수행절의 전술 데이터에 영향을 주지만, 수행절의 전술 데이터는 조건절의 전술 데이터에 영향을 주지 않는다.

경량화 명세 정의 규칙-9

조건 1) 도메인 전문가가 경량화 대상 후보 필드를 알고 있다.

조건 2) 존재-값 할당 유형의 조건 규칙에서 경량화 대상 후보 필드가 조건절에 명시되어 있다.

수행 1) 메시지 명세에서 조건절의 필드를 경량화 대상으로 표시한다.

수행 2) 메시지 명세에서 수행절의 필드를 경량화 대상으로 표시하지 않는다.

부가 설명) 존재-값 할당 유형의 조건 규칙에서 어떤 메시지 필드와 수행절의 어떤 특정 전술 데이터가 논리적으로 한 메시지에 동시에 존재해야 한다. 조건절의 전술 데이터가 삭제되면, 수행절에서도 메시지 필드가 특정 전술 데이터를 가져야 한다는 조건이 생략되는 것뿐, 삭제되어도 된다는 논리적인 의미를 가지는 것이 아니다.

경량화 명세 정의 규칙-10

조건 1) 도메인 전문가가 경량화 대상 후보 필드를 알고 있다.

조건 2) 존재-값 할당 유형의 조건 규칙에서 경량화 대상 후보 필드가 수행절에 명시되어 있다.

수행 1) 메시지 명세에서 조건절의 필드를 경량화 대상으로 표시하지 않는다.

수행 2) 메시지 명세에서 수행절의 필드를 경량화 대상으로 표시한다.

설명) 조건절의 전술 데이터가 수행절의 전술 데이터에 영향을 주지만, 수행절의 전술 데이터는 조건절의 전술 데이터에 영향을 주지 않는다.

경량화 명세 정의 규칙-11

조건 1) 도메인 전문가가 경량화 대상 후보 필드를 알고 있다.

조건 2) 값 할당 유형의 조건 규칙에서 경량화 대상 후보 필드가 조건절에 명시되어 있다.

수행 1) 메시지 명세에서 조건절의 필드를 경량화 대상으로 표시한다.

수행 2) 메시지 명세에서 수행절의 필드를 경량화 대상으로 표시하지 않는다.

부가 설명) 값 할당 유형의 조건 규칙에서 조건절의 특정 전술 데이터와 수행절의 전술 데이터가 논리적으로 한 메시지에 동시에 존재하여야 한다. 조건절의 전술 데이터가 삭제되면, 수행절에서도 메시지 필드가 특정 전술 데이터를

가져야 한다는 조건이 생략되는 것뿐, 삭제되어도 된다는 조건을 의미하는 것은 아니다.

경량화 명세 정의 규칙-12

조건 1) 도메인 전문가가 경량화 대상 후보 필드를 알고 있다.

조건 2) 값 할당 유형(Value Assignment Type)의 조건 규칙에서 경량화 대상 후보 필드가 수행절에 명시되어 있다.

수행 1) 메시지 명세에서 조건절의 필드를 경량화 대상으로 표시하지 않는다.

수행 2) 메시지 명세에서 수행절의 필드를 경량화 대상으로 표시한다.

부가 설명) 조건절의 전술 데이터가 수행절의 전술 데이터에 영향을 주지만, 수행절의 전술 데이터는 조건절의 전술 데이터에 영향을 주지 않는다.

4.4 가변 길이 정보 메시지 경량화 변환 규칙

본 절에서는 경량화가 정의된 가변 길이 정보 메시지 명세를 참조하여 가변 길이 메시지를 경량화된 가변 길이 메시지로 변환하는 규칙들을 제시한다.

경량화 변환 규칙-1

조건 1) 메시지 명세에 특정 정보 필드가 경량화 대상 필드로 표시되어 있다.

조건 2) 입력된 가변 길이 메시지에 해당 정보 필드를 포함된다.

수행 - 메시지의 해당 정보 필드의 데이터를 삭제한다.

경량화 변환 규칙-2

조건 1) 메시지 명세에 특정 FPI 필드가 경량화 대상 필드로 표시되어 있다.

조건 2) 입력된 가변 길이 메시지에 FPI 문법 필드를 포함한다.

수행 - 메시지의 해당 FPI 필드의 데이터를 삭제한다.

경량화 변환 규칙-3

조건 1) 메시지 명세에 특정 FRI 필드가 경량화 대상 필드로 표시되어 있다.

조건 2) 입력된 가변 길이 메시지에 해당 FRI 필드를 포함한다.

수행 - 메시지의 해당 FRI 필드의 데이터를 삭제한다.

경량화 변환 규칙-4

조건 1) 메시지 명세에 특정 GPI 필드가 경량화 대상 필드로 표시되어 있다.

조건 2) 입력된 가변 길이 메시지에 GPI 문법 필드를 포함한다.

수행 - 메시지의 해당 GPI 필드의 데이터를 삭제한다.

경량화 변환 규칙-5

조건 1) 메시지 명세에 특정 GRI 필드가 경량화 대상 필드로 표시되어 있다.

조건 2) 입력된 가변 길이 메시지에 해당 GRI 필드를 포함한다.

수행 - 메시지의 해당 GRI 필드의 데이터를 삭제한다.

4.5 가변 길이 정보 메시지 경량화 회복 규칙

본 절에서는 경량화가 정의된 가변 길이 정보 메시지 명세를 참조하여 경량화된 가변 길이 메시지를 원래의 가변 길이 메시지로 회복하는 규칙들을 제시한다:

경량화 회복 규칙-1

조건 1) 메시지 명세에서 특정 (문법 필드에 영향을 받지 않는 독립적인) 정보 필드가 경량화 대상 필드로 표시되어 있다.

조건 2) 입력된 가변 길이 메시지에 해당 정보 필드가 경량화 수행되었다.

조건 3) 경량화가 수행된 해당 정보 필드가 필수 필드가 아니다.

수행 - 해당 정보 필드의 데이터 회복은 수행하지 않는다.

경량화 회복 규칙-2

조건 1) 메시지 명세에서 특정 (문법 필드에 영향을 받지 않는 독립적인) 정보 필드가 경량화 대상 필드로 표시되어 있다.

조건 2) 입력된 가변 길이 메시지에 해당 정보 필드가 경량화 수행되었다.

조건 3) 경량화가 수행된 해당 정보 필드가 필수 필드이다.

수행 - 해당 정보 필드의 데이터를 'default field data' 혹은 'undefined field data'로 복원한다.

경량화 회복 규칙-3

조건 1) 메시지 명세에 특정 FPI 필드가 경량화 대상 필드로 표시되어 있다.

조건 2) 입력된 가변 길이 메시지에 해당 FPI 필드가 경량화 수행되었다.

조건 3) 경량화가 수행된 해당 FPI 필드가 필수 필드가 아니다.

수행 - 해당 FPI 필드의 데이터 회복은 수행하지 않는다.

경량화 회복 규칙-4

조건 1) 메시지 명세에 특정 FPI 필드가 경량화 대상 필드로 표시되어 있다.

조건 2) 입력된 가변 길이 메시지에 해당 FPI 필드가 경량화 수행되었다.

조건 3) 경량화가 수행된 해당 FPI 필드가 필수 필드이다.

수행 - 해당 FPI 필드의 데이터를 '0'로 복원한다.

경량화 회복 규칙-5

조건 1) 메시지 명세에 특정 FRI 필드가 경량화 대상 필드로 표시되어 있다.

조건 2) 입력된 가변 길이 메시지에 해당 FRI 필드가 경량화 수행되었다.

조건 3) 경량화가 수행된 해당 FRI 필드가 필수 필드가 아니다.

수행 - 해당 FRI 필드의 데이터 회복은 수행하지 않는다.

경량화 회복 규칙-6

조건 1) 메시지 명세에 특정 FRI 필드가 경량화 대상 필드로 표시되어 있다.

조건 2) 입력된 가변 길이 메시지에 해당 FRI 필드가 경량화 수행되었다.

조건 3) 경량화가 수행된 해당 FRI 필드가 필수 필드이다.

조건 4) 해당 FRI에 영향을 받는 정보필드가 경량화 수행되었다.

수행 1 - 해당 FRI 필드의 데이터를 '0'로 복원한다.

수행 2 - 해당 정보 필드의 데이터를 'default field data' 혹은 'undefined field data'로 복원한다.

경량화 회복 규칙-7

조건 1) 메시지 명세에 특정 GPI 필드가 경량화 대상 필드로 표시되어 있다.

조건 2) 입력된 가변 길이 메시지에 해당 GPI 필드가 경량화 수행되었다.

조건 3) 경량화가 수행된 해당 GPI 필드가 필수 필드가 아니다.

수행 - 해당 GPI 필드의 데이터 회복은 수행하지 않는다.

경량화 회복 규칙-8

조건 1) 메시지 명세에 특정 GPI 필드가 경량화 대상 필드로 표시되어 있다.

조건 2) 입력된 가변 길이 메시지에 해당 GPI 필드가 경량화 수행되었다.

조건 3) 경량화가 수행된 해당 GPI 필드가 필수 필드이다.

수행 - 해당 GPI 필드의 데이터를 '0'로 복원한다.

경량화 회복 규칙-9

조건 1) 메시지 명세에 특정 GRI 필드가 경량화 대상 필드로 표시되어 있다.

조건 2) 입력된 가변 길이 메시지에 해당 GRI 필드가 경량화 수행되었다.

조건 3) 경량화가 수행된 해당 GRI 필드가 필수 필드가 아니다.

수행 - 해당 GPI 필드의 데이터 회복은 수행하지 않는다.

경량화 회복 규칙-10

조건 1) 메시지 명세에 특정 GRI 필드가 경량화 대상 필드로 표시되어 있다.

조건 2) 입력된 가변 길이 메시지에 해당 GRI 필드가 경량화 수행되었다.

조건 3) 경량화가 수행된 해당 GRI 필드가 필수 필드이다.

조건 4) 해당 GRI에 영향을 받는 정보필드들이 경량화 수행되었다.

수행 1 - 해당 GRI 필드의 데이터를 '0'로 복원한다.

수행 2 - 해당 정보 필드들의 데이터를 'default field data' 혹은 'undefined field data'들로 복원한다.

5. 가변 길이 정보 메시지 최적화 실험

본 절에서는 가변 길이 정보 메시지 최적화 실험을 수행한다. 본 절의 실험을 통하여 본 논문에서 제안한 가변 길이 정보 메시지 최적화 방법이 유효함을 증명하고자 한다. 본 실험에서는 국방도메인에서 사용되는 VMF 메시지(비트-패턴 기반의 전송 데이터 메시지)들을 실험 대상으로 하며, 최적화된 가변 길이 정보 메시지에 대한 유효성을 아래의 공식을 통하여 검증한다.

$$\text{유효성 검증} = (\text{최적화 이전의 가변 길이 정보 메시지 전송 시간} \times \text{네트워크 Hop 수}) - [(\text{최적화 이후의 가변 길이 정보 메시지 전송 시간} \times \text{네트워크 Hop 수}) + \text{인코딩시간} + \text{디코딩시간}]$$

유효성 검증 공식은 최적화 이전의 전송시간과 최적화 이후의 최적화 수행한 시간과 최적화된 메시지의 전송시간을 합산한 시간을 비교하는 것이다. 즉, 위의 유효성 검증 공식을 적용하여, 양수의 값을 가지면, 최적화가 유효하게 적용되었다고 고려한다. 본 실험에서는 다음과 같이 3가지 유형의 메시지에 대하여 최적화를 수행한다.

(1) 최상의 경우(Best Case: 최대 최적화 효과를 발휘할 것으로 예상되는 메시지를 선정하여 실험을 수행한다)

(2) 최악의 경우(Worst Case: 최소 경량화 효과를 발휘할 것으로 예상되는 메시지를 선정하여 실험을 수행한다)

(3) 산업체 경우(Industrial Case: VMF 메시지 중에서 국방 도메인에서 실제 사용된 메시지에 대하여 실험을 수행한다)

5.1 실험에서 사용한 가변 길이 정보 메시지 유형

본 실험에서는 각 경우에 대하여 다음의 가변 길이 정보 메시지를 대상으로 최적화를 수행한다. (본 논문에서는 보안상의 이유로 다음의 가변 길이 정보 메시지의 구조 및 메시지 필드 데이터들에 대한 상세한 내용은 논의하지 않는다.)

- 최상의 경우: VMF 방공 탄도탄 경보 메시지
메시지 목적: 방공작전관련 탄도탄 경보 전파를 위한 전술 데이터 메시지
네트워크 Hop 수 = 3
- 최악의 경우: VMF 방공 경계/공습경보 메시지
메시지 목적: 방공작전관련 경계/공습경보 전파를 위한 전술 데이터 메시지
네트워크 Hop 수 = 3
- 산업체 경우: VMF 위치보고 메시지
메시지 목적: 아군 및 적군의 위치 정보 전파를 위한 전술 데이터 메시지
네트워크 Hop 수 = 1

5.2 가변 길이 정보 메시지 최적화 실험 결과

본 절에서는 각 경우에 대하여 해당되는 가변 길이 정보 메시지를 최적화를 수행하였으며, 최적화에 필요한 각 세부 활동들에 대한 소요된 시간을 측정하였다. 측정된 세부 활동들은 다음과 같다.

- 경량화 시간: 부가적인 정보를 표현하는 정보 필드 확인 및 삭제 시간
- 정보필드 비트-패턴 압축 시간: 압축가능 확인 및 압축 시간
- 정보필드 비트-패턴 압축-회복 시간: 압축한 비트패턴 확인 및 압축회복 시간
- 경량화-회복 시간: 경량화한 정보 필드 데이터 복원 및 원래의 메시지 명세 기준으로 메시지 복원 시간
- 합계: 전체 메시지 최적화 및 최적화 회복 시간 (합계는 개별 측정요소를 합한 수치가 아니라, 전체 프로세스를 측정한 수치이다)

본 실험에서 사용한 정보필드 비트-패턴 압축 알고리즘은 2 Byte 이상의 정보필드에 대하여 동일한 비트-패턴을 그 비트-패턴과 반복 횟수를 기록하는 Run-Length 압축기법[9]을 응용하였다. 최상의 경우에는 2 Byte 이상의 정보필드에 대하여 최대한 많은 비트-패턴들이 반복되도록 정보필드의 데이터를 설정하였으며, 최악의 경우에는 2 Byte 이상의 정보필드에 대하여 반복되는 비트-패턴이 없도록 정보필드의 데이터를 설정하였다.

(1) 최상의 경우

최상의 경우에는 VMF 방공 탄도탄 경보 메시지를 대상으로 최적화를 수행하였다. VMF 방공 탄도탄 경보 메시지는 최적화 이전의 “1,666비트”에서 최적화 수행 이후 “88”비트”로 최적화가 이루어졌다. <표 1>은 VMF 방공 탄도탄 경보 메시지에 대한 최적화 실험결과를 제시하고 있으며, 실험 결과에 대한 최적화 유효성 검사에 있어서도 “+0.986562초”로 최적화의 유효함을 증명하였다.

**<표 1> VMF 방공 탄도탄
정보 메시지 최적화 실험결과**

측정요소	측정된 시간(초)
경량화 시간	0.000018
정보필드 비트-패턴 압축시간	0.000362
정보필드 비트-패턴 압축-회복 시간	0.000551
경량화 회복 시간	0.000008
합계	0.000938

● 최적화 유효성 검사:

$$\left(\frac{1,666 \text{ bits}}{4,800 \text{ bps}}\right) \times 3 \text{ hop} - \left[\left(\frac{86 \text{ bits}}{4,800 \text{ bps}}\right) \times 3 \text{ hop} + 0.000938\right]$$

= + 0.986562 seconds

(2) 최악의 경우

최악의 경우에는 VMF 방공 경계/공습경보 메시지를 대상으로 최적화를 수행하였다. VMF 방공 경계/공습경보 메시지는 최적화 이전의 “14비트”에서 최적화 수행 이후 “13”비트”로 최적화가 이루어졌다. <표 2>는 VMF 방공 경계/공습경보 메시지에 대한 최적화 실험결과를 제시하고 있으며, 실험 결과에 대한 최적화 유효성 검사에 있어서도 “+0.000603초”로 최적화의 유효함을 증명하였다.

**<표 2> VMF 방공 경계/공습경보
메시지 최적화 실험결과**

측정요소	측정된 시간(초)
경량화 시간	0.000006
정보필드 비트-패턴 압축시간	0
정보필드 비트-패턴 압축-회복 시간	0
경량화 회복 시간	0.000003
합계	0.000008

● 최적화 유효성 검사:

$$\left(\frac{14 \text{ bits}}{4,800 \text{ bps}}\right) \times 3 \text{ hop} - \left[\left(\frac{13 \text{ bits}}{4,800 \text{ bps}}\right) \times 3 \text{ hop} + 0.000008\right]$$

= + 0.000603 seconds

(3) 산업체 경우

산업체 경우에는 실제로 국방 도메인에서 사용된 VMF 위치보고 메시지를 대상으로 최적화를 수행

하였다. VMF 위치보고 메시지는 최적화 이전의 “261비트”에서 최적화 수행 이후 “205”비트”로 최적화가 이루어졌다. <표 3>은 VMF 위치보고 메시지에 대한 최적화 실험결과를 제시하고 있으며, 실험 결과에 대한 최적화 유효성 검사에 있어서도 “+0.011494초”로 최적화의 유효함을 증명하였다.

<표 3> VMF 위치보고 메시지 최적화 실험 결과

측정요소	측정된 시간(초)
경량화 시간	0.000018
정보필드 비트-패턴 압축시간	0.000028
정보필드 비트-패턴 압축-회복 시간	0.000117
경량화 회복 시간	0.000010
합계	0.000172

● 최적화 유효성 검사:

$$\left(\frac{261 \text{ bits}}{4,800 \text{ bps}}\right) \times 1 \text{ hop} - \left[\left(\frac{205 \text{ bits}}{4,800 \text{ bps}}\right) \times 3 \text{ hop} + 0.000172\right]$$

= + 0.011494 seconds

가변 길이 정보 메시지 최적화 실험에서는 본 절에서 제시한 모든 경우에 대하여 수행한 최적화가 유효함을 증명하였다.

6. 결 론

본 논문은 제한된 대역폭을 갖는 무선 네트워크 환경에서 비효율적인 전송을 해결하기 위한 방법을 제시하였다. 기존의 정보 메시지 최적화 기술은 정보 메시지를 다양한 데이터 압축 기술을 사용하여, 메시지 전체의 물리적인 사이즈를 줄이려고 노력하였다. 기존 기술에서는 정보의 정확성을 최우선으로 고려하였고, 정보 메시지 최적화 수행 시, 압축 전/후가 동일한 비손실 압축 기법만을 사용하였다. 하지만, 이러한 비손실 압축 기법만을 사용하면, 압축효율성이 현저하게 떨어져, 제한된 대역폭을 갖는 무선 네트워크 환경에서의 효율적인 전송이 이루어지지 않는다.

가변 길이 정보 메시지는 컴퓨터 네트워크 시스템을 통하여 효율적인 정보 제공을 하기 위하여 개발된 통신 프로토콜 표준이다. 이러한 가변 길이 정보 메시지는 정보 수신자의 정보 요구 수준에 따라 혹은 정보 수신자의 정보 보안 수준에 따라 정보의 상세함을 가변적으로 조절할 수 있도록 설계된 메시지이다. 하지만, 상세한 정보를 표현하는 가변 길이 정보 메시지는 제한된 대역폭을 가지는 무선 통신환경에서 효율적인 정보교환이 이루어지지 않는다.

본 논문에서는 가변 길이 정보 메시지를 대상으로 하여 메시지 필드 단위의 정보 메시지 최적화 방법을 제시하였다. 본 논문에서는 국방 도메인에서 사용되는 가변 길이 정보 메시지인 VMF 전술 데이터 메시지를 대상으로 메시지 최적화 실험을 수행하였으며, VMF 전술 데이터 메시지 최적화 실험을 통하여 본 논문에서 제안한 최적화 방법의 유효함을 증명하였다. 추후 연구에서 본 연구진은 관련연구에서 언급한 비손실압축 기법을 사용하는 최적화 방법과 본 연구에서 제안한 방법의 비교 실험을 수행할 예정이다.

참 고 문 헌

- [1] DoD (Department of Defense), Interface Standard TADIL-J MIL STD 6016A, JEBCA Teston VA, April 1999.
- [2] DoD (Department of Defense), MIL-STD-6017, Variable Message Format(VMF), 2002.
- [3] Go, K., Kang, Sungwon, Kim, M., Lee, J., "A Systematic Test Case Generation Approach for Testing Message Length Variability", IEEE Fourth International Conference on Software Testing, Verification and Validation (ICST), pp.397~406, 2011.
- [4] Handel, R., Huber, M. N., Schroder, S., ATM Networks: Concepts, Protocols, Applications, Addison-Wesley Longman Ltd., Essex, UK, 1998.
- [5] 진용선, 정정화, "실시간 데이터 압축을 위한 Lempel-Ziv 압축기의 효과적인 구조의 제안", 전자공학논문지, 제37권, 제3호, 2000.
- [6] 김현철, 류재경, 정선이, 정진욱, "허프만 부호를 이용한 압축/암호 결합 알고리즘", 한국정보과학의 학술발표 논문집, 제18권, 제1호, 1991.
- [7] 박일남, "전자상거래 문서 보안을 위한 Run-length 거리 혼합 합성 알고리즘에 관한 연구", 한국정보기술 학회논문지, 제4권, 제4호, 2006.
- [8] Sayood, K., "Introduction to Data Compression," 2nd Ed., Morgan Kaufmann Publishers, 2000.
- [9] The Internet Society, RFC2460: Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification, 1998.
- [10] The Internet Society, RFC3095: Robust Header Compression (ROHC) Framework and Four Profiles, 2001.
- [11] Tomohiko, U., "Introduction to the document data compression algorithm," Sungandang, 1995.
- [12] Zhang, L., Deering, S., Estrin, D., Shenker, S., and Zappala, D., "RSVP: A New Resource ReSerVation Protocol," IEEE Network, pp.8~18, 1993.

저자 소개



김진규

2013년 KAIST 졸업(박사)
2013년~현재 국방과학연구소 근무 중



김정민

2013년 KAIST 졸업(석사)
2013년~현재 현대오트론 근무 중



강성원

1982 서울대학교 사회과학대학 졸업
1989 University of Iowa 전산학 석사
1992 University of Iowa 전산학 박사
1993~2001 한국통신(KT) 선임연구원
1995~1996 미국 국립표준기술연구소(NIST) 객원연구원
2001~2005 한국정보통신대학교 조교수
2003~현재 카네기멜론 대학교 MSE 프로그램 겸임교수
2005~2009 한국정보통신대학교 부교수
2009~현재 KAIST 전산학과 부교수



백하은

2013년 KAIST 졸업(석사)
2013년~현재 국방과학연구소 근무 중



권구형

2003년 고려대학교 졸업(석사)
2006년~현재 국방과학연구소 근무 중



정필수

2012년 충남대학교 졸업(학사)
2012년~현재 KAIST 전산학과 석사과정 재학 중



김상수

2003년 경북대학교 졸업(석사)
2003년~현재 국방과학연구소 근무 중