

전술데이터링크 시스템 구축을 위한 가변포맷메시지 시험도구 개발

*고경민, *윤준호, *유현재, *이지현, *강성원, *김명철, **임원기

*한국정보통신대학교(ICU), **국방과학연구소(ADD)

{pureai, yoonjh, yoonow, puduli, kangsw, mckim}@icu.ac.kr, **wklm@add.re.kr

요약: 현대 군의 전술데이터 링크 시스템에 대한 필요에 따라 메시지포맷에 대한 표준화와 이러한 메시지를 해석하기 위한 실시간 파서 생성기, 생성된 파서를 테스트하기 위한 테스트도구 등에 대한 연구의 필요성도 높아지고 있다. 본 연구는 무기체계에 전송된 가변포맷메시지의 헤더 정보와 가변포맷 메시지를 해석하는 파서를 테스트하는 테스트 도구인 AIV(ADD and ICU VMF testing tool) 개발을 목적으로 한다. **본 논문에서는 전술데이터 링크 구축을 위해 테스트 결과를 수신 하기 위한 송수신 기능, 파서의 정상 동작 여부, 응용 헤더, CPU 사이클, 메모리 점유율 등에 대한 모니터링 기능을 수행하는 모니터링 도구에 대한 설계 및 구현 결과를 중심으로 서술 하고자 한다.**

핵심어: 가변메시지 테스트 도구, 가변포맷 메시지, 가변메시지 파서, 자원 모니터링

1. 서론

가변포맷메시지[1]는 미국방성에서 개발한 무기체계간 전술정보 교환의 지원을 위한 정보교환 표준으로서, 전술정보처리 소프트웨어 개발을 지원하기 위한 양식이다.

다각적으로 변화하는 전술정보를 정확하고 빠르게 처리하기 위한 전술 정보 처리 소프트웨어의 특성상 가변적이며 다양한 메시지를 다룰 수 있어야 하며, 이를 위해 변화에 빠르게 대응할 수 있는 컴포넌트 형태의 프로그램 개발이 요구되고 있다.

가변포맷메시지는 비트 중심의 가변길이 형식을 가지기 때문에 이를 해석하기 위한 별도의 파서 개발이 필요하며, 개발된 파서를 기반으로 하여 파서와 무기체계들 간의 상호 운용성을 시험하기 위한 테스트 도구의 개발이 필요하다.

2001년부터 WDM 망[2] 및 관련 보안 분야[3]에서 가변메시지 포맷에 대한 연구가 진행되어 왔으며, 2004년부터 군의 Link

16 개발의 후속으로 가변포맷메시지를 이용한 전술데이터링크체계의 개발[4]이 진행되어 왔다.

전술데이터링크 시스템은 가변길이의 메시지 처리, 메시지 표준에 대한 확장성 확보, 실시간 운용, 시스템 구성요소들 간의 상호운용성 보증 등의 주 이슈들을 가진다. 본 연구에서는 이러한 전술데이터링크 시스템 구축의 일환으로 전술데이터링크 시스템 구성요소들 간의 상호운용성을 테스트하기 위한 도구인 AIV(ADD and ICU VMF testing tool)를 개발하였다.

AIV는 가변포맷메시지 표준에 맞춰 개발된 파서 생성기로부터 자동 생성된 파서와 응용프로토콜 테스트를 목적으로 한다[5]. 따라서 가변포맷메시지의 (Syntactic) 규칙과 의미론적(Semantic) 규칙을 테스트할 수 있는 테스트메시지 생성 및 저장, 실시간으로 파서 테스트, 응용프로토콜 모니터링 등의 문제를 해결하기 위한 방법이 필요하다.

본 연구에서는 첫 번째 문제의 해결방법으로 DB 화되어 있는 가변포맷메시지를 DNF (Disjunctive Normal Form) 기반으로 정의된 FVMF (Formal VMF) 형식[9]을 사용함으로써 구문규칙뿐만 아니라 의미규칙을 테스트하기 위한 테스트메시지 생성을 용이하도록 하였다. 그리고 가변포맷메시지 구조에 대한 분석을 통하여 메시지 규칙들을 도출하고 시험 요구사항을 정의하였다. 이렇게 생성된 테스트 메시지를 검색, 저장하고 테스트 결과를 보관하기 위한 TDB (Test DB)를 구축하여 실시간 접근이 가능하도록 하였다. 본 연구에서는 AIV의 기능 중 메시지 전송을 위한 응용 헤더처리, 파서 생성기가 자동 생성한 가변포맷메시지 파서가 해당 메시지를 잘 해석하는지 테스트하기 위한 메시지 모니터링 기능과 테스트 메시지를 클라이언트 (파서를 탑재한 무기체계)에게 송신하고 테스트 결과를 수신하는 송수신 기능을 중심으로 기술한다.

논문의 구성은 다음과 같다. 먼저 2 장에서는 가변포맷메시지와 기존 가변포맷메시지 시험도구에 관하여 기술하고, 3 장에서는 본 연구에서 개발한 가변포맷메시지 시험 도구인 AIV 설계 결과 및 주요 구성요소의 기능에 관하여 설명한다. 4 장에서는 구현된 AIV 를 테스트하기 위한 단위, 통합, 성능 시험 시나리오 대하여 기술하고, 이러한 시나리오에 따라 AIV 의 구현 결과를 설명한다. 마지막으로 5 장에서는 결론 및 향후 연구에 관하여 기술한다.

2. 관련 연구

이 장에서는 관련연구로서 **전술정보처리 소프트웨어 개발을 지원하기 위한 양식인 가변포맷메시지와 현재 미군에서 운영 중인 테스트 도구인 VTT (VMF Test Tool)에 대해 설명한다.**

2.1 가변포맷메시지

가변포맷메시지 프로토콜은 디지털 전장화와 무기체계간에 상호운용성을 확보할 목적으로 미 육군 CECOM 에 의해 개발된 메시지 표준이다. 가변포맷메시지는 제한적인 전장의 대역폭 환경에서 실시간 정보 교환에 적합하도록 설계되었다.

가변포맷메시지는 VID (VMF Integrated Database)에서 관리된다. VID 는 가변포맷메시지 표준의 모든 정보(자료 필드와 관련된 파라미터, 구조, 그리고 메시지의 Case 와 Condition)를 관리하고 메시지 내의 필드가 유효한지를 검증한다.

가변포맷메시지의 특성(가변 길이의 메시지 사용)상 표준화된 메시지가 가지는 데이터 표현방식의 제약에서 벗어나 필요에 따라 데이터 필드에 대한 길이를 늘이고 줄이거나, 필요 없는 데이터 필드에 대한 삭제가 가능하도록 설계되었기 때문에 군의 다양한 디바이스 인터페이스에 맞추어 공용의 데이터를 전달할 수 있는 기능을 수행할 수가 있다.

국내에서도 이러한 가변포맷메시지를 위한 메시지 전달 및 처리를 수행하는 전술정보 처리기 소프트웨어 및 실시간 모니터링 및 검사를 위한 테스트도구 등에 대한 연구 개발을 수행 중[5, 6]에 있다.

2.2 VTT (VMF Test Tool)

현재 미군에서 사용되는 가변포맷메시지를 위한 시험 도구는 레돈도시스템사(Redondo

System)[7]에서 개발된 것으로서 다음과 같은 특징을 가진다.

첫째, 데이터베이스에 가변포맷메시지의 문법에 대한 정보 및 통신 규약에 대한 정보를 저장한 후, 프로그램의 실행 시 읽어오는 형태를 취함으로써 차후에 가능한 포맷의 변경에 대한 확장성을 가진다.

둘째, 가변메시지 전송에 있어서 UDP, TCP 및 멀티캐스트를 지원함으로써 다양한 프로토콜에 기반한 메시지의 테스트를 수행할 수 있으며, 전송 시 소요되는 트래픽에 대한 모니터링을 통해 퍼포먼스를 측정할 수 있는 기능을 가지고 있다.

셋째, 전달된 가변포맷메시지의 유효성(valid) 테스트를 통하여 필드 정보의 유실 및 오전달로 인한 변경에 대한 검사를 수행할 수 있다. 또한 반복수행, 지연수행, 연계 수행을 통해 가변메시지 전달의 안정성 및 에러발생 체크기능을 가지고 있다.

마지막으로, 테스트 시 사용되는 메시지를 데이터베이스에 저장된 가변메시지 포맷에 대한 문법을 기반으로 하여 자동으로 생성함으로써 사용자의 편의를 돕는 기능을 가지고 있다.

위에서 본 바와 같이 레돈도시스템에서 개발한 VTT 의 경우 가변메시지의 테스트를 위한 기본적인 기능과 더불어 포맷에 대한 확장성도 지원하고 있는 점을 장점으로 가지고 있다. 하지만 가변메시지 처리를 위한 파서 성능에 관련된 데이터 값이 누락된 점, 테스트에 사용되는 시스템에 대한 평가가 누락된 점과 사용자의 이해를 돕기 위한 결과값에 대한 시각적인 표현이 부족한 점은 단점으로 지적할 수가 있다.

3. AIV 시스템 설계

3 장에서는 본 연구를 통해 구현한 AIV 시스템 구조와 AIV 의 주요 구성요소인 TDB, 송수신기, 모니터링 도구에 대해 기술한다.

3.1 AIV 시스템 구조

AIV 는 클라이언트서버 구조와 더불어 외부 파서 시스템으로 구성되어 있다. 클라이언트에는 실제 테스트 대상이 되는 파서가 탑재되어 있으며, 파서는 일반 데스크 탑 컴퓨터가 아닌 RISC 칩의 임베디드 시스템에 내장되어 있는 것을 고려해서 송수신 및 기타 최소한의 기능만을 가지고 있도록 설계한다.

그림 1 은 AIV 의 개념적 아키텍처이다. 송수신기는 서버/클라이언트 구조로 되어있고,

응용헤더 정보는 TDB 의 C1 을, 테스트 메시지는 TDB 의 C3, C4 를 참조한다.

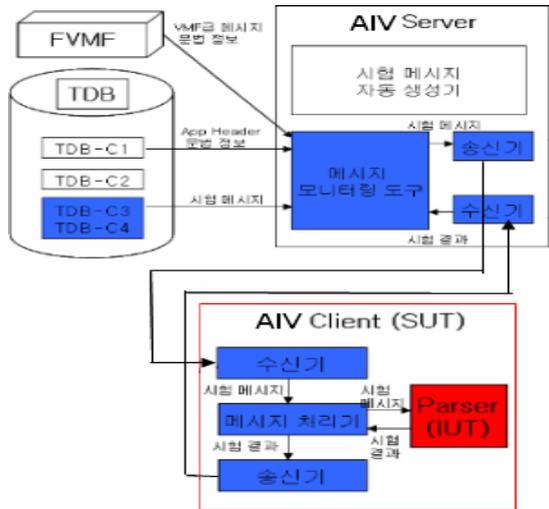


그림 1. AIV 시스템 구조

AIV 서버는 테스트 메시지를 AIV 클라이언트로 전송하고, AIV 클라이언트가 파서에 입력하고 해석한 결과 값을 돌려받는다. 메시지 모니터링 도구는 AIV 클라이언트로부터 전송 받은 테스트 메시지 해석 결과를 분석하여 파서가 메시지를 올바르게 해석하는 지와 성능 요구사항을 만족하는지를 테스트한다.

3.2 TDB

TDB 는 시험자료 생성도구에 응용헤더 문법 정보를 제공하며, 생성된 테스트 메시지를 보관하는 것을 주 기능으로 하며, 추가적으로 시험 자료 생성도구가 테스트 메시지를 능률적이고 신속하게 생성할 수 있도록 테스트 메시지 구성 정보를 제공하는 기능을 수행한다 [그림 2].

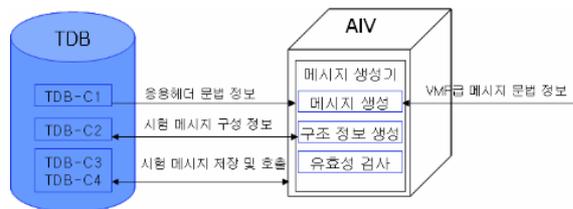


그림 2. TDB 구조

[그림 3]은 TDB 를 중심으로한 정보의 흐름을 보여준다. 가변포맷메시지 문법 정보는 가변포맷메시지 표준을 참조하고, 응용헤더 문법 정보는 추가적으로 설계하여 저장한다. 시험 메시지 구성 정보는

가변포맷메시지 문법 정보와, 응용헤더 문법 정보를 이용하여 시험자료 생성도구가 시험 메시지 생성하는 것을 도우며, 시험 메시지의 저장이란 시험자료 생성도구가 검증을 위해 생성된 모든 형태의 시험 메시지들의 저장을 의미한다.

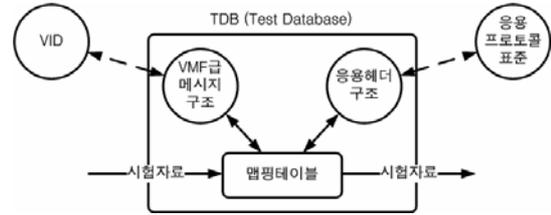


그림 3. TDB의 정보 흐름

3.3 송수신기

송수신기 및 메시지 모니터링 도구는 시험 메시지를 이용하여 테스트를 수행하고, 시험 메시지는 데이터베이스에 저장되어 있는 응용헤더 문법 정보와 가변포맷메시지 문법 정보를 이용하여 모니터링을 하게 된다. 시험 메시지와 각각의 정보는 3.2.1 에서 본 바와 같이 TDB 컴포넌트에 저장되어 있다 [그림 4].

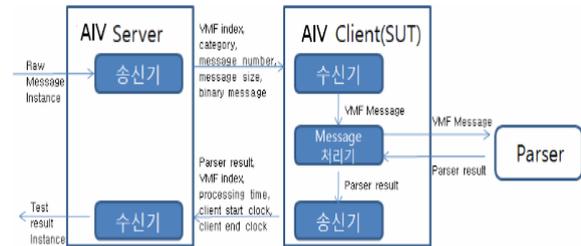


그림 4. 송수신기의 모듈

AIV에서 시험자료의 송수신 처리기는 응용헤더 프로토콜 표준(MIL-STD-2045-47001D) 의 Appendix B[8]에 기술되어 있는 S/R (Segmentation/Reassembly) 프로토콜을 기반으로 한다.

S/R프로토콜은 미 국방부 군사용 목적 하에 개발된 전송 프로토콜로 전송 상에서 요구되는 데이터의 분할과 분할 전송된 데이터의 재조합을 통하여 가변 길이를 갖는 테스트메시지의 전송을 지원한다.

AIV의 송수신 처리기에 S/R 프로토콜이 사용된 이유는 네트워크에서 전송 효율성을 높이고 가변적인 데이터의 분할과 완결성을 충족시키기 위한 손실 복구기능을 갖추기 위함이며, S/R 프로토콜은 상대적으로 큰 사이즈의 데이터 전송 시 데이터를 분할하여 전송하게 하여 하위 계층에서 MTU(Maximum Transmission

전송해도 오동작이 일어나지 않는지 등을 검사한다 [표 1].

표 1. 송수신기 시험 시나리오

구분	설명
드라이버	AIV 메인모듈
테스트모듈	송수신기
스텝	메시지 모니터링 도구
시험케이스	<ul style="list-style-type: none"> - 클라이언트가 시험 메시지를 수신하지 못한 경우 - 서버가 시험 결과를 수신하지 못할 경우 - 서버가 클라이언트 처리 속도 고려 없이 메시지를 계속 보낼 경우

(2) 메시지 모니터링 도구 시험

가변포맷메시지는 FPI, FRI, GPI, GRI 의 값에 따라서 가능한 모든 형태의 메시지를 모니터링 할 수 있는지 검사한다 [표 2].

표 2. 메시지 모니터링 도구 시험 시나리오

구분	설명
드라이버	AIV 메인 모듈
테스트모듈	가변포맷메시지 모니터링 도구
스텝	화면 출력 모듈
시험케이스	K01.1, K05.1, K05.15 에 대한 테스트 메시지

4.1.2 통합시험

생성된 시험 메시지를 바탕으로 TDB, 송수신 도구 및 모니터링 도구가 함께 잘 수행되는지 검증한다 [표 3].

표 3. 통합시험 시험 항목

구분	설명
드라이버	AIV 메인모듈
테스트모듈	<ul style="list-style-type: none"> - AIV 송수신기 - 메시지 모니터링 도구
스텝	화면 출력 모듈
시험케이스	TDB 에 저장된 K01.1, K05.1, K05.15 에 대한 유효한 시험메시지와 비유효한 시험메시지들

4.1.3 시스템 성능 시험 항목

장기간 반복해서 시험을 수행함으로써 시스템이 실제 실행환경에서 안정적으로 수행되는지 테스트한다. 성능 시험은 시스템 요구사항에서 명세한 성능 요구사항에 따라 다음 항목에 대하여 시험한다 [표 4].

표 4. 시스템 성능 시험 항목 시나리오

구분	설명
안전성	장시간 다수의 테스트에도 안정적으로 동작하는지 검사
사용자 인터페이스	파서의 기능 및 성능 검사 결과가 적절하게 출력되는지 검사

4.2 AIV 구현 결과

AIV 는 UDP 와 TCP 중 메시지 송수신 프로토콜을 선택하여 테스트 메시지를 전송할 수 있으며, 포트 넘버 선택 기능, 필수 필드의 손실 탐지, 최대 재전송 수를 초과하는 그룹의 선택, 필드 에러 보고, Validation log 저장 등의 기능을 제공할 수 있도록 구현되었다. 4.1 절에서 정의한 시험 시나리오에 따라 단위시험, 통합시험, 성능시험을 수행하였으며 본 장에서는 클라이언트/서버 구조와 TDB 를 이용하여 가변포맷메시지의 자동 송수신 및 파서에 대한 검증을 수행하는 메시지 모니터링 도구 부분을 중심으로 한 AIV 의 통합시험결과인 메시지 유효성 검사 결과와 파서 성능 시험 결과를 기술한다.

4.2.1 메시지 유효성 검사 결과

송수신기와 메시지 모니터링 도구의 주 기능은 클라이언트 (무기체계)가 탑재하고 있는 파서가 유효한지를 테스트하는 것이다. 구현된 AIV 는 [부록 그림 1]의 테스트 탭에서와 같이 TDB 에서 읽어온 시험메시지를 파서에 전달하여 해석하도록 하고 그 결과가 예상결과와 동일한지를 확인하여 파서의 유효성을 검사하고 그와 관련된 정보를 스크린에 표시한다.

[부록 그림 1]의 테스트 탭에서 인덱싱되어 있는 테스트 메시지들 중 하나를 클릭하면 좌측 하단에 위치한 서브화면에 메시지번호, 메시지 사이즈, 클라이언트 주소와 메시지의 목적에 대한 설명이 나타난다. 우측 하단에 위치한 서브화면에는 가변포맷메시지 문법에 의거하여 메시지를 트리 구조로 보여주며, 그 값의 확인도 가능하다. 테스트 메시지는 유효한 메시지와 비유효한 메시지들로 구성되며 파서가 유효한 메시지에 대해서는 'Pass' 판결을 비유효한 메시지에 대해서는 'Fail' 판결을 하면 해당 파서는 정상 동작하는 것으로 판단될 수 있다.

[부록 그림 2]에서와 같이 'Test Monitor' 탭을 누르면 TDB 로부터 읽어온 테스트 메시지들을 자동으로 클라이언트로 전송하여

파서에게 해석하도록 한 후, 리턴 값을 받아 유효성 여부를 판독하여 메인 스크린에 표시하고, 서브스크린들에는 성능 측정결과 값들과 FPI/GPI 단위로 분해한 메시지를 볼 수 있다.

좌측 하단 서브스크린에는 메시지를 클라이언트에 보내기 전부터 받을 때까지의 시간인 응답시간 (Response Time)과 파서가 메시지를 해석하는 시간인 파서 처리 시간 (Parser Processing Time)이 각각 *ms/μs* 단위로 측정되어 나타난다. 위의 두 시간들을 바탕으로 파서가 초당 몇 워드의 메시지를 해석 할 수 있는지를 나타내는 Word per Second (WPS) 단위의 측정값도 같이 나타내어지며, 파서가 수행되는 동안 사용된 CPU 클럭 수 또한 측정한 CPU Load 의 값도 같이 나타내어진다.

[그림 7]은 클라이언트 측에 위치한 파서가 서버로부터 시험 메시지를 수신한 후 출력하는 메시지의 일부이다. 클라이언트가 메시지를 수신하면 시험 메시지를 파서로 보내기 전과 후의 시간을 *ns* 단위로 측정하고, 메시지를 해석한 결과를 포함하여 측정시간, CPU 클럭수를 메시지로 만들어서 서버로 재전송을 한다. 서버는 이 메시지를 해석한 결과를 출력한다.

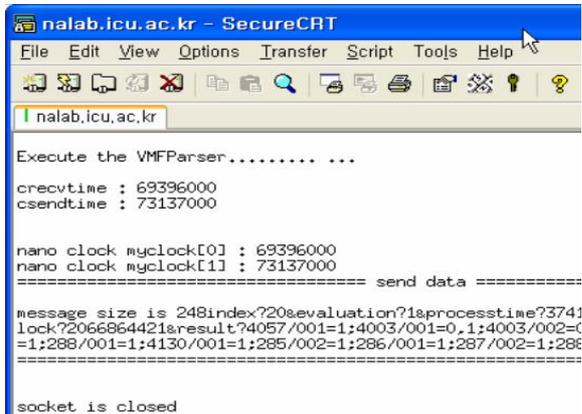


그림 7. 테스트 수행 결과 (클라이언트 측)

4.2.2 파서 성능 검사 결과

[부록 그림 2]의 탭들 중 Test Result 메시지 탭을 누를 경우 [그림 8, 그림 9]와 같은 메시지가 서브 스크린들에 나타난다. 이때 메인 스크린은 가변포맷메시지 유형에 따라 메시지들을 묶은 후, 가변포맷메시지 유형을 인덱스로 하여 그룹화한 메시지들에 대한 정보를 보여준다.

좌측 하단 서브화면에서는 [그림 8]과 같은 결과값을 보여준다. 위에서 언급한 바와 같이 각 테스트 메시지들은 가변포맷메시지 유형에

따라 그룹화한 후 그 결과값이 표시되며, 이때 표시되는 결과값은 총 테스트 메시지 수, 테스트 메시지 중 에러 메시지 수, 에러율, 프로그램 상태, 클라이언트 주소, 그리고 WPS 이다.



그림 8. 테스트 그룹별 파서 성능 결과값

우측 하단 서브화면에서는 [그림 9]와 같은 결과값이 표시된다. 파싱 타임과 CPU 부하가 평균/최대/최소 각 3 개의 값으로 표현되며 이에 대한 결과는 Parsing Time 및 CPU Load 탭에서 그래프로 표현된다.



그림 9. Parsing Time/CPU Load 결과값

5. 결론

본 연구에서는 가변포맷메시지 파서를 시험할 수 있는 테스트 도구인 AIV 를 설계 및 구현하였다. AIV 는 시험 메시지를 송수신기를 통해서 전송하고, 모니터링 도구를 통해 메시지 모니터링과 파서의 기능 및 성능 검사를 수행 할 수 있으며, 향후 업데이트가 용이하도록 각 구성요소들을 모듈화하여 구현되었다.

가변포맷메시지의 처리 및 확장성 확보가 가능하도록 TDB 를 설계하여 향후 변경될 메시지 포맷에 대응할 수 있도록 하였으며, 테스트에 관련된 모든 정보가 기록되고 서버에서 보여짐으로 가변포맷메시지의 실시간 처리 및 모니터링을 위한 기반을 마련하였다.

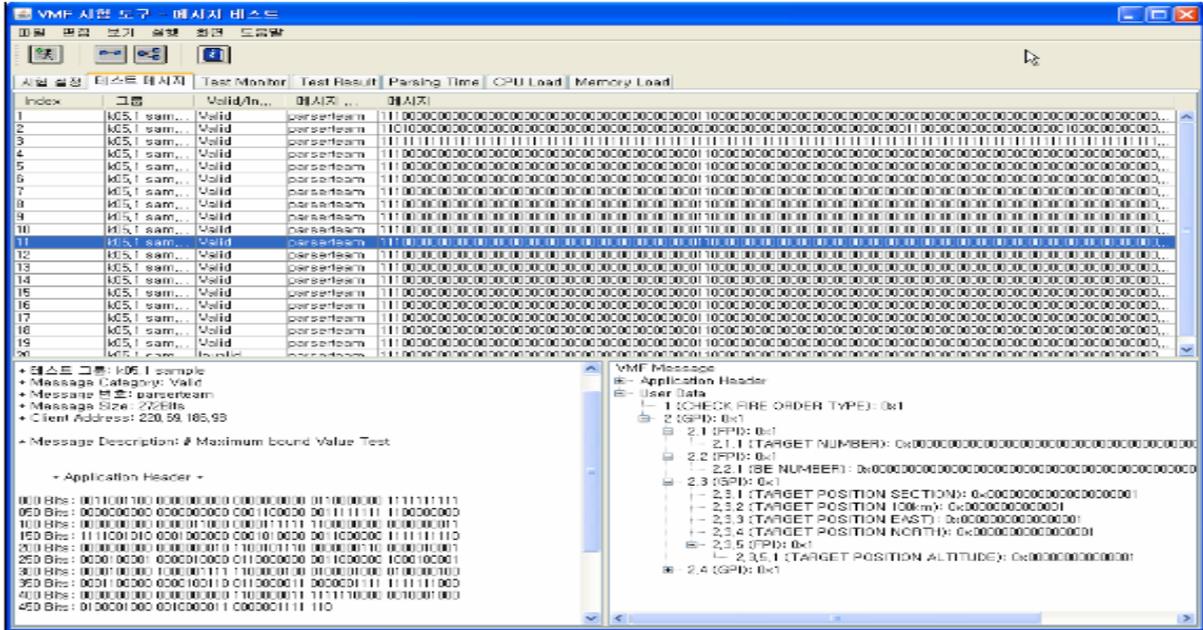
AIV 는 기존의 가변포맷메시지 파서 테스트 이외에도 군사적인 측면에서 기존의 전송 데이터 링크 망의 성능 및 취약성을 분석하여

성능 강화와 취약성 보안을 기대할 수 있다. 또한 상업적인 측면에서는 가변포맷메시지 처리 기술을 활용하여 이동 단말이 상이한 프로토콜을 사용하는 기지국을 제약 없이 사용하게 함으로서, 이동통신망의 확대 및 신뢰성 있는 서비스를 제공할 수 있게 하는 효과가 기대된다. 향후 테스트 메시지 자동생성 및 실행을 위한 시험메시지 자동생성도구 (그림 1 참조)를 추가 구현하여 테스트 커버리지 정책에 따라 보다 용이한 테스트가 이루어지도록 할 예정이다.

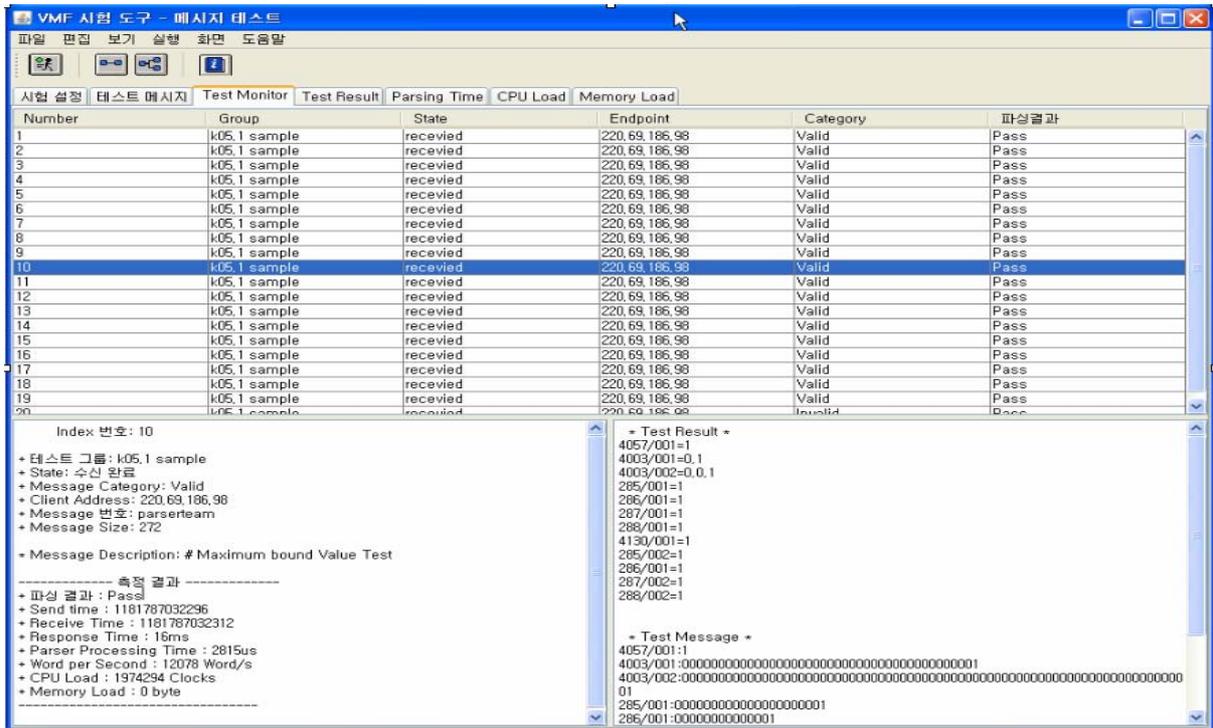
참고문헌

- [1] Department of Defense, MIL-STD-6017, Variable message Format, 2004
- [2] 황인환, 신의정, 진교홍, "WDM Local Network 에서 선예약슬롯을 이용한 가변길이 메시지 지원 프로토콜", 한국해양정보통신학회 2001 춘계종합학술대회지 제 5 권 제 1 호, 2001
- [3] 홍진권, 박영미, 손영호, 윤장홍, "가변메시지 형식체계에서 통신 보안을 위한 비트동기 정보의 전송영향 분석", 대한전기학회논문지 시스템및제어부분 D, 2005
- [4] 전병욱, 김의순, "한국군 전술데이터링크 체계 구축을 위한 제언", 국방정책연구, 2003
- [5] 김의순, "전술데이터링크 운용개념과 C4ISR 체계", 국방정책연구 특집 논문지, 2006
- [6] 오행록, 구흥서, "VMF 전술데이터링크 기술", 한국통신학회지(정보와 통신), 제 24 권 제 10 호, 2007
- [7] REDONDO SYSTEMS INCORPORATED, www.redondosystems.com
- [8] Department of Defense, "Connectionless Data Transfer Application Layer Standard", Military Standard MIL-STD-2045-47001D, US, 2005
- [9] 김진규, 이지현, 강성원, "효율적인 파싱을 위한 형식화한 가변 포맷 메시지", 2006 년 한국통신학회 추계 종합 학술대회 논문집 Vol. 35, 2006.

부록



부록 그림 1. 테스트 메시지 목록



부록 그림 2. 테스트 수행 결과 (서버)