

## 네트워크중심전(NCW)을 위한 UMPC 기반 데이터 링크 시스템 설계 및 구축

The Design and Implementation of the Data Link System based on the  
Off-the-shelf Ultra Mobile Personal Computer for Network Centric  
Warfare(NCW)

심 동 섭<sup>\*,\*\*</sup>    김 기 형<sup>\*\*</sup>  
Dong-Sub Sim    Ki-Hyung Kim

### Abstract

All of the military aircrafts in Korea Air Force are administered and operated together in the same system regardless of whether they are equipped with the data communication capability or not. The absence of the data communication capability in some of the aircrafts might increase whole kill chain hour at the point of the Network Centric Warfare achievement. Network synergy effects cannot also be desired if the section which is not connected to the network influences to the whole tactical network. Equipping aircrafts with the data communication capability could be done by upgrading the aircrafts, but resulting in high costs and long updating time. This paper is a research about the design and implementation of the UMPC based Data Link System to aircrafts that do not have the data communication capability.

The proposed system grafts the UHF-based wireless modem technology and the aircraft flight mission support software onto the off-the-shelf UMPC and GPS system. The employed UHF radio equipment allows communicating tactic data with another aircrafts on the air, the ground control point, and even the Tactical Air Control Party (TACP) control vehicle that achieve missions with aircrafts. It thereby increases such capabilities as navigation aid, situation awareness, quick target identification and attack. We also applied Closed Air Support(CAS) scenarios, which is very close to the real environment, to the experiments of the proposed system. The experimental results show that the proposed system could support the data communication capability effectively and the flight mission at low costs of money and time.

Keywords : Ultra Mobile Personal Computer(UMPC, 초소형 휴대형 개인 컴퓨터), Tactical Air Control Party(TACP, 전술항공통제반), Air Support Operation Center(ASOC, 항공지원작전본부), Network Centric Warfare(NCW, 네트워크중심전), Closed Air Support(근접항공지원작전)

† 2009년 1월 5일 접수~2009년 3월 20일 게재승인

\* 공군작전전산소(Operational Computing Center of Air Force Operations Command)

\*\* 아주대학교(Ajou University)

책임저자 : 심동섭(sim319@hanmail.net)

## 1. 서 론

미래전의 수행개념은 네트워크를 통하여 정보기술의 이점을 최대한 활용하는 방향으로 발전되어야 할 것이다. 현재 우리들은 항공기에 견고하고 융통성 있는 데이터 통신 능력을 부여하기 위하여 노력 중이다. 그러나 항공기의 경우 개발된 시기에 따라 데이터 통신능력이 구비된 항공기와 구비되지 않은 항공기가 공존하고 있는 것이 현실이다. 네트워크 중심전 수행 측면에서 바라보았을 때 데이터 통신능력을 구비하지 못한 항공기는 UHF Radio(ARC-164)로 음성을 송수신하는 채래식 정보교환 방식을 사용함으로써 전체 Kill Chain 시간 증가라는 부정적인 요소가 발생하고 있다. 또한, 네트워크 시너지 효과를 바라볼 수 없는 실정이다. 이런 데이터통신 능력을 구비하지 않은 항공기에 데이터 통신 능력을 부여하기 위해서는 항공기의 개조가 수반되어야 하나, 개조시의 고비용과 장기간 소요로 인해 어려움을 겪고 있다.

본 논문 연구 배경 다음과 같다.

첫째, 음성 통신 위주로 근접항공지원작전을 수행하고 있는 전투기와 TACP에게 임무 수행시 디지털 데이터 유통이 가능하도록 전술 데이터 링크 시스템 구축이 필요하다.

둘째, 기존 개조 방식에 의한 고가의 개조 비용 및 개조기간의 장기간 소요 문제를 해결할 수 있는 단기간 저비용으로 전투기와 TACP의 전술 데이터 링크 시스템이 구축되어야 한다.

셋째, 상용 IT 기술의 발달에 따라 IT 제품의 군 적용이 보다 용이해 졌으며, 상용 IT제품 활용시 단기간 내 저비용으로 원하는 시스템의 구축이 가능해 졌다.

따라서, 본 논문의 목적은 효과적이고 효율적인 근접항공지원작전 수행을 위하여 기존 TACP 장비와 항공기의 장비 개조 없이 민간상용의 성숙된 기술 및 제품(UMPC, GPS)을 신속하게 도입, 활용하여 무선 MODEM 기술 및 항공기 비행임무지원 소프트웨어 개발 기술을 접목하여 데이터 통신 능력을 구비하지 못한 항공기와 TACP에게 신속하면서도 저비용으로 데이터 통신 능력 제공과 비행임무를 효과적으로 지원하기 위한 UMPC Data Link 체계를 구축하는 것이다.

UMPC는 Ultra Mobile Personal Computer로 노트북 기능을 가지고 있고 휴대 및 이동이 간편한 초소형 PC이다. UMPC Data Link 체계는 이러한 UMPC를 기반으로 상용 제품 및 기술과 군의 임무수행 관련 개

발 기술을 통합한 시스템으로 항공기에 장착 운용중인 기존의 UHF Radio 장비와 연결하여 전술데이터를 송수신하고 조종사에게 항법 보조 및 상황인식 증가, 그리고 신속한 표적식별, 공격에 활용할 수 있는 시스템 이다. 또한 항공기와 함께 임무를 수행하는 TACP의 기존 UHF/HF Radio 장비와 연결하여 전술 데이터를 송수신 한다. 기존 전술데이터 링크와의 전송프로토콜은 상이하며 UMPC를 장착한 지상 및 공중 플랫폼에서만 통신이 가능하다. 메시지 포맷은 기존의 표준에 적정한 것이 없어 별도로 정하였으며, 기존 체계와의 데이터 유통은 추가 연구가 필요하다.

논문의 구성은 실험을 위한 가상 근접항공지원작전 시나리오 설정, 시나리오에 맞는 하드웨어 시스템 구축 및 소프트웨어 시스템 구현, 테스트 베드 구성 및 데이터 통신 테스트, 실제 운용환경 구성 및 실험, 그리고 기대효과 및 향후 연구과제로 구성되어 있으며 구축 시스템은 MND-AF<sup>1)</sup>과 UML를 이용하여 설명하였다.

## 2. 시나리오(Scenario) 및 운용개념

설정된 전장상황은 지상군과 대치하고 있는 적의 목표물을 전투기로 공중 공격하는 근접항공지원작전 상황을 설정하였다. 근접항공지원은 우군과 근접해 있는 적 표적에 대하여 고정익 및 회전익 항공기에 의한 항공 작전이다<sup>2)</sup>.

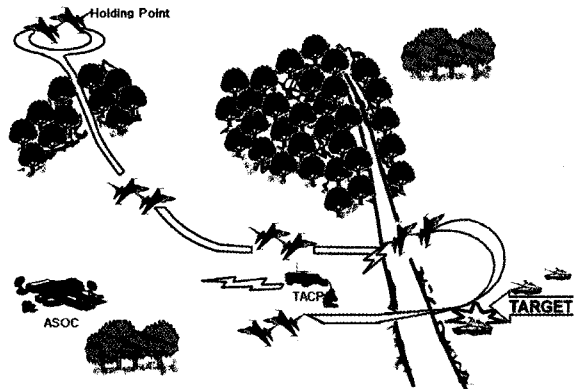


Fig. 1. 시나리오를 적용한 운영개념(OV-1)

Fig. 1은 근접항공지원작전 수행상황을 묘사한 것으로 시나리오는 다음과 같다.

지상 통제요원인 TACP는 본 연구에서 구축된 시스템을 활용하여 ASOC으로 전투기 출동을 HF로 요청하고, ASOC은 요청에 대한 승인결과를 TACP에 HF로 통보한다. 요청에 의해 출동된 전투기는 임무지역 진입 전에 대기지점에서 선회대기 한다. 선회대기 중 전투기는 TACP와 구축된 시스템 활용하여 기존 음성통신 방식인 아닌 디지털 데이터 통신(UHF)으로 표적정보 등 임무에 대한 데이터를 상호간 송수신 한다. 전투기와 TACP간 임무 정보 교환 후 전투기는 목표를 공격한다. 공격 후 전투기는 기지로 귀환한다.

위 시나리오를 적용한 운용개념에서 식별할 수 있는 노드는 각각 Fighter(전투기) 노드, ASOC 노드, TACP 노드이다. 또한 운용개념으로부터 각 노드들의 활동을 식별하였다. TACP 노드는 임무에 대한 CAS 요청서를 작성하여 송신하는 활동과 임무정보를 작성하여 전투기에게 송신하는 활동 그리고 전투기정보를 수신하는 활동을 한다. ASOC 노드는 CAS 요청서를 수신하여 CAS 요청에 대한 CAS 승인서를 작성하고 TACP 노드에게 승인서를 송신하는 활동을 한다. Fighter(전투기) 노드의 활동은 전투기 정보를 작성하고 송신하며 임무정보 수신 그리고 공격계획을 수립하는 활동을 한다.

각 노드들의 활동과 송수신되는 정보, 그리고 각 노드의 연결 관계는 Fig. 2와 같다.

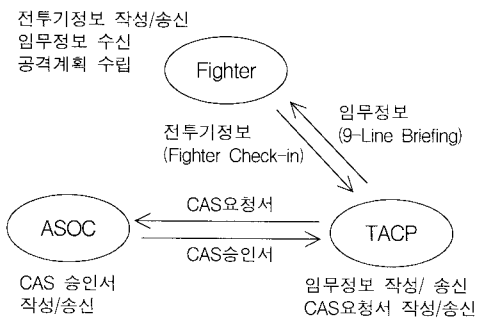


Fig. 2. Operational Node 연결 관계도(OV-2)

각 노드 간에는 표준 양식에 의거하여 CAS 요청서, CAS 승인서, 임무정보, 전투기정보를 작성 송수신하며, TACP와 Fighter 노드간의 송수신 정보는 전투기의 상세 정보를 담은 Fighter Check-in과 표적에 대한 좌표, 공격형태 등의 정보를 담은 9-Line Briefing이다.

각각의 노드들의 연결 관계에 대한 설명은 Table 1과 같다.

Table 1. Operational Node 연결관계 설명서

구분	Sender Node	Sender Activity	Destination Node	Destination Node Activity	통신 매체	Data Type	전송 보안
CAS 요청서	TACP	CAS 요청서 작성/송신	ASOC	CAS 요청서 수신	HF	TEXT	암호화
CAS 승인서	ASOC	CAS 승인서 작성/송신	TACP	CAS 승인서 수신	HF	TEXT	암호화
9-Line Briefing	TACP	임무 정보 작성/송신	Fighter	임무정보 수신	UHF	TEXT	암호화
Fighter Check-in	Fighter	전투기 정보 작성/송신	TACP	전투기 정보 수신	UHF	TEXT	암호화

그리고 시나리오 적용시 Fighter 노드, ASOC 노드, TACP 노드들에서 일어나는 사건의 순서를 시간 기준 표현하면 Fig. 3의 Operational Node event sequence diagrams과 같다.

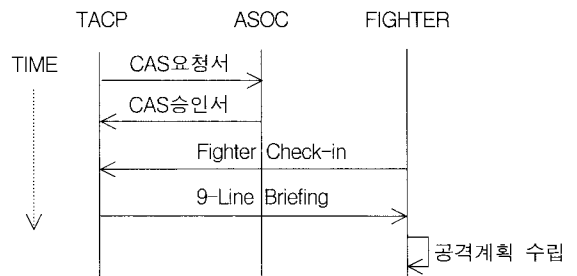


Fig. 3. Operational Node event sequence diagrams (OV-6b)

각 노드간에 송수신 되는 정보의 순서는 CAS 요청서, CAS 승인서, Fighter Check-in, 9-Line Briefing 순이다. 일반적으로 음성통신으로 위와 같은 순서로 임무수행시 임무진행 소요시간은 25~30분 소요된다. 디지털 통신으로 전환하는 수초내지 수분으로 시간 단축이 가능하다.

### 3. UMPC Data Link 체계 구성

운용노드의 연결 관계 Fig. 2로부터 각 노드의 시스템 관계도를 나타내면 Fig. 4와 같다. 전체 체계는 근접항공지원 작전 시나리오를 바탕으로 전투기 체계와, TACP, ASOC 체계로 구성되어 있으며, 이동성과 휴대성을 고려하여, 각 체계 내부에는 동일한 형상을 구현하였다. 즉 각 노드 내의 하드웨어는 UMPC, GPS, MODEM, 그리고 기존 항공기 및 TACP에 장착되어 있는 HF/UHF Radio로 구성 되어 있다. 각 노드는 UHF 또는 HF 통신장비로 디지털 통신을 하게 된다.

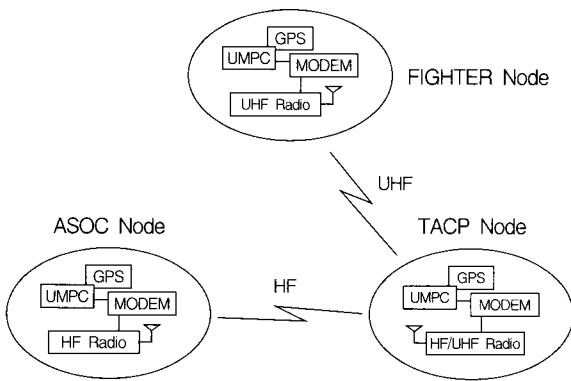


Fig. 4. 시스템 관계도(SV-1b)

전체 UMPC Data Link 체계의 구성은 하드웨어와 소프트웨어로 구성되어 있으며, 하드웨어는 UMPC, GPS, MODEM, HF/UHF Radio이며 소프트웨어는 전자지도 기능, 항법기능, 데이터 전송 및 암호화 기능, 임무계획 기능으로 구성되어 있다. 전체 시스템의 구성과 기능은 Fig. 5와 같다.

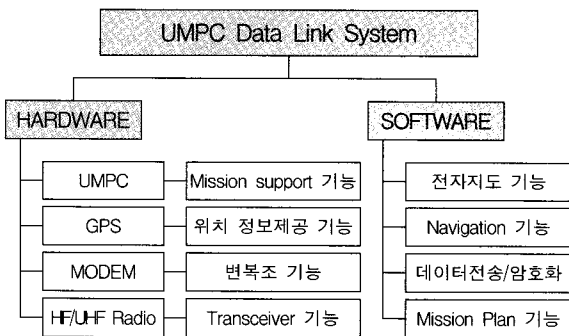


Fig. 5. 시스템 기능 분할도(SV-4)

UMPC는 상용 IT 기술을 활용하여 임무지원 소프트웨어를 탑재하여 전투기 조종사 및 TACP 요원에게 임무에 대한 정보교환 및 전장 상황을 시현 할 수 있는 UMPC 데이터 통신체계의 메인 컴퓨터이자 정보에 대한 시현 체계이다.

GPS는 위성으로 위치 신호를 받아 실시간으로 현 위치를 제공해 주는 역할을 수행하고, 모뎀은 변복조 및 데이터 송수신 기능과 기존의 HF/UHF Radio<sup>4)</sup>는 데이터 전송의 통로 역할을 수행한다.

각 노드별 세부 하드웨어 시스템 구성은 Fig. 6과 같다.

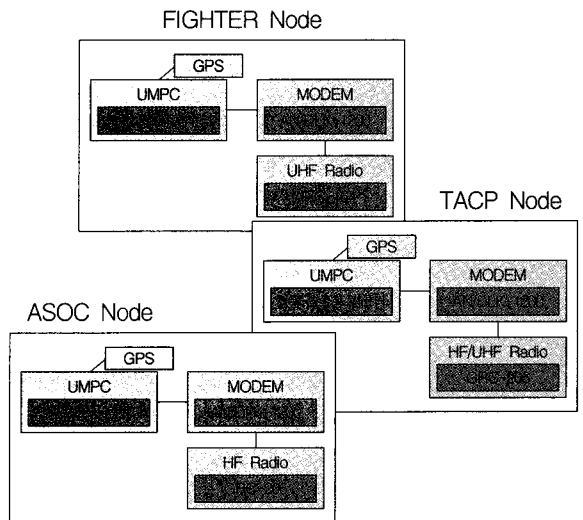


Fig. 6. 노드별 하드웨어 시스템 구성도(SV-12)

소프트웨어 구성은 Fig. 7과 같이 운영체제는 Windows XP이며, 전자지도는 Falcon View, 응용소프트웨어 및 보안 소프트웨어로 구성되어 있다.

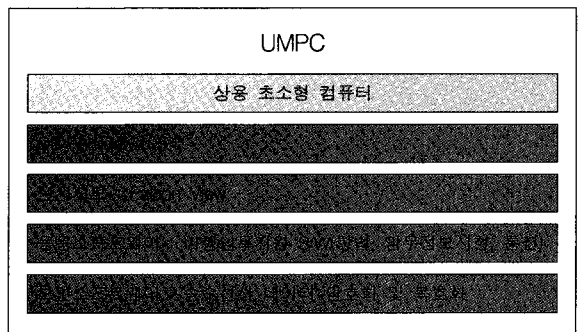


Fig. 7. UMPC 소프트웨어 구성도(SV-12)

응용 소프트웨어는 항법과 비행에 필요한 임무계획 기능 그리고 데이터 송수신 기능 등 비행임무지원 소프트웨어로 구성 되었으며, 데이터 전송시 암호화 알고리즘을 적용하여 데이터를 암호화 하고 수신시는 복호화 하는 암호 모듈로 구성하였다. 이와 같이 하드웨어와 소프트웨어를 통합한 UMPC Data Link 체계는 데이터 통신 기능과 함께 비행 임무시 필요한 항법 및 임무정보를 시현하고 조종사 및 TACP 요원에게 현 위치 등 상황인식과 표적 위치, 사격제원, 그리고 공격경로를 제공한다.

또한 군 임무 특성상 보안대책이 수립되어야 운용이 가능하므로 시스템 전체에 대한 보안은 관리적 보안, 물리적 보안, 기술적 보안으로 구분하여 보안정책을 설정하였다. Table 2는 보안 정책을 반영한 UMPC Data Link 시스템의 보안 구성도 이다.

Table 2. UMPC Data Link 시스템 보안 구성도(SV-13)

보안구분		설 명
유 형	보안요소	
관리적 보 안	시스템 사용자 통제	관리기록부 사용자 ID, 비밀번호 부여
	시스템 LOG-IN 관리	
물리적 보 안	분실 보안대책	지문인식 비밀 SD카드운용
	비밀/일반자료 구분운용	
기술적 보 안	데이터 보안	송수신 암호화 주파수 호핑
	주파수 추적거부	

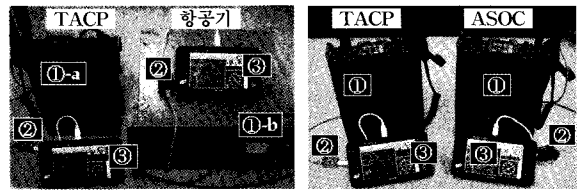
#### 4. 구현 시스템 테스트 및 실험

구현 시스템 테스트는 실험실 내 테스트 베드를 설치하여 데이터 전송을 테스트 하였다. Fig. 8은 테스트 베드로 TACP와 항공기, TACP와 ASOC간의 통신 구성도 및 장비이며 Fig. 4, 6을 구성 한 것이다.

테스트 베드에서의 데이터 통신 실험은 Fig. 2와 Table 1에서 송수신 되는 텍스트 데이터의 전송을 실험 하였다.

통합실험은 실제 야전에 TACP를 전개시켜 비행중인 항공기와 ASOC 간에 시나리오를 기반으로 실제 운영개념을 적용하여 실험 하였다. 즉 지상 통제요원인 TACP는 본 연구에서 구축된 시스템을 활용하여

ASOC으로 전투기 출동을 HF로 요청하고, ASOC은 요청에 대한 승인결과를 TACP에 HF로 통보한다. 요청에 의해 출동된 전투기는 임무지역 진입 전에 대기 지점에서 선회대기 한다. 선회대기 중 전투기는 TACP와 구축된 시스템 활용하여 기존 음성통신 방식인 아닌 디지털 데이터 통신으로 표적정보 등 임무에 대한 데이터를 상호간 송수신 한다. 전투기와 TACP간 임무 정보 교환 후 전투기는 목표를 공격후 기지로 귀환한다.



- ① HF 통신장비(RT-801K) : ASOC, TACP용 HF 통신장비
- ①-a UHF 통신장비(PRC-113) : TACP용 통신장비
- ①-b UHF 통신장비(ARC-164) : 항공기용 통신장비
- ② 데이터 모뎀 : TACP, 항공기 동일
- ③ UMPC(Ultra Mobile Personal Computer)

Fig. 8. 실험실 테스트 베드

Fig. 9는 시나리오를 적용한 실제 통합 실험 구성도 이다.

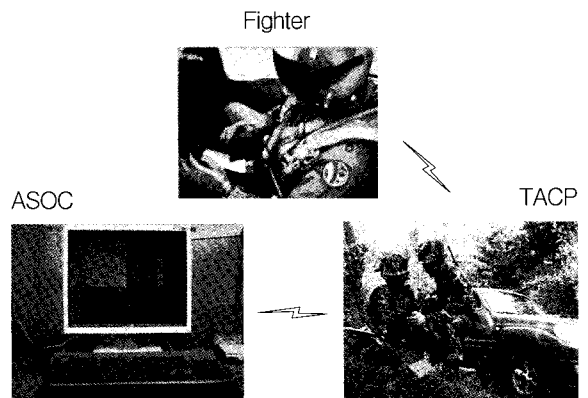


Fig. 9. 시나리오 적용 실제 통합실험 환경 구성

Fig. 10은 TACP 차량 내 UMPC 장착 모습이며 Fig. 11은 항공기에 장착된 UMPC에 지상 TACP가 보내온 9-LINE 텍스트 데이터 수신 화면이고 Fig. 12는 항공기 UMPC상 상황인식, 항법정보, 표적 및 공격경로 등 시현화면이다.



Fig. 10. UMPC 및 TACP 차량내 UMPC 장착 모습

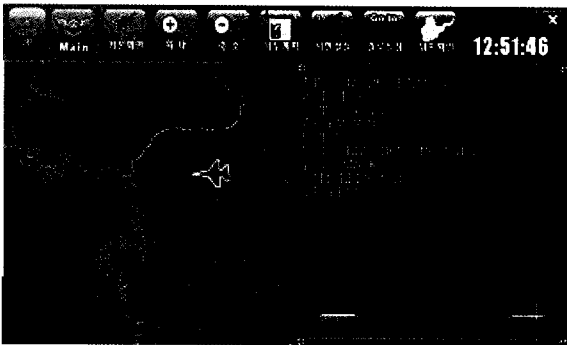


Fig. 11. 항공기 UMPC상 9-LINE 데이터 수신화면

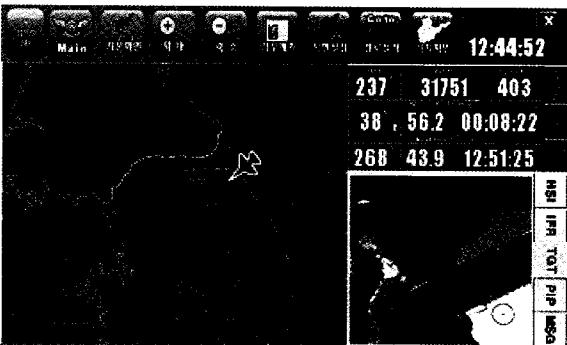


Fig. 12. 항법정보, 지상 표적 및 공격경로 시현화면

시나리오를 적용한 통합실험 내용은 테스트 베드 실험 내용과 동일하며 실험결과는 실내실험 20회와 야전 통합실험 5회를 포함한 결과이다. 디지털 통신시 소요되는 시간은 실제 유통되는 데이터의 크기를 대상으로 최대 소요 시간을 기준으로 실험결과를 측정하였으며, 기존방식인 음성통신 시는 임무가 아무 장애 없이 잘 이루어지는 것을 가정하여 실험결과를 비교 하였다.

디지털 통신과 음성통신 시 소요시간 실험 결과는 Table 3과 같다.

특히, 데이터통신 실험시는 주파수 호핑을 고려하여 패킷사이즈는 64Byte, Packet Header는 16byte, Preamble

Time은 1.5초로 설정후 실험하였다. 이는 최악의 조건을 가정하여 설정한 것으로 패킷사이즈를 크게 하거나 Preamble Time을 적게 설정하면 최대 디지털 통신 소요시간 보다 적은 시간으로 통신을 할 수가 있으며, 기존 음성방식에 의한 통신 소요시간 보다는 대폭 소요시간을 감소시켜 전체 임무시간을 단축할 수가 있다. 통상 기존 음성통신 위주로 임무를 완수하는 데는 25분에서 30분 소요되나 디지털 통신에 의한 임무시 5분 이내로 임무를 완수 할 수가 있다.

Table 3. 데이터 통신 실험 결과

표준 양식	Sender Node	Destination Node	Data Type	Data Size (Byte)	디지털 통신 소요시간	음성 통신시 소요시간
CAS 요청서	TACP	ASOC	TEXT	480	17초 (최대)	5분 (최소)
CAS 승인서	ASOC	TACP	TEXT	154	5.5초 (최대)	8분 (최소)
9-Line Briefing	TACP	Fighter	TEXT	184	6.5초 (최대)	10분 (최소)
Fighter Check-in	Fighter	TACP	TEXT	64	2초 (최대)	5분 (최소)

## 5. 결론 및 향후연구

연구결과 상용 IT 제품인 UMPC, GPS를 도입, 활용하여 무선 MODEM 기술 및 항공기 비행임무지원 소프트웨어 개발 기술을 접목, UMPC Data Link 체계를 구축하였다. 유사장비를 외부로부터 획득할 경우와 비교해 약 300억원 이상 예산절감<sup>[5]</sup>을 기대해 볼 수 있으며, 조종사의 사용자 편의 비용을 고려시 투자대비 효과분석시 약 5배의 투자대 효과가 있다고 분석 되었다. 본 연구를 통하여 데이터 통신 능력을 구비하지 못한 항공기 및 TACP에게 신속하면서도 저비용으로 데이터 통신능력을 갖출 수 있게 되었으며, 임무요원에게는 항법 보조 및 상황인식 증가, 그리고 신속한 표적식별, 공격에 활용할 수가 있다. 향후 본 연구를 바탕으로 전 임무 영역에서의 UMPC 데이터 링크 네트워크 설계 및 데이터 전송 속도 개선을 위한 연구와 기존 전술 데이터 링크와의 데이터 유통을 위한 연구가 필요하다.

## Reference

- [1] 국방부, 국방아키텍처 프레임워크 MND-AF Version 1.2, 2007.
- [2] 공군 제36전술항공통제전대, 공지해 합동작전 실무지침서, 공군교재창, 2008.
- [3] Ivar Jcacobson, Object-Oriented Software Engineering, Addison-Wesley Publishing Company, 1992.
- [4] <http://www.columbiaelectronics.com/id195.htm> RT-1518 /ARC-164(V) HQ MODEL 2008. 2. 19.
- [5] 국방일보, Military 와이드, 1면, 2008. 9. 19.