

CNS/ATM 구축을 위한 항공 이동 데이터 링크 응용 시스템의 구축에 관한 연구

Development of an Wireless Aeronautical Data Link Application System, PDC, for the Korean CNS/ATM

김용중*, 박효달*

Yong-Joong Kim* and Hyo-Dal Park*

요 약

항공이동통신분야에서는 아날로그형 음성통신의 한계점을 극복하고, 운용자의 업무 부담을 경감할 목적으로 항공이동데이터통신망(VDL)을 이용한 데이터 통신이 항공운용통신(AOC) 분야에서 발전되었으며, 이를 항공교통서비스(ATS) 분야에 적용하기 위한 연구가 국제민간항공기구(ICAO)의 CNS/ATM 구축 권고에 의하여 미국, 유럽 등 항공 선진국에서 진행되고 있다.

본 논문은 항공교통서비스 분야에 VDL을 이용한 데이터 링크 서비스를 제공하기 위하여 디지털형의 출발전비행허가(PDC) 시스템을 개발한 내용의 결과이다. 개발된 PDC 시스템은 하나의 PC급 단일 시스템으로 항공교통관제소, VDL 통신망, 관제사 등이 원격으로 연동되어 실시간 및 동시에 PDC 정보를 처리하여야 한다. 이를 위하여 제안된 기법은 하나의 프로세서에 여러 개의 쓰레드를 갖는 멀티 쓰레드 방식이 도입되어 설계되었다. 멀티 쓰레드 방식이 사용된 이유는 시스템의 간소화, 효율적인 내부 자원의 이용, 데이터 처리에 있어서 우수한 성능을 발휘하기 때문이다. 본 논문은 김포공항 PDC 시스템의 구조 및 설계 내용을 기술하고, 실제 운용 결과에 대한 데이터를 분석하였다. 김포공항 PDC 시스템의 운용결과를 이용한 분석한 결과, 운용초기단계로 모든 항공기에 시스템이 구축되지 않아 매일 평균 25대의 항공기가 운용하여 평균 10%의 이용률을 나타내며, 최대 34대의 항공기가 이용하고 있다. 메시지 송/수신에 걸리는 시간을 분석한 결과, 항공기의 PDC 요청부터 MAS의 수신에 소요되는 시간은 최소 14초부터 최대 983초(16분 23초)까지로써, 평균 122초(2분 2초)의 시간을 나타내었다. 또한 신뢰성을 확인하기 위하여 가용도를 계산한 결과 99.7%로써 상당히 신뢰할 수 있는 수준이었다. 또한, 다중 처리를 위하여 사용된 방식인 멀티 쓰레드 방식이 적절히 동작함을 확인할 수 있었다. 앞으로, 전체 연동 시스템이 자동화로 구축될 경우, PDC의 요청부터 발송 및 확인까지 상당히 짧은 시간 내에 이루어져 관제업무 능률을 향상시킬 수 있을 것이다.

I. 서 론

출발전비행허가(PDC)는 항공기가 출발 공항을 이륙하기 위하여 출발 전에 공항의 관제탑으로부터 받는 비행허가서를 말한다. 현재는 통신 항공기 출발 30분전에 관제사가 유선을 이용하여 항공교통관

제소(ACC)로부터 비행계획서를 넘겨받아 보관하였다가 조종사가 요청할 경우 무선전화통신망을 이용하여 음성으로 발송하고 항공기의 조종사는 이를 메모지에 메모한다. 이 PDC를 접수한 조종사는 동일한 통신망을 이용하여 관제사에게 받은 내용을 반복하여 읽음으로서 정확한 수신을 확인하게 된다[1].

이와 같은 방식은 공항에 항공기 대수가 적고 관

* 인하대학교 전자공학과(Dept. Electronics Eng., Inha Univ.)

· 논문번호 : 99-2-10

· 접수일자 : 1999년 11월 26일

제사의 관제업무 부담이 적을 경우에는 크게 문제가 되지 않는다. 하지만, 항공교통수요의 급속한 증가로 항공기의 대수가 증가하면 관제사의 관제업무가 증가하고 이에 따라 조종사와 음성으로 정보를 교환하는 데 많은 어려움이 따르게 된다. 또한, 거의 동일한 내용의 PDC를 계속 반복하여야 하기 때문에 관제사의 업무능률도 현저하게 떨어진다. 이로 인하여 비행허가서 발송이 지연되고 항공기는 출발 예정 시간에 출발하지 못한다. 또한 조종사의 경우에도 관제사가 음성으로 발송한 PDC 정보를 직접 받아 적어야 하는 등 여러 가지 어려움이 발생하게 된다.

따라서, 이러한 문제점을 해결하기 위하여 국제민간항공기구(ICAO) 등 항공관련 기관에서는 음성 통신을 데이터 통신으로의 전환을 시도하고 있으며, 이는 2010까지 전세계적으로 구축되어야 하는 CNS/ATM을 구축하기 위해서는 의무적으로 전환하여야 하는 사항이다. 항공이동데이터통신을 위한 기본적인 시스템이 VDL 시스템이며, 전 세계적으로 SITA와 ARINC가 망 서비스를 제공하고 있다.

본 논문에서는 VDL을 이용하여 디지털형의 PDC를 발송하기 위하여 개발된 PDC 시스템을 분석하고, PDC 시스템에서 다중 처리를 위하여 사용된 멀티 쓰레드 방식에 대하여 살펴보도록 한다. 따라서, 본 논문의 2장에서는 PDC 시스템 및 메시지 교환을 위한 VDL 시스템 대하여 설명하고, 3장에서는 PDC 시스템의 구성 및 설계 내용을 나타내었다. 4장에서는 구축된 PDC 시스템의 시험운용 결과를 살펴보고, 마지막 5장에서는 결론을 나타내었다.

II. PDC 시스템 및 VDL 시스템

2-1 PDC 시스템

출발전비행허가(PDC)는 항공교통관제센터(ACC)에서 정규 혹은 비정규 항공기의 비행을 허가하는 적식으로 항공기 혹은 비행 번호, 비행 목적지, 활주로 방향 및 위치, SID 코드, ATC(squawk) 코드, 항로 번호, 인가된 항공기 고도, ATIS 일련번호, 출발 무선 주파수, 필요시 항공기 형식 및 기타 항공기 출발 및 항행에 필요한 비행 정보를 관제탑을 경유하여

표 1. PDC 메시지 정보 및 생성기관

Table 1. PDC message information & its originality.

정보 내용	생성기관
항공기 혹은 비행 번호	항공사
비행목적지	항공사
활주로 방향 및 위치	해당공항
SID 코드	해당공항
ATC(squawk) 코드	ACC
항로번호	ACC
인가된 항공기 고도	ACC
ATIS 일련번호	해당공항
출발 무선 주파수	해당공항
항공기 형식	항공사
항공기 출발에 필요한 비행 정보	해당공항
항공기 항행에 필요한 비행 정보	ACC

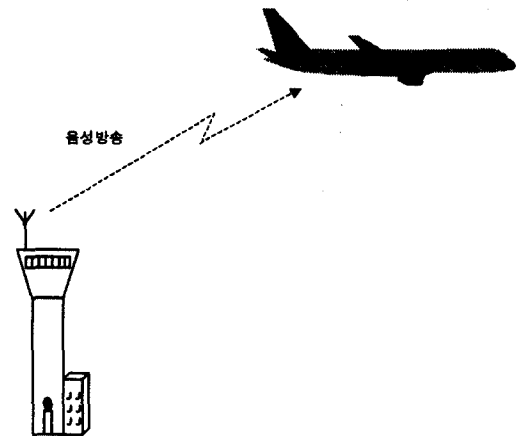


그림 1. 아날로그 음성 PDC 시스템

Fig. 1. Analog PDC system with Voice link.

항공기와 주고 받는 교신 내용이다.

VDL을 이용한 PDC는 이상과 같은 정보를 공항 관제탑에서 지금까지 사용하던 음성 통신용 마이크가 아닌 컴퓨터 터미널을 이용하여 항공기에 탑재된 프린터에 프린트하는 시스템이다. PDC 메시지에 포함되는 정보 내용 및 이들의 생성기관을 표 1에 나타내었다.

현재는 위에 나타난 정보를 음성을 이용하여 송/수신하고 있으며, 그림 1은 현재 운용중인 아날로그 PDC 시스템의 구성을 나타내고 있다.

2-2 VDL 시스템 구성

현재 설치 및 운용되고 있는 VDL의 종류는 ARINC사가 사용하는 CAT-A와 SITA 등에서 사용하는 CAT-B의 두 가지로 구분된다. 각각의 방식에 대하여 살펴보면 다음과 같다.

2-2-1 ARINC(CAT-A 통신)

CAT-A 링크에서 시스템 기능은 ACARS 지상망 속에 포함된 서비스 제공자에 의해 정해지며 이로 인하여 항공기 탑재장비는 간단하다.

공대지 및 지대공 메시지를 전달하는 실재의 지상국은 ACARS MU에서 보면 동일하다. 공대지 메시지는 MU에 의하여 전파통달 거리 내에 있는 모든 지상국으로 방송(전송)되며, 지상의 DSP는 이 메시지를 여러 지상국을 통하여 동시에 수신한다. DSP에 도달한 각각의 메시지에는 어느 지상국으로 수신되었나 하는 정보와 수신된 신호의 질을 나타내는 정보가 포함된다. 이러한 정보를 이용하여 DSP는 지대공 메시지 송출에 이용될 지상국을 결정하여 그 지상국을 통해 지대공 메시지를 송신한다.

ACARS 통신접속은 공대지 및 지대공 모두 정지 및 대기(stop-and-wait) 통신접속방식으로 특성지어진다. 여러 블록으로 구성된 메시지는 한 번에 보내지나 각각의 블록에 대한 승인이 접속된 후에 연속적으로 송신된다.

2-2-2 SITA(CAT-B 통신)

CAT-B 링크에서 시스템 관리 기능은 ACARS MU 속에 포함되며, 서비스 제공자의 지상망으로부터는 최소한의 영향만을 받는다. 이로 인하여 항공기 탑재장비가 복잡해진다. MU는 비행중 항상 지상으로부터 신호를 모니터링하여 최고의 질을 제공하는 지상국을 선택하였다가 공대지 메시지를 송신할

때 이 지상국을 통해 보낸다. 모든 공대지 및 지대공 메시지는 하나의 선택된 지상국을 통하여 송/수신되며, 통신품질이 다른 지상국을 통하는 것보다 저하되면 지상국을 변경한다[1]~[3].

CAT-A와 마찬가지로 ACARS 통신접속은 공대지 및 지대공 모두 정지 및 대기(stop-and-wait) 통신접속방식이다. 여러 블록으로 구성된 메시지는 한번에 보내지나 각각 블록에 대한 승인이 접수된 후에 연속적으로 송신된다.

개발된 PDC 시스템의 경우 SITA 및 ARINC 양쪽의 시스템을 모두 수용할 수 있으며, 현재는 SITA 망을 이용한 데이터의 송/수신이 이루어지고 있다. PDC 시스템에서 이용하고 있는 SITA의 VDL 구조는 그림 2와 같다.

따라서, 기존의 아날로그형 음성 링크와 디지털

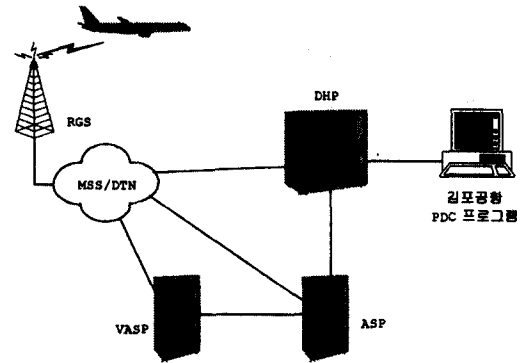


그림 2. SITA의 VDL 구조

Fig. 2. VDL structure of SITA.

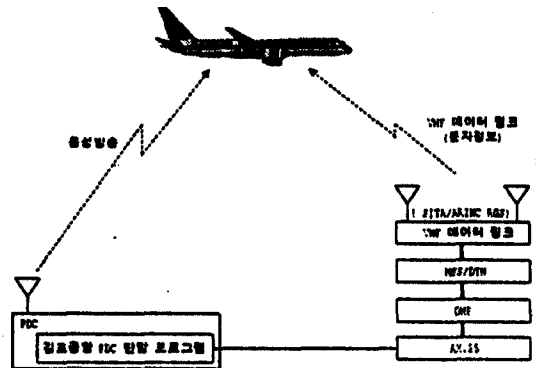


그림 3. 음성 및 데이터 링크 PDC 시스템의 구성

Fig. 3. PDC system structure with Voice & Data link.

데이터 링크를 이용한 PDC 시스템의 메시지의 송/수신을 살펴보면 그림 3과 같다.

III. 디지털형 PDC 시스템 설계

3-1 디지털 PDC 메시지 송/수신 시나리오

현재의 음성 채널을 이용하여 발송되는 PDC 운용 개념을 기반으로 개발된 디지털 PDC 시스템의 PDC 발송 시나리오는 다음과 같은 순서로 처리되어야 한다.

- PDC 대상 항공기 처리 데이터 베이스(OFF-Line)
- ACC로부터 비행계획정보 접수(ON-Line)
- 항공기로부터 PDC 요청(ON-Line)
- 처리 및 발송(ON-Line)
- VDL로부터 발송 확인 메시지 수신(ON-Line)
- 항공기로부터 PDC 수신 확인 메시지 수신(ON-Line)

디지털 PDC 시스템에서의 메시지 송/수신 시나리오를 살펴보면 그림 4와 같다. 그림 4에서 실선으로 표시한 부분은 실질적으로 사용되는 메시지를 나타내고 있으며, 점선으로 표시되는 부분은 메시지의 수신 여부를 확인하기 위해 사용되는 메시지의 흐름을 나타낸다.

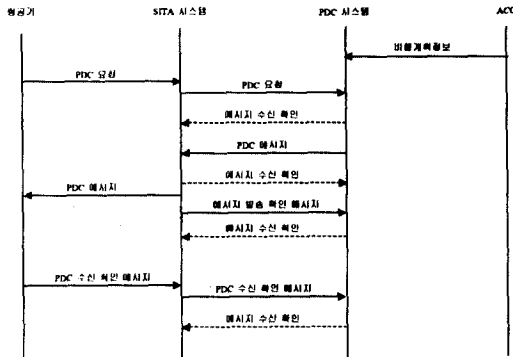


그림 4. SITA의 메시지 흐름
Fig. 4. Message flow of SITA.

3-2 디지털형 PDC 시스템 하드웨어 설계

현재 운용 중인 PDC의 발송 시나리오를 분석하여 디지털형 PDC 시스템은 크게 세 부분으로 나누어 설계되었다. 첫 번째는 항공교통관제소로부터 비행계획정보(FPL)를 수신하는 부분, 두 번째는 X.25 망을 통하여 항공기와 데이터를 송/수신하는 부분, 마지막으로 관제사와의 MMI 즉 GUI(Graphic User Interface)를 포함한 송/수신된 메시지를 처리하는 부분이다. 이러한 처리부분을 하드웨어 측면에서 그림 5와 같이 설계되었다.

따라서, PDC 시스템을 개발하기 위해서는 통신

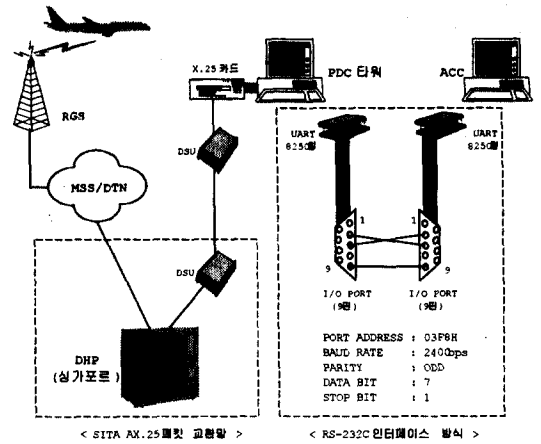


그림 5. 디지털 PDC 시스템 하드웨어 구성도
Fig. 5. Digital PDC system hardware configuration.

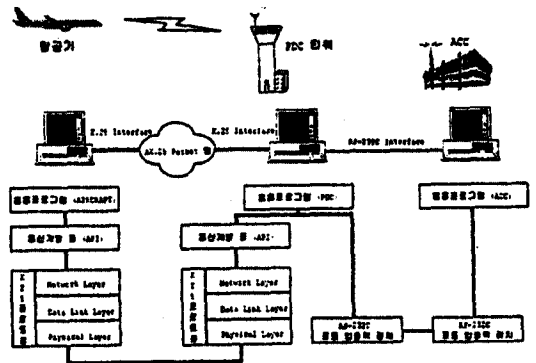


그림 6. PDC 시스템 모듈
Fig. 6. PDC system modules.

네트워크 측면에서 RS-232C로 알려진 시리얼 통신 이플레이터와 X.25 통신을 위한 X.25 API와 데이터 처리 부분에 대한 개발이 먼저 이루어져야 한다. 그림 6은 통신 기능을 중심으로 PDC 시스템 개발에 필요한 모듈을 나타내고 있다.

3-3 디지털 PDC 시스템의 소프트웨어 설계

디지털 PDC 시스템의 송/수신되는 데이터 처리 부분을 설계하면 다음과 같다.

3-3-1 PDC 메시지 데이터베이스 형성

디지털 PDC 시스템은 OFF-Line에서 입력된 정보를 이용하여 항공교통관제소로부터 입력되는 비행정보 데이터 중에서 사용 가능한 데이터를 선별한 후, 해당 데이터에 현재의 공항 정보를 추가하여 디지털 PDC 정보로 발송되는데 필요한 메시지 형태의 데이터베이스 정보를 생성해야 한다. 그림 7은 PDC 메시지 데이터베이스 형성을 나타낸다.

3-3-2 PDC 메시지 요청

항공기가 PDC 정보를 관제탑으로 부터 얻기 위

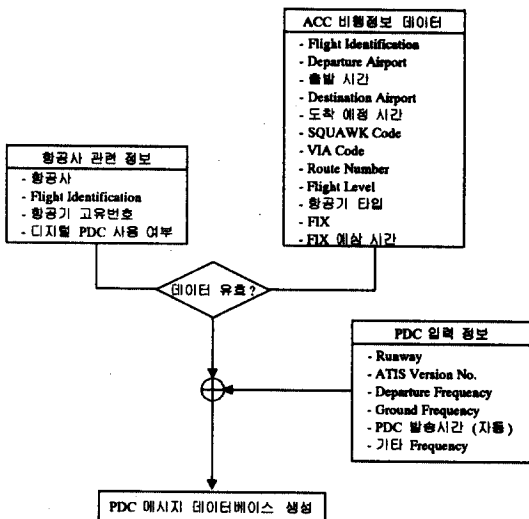


그림 7. PDC 메시지 데이터베이스 형성
Fig. 7. PDC message process.

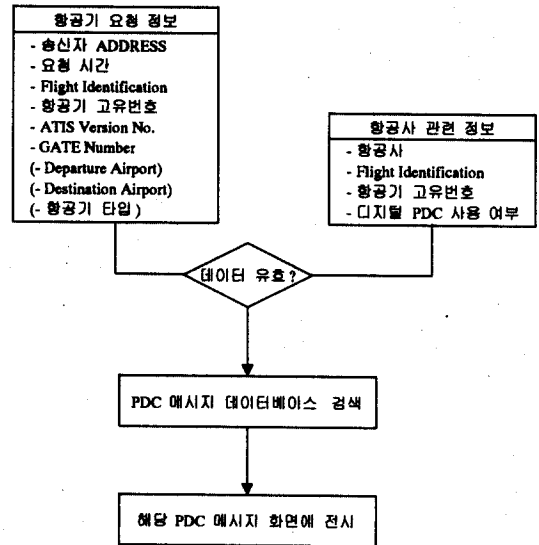


그림 8. PDC 메시지 요청
Fig. 8. PDC message requesting process.

하여 먼저 관제탑으로 PDC 발송을 요청하는 요청 메시지를 전송하여야 하며, 항공기가 이를 요청하면, 디지털 PDC 시스템은 항공기로부터 수신된 메시지를 분석하여 해당 항공기의 요청이 유효한 것인지를 판별한 후, 앞서 생성된 PDC 메시지 데이터베이스에서 해당 정보를 검색한다. 관제사가 발송을 원하면, 해당 메시지를 화면상에 표시하여 관제사가 메시지를 확인하도록 한다. 그림 8은 PDC 메시지 요청을 나타낸다.

3-3-3 PDC 메시지 발송

관제사가 시스템이 생성한 디지털 PDC 메시지를 확인한 후 발송 버튼을 누르면, 생성된 메시지에 송/수신 어드레스와 같은 헤더정보를 추가하여 메시지를 발송하고, 메시지가 정상적으로 발송되었으면 발송된 메시지를 저장하게 된다. 만약 관제사가 데이터를 변경하였을 경우 변경된 데이터로 새로운 메시지를 생성한다. 그림 9는 PDC 메시지 발송을 나타낸다.

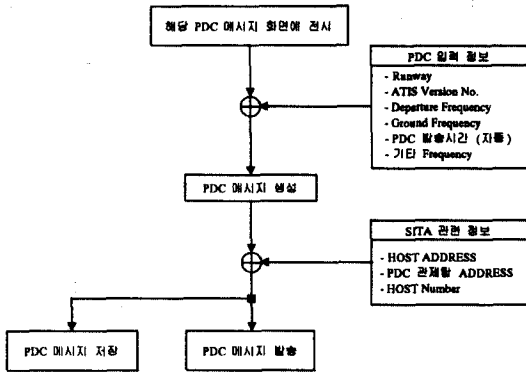


그림 9. PDC 메시지 발송
Fig. 9. PDC message delivering process.

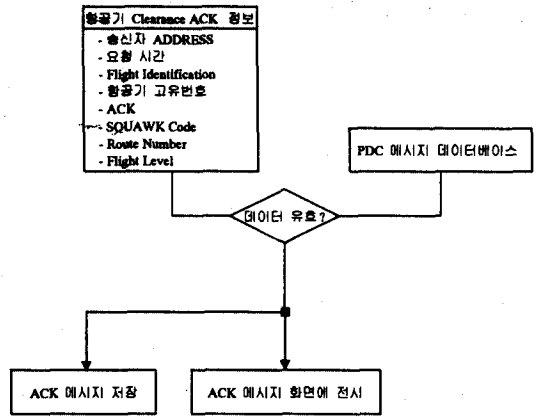


그림 10. PDC 메시지 ACK
Fig. 10. PDC message Acknowledging process.

3-3-4 PDC 메시지 ACK

디지털 PDC 메시지를 수신한 항공기는 수신된 메시지를 PDC 시스템으로 재전송함으로써 메시지를 정확히 수신하였음을 알려주게 된다. PDC 시스템은 수신된 메시지에서 중요한 항목 몇 가지를 발

송한 메시지와 비교하여 메시지가 정확할 경우 이를 관제사에게 알려주고 저장하게 된다. 그림 10은 PDC 메시지 ACK를 나타낸다.

따라서, 통신 모듈 및 데이터 처리 과정을 포함한 PDC 시스템을 전체적으로 설계하면 그림 11과

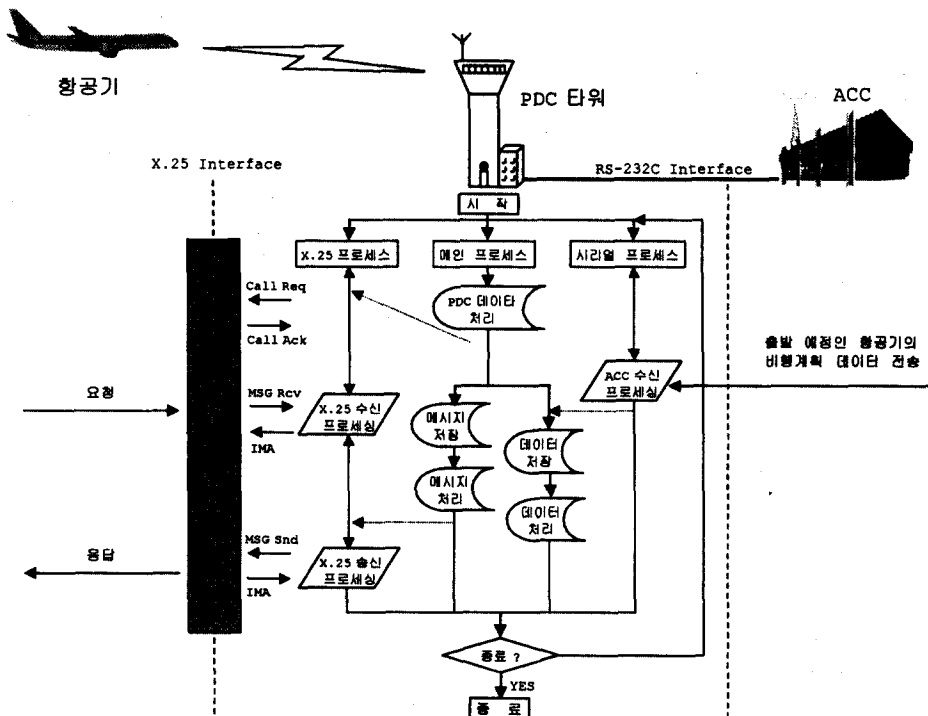


그림 11. PDC 시스템의 전체 구성
Fig. 11. Entire structure of PDC system.

같다.

3-4 다중처리를 위한 알고리즘 구현

위에서 보는 바와 같이 PDC 시스템에 있어서 각각의 모든 기능이 독립적으로 운용된다. 따라서, 각각의 기능들을 독립적으로 운용하기 위해서는 멀티태스킹 기능을 구현하여야 한다. 멀티태스킹 기능을 구현하는 데는 여러 가지 방식이 있을 수 있으며, 가장 대표적인 방식들은 다음과 같다.

3-4-1 멀티 프로세스(Multi-Process) 방식

이 방식은 각각의 기능별로 독립적인 프로그램을 구현하는 방식이다. 따라서, 각각의 기능별로 독립적인 프로그램이 존재하는 방식으로서 여러 개의 프로세스와 각각의 프로세스별로 여러 개의 쓰레드가 존재한다. 멀티 프로세스 방식의 경우, 각 기능에 따라 독립적인 프로그램의 형태로 존재하기 때문에 시스템의 안정성이 높지만, 각각의 프로그램마다 별도의 자원을 갖기 때문에 자원의 낭비가 크고, 각 프로그램 사이의 통신 기능이 어려워지는 단점이 있다.

3-4-2 폴링(Polling) 방식

단일의 프로세스가 각각의 기능을 일정한 간격 및 순서로 호출하여 처리하는 방식이다. 따라서, 단일 프로세스와 단일 쓰레드가 존재한다. 이 방식은 단일의 프로그램에서 모든 기능을 순차적인 방식으로 처리하기 때문에 자원의 낭비가 매우 적지만, 순차적인 흐름을 유지하여야 하기 때문에 데이터를 놓치는 경우가 발생할 수 있다.

3-4-3 멀티 쓰레드(Multi-Tread) 방식

각각의 기능을 별도로 처리하기 위하여 각 기능별로 쓰레드가 존재하는 방식으로서 앞선 멀티프로세스 방식과 유사하다. 그러나, 멀티쓰레드 방식은 단일의 프로세스에 여러 개의 쓰레드가 존재한다는 점에서 구별된다.

표 2. AX.25 파라미터

Table 2. AX.25 parameters.

파라미터	설정값
Packet 방식	Basic
Window 크기(Default)	2
Packet 크기(Default)	512
데이터 링크 계층	HDLC
최대 재전송 회수	5
Frame N1(octets)	517
Check Point T1	3000 msec
Ack Delay T2	200 msec

이러한 방식 중, PDC 시스템에 사용된 방식은 멀티쓰레드 방식이다. 멀티쓰레드 방식을 사용한 이유는 각각의 방식이 모두 장단점을 갖고 있지만, PDC 시스템의 경우처럼 각 기능이 유기적으로 연결되어 있어 자원을 공유할 빈도가 높고, 데이터의 동시처리 기능을 요구하는 경우 가장 적합하기 때문이다. 그러나, 멀티쓰레드 방식의 경우 각 쓰레드간의 동작이 동기화 되지 않는 경우 심각한 문제점을 발생시키기 때문에, critical section을 이용하여 필요한 처리 기능의 시작과 종료 시점에서 Lock과 Unlock을 시킴으로써 동기화를 유지시킬 수 있었다.

SITA의 X.25와 접속하기 위해서 설정된 통신 파라미터를 살펴보면 표 2와 같다.

IV. 성능시험 및 검토

4-1 PDC 시스템 성능 시험 환경

PDC 시스템과 SITA 사이의 메시지 교환 절차는 BATAP(type B Application To Application Protocol)을 기본으로 하고 있다. BATAP에서 메시지를 송/수신할 때, 일련번호를 붙이게 하였다. 메시지를 송신하는 측에서는 자신의 일련번호를 붙이고, 수신하는 측에서는 수신된 메시지의 일련번호를 인식하여 일련번호를 포함하여 정확한 메시지 수신을 나타내는 응답 메시지를 보내야 한다. 이런

과정을 통합으로써 메시지의 정확한 송/수신 여부를 확인할 수 있게 한다. 또한, 메시지를 송신하는 측에서 송신 후 일정한 시간동안 응답 메시지가 오지 않으면 수신 측에 재전송하도록 하였으며, 일정 횟수동안 재전송하여도 응답이 없을 경우 해당 메시지를 버리고 다음 메시지로 넘어가도록 한다[4], [5]. 그림 12는 BATAP의 메시지 송/수신 과정을 나타내고 있다.

송/수신에 이용되는 메시지는 크게 데이터 메시지와 IMA(Input Message Acknowledgement) 메시지로 나누어 처리하였다. 데이터 메시지의 마지막에 [' /PNNN] 형태의 일련번호가 붙여 수신 확인 메시지의 생성을 용이하게 하였다. 이 부분에서 '/' 앞에 위치한 '.'(공백문자)는 첫 번째 송신 메시지 전송인 경우이고, P는 수신 확인이 없어 다시 전송할 경우 붙인다. 수신 측에서는 수신된 메시지의 일련번호를 인식하여 IMA 메시지를 생성시킨다. 데이터 메시지와 IMA 메시지의 구조가 그림 13, 14에 각각 나타나 있다.

현재, PDC 시스템에서 사용하는 데이터 메시지는 REQ 메시지, PDC 메시지, MAS 메시지, CDA 메시지로 구성된다. REQ 메시지는 항공기에서 지상



그림 13. 데이터 메시지 구조
Fig. 13. Data message format.

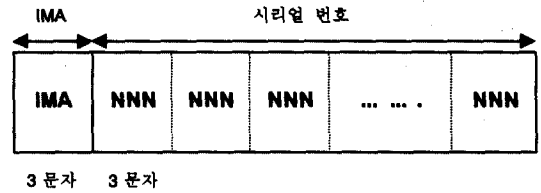


그림 14. IMA 메시지 구조
Fig. 14. IMA message format.

으로 PDC를 요청하는 메시지이며, PDC 메시지는 지상에서 항공기로 보내는 PDC 메시지이다. MAS 메시지는 지상에서 보낸 메시지의 수신 여부와 항공기에 전달되었는지 여부를 지상으로 확인시켜주기 위하여 SITA에서 보내는 메시지이다. CDA 메시지는 PDC 메시지를 수신한 항공기가 지상으로 재전송하여 정확히 수신하였음을 알려주는 메시지이다.

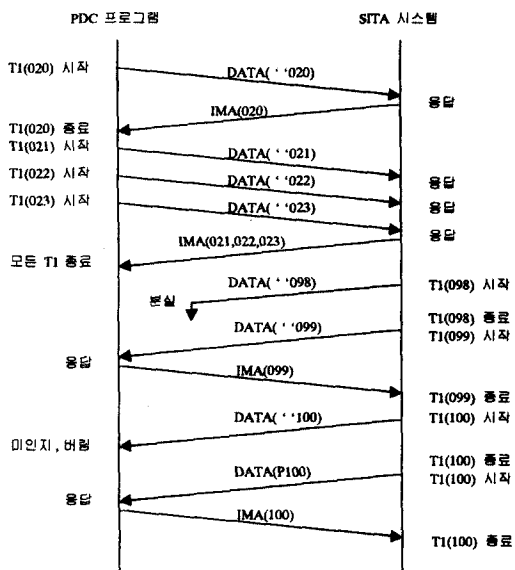


그림 12. BATAP의 메시지 송/수신 과정
Fig. 12. BATAP's messages TRx procedure.

4-2 성능 시험 결과

설계 개발된 PDC 시스템의 안전성 시험은 개발된 시스템을 대외적으로 접속하는 두 통신망 즉, 항공이동데이터통신망과 항공교통관제소 통신망에 각각 접속되어 시험되었다. 시험 내용은 항공이동데이터통신망과 접속하여 X.25와 관련된 API 부분에 대한 시험을, 항공교통관제소와 RS-232로 접속하여 직렬접속에 대한 동일 기능의 시험을 각각 수행하였다. 평가방법은 송수신 및 처리된 메시지의 내용과 시간을 통신망 분석기(network analyser)에 저장하여 off-line에서 분석하는 방법을 택하였다. 직렬접속에 대한 시험은 통신선로에 잡음, 과전압 등을 강제로 인가하여 시스템의 정지유무상태를 확인하였다. 이러한 작업을 마친 다음 약 2개월간에 걸쳐 시스템을 계속 무중단으로 동작시켜 안전성을 확인하였다.

이러한 평가에서 개발된 시스템은 모든 송수신 메시지를 정확히 처리하고 이를 저장하였다.

4-3 PDC 운용 현황

성능시험을 완료한 시스템은 현재 김포국제공항 관제탑에 설치되어 운용 중에 있다. 현재 디지털 PDC 서비스를 제공받을 수 있는 항공기가 제한되어 있어 모든 항공기가 서비스를 받을 수 없다. 현재 약 20여대의 항공기가 김포공항을 출발할 때 서비스를 받고 있으며 이들의 운용 현황을 살펴보면 그림 15와 같다.

그림 15는 1999년 6월 1일부터 8월 31일까지의 PDC 이용 항공기의 대수를 나타내고 있다. 해당 기간 동안 약 2만 2천 여대의 항공기 중 2천 2백 여대의 항공기가 PDC 시스템을 이용하여 약 10%의 이용 현황을 나타내고 있다. 평균적으로는 매일 250 여대의 항공기 중 25대 정도의 항공기가 이용하고 있다. 그림 15에서 나타나는 바와 같이 항공기의 대수는 매일일 별로 차이가 있지만, 전체적으로는 PDC 시스템을 이용하는 항공기의 대수가 서서히 증가 추세를 알 수 있다.

4-4 PDC 메시지 교환 시간

우선, 항공기의 REQ 메시지 후, PDC 메시지 발송까지 걸리는 시간은 요청한 항공기의 출발예정시간, 관제사의 발송 순서 결정 등 여러 가지 요인에 의해 영향을 받는다. 따라서, 시간의 편차가 상당히 커서, 최소 8초부터 최대 977초(16분 17초)까지의 시간 간격을 나타내었으며, 평균 113초(1분 53초)의 시간으로 발송되었다. 그림 16은 항공기의 REQ 메시지 후, PDC 메시지 발송까지 걸리는 시간을 나타낸다.

다음, PDC 메시지를 발송한 후, SITA 호스트로부터 MAS 메시지를 수신하는데 소요되는 시간은 PDC 시스템과 SITA 호스트 시스템 사이의 처리 시간이므로 일정한 시간 편차를 갖는다. 최소 6초부터 최대 21초까지로써, 평균 9초의 시간을 나타내었다. 그림 17은 SITA 호스트로부터 MAS 메시지를 수신

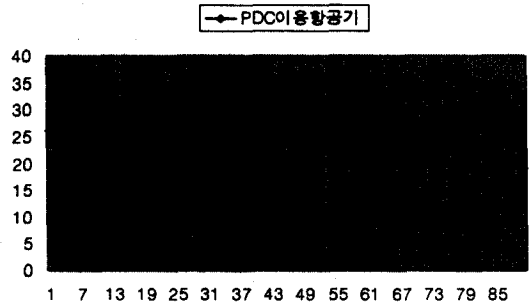


그림 15. PDC 운용 현황

Fig. 15. PDC operating status.



그림 16. PDC 메시지 발송 시간

Fig. 16. PDC messages' delivering time.

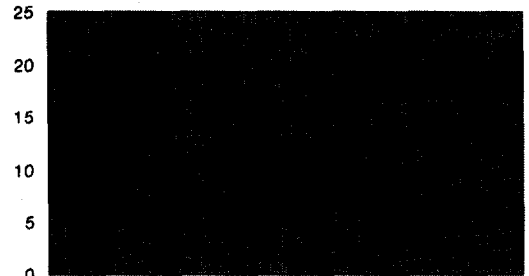


그림 17. MAS 메시지 수신 시간

Fig. 17. MAS messages' receiving time.

하는데 소요되는 시간을 나타낸다.

마지막으로, 항공기의 PDC 요청부터 MAS의 수신에 소요되는 시간은 앞서 살펴본 1, 2 단계의 소요 시간을 더한 것이다. 따라서, MAS 수신에 소요되는 시간보다는 PDC 메시지를 발송하는 데 소요되는 시간 요소가 더 큰 영향을 미친다. 최소 14초부터 최

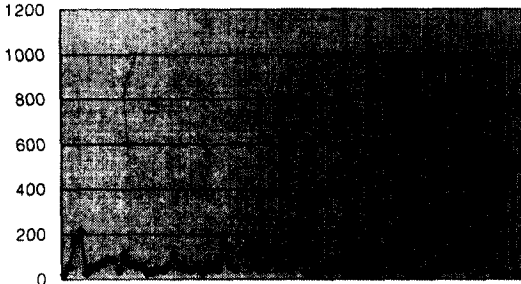


그림 18. REQ에서 MAS까지의 수신 시간
Fig. 18. Elapsed time between REQ and MAS.

대 983초(16분 23초)까지로써, 평균 122초(2분 2초)의 시간을 나타내었다. 그림 18은 항공기의 PDC 요청부터 SITA 호스트로부터 MAS 메시지를 수신하는데 소요되는 시간을 나타낸다.

MAS 메시지는 error 코드를 포함하고 있다. 1999년 6월 1일부터 8월 31일까지 2,726건의 PDC 발송에 대하여 발생한 MAS error는 모두 40건으로 발생률은 1.47%이었다.

4-5 PDC 시스템의 MTBF

PDC 시스템의 신뢰성을 측정하기 위하여 가용도(Availability)를 측정하였다. 가용도는 총 시간의 합수로서 시스템이 동작되는 시간대를 말한다. 가용도를 수식으로 표시하면 다음과 같다.

$$\text{가용도(Availability)} = \frac{MTBF}{(MTBF + MDT)}$$

여기서, MTBF(Mean Time Between Failure)는 장애와 장애 사이의 평균시간을 의미하며, MDT(Mean Down Time)는 평균 장애 시간을 의미한다. 따라서,

가용도는 전체 시스템의 운용 시간 중에서 장애가 발생한 시간을 뺀 시간을 전체 시스템 시간의 비율로써 나타낼 수 있다.

$$\text{가용도(Availability)} = \frac{(TotalTime - \sum MDT)}{TotalTime}$$

PDC 시스템의 운용 중에 나타난 장애 발생 현황을 살펴보면 그림 19와 같다. 그림 19에 나타낸 시간은 UTC 시간으로 나타내었다.

PDC 시스템의 운용 결과, 운용 기간 중에 SITA와의 접속 장애가 3번 발생하였으며, 이에 의한 장애 시간은 각각 5시간 29분 20초, 43분 35초, 그리고 9분 43초로써 총 6시간 22분 38초였다. 따라서, 운용 기간 중에 가용도를 계산하면 99.7% 이상으로써 높은 가용도를 나타내었다.

V. 결 론

항공기 대수 및 통신 채널의 요구가 증가함에 따라, 기존의 음성 채널로 모든 요구 사항을 수용하기에는 점차 어려워지고 있다. 또한, 앞으로 구축될 예정인 CNS/ATM에서는 보다 많은 통신 채널이 필요하게 된다. 이와 같은 여러 요구사항을 만족시키기 위하여 데이터링크로의 전환이 필요하며, 또한 이에 대한 많은 연구가 진행되고 있다. 현재까지 CNS/ATM과 관련하여 PDC 시스템이 미국 및 유럽 일부 지역에서 설치 및 시범 운용되고 있으며, 국내에서도 김포공항에 PDC 시스템이 구축되었다.

본 논문에서는 국내에 구축된 PDC 시스템을 분석하고, PDC 시스템에서 다중 처리를 위하여 사용된 멀티 쓰레드 방식에 대하여 살펴보았다. 여러 가

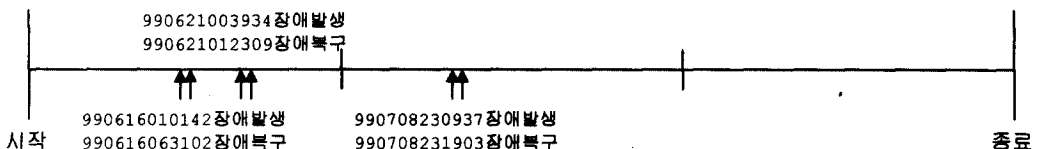


그림 19. PDC 시스템의 장애 발생 현황
Fig. 19. PDC system's fault status.

지 다중 처리 방법이 있지만 시스템 내부 자원의 효율적인 사용을 위하여 사용된 멀티 쓰레드 방식이 PDC 시스템 환경에 적합하였다. 또한, PDC 시스템의 구성 및 설계 내용을 살펴봄으로써 PDC 시스템의 전체적인 구조를 이해할 수 있었다. PDC 시스템의 시험운용 결과를 살펴본 결과, 멀티 쓰레드 방식이 적절히 동작함을 알 수 있었다. 또한, 구축된 PDC 시스템은 사용자 편의를 위하여 GUI 환경으로 개발되어 반복적인 관제 업무가 용이하게 이루어질 수 있었다. 현재 PDC 시스템 운용 현황을 살펴보면, 일일 평균 250 여대의 항공기 중에서 25대의 항공기가 이용하여 약 10%의 이용률을 나타내고 있으며, 최대 34대의 항공기가 이용하고 있다. 메시지 송/수신에 걸리는 시간을 분석한 결과, 항공기의 PDC 요청부터 MAS의 수신에 소요되는 시간은 최소 14초부터 최대 983초(16분 23초)까지로써, 평균 122초(2분 2초)의 시간을 나타내었으며, 신뢰성을 확인하기 위하여 가용도를 계산한 결과 99.7%로써 상당히 신뢰할 수 있는 수준이었다

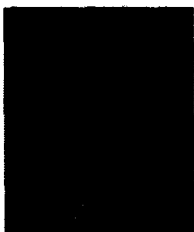
앞으로, PDC 시스템과 연동된 시스템이 자동화로 구축될 경우 항공기에 있는 조종사는 필요할 경우 자신이 원하는 정보를 언제든지 받아볼 수 있으며, 관제사는 PDC와 관련되는 관제 업무가 감소하게 되어 여타 관제업무에 있어서 커다란 능률 향상

을 보일 수 있다. 또한, 향후 구축될 CNS/ATM에 있어서 가장 기본이라 할 수 있는 항공기와 지상간의 데이터 송/수신에 대하여 항공이동데이터통신망을 응용한 시스템의 가능성 및 신뢰성을 확인하였다.

참 고 문 헌

- [1] 박효달, "VHF 데이터 링크 운용 평가 및 국내 구축 방안", 한국공항공단, Dec., 1995.
- [2] "VHF Air-Ground Communication System Improvements Alternatives Study and Selection of Proposals for Future Action : RTCA/DO-225", RTCA, Inc., 1994.
- [3] "Signal-in-Space Minimum Aviation System Performance Standards(MASPS) for Advanced VHF Digital Data Communications Including Compatibility with Digital Voice Techniques : RTCA/DO-224", RTCA, Inc., 1994.
- [4] "TYPE B APPLICATION TO APPLICATION PROTOCOL(BATAP)", SITA, January, 1995.
- [5] "Technical Service Description for the Direct Host Processor", SITA, August, 1996.

김 용 중(金勇中)



1996년 2월 : 인하대학교 전자공학과(공학사)
 1998년 2월 : 인하대학교 전자공학과(공학석사)
 1998년 2월~현재 : 인하대학교 전자공학과 박사과정 재학중
 관심분야 : 무선통신시스템, 통신

프로토콜

박 효 달(朴孝達)



1978년 2월 : 인하대학교 전자공학과(공학사)
 1987년 : (불) 국립항공우주대학 전자공학과 (공학박사)
 1992년~현재 : 인하대학교 전자공학과 부교수
 관심분야 : 항공통신 시스템, 초고

주파공학