

## 레이다 정보처리를 위한 단일형 및 분산다중형 시스템에 관한 연구

正會員 金 春 吉\*

### A Study on the Simplex and Distributed Multiplex type System for the Radar Data Processing

Choon Gil Kim\* *Regular Member*

#### 要 約

본 연구는 각종 레이다로부터 얻어지는 다양한 정보를 하나의 통합된 시스템으로 처리하는 정보통합 처리시스템의 구성을 제안하였고, 제안된 시스템의 성능과 타당성 분석은 m/m/1큐 모델에 의한 시스템 시뮬레이션을 통하여 평가되었다. 또 이들 정보처리 시스템간의 연동을 위한 종합정보망을 설계하고 그 전송특성을 분석하였다.

정보통합 처리시스템의 설계에서는 정보처리 형태에 따라 단일형과 분산다중형으로 분류하여 구성 하였다. 각 시스템의 구조는 실시간 처리 프로세서로서 UNIX의 메시지 큐를 사용하였으며 이들 모델 시스템의 성능 분석에는 큐잉모델을 사용하여 시스템의 정보흐름을 모델링하고 시뮬레이션을 위한 소프트웨어는 OPNET 시스템 커널과 C언어로써 작성하였다. 작성된 분석 프로세서에 의해 시스템의 지연시간과 메시지 Blocking등의 주요 큐잉요소를 관찰하고 이를 통해 분산다중형과 단일형 양모델간의 특성을 비교 검토하였다.

#### ABSTRACT

Thanks to the data processing facilities of modern digital computers, the performances of radar has been promoted greatly as one of the main components of command and control systems along with the computer communications.

---

\*韓國科學技術院 基礎科學 課程  
論文番號 : 93-180

In this study, radar data integrating and processing systems were designed for the data processing of various information from many kinds of radar in a single data processing system.

The performance of the data integrating system was analyzed by applying queueing theory.

A radar data integrating network was designed for synchronous relational operations among the information processing systems and the transmission characteristics were also analysed by specific models for each system.

The designed data integrating systems can be divided into a simplex type and a distributed multiplex type.

### 1. 서 론

본 논문에서는 국내 레이더 실정에 적합한 정보처리 시스템을 설계하기 위하여 시스템의 내부 구성이 잘 알려지지 않고 있는 레이더 정보 통합처리 시스템의 내부 프로세서 설계를 처음으로 시도하였으며 설계된 시스템의 성능평가를 위하여 큐모델을 사용하였다.

시스템의 내부 정보처리 프로세서의 흐름은 UNIX의 IPC 메시지 큐를 사용하여 설계함으로써 디스크 I/O 방식보다 실시간 정보처리에서 더욱 효율적인 성능을 발휘 할 수 있도록 하였다. 본 논문에서 제안하는 시스템의 구조는 정보처리 형태에 따라 단일형과 분산형의 두가지 시스템으로 제안하였다. 두 시스템의 패킷처리 성능과 시스템의 지연시간에 대한 분석을 위하여 큐잉 이론을 적용하였으며 미니컴 컴퓨터를 단일형 시스템의 성능모델로 하였고 분산형은 개인용 컴퓨터를 그 성능모델로 하였으며 m/m/1 큐 모델을 적용하였다.<sup>1)</sup> 패킷의 각종 도착율이 시스템에 미치는 영향을 분석하기 위하여 각 메시지 큐에서의 패킷흐름이나 시간지연등을 분석대상으로 하였다.<sup>2)~10)</sup>

레이더 정보 시스템들간의 정보전송을 위한 종합 정보망의 형성에는 공간적 계층구조에 의한 구조적 설계방법을 사용하였다. 즉 최하위 계층인 group 계층의 통신망형성을 근간으로 subnet 계층이 형성되고 이들 subnet의 집합에 의하여 레이더 종합망을 형성하도록 하였다. 각 계층에서의 통신모델과 전송모델은 소프트웨어적 기본단위 모델로서 설계되며 이

들 기본모델들의 조합에 의하여 각종 망구조를 형성하도록 하였다.

통신망 기본 모델들은 OSI 계층 중에서 물리층과 데이터링크층 그리고 네트워킹층을 고려하였다. 물리층에서는 ethernet과 fddi모델을 사용하였으며 네트워킹층에서는 ip모델을 사용하였다.

본 논문이 제시하는 레이더 정보처리 시스템은 Netted 레이더의 데이터 처리형태를 전제로 설계하였다. 이에 따라서 다수의 레이더 정보입력원에 대한 실시간 정보처리용 정보통합 처리 시스템의 설계를 위하여 Multiuser OS로서 가장 객관성이 있는 UNIX OS를 모델로 하였으며 정보의 실시간 처리를 위하여 정보처리 프로세서간의 데이터 전송 장치는 IPC 메시지 큐 방식을 채택하였다.

정보처리 형태별로 분산형과 단일형으로 구분되는 시스템 모델의 정보처리 모델링에는 m/m/1 큐를 연속으로 사용하여 정보처리 프로세서와 IPC 메시지 큐를 모델링 하였다. 상이한 두 시스템 모델에 대한 큐잉 모델 파라메타에는 실제로 상용되는 컴퓨터 시스템의 성능을 변수값으로 입력 하였다. 즉 분산형 시스템의 성능 모델로는 Compaque 386/20MHz의 개인용 컴퓨터에서 사용되는 UNIX OS의 메시지처리 성능과 마이크로기를 큐모델의 서비스율과 큐크기로서 입력하였으며, 단일형 시스템에서는 DEC사의 MICROVAX와 AT&T의 3B2에 대한 성능들을 큐모델의 파라메타로서 각각 입력하였다. 큐모델링을 통한 두 시스템의 정보처리 성능을 평가하기 위하여 상용 시뮬레이션 패키지인 OPNET을 사용하였고 OPNET의 시뮬레이션 결과 검증은 McDougall의

Smpl 시뮬레이션 도구로서 제작 시행하였다.<sup>17)</sup>

이들 시스템간의 연동을 위한 종합망설계의 타당성 분석은 OPNET 시스템 커널을 이용하여 통신모듈의 특성을 설정하고 이들 모듈들의 공간적 조합에 의하여 group, subnet, RIDN계층들을 공간적 구조로 설계함으로써 종합망의 설계에 대한 계층별 성능평가가 가능하였다. group 계층의 구조는 multistatic 레이다의 특성을 기본 단위모델로 설정 하였으며 네트워크 모델은 OSI 계층분류에 의거하여 분류 설계하였다. 물리층 모델로는 ethernet과 fddi프로토콜을 사용하였으며 네트워크층은 ip모델을 사용하여 전송상태를 조사하였다. subnet 계층에서는 유선선로와 무선선로를 고려한 지역망 형태로 설계하였으며 이동 무선단말의 특성에 대해서는 개별적 모델로서 분석하였다.

## II. 레이다 정보 처리

초기 2차대전중의 레이다는 항공기를 추적하는 매우 간단한 장치로 인식되었다. 그러나 오늘날에는 컴퓨터 지휘통제 시스템과 더불어 그 성능이 괄목할 만한 성장을 보이고 있다. 이것은 군과 민간에 의한 필요성에 의해서 개발된 성능의 발전에 힘입어 온 것이다.

군사적 응용으로, 항공방위체제와 사격통제 시스템을 들 수 있는데 이들은 저속과 고속의 목표물을 저공과 고공에서 감시하는 방대한 영공의 감시를 필요로 하며, 비행체나 육상이동체에 대해 미사일이나 화력등의 통제를 지원하고 또한 항공운항이나 정찰임무도 해내고 있다. 또 민간항공기의 항공관제(air traffic control)나 충돌방지(collosion avoidance) 계기비행, 기상관측, 항해등에 많이 이용되고 있다. 이러한 각종 레이다를 분류해 보면 크게 4가지로 분류할 수 있다.

그림 2-3의 직렬형 프로세서들은 궁극적으로 대역압추기라고 볼 수 있다. 즉 좌측으로부터 레이다 신호의 대역폭이 수십 MHz대의 정보로부터 data extractor에 의하여 수 Hz대의 정보로 축약케 되는 것이다. 이러한 처리과정을 거친 데이터는 clutter와 목표물에대한 정보를 분리시킴으로써 운용자의 상황 파악을 용이하게 한다. 특히 이러한 연속적인 정보처리 과정을 통한 추적자료는 운용자가 판단을 더욱 정확

하고 쉽게 내리도록 지원해 준다. 그림에서 좌측의 raw video signal은 많은 유효신호를 포함하고 있으나 data extractor에 의하여 추적자료만을 추출할 수 있으며 data extractor에 의해 목표물의 속도, 거리 등의 각종 파라메타를 운용자에게 테이블형태로 제시해 준다.

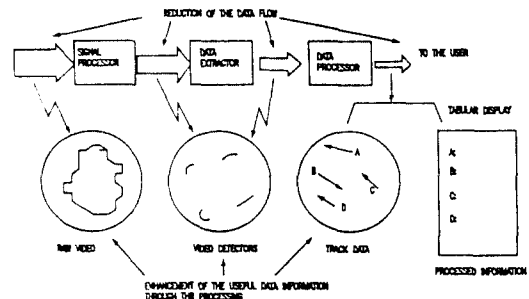


그림 2-3. 수신단에서의 자료처리

Fig. 2-3. functions performed in the radar receiving phase

## III. Multistatic 레이다 시스템

레이다의 송수신 방식에는 단일 레이다 시스템이 신호를 발생하고 그 신호를 추적하여 target을 감지하는 monostatic 방식과 신호의 송수신 장치가 따로 이 격리되어 탐색을 수행하는 bistatic 방식이 있다. 특히 한대의 송신 레이다에 대해 다수의 수신 레이다를 가진 시스템을 multistatic 방식 또는 netted bistatic 방식 이라 한다.

여기서 monostatic 레이다는 일반적으로 알려진 레이다이며 bistatic은 좀 생소하지만 그러나 전혀 새로운 개념은 아니다. 왜냐하면 본래 레이다는 bistatic으로 출발했으나 duplexer의 발달이후 monostatic이 전반적인 추세가 되었기 때문이다. 그러나 최근 정확도나 실시간분석 등 레이다 성능의 고급화 요구에 부응하고 대전자무기에 의한 전자파적 교란(jamming, ARM(anti-radiation missile)등)을 극복하기 위하여 레이다의 설계형태가 점차 bistatic형태로 발전하는 추세에 있다. 그것은 bistatic 방식이 적의 ARM에 노출될 위험도 낮고 jamming에 의한 교란

도 monostatic보다 적게 받기 때문이다.<sup>11)</sup>

다수의 레이다 기지는 단일 레이다 시스템 보다도 훨씬 광범위한 지역을 정찰 할 수 있으며 이것은 레이다 탐색범위의 중첩을 최소한으로 한 상태에서 더욱 그러하다. 따라서 탐색 지역에서의 sensor 수를 최소화 시킬 수가 있다. 또 어느 정도의 중첩을 허용하는 상태로서의 netted radar는 또다른 효율성을 발휘할 수 있다. 즉 특정 간격동안의 탐색(detection) 기회가 증가하게 된다. 이것은 단독 레이다와 비교했을 경우에 평가되는 netted radar 시스템의 성능으로 목표물의 추적에 실패할 확률이 감소하게 되는 것이다. 결론적으로 어떤 목표물의 추적 실패율에 대해서 살펴볼 때 각 개개 레이다의 단독적인 목표추적율을 떨어지더라도 어느 정도의 범위내에서는 단독 레이다의 성능을 능가 할 수 있다. 예를 들어서 단일 레이다 추적 시스템에서 2회 연속탐색으로부터 목표를 놓친 경우, 단일 1회 탐색확률(single scan detection prob.)을  $P_d$ 라 할때 각 탐색에서 목표추적이 실패 할 확률  $P_F$ 는

$$P_F(1) = (1 - P_d) \quad (2.1)$$

$P_F(n)$  : n회 추적에대한 탐색 실패율  
 $P_d$  : 탐색 성공율

이고, 2회 연속 실패할 확률은

$$P_F(2) = (1 - P_d)^2 \quad (2.2)$$

이 된다. 여기서 2회의 사건들은 서로 독립이라 본다. 즉 탐색 시간동안 두 탐색신호변동(signal fluctuation) 사이에는 어떤 상관관계도 없음을 의미한다.

목표물에대한 다른 추적경로에 대해 제 2의 레이다를 추가하고 추적시스템에는 어느쪽의 레이다 추적 결과도 표시가 되도록 한다고 가정할 때 양쪽 레이다 모두가 추적에 실패할 확률은

$$P_{aF}(2) \cdot P_{bF}(2) = (1 - P_d)^4 \quad (2.3)$$

$P_{xF}$  : 레이다 X의  $P_F$

이 된다. 이상에서 2가지 확률을 서로 비교해 볼때 단독으로 격리된 레이다보다 netted radar system에서 요구되는  $P_{aF}$ 는 동등한 시스템 추적 확률을 갖는

monostatic 레이다와 비교할 때 더 낮아도 되는 결과가 나온다. 다시말해서 고출력 고감도의 단독 레이다 보다도 netting된 형태의 저출력 레이다 시스템이 효율면에서 더 우수함을 보여주고 있다. 또 레이다 기지와 목표물사이의 다른 여러 경로를 통해 목표물의 다양한 RCS(radar cross section)를 얻을 수 있는 잇점도 있다.

넓게 퍼진 여러 레이다 기지들이 어떤 미사일 형태의 목표물을 추적할 경우 RCS의 변화를 보면 정면부분과 측면부분의 RCS미가 20~30dB의 차가 있는데 이 것은 단일 레이다 기지에 의한 RCS보다 netted radar의 경우가 더 높은 신뢰도를 가짐을 의미한다. 또 다른 장점으로서는 초기 추적착수(track initiation)와 가속 또는 직선경로에 대한 추적 정밀도의 개선을 들 수 있는데 가속경로에 대한 목표추적에서는 filtering error가 plot 상에서 시간의 세곱에 비례하여 증가하게된다. 그러나 netted radar 시스템에서는 수신 데이터율의 상승이 가능하므로 그만큼의 filtering error를 감소시킬 수가 있다.

직선경로부분에 대한 filtering error는 주로 측정치와 추적 필터의 잡음에 원인이 있다. 따라서 2개 이상의 데이터를 서로 조합하여 다중 추적을 수행하는 netted radar의 경우는 전체시스템의 정밀도를 개선하기가 훨씬 용이하게 된다. 즉 자료가 단순히 평균함에 의해서 서로 조합되면 정밀도는 참여레이다수의 세곱안에 비례하는 만큼 개선될 수 있다. 또 각 레이다별로 측정된 목표물의 자료에 정밀도만큼의 가중치를 가해줌으로써 더욱 개선된 자료의 조합도 가능하게 된다.

이와 같이 일반적으로 한 레이다가 목표물의 위치를 거리와 방위각 측정에 의해서 확인하게 된다. 그러나 각 측정장치들은 전송 신호와 신호처리 형태, 그리고 자료분석장치에 따라 각종 에러요인들에 의해서 쉽게 영향을 받게 된다. 이때 거리오차가 일정할 경우 방위각에 의한 오차를 고려하게 되는데 방위각 오차는 거리에 수직이며 거리가 멀수록 증가하게 된다. 이 방식은 2개 이상의 레이다조가 거리를 측정할 때 사용하는데 이것은 특히 레이다 빔이 서로 직각으로 교차 할 경우에 더욱 유용한 방법이다. 즉 오차 영역이 두 레이다의 공통 오차 영역으로 축소 되기 때문이다.

레이다 netting의 주된 목적은 각 레이다로부터 획득된 정보를 중앙으로 집중시켜서 적절히 조합함으로써 소위 다중 레이다 추적(multi-radar tracking)

을 구현하기 위한것이다.

다수의 레이더들은 기계적 회전에 의한 방식(radar1과 radarN)과 phased-array scan방식(radar2)으로서 각기 상이한 정보율(data rate)과 정확도(measurement accuracy)를 갖는 탐색을 하게 된다. 전 송선로를 타고 보내진 데이터는 중앙 연산부로 보내져서 이미 저장된 추적 기능들(추적 착수, 추적 예측, correlation, 추적평탄화)을 수행하게 되는데 이때 레이더 기지를 기준으로한 좌표계를 중앙처리부 기준 좌표계로 변환하고, 측정된 거리와 방위각에 대해 영향을 주는 기준보정 오차의 보상도 함께 수행된다. 그리하여 상이한 레이더조들로부터 측정된 데이터가 동일 타겟에 대해 공간좌표상으로 일치되는 결과를 갖도록 재정립 하게된다.

#### IV. 레이더 정보 통합 처리 시스템

##### 1. 개 요

첨단 전자 장비를 사용한 현대 전자전에서는 전투 양상의 급격한 변화, 전투의 광역화, 정보의 다양화에 따라 피아 전투의 종합적이고 신속한 파악이 필요하게 되고 필요 정보를 신속히 추출 할 수 있어야 한다. 따라서 이와 같은 통합 정보체계에서는 우선 정보의 탐지 및 파악이 필요하고 수집된 정보는 한곳으로 집중 처리되어 내용에 따라 분류, 추적 혹은 결합되며 이렇게 정제된 정보는 전술 통신망을 통하여 필요한 지역으로 또다시 전송된다. 즉 컴퓨터를 이용하여 지휘통제에 필요한 정보를 처리하고 지휘관의 결심에 필요한 제반정보를 제공하며 지휘관의 결심사항이 예하부대에 전달되도록 한다.<sup>11,12)</sup>

종합 정보전의 핵심인 통합 정보망의 개발은 집약된 정보의 효율적 처리 및 관리를 가능케 해주며 따라서 군작전수행에 끼치는 영향뿐만 아니라 국내 민간 통신분야의 통신망구축에 미치는 파급효과도 큰 몫을 차지한다 하겠다.

##### 2. 정보 통합 처리 시스템

레이더의 통합 정보망의 구축에 의하여 기종이 서로 다른 레이더간에도 데이터의 왕래가 가능하게 된다. 그러나 전송메시지의 형태와 자료의 종류가 상이하여 정보의 교환이 어려우므로 이들 메시지의 호환성을 살리기 위하여 다음과 같은 공용데이터용 패킷 처리 시스템을 설치함으로써 레이더 정보의 통합을 기할 수 있다.

##### 좌표 변환 및 정보통합 시스템은

－ 레이더의 기종에 제한되어 정보의 통합과 그에 따른 지휘통제가 어려운 레이더 정보체계를 기종에 무관하게 범용성을 지닌 레이더 정보체계로 구축할 수 있으며

－ 메시지 변환에 의한 정보의 왕래가 자유롭고

－ 추적데이터의 집중식 관리가 용이해지며

－ multistatic 레이더 추적 시스템에서도 더욱 효율적으로 활용할 수 있게된다.

－ 데이터형태가 공통이므로, 각종 상황에 대한 관련추적 데이터의 저장에 용이하게되어, 측정된 데이터의 재사용과 분석에 의해 지휘 통제소에서는 더욱 효과적인 상황판단이 가능해 진다.

이러한 시스템의 구성에 적합한 범용성 OS로는 현재 널리 사용되고 있는 UNIX가 가장 효율적이며 시스템 내부 프로세서간의 통신에는 IPC(Inter Process Communication) 기능들을 사용하여 시스템 처리효율을 더욱 높일수 있다.<sup>13,14)</sup> 또 처리된 레이더의 데이터를 출력하는 화면출력 장치로는 X Window를 장착한 워크스테이션급의 그래픽 터미널을 사용하여 menu driven방식의 대화식 시스템 운용을 채택함으로써 정보운용의 단순화의 효율화를 기할 수 있다.

#### 3. 시스템의 모델링

##### 가. 시스템 구조

통합정보 시스템의 컴퓨터 구성 형태에 따라 단일 시스템 모델과 분산 다중 시스템 모델로 분류하여 설계하였다.

##### 1) 단일 시스템 모델

데이터의 수신과 분석등의 정보 처리 알고리즘이 단일 컴퓨터 내부에서 모두 처리되도록 구성되며 컴퓨터의 환경은 미니컴퓨터에 맞추어 설계하였다. 그림 4-1은 본 논문이 제시하는 단일 시스템 모델의 시스템 블록을 도시하고 있으며 그림 4-2은 분산형 모델의 블록도 이다.

##### 2) 분산 다중 시스템 모델

분산 다중형 모델은 정보의 수신과 메시지 변형처리과정이 분산된 각 PC 컴퓨터에서 독립적으로 수행되며 최종적인 정보통합과정이 미니컴 또는 워크스테이션급의 중앙 컴퓨터에서 수행된다.

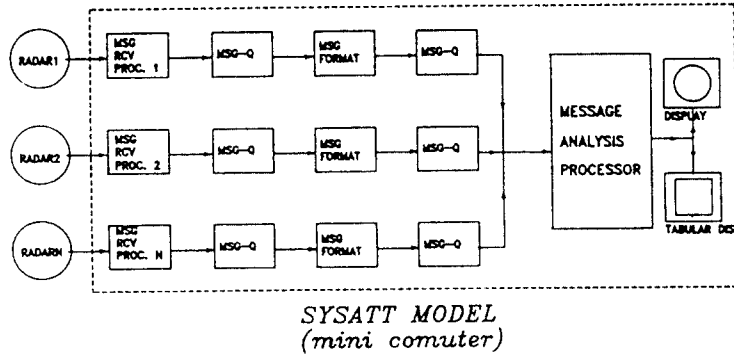


그림 4-1. 레이더 정보통합 처리시스템의 단일 시스템 구조  
Fig. 4-1. single type of radar data integrating system

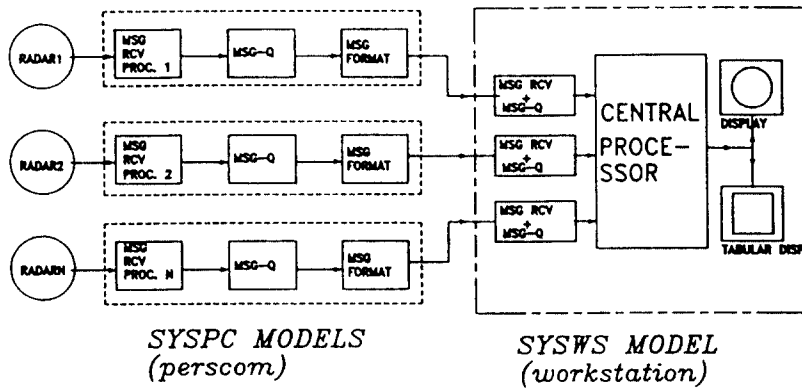


그림 4-2. 레이더 정보통합 처리시스템의 다중 시스템 구조  
Fig. 4-2. multiple type of radar data integrating system

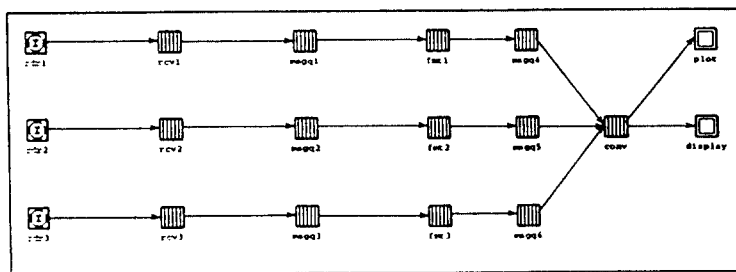


그림 4-3. 단일형 시스템의 큐잉 모델  
Fig. 4-3. queuing model of single type

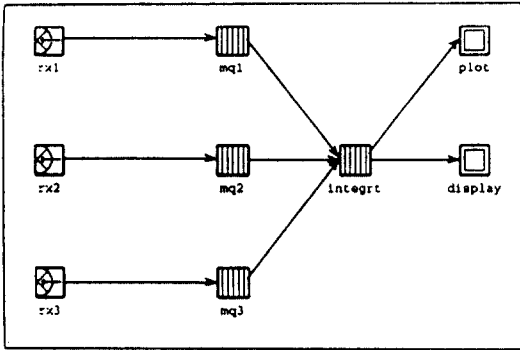


그림 4-4. 다중형 시스템의 큐잉 모델(중앙 컴퓨터 모델)  
Fig. 4-4. queuing model of multiple type(central computer model)

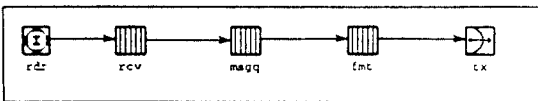


그림 4-5. 다중형 시스템의 큐잉 모델(pc 모델)  
Fig. 4-5. queuing model of multiple type(pc model)

나. 시스템의 큐잉 모델

설계된 시스템의 시스템 특성을 분석하기 위하여 본 연구에서 설계한 단일형과 분산다중형 시스템의 큐잉 모델은 다음 그림과 같다. 이들의 정보처리 흐름은 UNIX OS 기능중 프로세스간 내부통신 기능인 메시지 큐를 대상으로 하였으며 이를 모델링하기 위하여 주로 m/m/1 큐를 사용하였다.

V. 레이다 정보망의 구성과 설계

본 논문이 제시하는 레이다 정보망의 구조는 먼저 반경 수백미터에서 수Km 이내에 있는 레이다 기지들이 radar group을 형성하여 group level에 포함되며, 이 radar group들은 다시 반경 수십Km 내외의 radar subnet으로 포함된다. 이렇게 구성된 여러개의 subnet 단위는 군 정보기간망이나 민간종합 정보망을 통해 레이다 종합 정보망(Radar Integrated Data Network)으로 접속되게 된다.

각 group은 지형적이나 지역적 혹은 기술적 환경요건과 radar의 종류를 고려한 각종 지역망으로써 적합한 망구조를 형성하게되며 통신설비와 구성체계는

단거리 통신망의 구성을 기준으로 하고, 차후에 접속부가되는 무선망의 설치도 고려하여 설계한다.

그러나 기밀이나 보안성을 요하는 선로는 광선로와 같은 보안성이 높고 전송품질이 고급인 유선망의 설치도 고려하였다.

단거리 망으로 구성된 group들은 다시 지형적 전략적 요건에 맞게 subnet을 구성하게 되는데 subnet간의 고속통신선로는 민간 기간망이나 군 전용 회선 혹은 위성통신 선로가 된다. 본 연구의 실험에 사용되는 각 레이다의 BIT(built in test) 정보는 10Mbps로 시뮬레이션이되며 각 종류의 link에 대해 적용되어 분석이 수행되었다.

최종 종합망단계는 전지역을 하나의 종합망으로 잇는 레이다 종합망을 구성하며 종합망의 구조는 현재 추진되는 BISDN, MISDN이나 각종 무선및 위성채널을 이용한다. 또한 구간별 기능별로 구분되어 유선과 무선 link가 조합되게 된다.

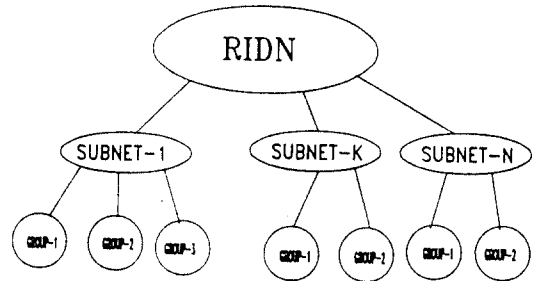


그림 5-1. RIDN의 공간적 계층 구성도  
Fig. 5-1. spatial hierarchy of RIDN

VI. 시뮬레이션 및 고찰

RIDN의 group 계층과 subnet 계층의 데이터들은 여러가지 network 형태와 신호방식 그리고 여러기종의 레이다로부터 보내지는 다양한 메시지 패킷을 가진 종합적 자료처리망이다. 본 연구에서는 각종 자료발생원을 통계적모델로 설정하고 전송시스템의 파라메타를 설정하여 여러가지 전송성능을 다음과 같이 분석해 보았다. 이들 분석은 미국 MIT 대학에서 개발되어 MIL-III사가 보급중인 OPNET 2.3L을 통하여 그 타당성을 검토하였다.

1. 레이다 정보통합 시스템 운용효율

큐 이론에 의하여 모델링된 레이다 종합정보처리 시스템의 단일형과 분산다중형에 대한 시스템 성능 평가와 상이한 두 모델간의 정보처리율을 비교하기 위하여 본 연구에서는 SUN SPARC STATION 1+에 설치된 OPNET 커널을 이용하였다. 즉 FIFO큐의 모델링은 C언어를 사용하여 OPENT함수들을 호출함으로써 소프트웨어적 모듈로 구성하였고 프로그래밍에 사용되는 대상 모델들의 매개변수는 표 6-1와 같이 각 컴퓨터의 특성을 분석하여 이로부터 얻어진 시스템 특성들을 시뮬레이션 인수로 사용하였다. 본 연구에서 대상으로한 컴퓨터의 모델은 개인용 컴퓨터로서 COMPAQ사의 IBM386/20MHz 모델이며 미나킴으로는 DEC사의 MICROVAX와 AT&T의 3B2 기종들이다. 이들의 성능을 통일한 환경하에서 실시하기 위하여 UNIX OS하에서 사용되는 IPC (Inter Process Communication) 메시지 큐의 처리

속도와 큐 용량을 기준 항목으로 선정하였고 이를 실험하기 위한 평가 데이터의 발생원은 OPNET의 각종 패킷 발생함수를 사용하였다.

가. 시스템 성능 모델

시스템의 정보처리 성능분석을 위하여 시스템의 컴퓨터 구성형태에 따라 단일형과 분산다중형 시스템으로 분류하고 시스템 내부의 성능모델은 m/m/1 큐로써 모델링하여 이들을 이용한 시뮬레이션을 통해 양 시스템간의 성능 및 특성을 분석하였다. 분산형 정보처리 시스템의 성능 모델은 그림 4-4에서 제시된 마와 같이 분산된 개인용 컴퓨터와 중앙의 워크스테이션 모델로 구성된다. 개인용 컴퓨터의 성능모델로서 COMPAQUE386을 사용하였고 워크스테이션 모델에는 MICROVAX를 사용하였다. 그림 4-3의 단일형 모델에서는 3B2시스템을 성능 모델로 선정하였다.

표 6-1. IPC 메시지 큐 특성 비교

Table 6-1. IPC message specification

	AT&T Sys. V R.2	DEC VAX Ultrix	AT&T UNIXPC	XENIX 286	XENIX 386
메시지의 최대 바이트수	8192	8192	8192	8192	8192
큐의 최대 크기	16384	16384	16384	8192	8192
최대 수용가능 큐 갯수	50	50	50	10	10
최대 수용가능 메시지 수	40	40	40	60	60

표 6-2. COMPAQ 386/20MHz시스템의 큐모델 변수

Table 6-2. queue model parameter for COMPAQ 386/20MHz

패킷발생, 크기 분포함수	지수함수
ARRIVAL RATE [pk/sec]	1, 4, 16, 64
PK SIZE [bit/pk]	4096 - 65536
SERVICE RATE [bit/sec]	5, 734, 400
MAXIMUM QUE SIZE [bit]	65, 536
MEAN DELAY TIME [sec]	1/86.5 - 1/1399

표 6-3. DEC MICROVAX시스템의 큐모델 변수

Table 6-3. queue model parameter for DEC MICROVAX

패킷발생, 크기 분포함수	지수함수
ARRIVAL RATE [pk/sec]	1, 4, 16, 64
PK SIZE [bit/pk]	4096 - 65536
SERVICE RATE [bit/sec]	2, 867, 200
MAXIMUM QUE SIZE [bit]	131, 072
MEAN DELAY TIME [sec]	1/42.75 - 1/699

표 6-4. AT&T 3B2 시스템의 큐모델 변수

Table 6-4. queue model parameter for AT&T 3B2

패킷발생, 크기 분포함수	지수함수
INT ARRIV MEAN [pk/sec]	1, 4, 16, 64
PK SIZE [bit/pk]	4096 - 65536
SERVICE RATE [bit/sec]	1, 638, 400
MAXIMUM QUE SIZE [bit]	131, 072
MEAN DELAY TIME [sec]	1/24 - 1/399

표 6-5. 큐모델의 interarrival time의 확률분포 평균치

Table 6-5. mean value of interarrival time

PK SIZE	65, 536 [bit/sec]			
INTERARRIVAL DISTB. MEAN VALUE (1/λ)	1	4	16	64
DATA TRANSMIT RATE	64 Kbps	16 Kbps	4 Kbps	1 Kbps

λ: 패킷 발생 분포(지수함수)의 평균



표 6-2, 6-3, 6-4은 시뮬레이션의 대상이된 각 컴퓨터 시스템의 IPC 메시지 큐 특성과 이를 이용하여 본 실험에 적용한 시스템별 큐모델 매개변수를 나타내고 있다. 표 6-5는 각 레이더에서 지수함수에분포에 의해 발생된 데이터의 발생율을 나타내고 있다.

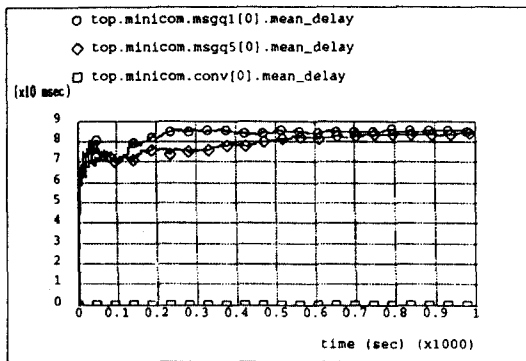
나. 시스템 성능 평가

레이더 정보통합 처리 시스템의 성능평가를 위하여 본 논문에서는 COMPAQUE386과 MICROVAX 그리고 3B2 컴퓨터의 UNIX IPC 성능을 성능 모델

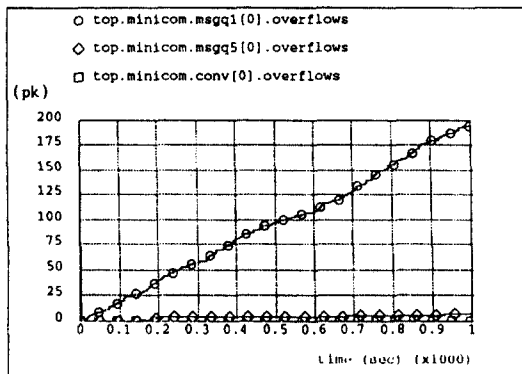
로 채택하였다.

이들중 AT&T 3B2 시스템에 의한 단일형 시스템 모델(그림 4-3)에 대한 큐특성(지연시간, blocking율)을 그림 6-1~6-2에 패킷 평균 도착율을 나타내고 있다. 또 COMPAQUE386과 MICROVA의 조합에 의한 분산형 시스템모델(그림 4-4)에 대한 큐 특성은 그림 6-3~6-4에 나타내고 있다.

다음은 위의 표에 나타난 큐의 특성을 가지고 두 모델 시스템들의 시뮬레이션으로부터 얻어진 결과를 SUNVIEW 그래픽 툴을 사용하여 얻은 그래프이다.



(a)



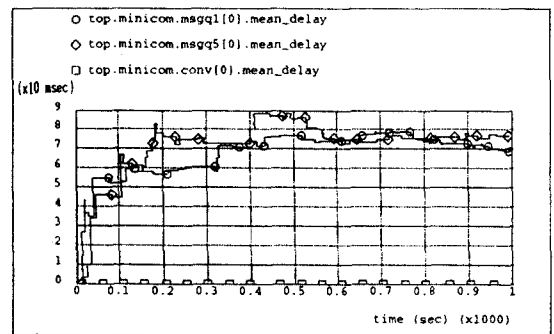
(b)

그림 6-1. 64Kbps, 64Kbit 입력패킷에 대한 단일시스템형 통합정보시스템 모델의 큐특성

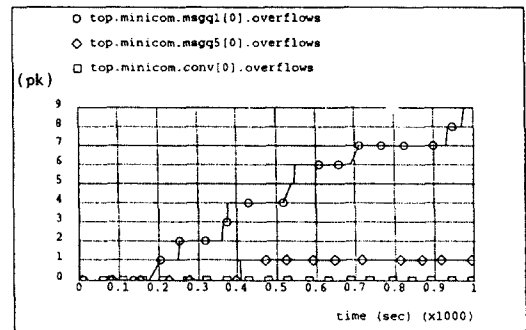
(a) 평균 지연 시간 (b) blocking 상태

Fig. 6-1. queue characteristics of the single type data integrating system model on 64Kbps, 64Kbit input

(a) mean delay (b) blocking state



(a)



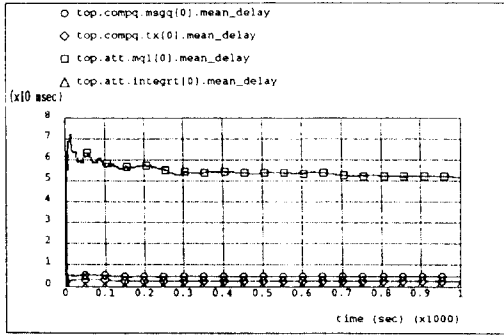
(b)

그림 6-2. 4Kbps, 64Kbit 입력패킷에 대한 단일 시스템형 통합정보시스템 모델의 큐특성

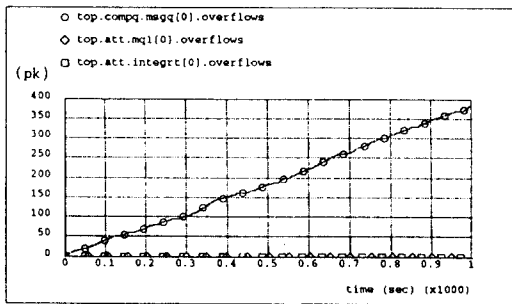
(a) 평균 지연 시간 (b) blocking 상태

Fig. 6-2. queue characteristics of the single type data

(a) mean delay (b) blocking state



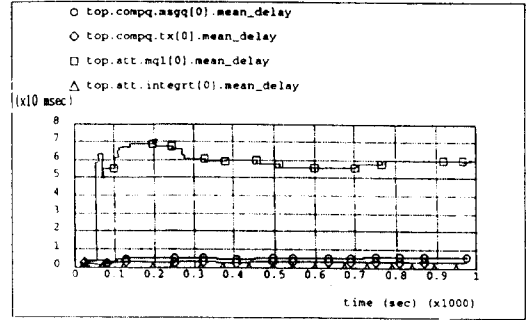
(a)



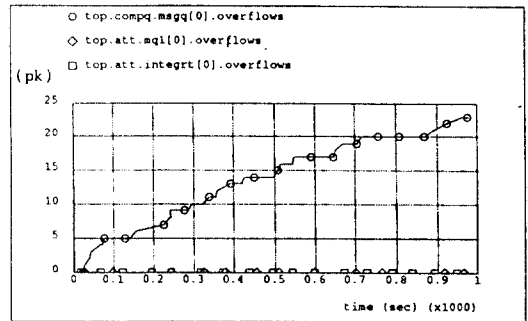
(b)

그림 6-3. 64Kbps, 64Kbit 입력패킷에 대한 분산다중시스템형 통합정보시스템 모델의 queue 특성  
(a) 평균 지연 시간 (b) blocking 상태

Fig. 6-3. queue characteristics of the multiple type data integrating system model on 64Kbps, 64Kbit input  
(a) mean delay (b) blocking state



(a)



(b)

그림 6-4. 4Kbps, 64Kbit 입력패킷에 대한 분산다중시스템형 통합정보시스템 모델의 queue 특성  
(a) 평균 지연 시간 (b) blocking 상태

Fig. 6-4. queue characteristics of the multiple type data integrating system model on 4Kbps, 64Kbit input  
(a) mean delay (b) blocking state

다. 결과 분석

그림 6-1 ~ 그림 6-4에 나타난 각 시스템 모델의 평균 지연시간은 이론적으로 산출이 가능하며 이때  $\mu$ 는 패킷 크기  $1/\mu'$ 과 비트서비스율 C로서 패킷 서비스율  $\mu'C$ 로서 산출된다.

평균 지연시간

$$\text{mean delay } W = 1/(\mu - \lambda)$$

여기서 패킷 크기는

$$1/\mu' : 64 \text{ Kbits} = 64 \times 1024 \text{ [bit/pk]}$$

$$4 \text{ Kbits} = 4 \times 1024 \text{ [bit/pk]}$$

표 6-6. 각 시뮬레이션의 평균 지연시간

Table 6-6. mean delay time for each simulation

입력 패킷 크기	COMPAQ386		DEC M VAX		AT&T 3B2	
	mean delay	ovflow	mean delay	ovflow	mean delay	ovflow
4 kbits	0.00074	1 pk	0.00143	0 pk	0.0025	0 pk
		1500 sec		2000 sec		2000 sec
64 kbits	0.005	800 pk	0.0165	260 pk	0.02863	270 pk
		2000 sec		2000 sec		2000 sec

표 6-7. 각 시뮬레이션의 패킷 blocking율  
Table 6-7. packet blocking rate for each simulation

	64 Kbps	16 Kbps	4 Kbps	1 Kbps
단일 시스템 (pk size 64k)	200 pk 1000 sec	40 pk 1000 sec	9 pk 1000 sec	1 pk 1000 sec
분산 시스템 (pk size 64k)	400 pk 1000 sec	90 pk 1000 sec	25 pk 1000 sec	9 pk 900 sec
분산 ovf	2.	2.25	2.22	3.
단일 ovf				

## Ⅶ. 결 론

본 연구는 각종 레이더 장비로부터 수집되는 다양한 정보를 하나의 통합된 시스템으로 처리하기 위하여 국내 상황에 적합한 레이더 정보통합 처리 시스템의 구성을 설계하였고 설계된 시스템을 큐 모델화하여 시뮬레이션을 행함으로써 시스템 특성과 정보처리 성능을 평가할 수 있었다. 레이더 정보전송을 위한 종합 정보 통신망은 공간적 범위에 따라 계층을 분류하는 공간적 계층구조에 의해 종합망을 설계하였으며 이들의 계층별 조합방식은 전체적인 망의 종합적 성능을 국부적인 분석결과를 조합함으로써 전체적인 성능의 파악이 가능하도록 하였다.

레이더 정보처리시스템은 정보처리 형태에 따라 분산형과 단일형으로 시스템을 분류 설계하였고 이들의 실시간적 정보처리 성능을 모델링하기 위하여 본 연구에서는 Compaq386, DEC MICROVAX, AT&T 3B2 컴퓨터 시스템들을 그 성능 모델로 채택하여 UNIX OS하에서 이들 컴퓨터들이 갖는 IPC 메시지 큐 성능을 모델링 파라미터로 사용하였다. 또 각 시스템 모델의 시뮬레이션에 의한 성능평가를 통하여 컴퓨터 시스템의 데이터 처리용 버퍼의 크기나 처리속도가 정보통합처리 시스템 전반의 데이터 처리 상황과 정보손실에 미치는 영향을 파악할 수 있었다. 시스템 시뮬레이션의 결과로부터 고속 데이터 처리 성능을 지닌 개인용 컴퓨터는 패킷정보의 처리에서 소요되는 지연시간의 현저한 감소로 인하여 정보처리의 속도면에서는 미니급 컴퓨터 모델보다 우수하였으며, 반면 미니급 컴퓨터를 사용한 단일형 시스템에서는 처리속도는 떨어지지만 패킷의 Blocking 발생이 매우 낮으므로 인하여 갑작스런 패킷의 증가에 대해서는 개인용 컴퓨터 모델보다도 더 안정된 처리능력을 나타냄을 알 수 있었다.

본 논문이 제시한 시스템 모델들의 시뮬레이션으로 부터 다음과 같은 결과를 얻을 수 있었다. 분산형과 단일형 시스템의 종합적 성능의 파악을 위하여 컴퓨터 시스템 모델의 조합에 앞서 행해진 각 컴퓨터 시스템의 단일특성 평가로부터, 개인용 컴퓨터의 경우 UNIX IPC의 메시지 큐의 데이터 처리 속도가 MICROVAX 나 3B2에 비하여 1400/400(3.5)배의 빠른 패킷처리 속도를 갖고 있었다. 3개 컴퓨터 시스템의 성능분석을 위하여 64Kbit, 4Kbit의 패킷을 1, 4, 16, 64의 평균값을 갖는 지수분포의 도착율로 입력하여 패킷을 발생시키고, 이들 발생 패킷의 메시지 처리율을 각 컴퓨터 시스템별 IPC 메시지 큐 처리성능 (3B2 : 1638400 [bit/sec], MICROVAX : 2867200 [bit/sec], Compaq : 5734400 [bit/sec])으로 입력하였을 경우 패킷 크기가 4Kbit에서는 큐의 평균 지연시간이 이론적 수치와 일치함을 보였으나 64Kbit의 패킷 크기에 대해서는 평균 지연시간이 이론적인 수치와 매우 상이함을 보였으며 이는 Blocking율이 높을 수록 더 심하게 나타남을 알 수 있었다.

본 연구에서는 시스템의 구현이 어렵고 시스템 환경요인이 다양한 레이더 정보처리 시스템과 이들의 연동을 위한 종합망의 구성을 위하여 큐 모델에 의한 컴퓨터 가상 시스템을 설계하고 다양한 환경요소들의 변동사항을 소프트웨어 모델의 실험적 변수를 통해 조정함으로써 변화되는 시스템 성능을 수량적으로 쉽게 관찰할 수 있었다. 또한 본 논문이 제시한 분산형과 집중형 시스템의 적절한 조합과 모델의 변형에 의하여 최적화된 시스템의 설계를 기대할 수 있을 것이며 이를 이용하여 더욱 효율적이고 안정된 시스템 설계가 가능할 것이다.

## 참 고 문 헌

1. David J. Morris, "Communication Command and Control System," Pergamon Press, Israel, 1977.
2. M. I. Skolink, "Introduction to Radar System," McGraw-Hill Book Company, New York, 1980.
3. M. I. Skolink, "Radar Handbook," McGraw-Hill, Publishing Company, New York, 1990.
4. E. Conte, E. D'Addio, A. Farina & M. Longo, "Multistatic Radar Detection Synthesis and Comparison of Optimum and Suboptimum Receivers," IEE Proc., CRSP, Vol. 130, Pt.F, No.

6. pp.484-494, Oct. 1983.
5. Choon Gil Kim, Hyung Jae Lee, "A Study on the Design of the Bistatic Radar Integrated Data Network," *Jurn. of KICS* Vol.17, No.3, pp.307-322, Mar. 1992.
6. Choon Gil Kim, Hyung Jae Lee, "A Study on Netted Radar Information Network," *Jurn. of KICS* Vol.17, No.3, pp.398-414, April. 1992.
7. Weston F.C., "O.R techniques relevant to corporate planning function practice, an investigative look," 39th meeting of O.R society of america, O. R. Bulletin, Vol. 19, spring 1971.
8. San-Qi Li: "A New Performance Measurement for Voice Transmission in Burst and Packet Switching," *IEEE Trans. on Communications*, Vol. 35, No. 10, October 1987, p.1083.
9. R. Nagarjan, J.F. Kurose, D. Towslev: "Approximation Techniques for Computing Packet Loss in Finite Buffer Voice Multiplexers," *INFOCOM'90*, San Francisco (USA), June 1990, pp.947-955
10. S. Lam and Y.L. Lien, "Congestion control of packet communication networks by input buffer limites a simulation study," *IEEE Trans. Compt.*, Vol. C-30, No.10, Oct., 1981.
11. Uyless Black, "OSI A Model for Communication Standard," Prentice Hall, 1991.
12. Bell Core, "Telecommunication Transmission Engineering," 1990.
13. Martin K, Simon et al, "Spread Spectrum Communications," Computer Science Press, 1985.
14. Edward A. Lee, David G. Messerschmitt, "Digital Communication," Kluwer Academic Publisher, 1988.
15. A. Farina & E. Hanle, "Position Accuracy in Netted Mono-static and Bistatic Radar," *IEEE Transactions AES*, Vol. AES 19, No.4, pp.513-520, Jul. 1983.
16. E. Conte, E. D'Addio, A. Farina & M. Longo, "Multistatic Radar Detection Synthesis and Comparison of Optimum and Suboptimum Receivers," *IEE Proc. CRSP*, Vol. 130, Pt.F, No.6, pp.484-494, Oct. 1983.
17. M. H. Macdougall, "Simulating Computer Systems Techniques and Tools," MIT Press, 1987.
18. S.M. Ross, "Stochastic Processes," John Wiley and Sons, chapter 8. 1983.
19. J.G. Shanthikumar and D.D. Yao, "The effect of increasing service rates in closed queueing networks," *Journal of Applied Prob.*, Vol.23, pp.174-183. 1986.
20. P. Sparaggis and C. Cassandras, "Monotonicity of cost functions in a general class of queueing networks," to appear in *Proc. IEEE Conf. Decision and Control*, 1990.
21. S. Stidham Jr. and R.R. Weber, "Monotonic and insensitive properties for control of queues with undiscounted costs," *Operations Research*, Vol. 87, pp.611-625, 1989.
22. D. Stoyan, "Comparison methods for queues and other stochastic models," John Wiley and Sons, 1983.
23. P. Tsoukas and J. Walrand, "Monotonicity of throughput in non Markovian networks," *Journal of Applied Prob.*, Vol.26, pp.134-141, 1989.
24. C.E. Agnew, "An introduction to queueing networks," Prentice Hall, Chapter 8. 1988.
25. C.E. Agnew, "Dynamic Modelling and control of Congestion Prone Systems," *Operations Research*, Vol. 24, No. 3, May-June 1976, pp. 400-419.
26. Jansuz Filipiak, "Modelling and control of Dynamic Flows in"

金 春 吉(Choon Gil Kim) 正會員  
 1965年: 韓國航空大學(工學士)  
 1990年: 독일 Gesamthoch schule/universität KASSEL  
 院수  
 1993年: 한국항공대학교 대학원 졸업(공학박사)  
 1984年-現在: 한국과학기술대학 및 한국과학기술원 기초  
 과학과정 조교수