

항공 전투 시뮬레이션의 합성전장환경 구축을 위한 환경 데이터 관리 및 공급 방안

양가람¹ · 함원경¹ · 박상철^{1†}

Environmental Data Management and Supply Plan for Building Synthetic Battlefield Environment of Air Combat Simulation

Ka-Ram Yang · Won K. Hwam · Sang C. Park

ABSTRACT

In this paper, there is a research for providing environmental data to reflect environmental effects to the simulation for the aviation weapon systems by the construction of the synthetic battlefield. The results of the aviation engagement simulation are able to differ by environmental effect. This paper analyzes the real aviation battlefield and designs the synthetic battlefield based on the analysis. In order to construct the designed synthetic battlefield, we collect the real environmental data for the atmosphere and structures the collected data using GIS (Geographic information system interpolation). The main objective of this paper is to design the synthetic battlefield based on the derived environmental factors from the analysis of the real aviation battlefield, and it constructs the designed synthetic battlefield by the collection of real atmosphere data. The constructed synthetic battlefield provides the environmental data which are requested from the distributed simulation system, and it makes the system reflect environmental effects to the simulation.

Key words : Atmosphere, Aviation, Engagement, Combat, Simulation, GIS (Geographic information system), Synthetic, Environment

요약

본 논문에서는 항공전장 환경의 구축을 통한 항공 무기체계의 가상시험에 환경적 영향을 반영하여 모의할 수 있도록 환경 데이터를 제공하기 위한 내용을 수행하였다. 항공 전투 시뮬레이션에서 전투 개체들이 모의하는 작전은 환경 영향에 의하여 그 달성 결과가 달라져야 한다. 본 연구에서는 항공 전투 시뮬레이션 시스템에 합성전장환경 구축을 위해, 실제 항공 전장환경을 분석하여 합성전장환경을 설계한다. 설계한 합성전장환경의 구현을 위해 적합한 실제 환경 데이터를 수집하고, 수집된 환경 데이터를 기반으로 합성전장환경 구축을 위해 공간 보간법(GIS, Geographic information system interpolation)을 활용하여 데이터를 가공한다. 본 논문의 최종 목적은 항공 전투 시뮬레이션에 환경 영향을 반영하기 위해 대기 환경 속성의 스펙트럼 중 시뮬레이션에서 요구하는 속성을 도출하여 합성전장환경을 설계하고, 실제 대기 데이터를 기반으로 설계된 합성전장환경을 구현한다. 구현된 합성전장환경을 분산 시뮬레이션 시스템에서 환경 데이터 요구에 대해 전장환경 데이터를 제공하여 시뮬레이션 시스템이 실제 환경 데이터에 기반한 합성전장환경을 시뮬레이션에 반영할 수 있게 한다.

주요어 : 대기, 항공, 명세, 전투, 시뮬레이션, 지리정보시스템, 합성, 환경

* 이 연구는 방위사업청(UD110006MD), 국방과학연구소(UD100009DD, UD120035JD), 및 한국연구재단(2012-0007496)의 지원으로 수행되었습니다.

접수일(2012년 12월 31일), 심사일(2013년 7월 5일),
게재 확정일(2013년 7월 15일)

¹⁾ 아주대학교 산업공학과

주 저 자 : 양가람

교신저자 : 박상철

E-mail; vision0429@ajou.ac.kr

1. 서론

국방 분야의 모델링 및 시뮬레이션은 현실 문제를 과학적으로 해결할 수 있는 예측 및 검증수단을 제공하고 가상 실험 환경을 제공한다. 무기체계를 모델링 및 시뮬레이션을 통해서 미리 그 효과를 예측하고 실험해 봄으로

써 군사 전력 발전, 무기체계 획득 관리, 군사 교육훈련 등 다양한 분야에 활용된다¹³⁾.

실제 공중에서는 항공 무기를 이용하여 제공권 장악이나 호위 등을 위한 공대공 전투, 지상의 목표를 공중에서 타격하는 공대지 전투, 해상의 적함을 타격하여 제해권 장악을 지원하는 공대함 전투 등 현대의 공중전은 광범위한 전장을 구축하고 있다. 이러한 공중전의 주축이 되는 전투 무기 체계로는 전투기, 폭격기, 등을 포함하는 항공기가 있으며, 주공격 수단이 되는 무기체계는 미사일이 존재한다. 이러한 항공 무기체계에는 물체를 감지하고, 그 문제가 관측자로부터 어떤 상대적인 위치에 있는가를 분석해 내는 일종의 원격탐사 장비이며 레이더(RADIO Detecting And Ranging)의 전자파를 이용한다. 레이더는 목표물을 향해 전자파를 발사해서 목표물에 부딪혀 후방에 산란되어 되돌아오는 전자파를 수신한다. 이러한 전자파를 사용하는 무기체계는 정밀성에 있어서 기존의 모기체계보다 월등한 능력을 가지고 있다. 전자 항공전을 구성하는 전투기, 폭격기, 지상관제 레이더, 대공 미사일, 대지 미사일, 대지 유도 폭탄 등의 높은 정밀성은 실제 운용에 있어서 환경의 영향을 받아 그 성능의 감소, 운용의 제한 등 작전상의 문제가 발생한다¹⁰⁾.

실제 사례로 예를 들면, 1990년 걸프전에서 영국군은 이라크와의 전쟁이 피할 수 없는 사실로 다가오자 영국방부 공분 전략 사령부에 기상 예보센터를 설치하여 중동 지역의 기상정보를 수집·분석하고, 수집·분석한 데이터를 기반으로 기상 예보 모델을 구축하여 군용기의 항로 지원이나 작전 수행, 작전 계획 수립에 활용함으로써 현대전에서 기상 이 차지하는 비중이 갈수록 높아진다는 사실을 잘 입증해주었다. 그리고 기상 예보에 있어서 첨단 장비와 기술 못지않게 기상 전문가의 판단 또한 중요하다는 것을 보여주기도 한 전쟁이었다⁶⁾.

실제로 날씨가 작전 성과에 영향을 미친 예로는 1999년 유고에서 발발한 코소보 전쟁을 들 수 있다. 코소보 전쟁에서 나토(NATO)는 지상 전력의 도움 없이 순수 항공력만으로 승리한 전쟁으로 미래 전에서 항공 작전 개념을 실체화 한 전쟁이었다. 하지만 유고의 지형은 국토의 67%가 산악지형으로 이루어져 지역에 따라 다양한 기후를 보이는 한반도와 유사한 특성을 갖고 있다. 폭격이 집중되었던 코소보의 유고의 평원 지역에는 연 700mm의 강수량을 가지며, 구름양이 많고 햇빛이 적으며 짙은 안개가 종종 발생한다. 이와 같은 기상 특성은 나토가 계획했던 공격의 20~50%가 날씨 때문에 취소되었고, 또 총출격 횟수 대비 항공 공격 성공률이 좋은 기상 조건에서는 50%에 달했으나, 나쁜 기상조건에서는 30%에도 미치지 못하였다¹⁰⁾.

이와 같은 사례로 전자전은 강우, 비박, 번개, 태양 자기장 및 습도 등 대기 환경에 민감하다는 사실이 증명되었고, 항공 전투 시뮬레이션에는 작전에 영향을 미치는 환경 요소들을 반영하여 모의하는 것이 필수적이다. 또한 항공 전투 시뮬레이션의 전투 개체들이 모의하는 작전은 반영된 환경 요소들에 의하여 그 달성 결과가 달라져야 한다.

그러나 실제 시뮬레이션 시스템 구축에 환경의 영향을 반영하는 것은 어려운 문제이다. 원시 환경 데이터는 환경 수치 데이터 형태이며, 시뮬레이션 시스템에서 필요로 하는 환경 데이터는 상호 운용성이 있어야 하기에 이러한 상황에서 격차가 발생하게 된다. 그러므로 환경 데이터를 시뮬레이션 시스템에 반영하기 위하여 시뮬레이션 엔지니어는 환경 데이터에 대한 이해가 요구된다. 그러나 이러한 환경에는 대기, 지형, 도심 등 광범위한 스펙트럼이 존재하기 때문에 시뮬레이션 엔지니어가 원시 환경 데이터를 활용하여 합성 환경을 구축하는 것은 비효율적인 작업이 된다. 그러므로 이러한 격차를 줄여줄 수 있는 중간

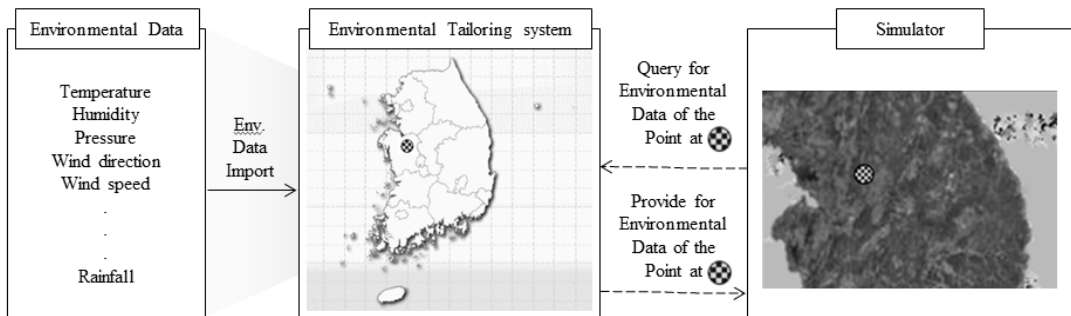


Fig. 1. ETS (Environment Tailoring System)

프로세스가 요구된다¹⁷⁾. 이러한 중간 프로세스를 본 연구에서는 ETS (Environment Tailoring System)이라 칭한다. Fig. 1.

시뮬레이션에 반영할 원시 환경 데이터는, 불규칙적인 분포의 포인트로 구성되어있는 대용량의 자료이므로 시뮬레이터가 요구한 특정 위치의 자료를 검색하기 어려운 점이 있다. 따라서 본 연구는 시뮬레이터의 엔지니어가 원하는 환경 요소 정보의 신속한 공급을 위하여 불규칙적으로 분포된 대용량의 원시 환경 데이터를 입력 받아 엔지니어가 원하는 위치의 원하는 데이터를 빠르게 재가공하여 제공하는 프레임워크를 제안한다.

논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 본 논문에서 제안되는 환경 데이터를 제공하기 위한 합성전장환경의 설계를 설명하고, 3장에서는 환경 데이터의 수집과정에 대하여 설명을 한다. 4장에서는 제안된 환경 데이터를 제공하기 위해 구축된 환경 데이터 관리 및 공급 시스템을 소개하며 마지막으로 5장에서 결론을 맺는다.

2. 합성전장환경 설계

대기 중에서 사용되는 항공 무기체계의 레이더 전자파는 산소 및 습도에 의한 감쇠를 갖는다. 감쇠는 레이더 전자파가 대기 중을 진행함에 따라 에너지가 강수입자, 구름 입자, 먼지, 연기 등과 상호 작용할 때 에너지 손실이 일어나게 되는데 이러한 에너지 손실을 감쇠라고 한다. 전자파는 물체에 부딪힐 때 까지 직진성을 갖는다. 하지만 지구는 구형의 형태를 취하고 있으므로 전자파의 발사지점으로부터 수평선 지점에서 전자파가 흡수될 것이다. 수평선 아래의 전자파 또한 흡수되거나 산란될 것이다. 이런 전자파의 특성은 크게 굴절, 산란, 회절이 있다¹⁰⁾.

굴절은 지형을 따라서 전자파가 휘어지는 것을 의미한다. 산란은 대기 환경 중에서 폭풍우, 강우, 물체 또는 표면에 의한 반사에 의해 발생한다. 회절은 지형, 건물 그리고 나무 등으로 인하여 발생한다. 전자파가 굴절되어 안테나에 도달하면 큰 감쇠 없이 전송이 가능하다. 반면에 산란과 회절은 대기 또는 물체에 의해 전자파들이 흡수되거나 방향성을 잃어 큰 감쇠현상을 보인다. 이러한 현상은 Fig. 2에서 표현되어 있다.

대부분의 수분은 액체 또는 고체의 형태로 공기 중에 존재하며, 무거운 입자들이 비, 우박, 또는 눈으로 강하한다. 구름과 비가 오는 지역 등 대기의 수분에 의한 다양한 현상이 전자파 에너지를 산란 시킨다.

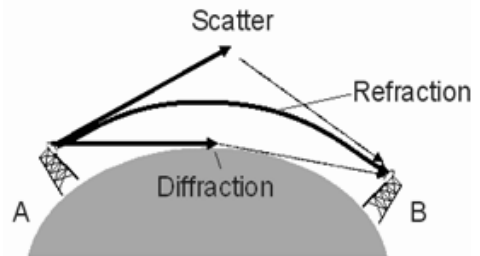


Fig. 2. Electromagnetic and environmental features

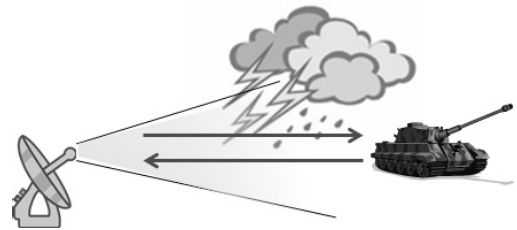


Fig. 3. Schematic of rader observations

Table 1. The results derived EPQ

No.	Env. factors Name	Feature	EPO division
1	Temperature	The temperature affect the air density and the maximum speed of airplane.	EPO
2	Atmospheric pressure	The atmospheric pressure uniformly changed by the layer beyond the atmosphere. But, the atmospheric pressure affect weather phenomena in the troposphere.	EPO
3	Wind direction	The wind direction affect the direction of progress and the precision.	EPO
4	Wind speed	The wind speed affect the direction of progress and the degree of precision.	EPO
5	Gravity	The gravity affect the drop velocity and the mobility.	EPO
6	Magnetic field	The magnetic field affect the communication and the detection of electromagnetic pulse.	EPO
7	Rainfall	The rainfall affect the attenuation of radio wave in ionosphere.	EPO

이렇듯 항공 무기체계에 영향을 주는 환경요인들만 도출할 수 있다. 이러한 환경 요소를 EPO (Environmental Process Object: 환경요소)로 정의한다. 도출된 EPO는 Table 1에 정리하였다. Table 1에 정리된 환경 요소들은 앞서 레이다에서 방사된 전자기파의 전파에 영향을 미치는 것으로 확인 되었고, 그 관계 및 효과에 대하여 정리 되었다.

3. 환경 데이터 수집

본 연구에서는 기상청 대기 환경 데이터를 수집하였고 자료의 시간 범위를 기후 데이터의 baseline인 30년으로 1982~2102 년으로 하였다. 또한 우주전파센터에서는 2010~2012 년의 데이터를 수집하였다. 관측지점은 ASOS (Automatic Synoptic Observation System) 462개소와 AWS (Automatic Weather System) 462개소를 합하여 총 537개 지점에 설치되어 기온, 강수량, 풍향, 풍속 등을 관측하며, AWS은 산악지역이나 섬과 같은 무인지역에도 설치되어 호우, 태풍과 같은 위험 기상의 감시와 소규모 기상 파악에 이용된다.

수집한 원시 환경 데이터는 Text file 형식이고, 연구영역은 경위도 124°54'~131°6', 33°9'~38°45로 남한영역만을 선정하였다. 이러한 형식의 원시 환경 데이터는 Text file 1개당 약 31,883KB~226,674KB로 이루어져 있고 30년의 데이터는 총 1.26GB 정도가 된다. 데이터의 지점은 지상의 전 관측 지점이 된다.

데이터의 구성은 지점 번호(Station ID)로 시작해 관측 시각(년, 월, 일), 풍향, 풍속(m/s), 기온(℃), 이슬점 온도(℃), 습도(%), 증기압(hPa), 현지기압(hPa), 해면기압(hPa), 강수량(mm) 등으로 구성되어 있다.

또한 지자기 데이터는 우주전파센터로부터 최초의 데이터 2010년 12월부터 2012년 1월까지의 제주지역의 데이터를 중심으로 이천, 강릉의 관측소 데이터를 수집하였다. 지자기데이터는 Time Tag와 전체 자기 세기(nano Tesla) 등 으로 구성되어 있다.

4. 환경 데이터 관리 및 공급

본 연구에서 제안하는 프로세스는 ETS (Environment Tailoring System)으로, 지속적으로 데이터를 업데이트 할 수 있도록 설계하였다. Fig. 4.는 ETS의 대기 환경 데이터 구조를 나타낸다.

두 가지 이상의 소규모 세력들이 대기 환경에서 교전을 수행 시에 합성전장환경 구성의 목표에 맞추어 환경

정보, 위치 정보를 추출하여 전달해 주는 것을 목적으로 하는 프로세스이다. 즉 ETS는 기상청 등에서 수집한 원시 대기 환경 데이터를 가공하여 보간법을 활용해 사용자가 요구하는 특정 기간과 지점에 대한 데이터를 추출해 주도록 설계되었다.

4.1 ETS 기능

Primitive Data Search Controller는 사용자 요구에 의한 데이터를 추출하기 위해 시간적, 공간적, 요소를 설정하는 UI 이다. Fig. 5와 같이 추출할 원시 대기 환경 데이터의 시간적 범위(년, 월, 일, 시)를 설정하고, 공간적 범위(STN_ID(Station ID), 위도, 경도), 환경 요소(기온, 기압 등)를 직접 설정한다. 이 기능을 통해 현재 보유하고 있는 원시 대기 환경 데이터의 정보를 추출해낼 수 있다.

Station Position Map Index는 수집한 원시 대기 환경 데이터의 관측지점에 대한 정보를 나타내준다. 관측 지점의 정보에는 Import한 데이터의 관측 지점에 대한 Station ID(지점 번호)와 지점 명, 위도와 경도, 관측지점의 해발 높이 등의 정보를 제공한다. 이로써 검색하고자 하는 지점이나 위치의 정보를 참고할 수 있다. Station Position Map Index의 구현은 Fig. 6과 같다.

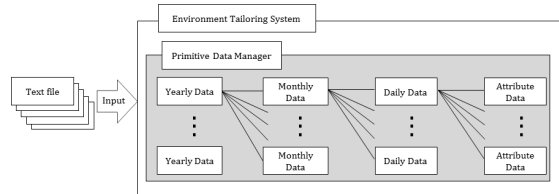


Fig. 4. Data structures of atmospheric environment

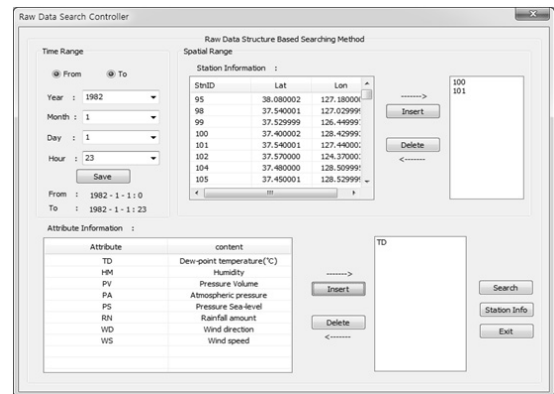


Fig. 5. Realization of Primitive data search controller

StnID	Station	Lat	Lon	H	Hb	Hs	Hr
90	Sokcho	38.150002	128.330...	15.100000	24.299999	1.900000	10.000000
95	Cheorwon	38.080002	127.180...	153.699...	156.399...	1.800000	12.600000
98	Dongtu...	37.540001	127.629...	109.099...	113.399...	1.700000	10.000000
99	Hansen	37.529999	128.449...	26.400000	31.400000	1.700000	10.000000
100	Daegyu...	37.400002	128.429...	772.599...	773.700...	1.800000	10.000000
101	Chundul...	37.540001	127.440...	77.699997	77.800003	1.500000	10.000000
102	Bangju...	37.570000	124.370...	144.899...	146.500...	1.800000	9.400000
104	Bulgan...	37.480000	128.559...	78.900002	80.300003	1.600000	10.000000
105	Gangne...	37.450001	128.529...	26.000000	27.500000	1.700000	17.900000
106	Donghae	37.299999	129.070...	39.900002	40.999998	1.700000	10.000000
108	Seoul	37.340000	126.570...	85.800003	86.500000	1.500000	10.000000
112	Incheon	37.279999	126.370...	68.199997	70.199997	1.500000	10.000000
114	Wanju	37.200001	127.559...	148.600...	152.199...	1.600000	10.000000
115	Ulsungdo	37.279999	126.529...	222.800...	221.300...	1.800000	10.000000
119	Suwon	37.160000	126.589...	24.999998	35.500000	1.500000	18.700001
121	Yeongwol	37.099998	128.270...	240.600...	240.699...	1.500000	10.000000
127	Chungju	36.580002	127.570...	115.099...	114.699...	1.800000	10.000000
129	Sesen	36.499999	126.290...	28.900000	26.300000	1.300000	20.200001
130	Ugn	36.900000	129.240...	50.200000	49.999998	1.800000	13.000000
131	Chongju	36.380001	127.260...	57.200001	57.900002	1.500000	10.000000
133	Daegun	36.220001	127.220...	68.900002	63.500000	1.600000	19.799999
135	Chupun...	36.130001	127.389...	244.699...	242.100...	1.500000	10.000000
136	Andong	36.340000	128.419...	140.100...	142.100...	1.700000	10.000000
137	Sangju	36.240002	128.089...	96.199997	99.400002	1.600000	10.000000
138	Pohang	36.009998	129.220...	2.300000	2.700000	1.600000	15.400000

Fig. 6. Realization of Station position map index

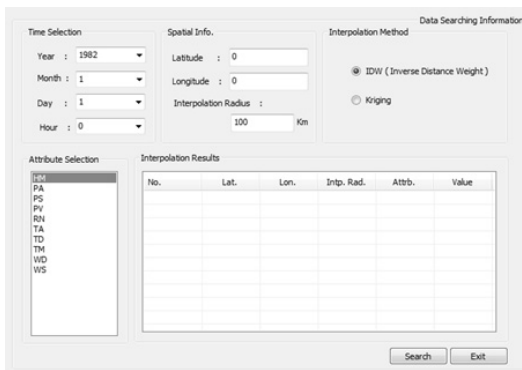


Fig. 7. Realization of Advanced data search control

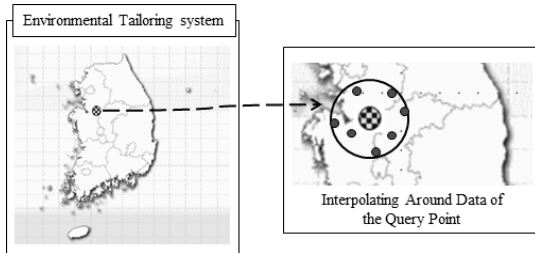


Fig. 8. ETS interpolation method

Advanced Data Search Controller는 사용자 요구에 의한 특정 시간과 지점의 요소 데이터를 보간 하여 추출하기 위한 기능이다. 추출할 원시 대기 환경 데이터의 시간(년, 월, 일)과 지점(경위도), 추출할 위치의 반경을 설정하고, 보간 하고자 하는 환경 데이터의 요소를 설정한다. 사용자는 설정한 범위의 대기환경요소의 보간법을 이용하여 가공된 데이터를 제공받을 수 있다. Advanced Data Search Controller의 구현은 Fig. 7과 같다.

원시 대기 환경 데이터는 자료의 관측소가 공간적으로

비 균질하게 분포하여 있는 점 데이터로 구성되어 있어 특정 위치의 자료를 검색하기 어렵다. 또한 사용자가 요구하는 위치정보에 해당하는 관측 데이터가 없을 경우가 발생되기 쉽다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 무엇보다도 데이터 보간 방법이 필요하다. Fig. 8^[18]

4.1 환경 데이터 보간

보간(Interpolation)은 내삽이라고도 하며, 미 관측 지점의 데이터를 알기 위하여 주변의 관측 지점의 값들을 이용하여 연속적인 공간 분포 자료형태로 만드는 것이다^[9]. 이때, 미 관측 지점에 대한 추정치의 산정은 응용 목적에 따라 입력 자료로 직접 사용되지 때문에 자료가 획득되지 않은 지점에서의 값 예측에 수반되는 불확실성 혹은 오차는 이후 분석에 영향을 미치게 된다. 따라서 이러한 오차 전파 문제를 완화시키기 위해서는 최대한 신뢰성 높은 공간 보간 결과를 얻어야 한다.

공간 보간과 관련한 많은 기법들이 제안되어 상용, 비상용 GIS 소프트웨어에 그 방법론들이 포함되어 많이 활용되고 있다. 이러한 공간 보간의 대표적인 방법론으로는 IDW (Inverse Distance Weighting : 거리 역 비례 가중치법), 지역 경향면 모델(Local trend surface model), 불규칙 삼각망(Triangulated irregular network), Kriging 등 다양하게 존재한다^[2, 11]. 그러나 이들 방법들은 단순히 면적 비 또는 거리를 추정인자로 사용하기 때문에 지반 조사 자료들이 보이는 공간변동의 통계적인 특성을 적절히 반영하지 못하는 단점이 있다. 이러한 방법들의 대안으로 사용되는 것이 지구통계학적 또는 공간통계학적 분석방법이다. 이 방법의 대표적인 것이 Kriging이며 현재 많은 분야에서 폭넓게 활용되고 있다^[1]. 그러므로 본 연구에서 제안한 프로세스에 적용시킨 보간법은 IDW와 Kriging이다.

IDW는 가장 단순한 보간 방법으로 주변 관측지점들 중 더 가까운 관측지점에 더 높은 가중치를 주어 임의의 지점의 값을 예측하는 것이며, 그 가중치는 거리의 α 승에 반비례한다고 가정한다^[22]. IDW를 수식으로 표현하면 식 (1), 식 (2)와 같다.

$$Z^*(x_0) = \sum_{i=1}^n \lambda_i Z_i(x_i) \tag{1}$$

$$\lambda_i = \frac{\left(\frac{1}{d_i}\right)^a}{\sum_{j=1}^n \left(\frac{1}{d_j}\right)^a} \tag{2}$$

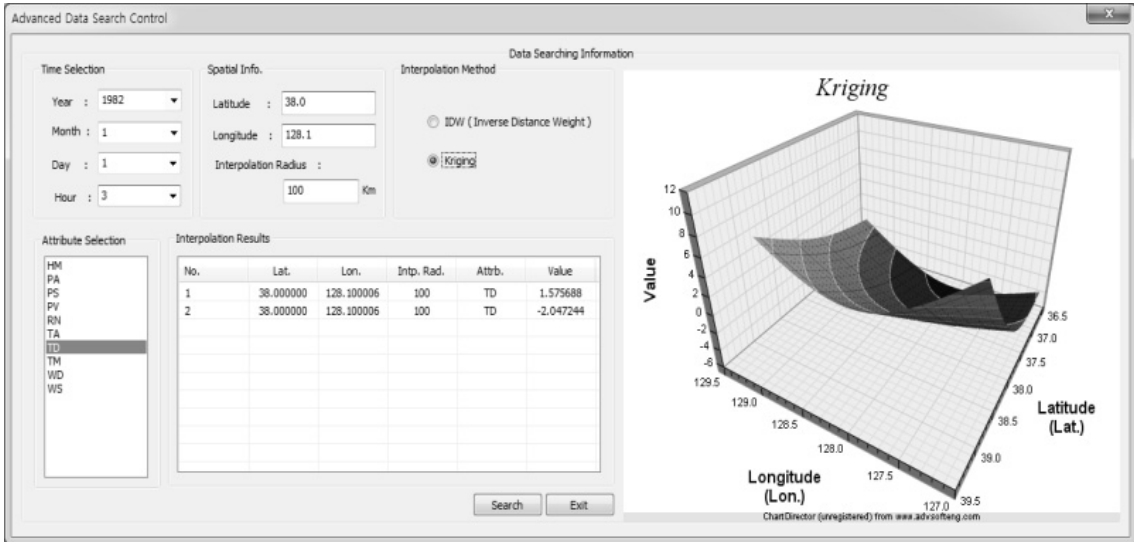


Fig. 9. The results derived from IDW and Kriging

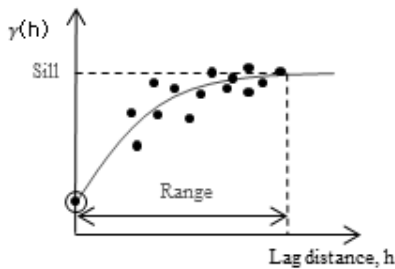


Fig. 10. Semivariogram

여기서, d_i 는 예측 점 x_0 와 자료 점 x_i 사이의 거리며, 일정한 완화거리를 더하여 사용할 수 있다. α 가 커질수록 가까운 점 영향이 지나치게 크게 나타나는 현상이 발생한다.

Kriging은 지질통계학에 근거를 둔 통계적 기법으로 공간적으로 상호 연관된 데이터를 예측하는데 유용하게 사용되고 있다. 지구통계학에서 사용되는 가장 대표적인 기법중 하나로서, Kriging은 관심 있는 지점에서 특정값을 이미 알고있는 주위값들의 가중선형조합으로 예측하는 방법이다. 가중치는 대개 예측오차를 최소로 하면서 추정식이 편향되지 않도록 결정한다. 이를 위해 공간적 상호관계를 나타내는 베리오그램(Variogram)이 사용되며 분리거리에 따라 공분산을 계산한다. 이를 수식으로 표현하면 위의 식 (1)과 같다^[14, 15]. 이때 IDW와 다른 것은 가중치 λ_i 이다. 가중치는 거리에 따른 함수로 예측 값과 참 값 사이의 오차가 최소가 되도록 결정한다. 즉 식 (3)과

같이 나타낼 수 있다.

$$2\gamma(h) = E[(z(x) - z(x+h))^2] \quad (3)$$

$$\gamma(h) = \frac{1}{2n} \sum_{i=1}^n [(z(x_i) - z(x_i+h))^2] \quad (4)$$

여기서 h 는 지연거리 또는 분리거리(Lag distance)라 하여 두 자료간의 거리를 나타낸다. 따라서 베리오그램은 분리거리 h 만큼 떨어져 있는 두 지점 사이의 자료 값 차이를 제곱한 것에 대한 기대 값이라 할 수 있다. 베리오그램의 반에 해당하는 값을 반베리오그램(semivariogram)이라 하며 분리거리 h 만큼 떨어진 자료의 개수가 n 개 일 때, 반베리오그램은 식 (4)와 같이 계산된다. 식 (4)에서 계산된 반베리오그램을 분리거리에 따른 그래프로 나타내면 Fig. 10과 같다^[14, 15].

관측 자료로부터 계산된 베리오그램은 일반적으로 경험적 베리오그램이라 하는데, 이 경험적 베리오그램은 관측된 자료들만을 대상으로 계산되기 때문에 이상되어 있다. 그러나 공간 보간을 위해서는 관측되지 않은 모든 미지의 지점 S_0 에 대한 베리오그램이 필요하며, 따라서 경험적 베리오그램을 함수화한 이론적 베리오그램을 추정하게 된다. 이론적 베리오그램은 가장 많이 사용되는 모델인 구형모형을 적용하며 식 (5)와 같이 정의된다. 각 식에서 C_0 는 문턱 값, α 는 상관거리, h 는 분리거리를 나타낸다^[14, 15].

구형모델

$$\gamma(h) = C_0 CSph_a(h) = \begin{cases} C_0 [1.5(\frac{h}{a}) - 0.5(\frac{h}{a})^3], & (h \leq a) \\ C_0, & (h > a) \end{cases} \quad (5)$$

이론적 베리오그램이 최종 예측 결과에 직접적인 영향을 미치지 때문에 실험적 베리오그램으로 부터 이론적 베리오그램을 찾는 작업은 Kriging 기법에서 매우 중요한 의미를 갖는다^[12].

식 (1)에서 기댓값을 어떻게 정의하느냐에 따라 다양 크리깅 기법으로 치환된다. 기댓값이 알려져 있으며 일정하다고 가정하면 Simple Kriging으로 적용되며, 기댓값이 알려져 있지 않지만 주변 탐색값에서는 일정하다고 가정하면 Ordinary Kriging으로 적용된다. 또한 기댓값이 공간적으로 변화한다고 가정하면 Kriging with a trend model로 대체 된다^[23]. 본 연구에서는 기본적으로 사용될 수 있는 단순 크리깅을 적용하였다. Fig. 9은 IDW 및 Kriging을 적용하여 사용자가 원하는 위치정보에 대한 환경 요소의 값을 도출 해 낸 것이다.

5. 결 론

본 연구에서는 항공 무기체계에 영향을 주는 환경적 요소인 EPO를 도출하였고, 도출된 환경 요소를 시뮬레이터에 공급해 주기 위한 중간 프로세스를 제안하였다. 시뮬레이터에 공급해 주기 위한 불규칙적인 점 데이터를 효율적으로 공급해 주기 위하여 공급 과정에서 사용자의 요구 사항인 시간적 범위와 공간적 범위(경위도), 그리고 환경 요소를 선택하면, 그 요구사항을 받아 IDW와 Kriging 보간법을 이용해 도출한 값을 공급하였다.

향후 연구로는 보다 신뢰성 높은 연구를 위하여 고해상도의 기후정보를 생산하고, 보다 정확한 결과 값의 공급을 위해서 다른 보간법의 적용 및 비교 연구의 필요성이 있다. 또한 여러 상용 프로세스에 적용할 수 있도록 추출 데이터의 파일 형식의 확장성 및 데이터의 신속한 제공을 위해 정규화된 데이터가공을 보완할 예정에 있다.

Reference

1. Kim, Ryu, Choi, Lee, 2010, "Application of Kriging and Inverse Distance Weighting Method for the Estimation of Geo-Layer of Songdo Area in Incheon", Journal of

the Korean geotechnical society, Vol.16, No.1, pp. 5-19.
 2. Kim, Won, Kim, Kim, Park, 2010, "Accuracy Analysis of GPS-derived Precipitable Water Vapor According to Interpolation Methods of Meteorological Data", journal of Korea Spatial Information System Society, Vol. 18, No. 4, pp. 33-41.
 3. Kim, Han, Jang, Baek, Lee, Kim, Kim, 2012, "Production Technique of Observation Grid Data of 1km Resolution", Journal of climate research, Vol. 7, No. 1, pp. 55-68.
 4. Park, 2011, "Integration of Categorical Data using Multivariate Kriging for Spatial Interpolation of Ground Survey Data", Journal of Korea Spatial Information Society, Vol. 19, No. 4, pp. 81-89.
 5. Park, Jang, 2008, "Mapping of Temperature and Rainfall Using DEM and Multivariate Kriging", Journal of the Korean Geographical Society, Vol 43, No. 6, pp. 1002-1015.
 6. Ban, "War and Weather", Myungjinbooks, 2001
 7. Son, 2003, "Introduce to Synthetic Environment Representation and Interchange Standard (SEDRIS)", The Quarterly journal of defense policy studies, No. 59, pp. 99-127.
 8. Shin, Kim, Suh, Rha, Jang, Kim, Lee, Kim, 2008, "Estimation of High Resolution Gridded Precipitation Using GIS and PRISM", Atmosphere, Vol. 18, No. 1, pp. 71-81.
 9. Lee, Lee, Song, Lee, Choi, Kim, 2007, "Spatio-tempers Change Prediction and Variability of Temperature and Precipitation", The journal of GIS Association of Korea, Vol. 15, No. 3, pp. 267-278.
 10. Ryu, Lee, "Radar meteorology", Sigmapress, 2009.
 11. Cho, Jeong, 2006, "Application of Spatial Interpolation ro Rainfall Data", The Journal of GIS Association of Korea, Vol. 14, No. 1, pp. 29-41.
 12. Cho, Jeong, 2007, "Mapping of Environmental Data Using Spatial Interpolation Methods", The Journal of GIS Association of Korea, pp. 273-279.
 13. Chio, 2010, "Introduction to defense modeling and simulation", Bookorea, pp. 3-25.
 14. Chio, 2002, "Space Information-Kriging and Optimization technique", goomibook, pp. 125-163.
 15. Chio, 2007, "Geostatistics", Sigmapress, pp. 139-196.
 16. Han, Heo, Enkhbaatar, 2008, "Efficient Processing of Huge Airborne Laser Scanned Data Utilizing Parallel Computing and Virtual Grid", The Journal of GIS Association of Korea, Vol. 10, No. 4, pp. 21-26.
 17. Hwam, Chung, Park, 2012, "A Framework to Construct the Aviation Engagement Simulation System based on the Synthetic Battlefield in the Distributed System",

- Journal of the Korea Society for Simulation, No. 18, pp. 163-167.
18. Hong, Suh, Rha, Jang, Kim, Kim, 2007, "Estimation of High Resolution Gridded Temperature Using GIS and PRISM", Atmosphere, Vol. 17, No. 3, pp. 255-268.
 19. Cha, K.J., Rye, J.S., Choi, H. S., "Design and Analysis of Computer Experiments Using Kriging Model", Journal of Natural Sciences, Vol. 21, 2001, pp. 39-46.
 20. C. V. Deutsch and A. G. Journel, 1998, GSLIB: Geostatistical Software Library and User's Guide, 2nd Ed., p. 369, Oxford University Press, New York.
 21. J.-P. Chiles and P. Delfiner, 1999, Geostatistics: Modeling Spatial Uncertainty, pp.720, Wiley-Interscience, New York.
 22. Nalder, A. I., Wein, W. W., 1998, Spatial interpolation of climatic Normals: test of a new method in Canadian boreal forest, Agricultural and forest meteorology, 92, 211-225.
 23. P. Goovaerts, 1997, Geostatistics for Natural Resources Evaluation, pp. 483, Oxford University Press, New York.



양 가 람 (vision0429@ajou.ac.kr)

2011 동양대학교 철도차량학부 학사
2012~현재 아주대학교 대학원 산업공학과 석사과정

관심분야 : 국방 M&S, 분산 시뮬레이션, 합성전장환경



함 원 경 (lunacy@ajou.ac.kr)

2011 아주대학교 산업정보시스템공학부 학사
2011~현재 아주대학교 대학원 산업공학과 석사과정

관심분야 : 국방 M&S, 분산 시뮬레이션, 합성전장환경, 3D 가상화



박 상 철 (spark@ajou.ac.kr)

Ph.D. (2000) in Industrial Engineering, Dept of I.E., KAIST, Korea
B.S. (1994) in Industrial Engineering, Dept of I.E., KAIST, Korea
M.S. (1996) in Industrial Engineering, Dept of I.E., KAIST, Korea
2000년 9월~2001년 12월 큐빅테크, 선임연구원
2002월 1년~2004년 2월 DaimlerChrysler ITM Dept. Research Engineer
2008년 2월~현재 아주대학교 산업정보시스템 공학부, 부교수
관심분야 : 시뮬레이션, 제조 시스템, 이산사건 모델링, CAD/CAM, PLC