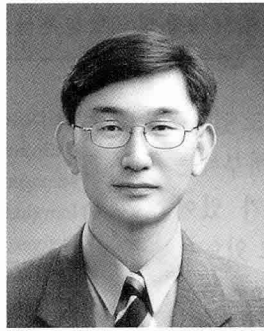


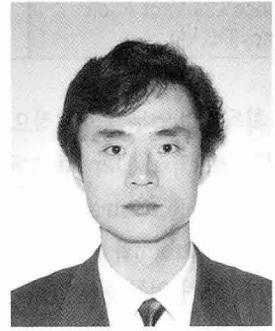
정보 융합체계 현황 분석 (2)



趙 東 來
國科研 책임연구원
공학 박사



崔 烝 遠
國科研 선임연구원
이학 박사



朱 宰 佑
國科研 선임연구원

미래 전쟁에 대비하기 위하여, 미국은 합동참모 본부의 Joint Vision 2020에서 정보에서의 우월성을 기초로 압도적인 기동, 정확한 공격, 집중된 군수지원, 전면적인 방어를 이룩하여 전체적인 우위전력 확보를 도모하며, 정보에서의 우월성 확보를 위해 C⁴ISR(Command, Control, Communication and Computer, Intelligence, Surveillance, Reconnaissance) 개념에 의한 통합 체계의 구축을 목표로 제시하고 있다.

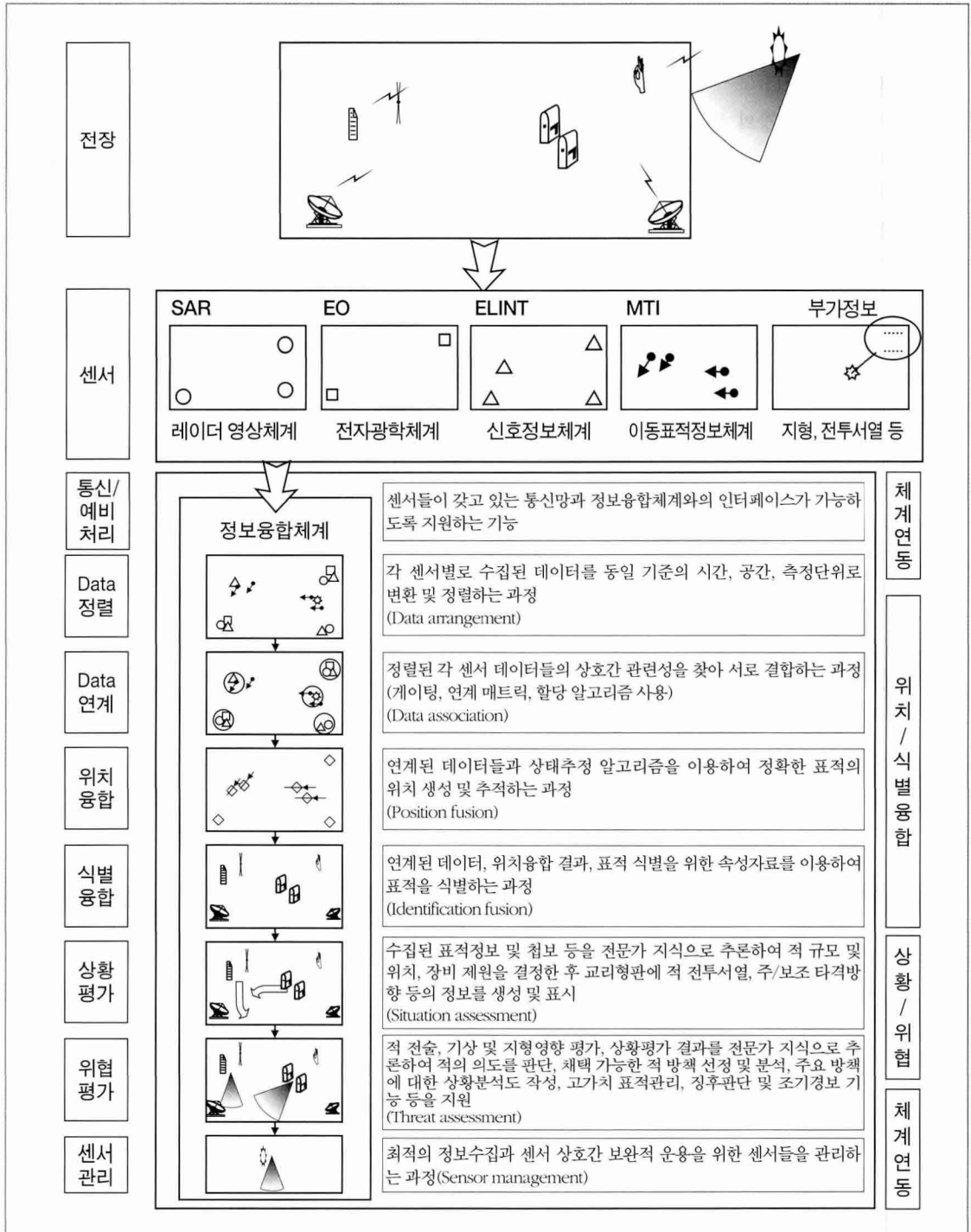
정보 융합 개요

● 응용 분야

먼

저, 군사분야로는 해양감시, 공대공 및 지대공 방어, 전장감시 및 표적획득, 전략 조 기정보가 대표적인 응용분야이며, 독립체 계로 또는 기존 무기체계의 내장형 체계로 운용된다. P.60 아래 표는 각 분야별로 정보융합 기능, 주요 관측데이터, 감시범위, 센서 플랫폼을 요약 정리 하였다.

정보융합체계 데이터 처리 흐름도



민수분야로는 로봇틱스, 의학 진단, 환경 감시가 대표적인 응용분야이다.

● 정보융합의 장점

정보융합체계는 전장의 상황을 정확하게 인식할 수 있게 지원함으로써 올바른 의사결정이 가능하게 하며 궁극적으로 원하는 임무(목표) 달성을 용이하게 한다. 이러한 정보융합체계는 다수의 센서를 사용하게 되며, 단일 센서체계에 비해 다음과 같은 장점을 가지고 있다.

— 일부 센서가 재밍 등의 이유로 운용이 불가하더라도 나머지 센서들에 의해 운용이 가능하므로 운용 성능(Operational performance)이 향상된다.

— 일부 센서는 표적 또는 사건을 탐지하지 못하는 반면 나머지 센서들이 탐지하기 때문에 시간적/공간적으로 탐지범위가 확장된다.

— 다수의 센서가 동일한 표적 또는 사건을 탐지하기 때문에 탐지 확률이 높아지고, 해상도(Resolution)가 향상되며, 모호성(Ambiguity)이 감소한다.

● 센서의 선택

군사분야에 사용되는 수집 센서로는 레이더, 적외선 영상 체계 등이 있으며, 정보융합체계를 설계할 때 연동하게 될 센서들이 사전에 정해져 있는 경우도 있고 선택해야 하는 경우도 있다.

어떤 경우이든 정보융합체계를 효율적으로 설계하

군사분야 응용

응용 분야	정보융합 기능	주요 관측데이터	감시 범위	센서 플랫폼
해양 감시	— 표적/사건 탐지/추적/식별	— 전자기 신호 — 음향 신호 — 핵 관련 신호	— 수백 마일 — 항공/수상/수중	— 함정/잠수함 — 항공기 — 지상센서
공대공 및 지대공 방어	— 항공기 탐지/추적/식별	— 전자기 신호	— 수백 마일(전략) — 수마일(전술)	— 지상센서 — 항공기
전장감시 및 표적 획득	— 지상표적 탐지/식별	— 전자기 신호	— 수십 내지 수백 마일	— 지상센서 — 항공기
전략 조기 경보	— 전략적 군사행동 징후탐지 — 탄도미사일탐지/추적	— 전자기 신호 — 핵 관련 신호	— 지구 전체	— 위성 — 항공기

민수분야 응용

응용 분야	정보융합 기능	주요 관측데이터	감시 범위	센서 플랫폼
로봇틱스	— 물체 위치/인식 — 로봇 팔, 다리 이동 지원	— TV — 음향/전자기신호 — X-rays	— 수십 피트	— 로봇 몸체
의학 진단	— 종양, 질병 위치/식별	— X-rays/NMR — 온도/적외선 — 육안검사 — 화학/생물학자료	— 인체	— 실험실
환경 감시	— 자연환경(지진, 기상 등)의 위치/식별	— SAR — 지진 데이터 — 전자기 신호 — 화학/생물학자료	— 수백 마일 — 수마일 (지역감시)	— 위성 — 항공기 — 지상센서

기 위해서는 센서에 대해 여러 가지 사항을 고려하여야 한다. 즉, 각 센서의 장점과 단점이 무엇인지, 각각의 센서에 대해 실제 관측환경(Observing Environment)하에서 어떤 성능을 보이는지, 각각의 센서에 대해 예상되는 ECM 환경은 무엇인지, 각각의 센서 데이터가 정보융합 과정에서 어떻게 기여하는지에 대한 분석이 필요하다.

이러한 분석을 수행할 때 몬테 카를로 시뮬레이션(Monte Carlo Simulation), 공분산 오차 분석(Covariance Error Analysis), 관측 모델링(Observation Modeling) 등의 여러 기법들이 단독으로 또는 복합적으로 사용될 수 있다.

각 센서들을 탐지범위, 탐지시간 등 여러 가지 측면에서 상대적인 성능을 비교한 결과는 아래 그림과 같다. 그러나 실제 정보융합체계를 설계할 경우에는 예

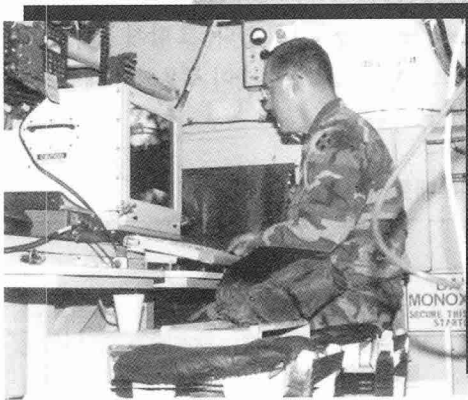
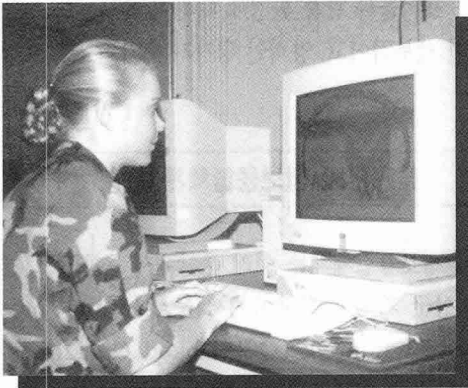
상되는 표적들과 관측 환경에 대하여 센서들의 성능에 대한 세부적이고, 양적인 평가가 추가적으로 요구된다.

운용단계 정보융합체계 현황

현재 정보융합체계는 여러 분야에서 운용되고 있다. 지상군 지휘통제 분야에서는 ASAS(All Source Analysis System)와 LOCE(Linked Operations-Intelligence Centers Europe), 공군 지휘통제 분야에서는 ENSCE(Enemy Situation Correlation Element), 해군 지휘통제 분야에서는 OED(OBU Evolutionary Development)가 운용되고 있다. 그 밖에 공대공 미사일, 전차 등에 정보융합 기술이 적용되어 개발, 운용되고 있다.

각 센서들의 상대적인 성능비교 매트릭스

RELATIVE PERFORMANCE	SENSOR TYPE	Detection Range	Detection Time	Target ID	Range Measurement	Probability of Detection	Vulnerability to Detection	Vulnerability to CM
■ Poor □ Fair ■ Good	Radar	■	□	□	■	■	■	□
	• Direct Beam	■	□	□	■	■	■	□
	• SAR	■	□	■	■	■	■	□
	IR Imagery	□	□	■	■	■	■	□
	• Passive	□	□	■	■	■	■	□
	• Augmented	□	■	■	■	■	■	□
	TV Imagery	□	□	□	■	■	■	□
	• Passive	□	□	□	■	■	■	□
	• Augmented	□	□	□	■	■	■	□
	EW Sensors	■	■	■	□	■	■	■
	• RWR	■	■	■	□	■	■	■
	• ESM	■	■	■	□	■	■	■
	Acoustic/Seismic	□	□	□	■	■	■	□
Direct View Optics	□	□	□	■	■	■	□	
• Passive	□	□	□	■	■	■	□	
• Augmented	□	□	□	■	■	■	□	
Optical Augmentation Sensors	□	□	□	□	□	■	■	
E-O Tracking	■	■	■	□	□	■	■	
• IRSTR	■	■	■	□	□	■	■	
• LADAR	■	■	■	□	□	■	■	



전출처 정보분석 체계(ASAS)

여기서는 대표적인 정보융합체계라 할 수 있는 ASAS와 LOCE를 살펴보고자 한다.

● ASAS(All Source Analysis System)

군사 작전의 성공적인 수행은 제대의 지휘관들에게 적 상황과 관련된 정보를 신속하고 정확하게 제공할 수 있는 지휘통제 체계에 달려있다고 할 수 있다.

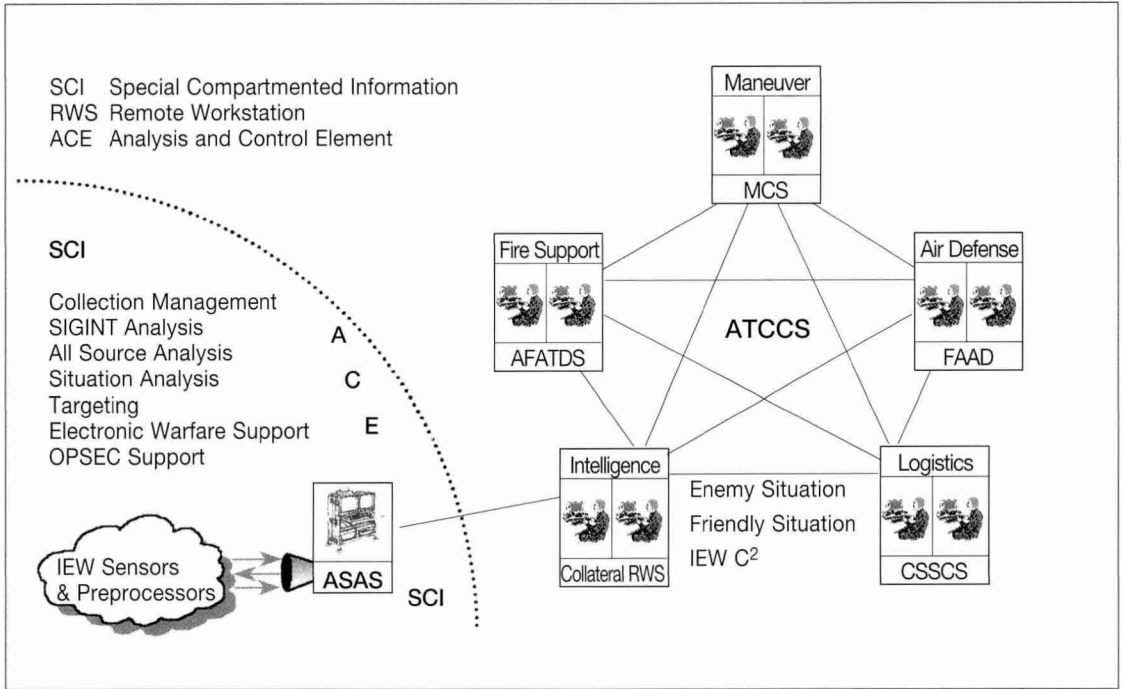
ASAS는 美 육군 지휘통제 체계의 핵심적인 요소이며, 앞에서 언급한 정보융합체계 모델의 1단계(위치/식별융합) 및 2단계(상황평가) 융합처리를 지원하는 정보분석 체계이다.

ASAS는 美 육군의 제대별 전출처 수집수단(U2, J-STARS, UAV 등)으로부터 센서 데이터를 직접 및 간

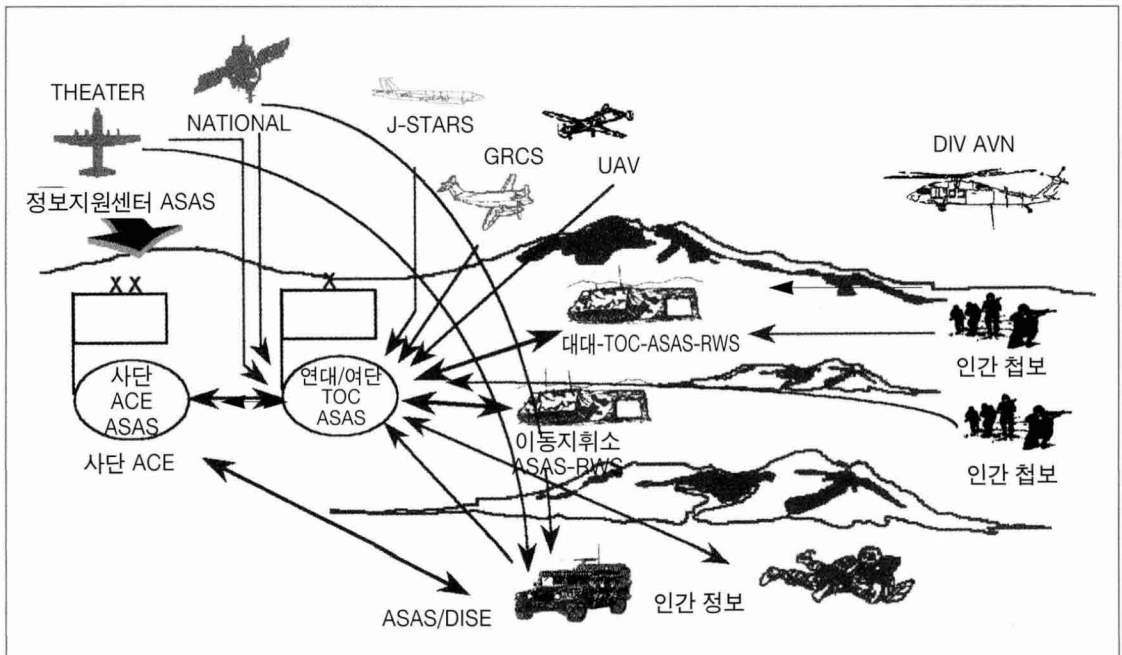
접으로 수신하여 첩보 유형별(인간정보, 영상정보, 신호정보)로 융합 처리한 후, 유형별 분석 정보를 다시 전출처 융합하여 정보를 생산하고, 이를 그래픽화된 정보로 변환하여 각 제대에 근실시간으로 전파/활용하여 지휘결심 지원을 목적으로 개발된 자동화된 정보분석 체계이다.

美 육군의 정보체계 내에서 ASAS의 위치는 수집자산, 처리체계 및 통신체계를 이용하여 지휘관에게 지휘결심에 필요한 여러 가지 정보를 제공하는 체계인 美 육군의 ABCS(Army Battle Command System) 중에서 전술제대급 체계인 ATCCS(Army Tactical Command and Control System)의 정보 전자전(IEW, Intelligence Electronic Warfare) 요소를 지원하는 체계

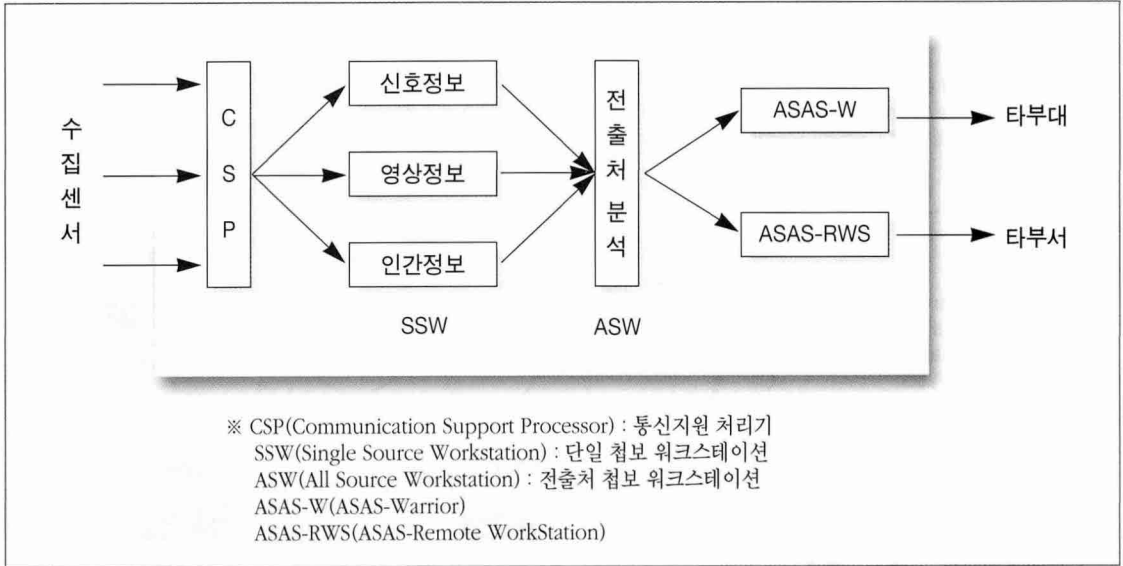
美 육군의 ATCCS의 정보 전자전 요소를 지원하는 정보융합체계 ASAS



ASAS



ASAS의 체계구조



라 할 수 있다.

ASAS는 JTF(Joint Tactical Fusion) 프로그램에 의해 Lockheed Martin사 등 여러 개발업체가 참여하여 개발하고 있다. ASAS는 체계 발전단계에 따라 Block I-V 까지 구분되며, 현재는 ASAS Block-I Extended 또는 ASAS Block-II 단계의 체계를 운용하고 있으며, 지속적으로 기능 및 성능이 향상되고 있다.

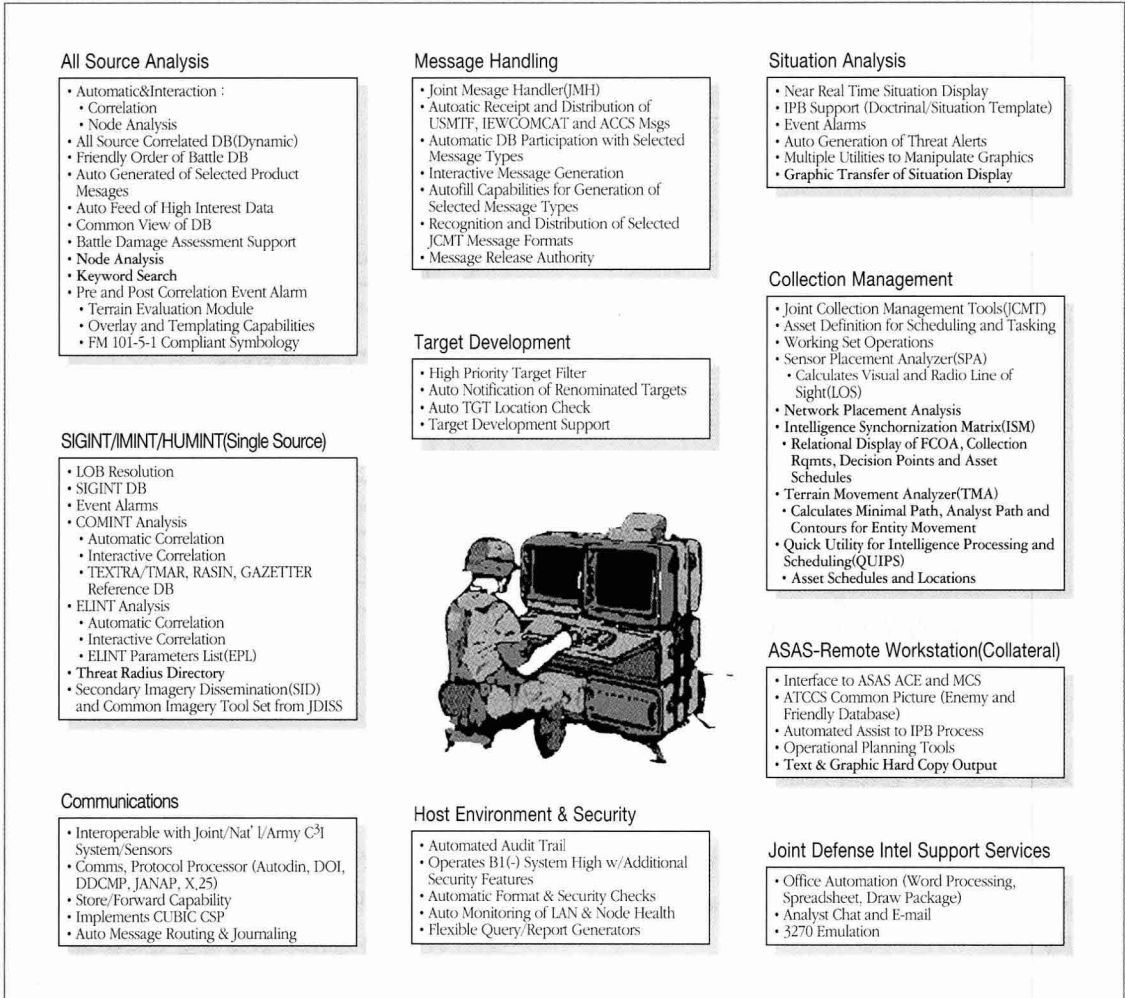
ASAS는 美 육군 대대급 이상의 부대에서 사용하고 있으며, 국내에서도 운용하고 있다. 그리고 ACE (Analysis and Control Element, 통제분석실)에서 ASAS를 운용한다.

ASAS의 체계구조는 다수의 센서로부터 첩보를 수신하고 첩보 유형별로 분배하며(CSP가 담당), 이를 신호/영상/인간정보 별로 1차 분석을 실시한 후(SSW가 담당), 이들을 종합하여 2차 분석을 수행한 다음(ASW가 담당), 생산된 정보를 타부대로 전송하거나(ASAS-W가 담당) 타부서로 전송(ASAS-RWS) 개념으로 되어 있다.

ASAS 목표체계의 소프트웨어 기능/성능은 전출처 분석(All source analysis), 단일첩보 분석(SIGINT/ IMINT/HUMINT), 통신(Communication), 메시지처리(Message handling), 표적 개발(Target development), 상황 분석(Situation analysis), 수집 관리(Collection management) 등 10개의 그룹으로 구성



ASAS 목표체계의 소프트웨어 기능/성능은 진출처분석 등 10개의 그룹으로 구성



되며, 각 그룹에 대한 세부 기능은 위의 그림에 기술하였다.

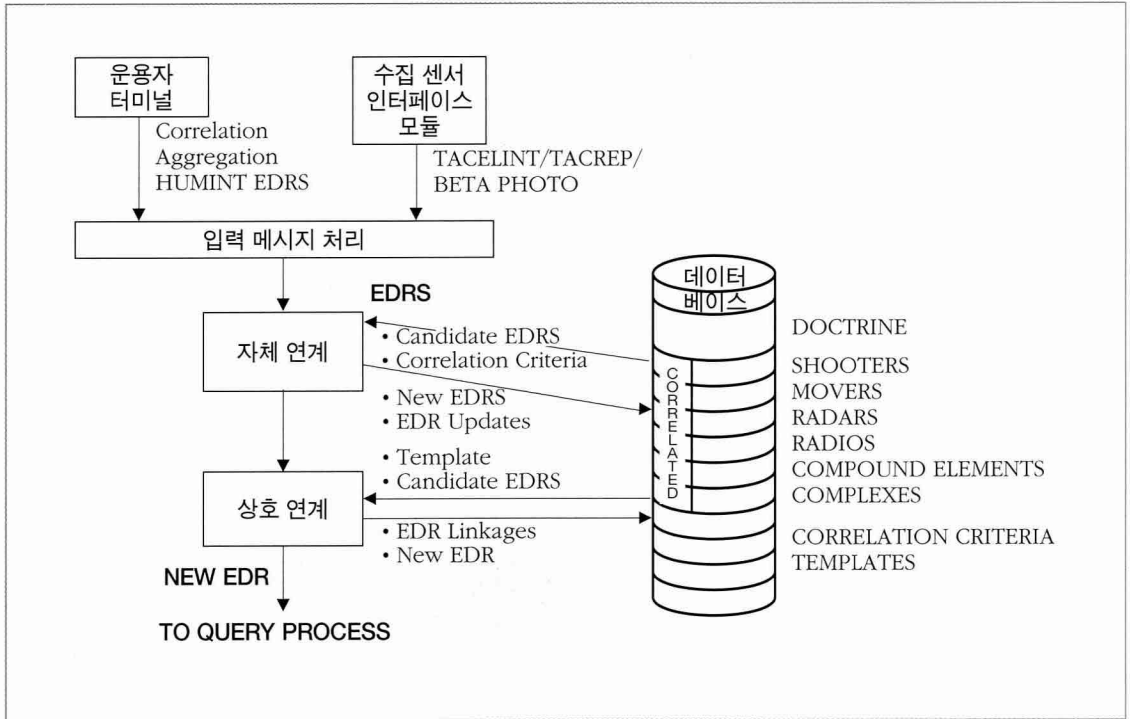
●LOCE(Linked Operations-Intelligence Centers Europe)

LOCE는 공지전투 환경(Air-land tactical battle environment)에서 신호정보(SIGINT), 영상정보(IMINT), 인간정보(HUMINT) 메시지를 처리하며, 앞에서 언급한 정보융합체계 모델의 1단계(위치/식별용

합) 및 2단계(상황평가) 융합처리를 지원하는 정보분석 체계이다.

NATO 동맹국 상호 간에 정보를 공유하기 위한 목적으로 개발되었다. LOCE는 미국의 Raytheon Company에서 개발하였고, 현재 DoD 아키텍처 프레임워크(Architecture Framework)에서 제시하고 있는 DII(Defense Information Infrastructure) COE(Common Operating Environment)에 적합하게 변경되고 있는 중이다.

LOCE체계의 정보융합(자체연계, 상호연계) 과정은 효율적이라고 알려져 있다.



LOCE는 현재 수백 군데의 NATO 주둔지에서 사용되고 있으며, 시간당 수백 건의 리포트 또는 메시지를 처리하고 있다. LOCE의 통합처리 센터(Correlation center)는 영국에 있는 Joint Analysis Center에 위치하고 있다.

LOCE의 입력데이터 처리 및 정보융합 과정은 4단계로 나누어지며, LOCE의 자체 연계(Self-correlation)와 상호 연계(Cross-correlation) 과정은 효율적이라고 알려져 있다.

1단계로 LOCE는 지상/항공기 탑재된 센서 또는 관측병으로 부터 TACREPS(Tactical report), TACELINT(Tactical ELINT) 등의 메시지와 데이터를 수신한다. 이때 메시지는 구조화된 EDRS(Electronic data records) 형태를 갖는다.

2단계로 자동 입력메시지 처리 기능을 사용하여 입력된 메시지로부터 데이터를 추출한다. 이때 사용자

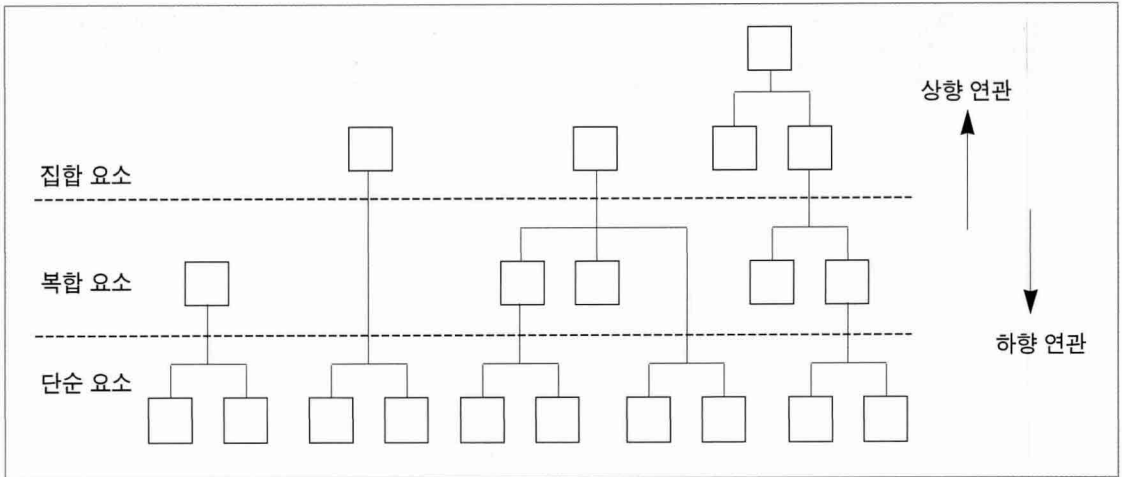
는 메시지를 라우팅하는 필터를 설정할 수 있다.

3단계로 자체 연계(Self correlation) 기능을 수행한다. 즉, 위치, 시간, 관측 종류에 근거하여 새로 입력된 데이터 레코드가 이전에 저장되어 있는 데이터 레코드와의 관련성을 찾는다. 만약 새로 입력된 데이터 레코드가 하나 이상의 이전에 저장되어 있는 데이터 레코드와 유사하면 그룹핑된다.

4단계로 상호 연계(Cross correlation) 기능을 수행한다. 즉, 새로운 데이터 레코드가 수신되면, 기존의 형판(Template)에 필요한 데이터인지 결정하기 위해 형판에 대한 탐색을 수행하고, 집합 요소(Complex element)의 존재를 추론한다.

이를 위해 개체를 단순 요소(Simple element), 복합 요소(Compound element), 집합 요소(Complex element)로 나누고, 각 요소들간의 관련성을 찾아 최종적으로 집합 요소를 추론하게 된다.

LOCE는 형판(Template)을 이용하여 개체의 관련성을 찾는다.



여기서 단순요소는 화기, 무전기, 레이더와 같은 단일 지상장비를, 복합요소는 전차(차량+화기+무전기)와 같은 다수의 단순 요소들이 복합된 것을, 집합 요소는 포병중대, 대대지휘소와 같이 단순요소 및 복합요소들의 집합을 의미한다.

예를 들어, SAM(Surface to air missile)의 무기체계, 레이더, 통신체계에 관한 메시지에서부터 복합요소인 SAM의 존재를 추론하고, 여러 대의 SAM이 있다는 사실로부터 집합요소인 SAM 중대가 존재한다는 것을 추론할 수 있다. (다음호에 계속)

- ▲ David L. Hall, Lectures in multisensor data fusion and target tracking, Tech Reach, 2000.
- ▲ S. S. Blackman, Multiple-target tracking with radar applications, Artech house, 1986.
- ▲ Trevor N. Dupuy, Understanding Defeat, Nova Publication, 1995.
- ▲ 美 국방성, The defense critical technologies plan of 1991, 1991. 5.
- ▲ Charles de Leeuw and Vincent Chalmeton, TA-10 Advanced information processing for multisensory systems, Proceedings of the AGARD SPP symposium on multisensor systems and data fusion for telecommunication, Lisbon, 1997.
- ▲ 주재우 외 11, 2000년 군사기술 혁신 연구과제 - 광역 전장감시체계 구축방안, 국방과학연구소 연구보고서, 2001. 6.
- ▲ 주재우 외 3, 정보융합체계 현황 분석, 국방과학연구소 기술보고서, 2001. 8.
- ▲ 최중원 외 2, 전장정보분석(IPB) 전문가시스템 개발, 제4차 통신전자 학술대회, 2000. 9.
- ▲ 조동래 외 2, 지상표적 위치/식별융합 시스템 개발, 제4차 통신전자 학술대회, 2000. 9.
- ▲ 지상표적 위치/식별융합 시제 시제설계서, 국방과학연구소, 1997. 6.
- ▲ 지상표적 위치/식별융합 시제 소프트웨어 설계서, 국방과학연구소, 1998. 4.
- ▲ 지상표적 상황/위협평가융합 시제 시제설계서, 국방과학연구소, 1999. 8.
- ▲ 지상표적 상황/위협평가융합 시제 소프트웨어 설계서, 국방과학연구소, 1999. 10.

참 고 자 료

- ▲ Edward Waltz and James Llinas, Multisensor data fusion, Artech house, 1990.
- ▲ David L. Hall, Mathematical techniques in multisensor data fusion, Artech house, 1992.
- ▲ Richard T. Antony, Principles of data fusion automation, Artech house, 1995.