



# 상호운용 연구 동향

홍익대학교 소프트웨어공학 연구실  
김영철  
2009. 10. 28

- ❖ Interoperability has been a topic of concern for at least 30 years
  - DoD continues to experience interoperability problems
- ❖ Much work has already been done:
  - Military policy created
  - Interoperability defined
  - Types of interoperability identified
  - Frameworks, methods, models, and measures for interoperability created

# 상호운용성 정의

## ❖ 국제표준 정의

- ISO/IEC 9216 품질 메트릭 (기능성 → 상호운용성)
- The ability of two or more systems or components *to exchange information and to use the information* that has been exchanged.
  - IEEE Standard Computer Dictionary: A Compilation of IEEE Standard Computer Glossaries. New York, NY: 1990.
- Being able to accomplish *end-user applications* using different types of computer systems, operating systems, and application software, interconnected by different types of local and wide area networks.
  - James A. O'Brien and George M. [1]

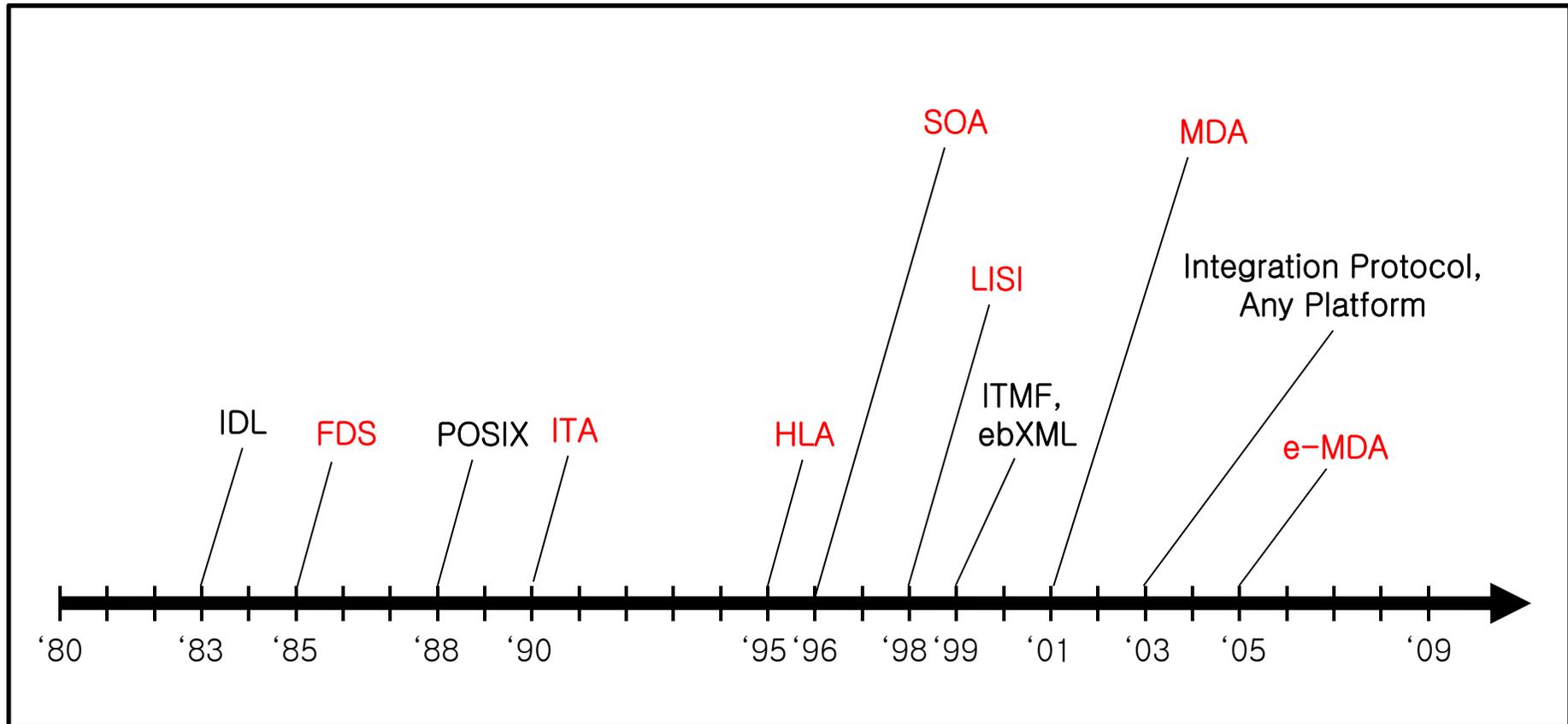
## ❖ 미국 국방부 정의

- 체계, 부대, 군이 효과적으로 임무를 수행하기 위하여, 다른 체계, 부대 혹은 군과 정보 혹은 서비스를 교환 이용하는 능력 [Joint Pubs 1-02, 2004]

## ❖ 한국 국방부 정의

- 서로 다른 군, 부대, 체계 간 특정 서비스, 정보 또는 데이터를 막힘없이 공유, 교환 및 운용할 수 있는 능력 [국방부 상호운용성 관리규정, 07.11.16]

# 상호운용성 역사



## 12 상호운용성 관련 모델 식별

# Related Works for Interoperability

- ❖ 1) Wrapper [Language level]
  - Java의 Wrapper Class
- ❖ 2) XML(eXtensible Markup Language)
- ❖ 3) **Federated Database System for managing Distributed, Heterogeneous Databases [1994]**
  - :Heterogeneous databases :서로 다른 platform에서 사용 가능
  - Internal database: Conceptual database, Physical database
  - Exported schema
  - Federated Schema : Integration
  - External database: Logical database
- ❖ 4) **Heterogeneous database의 연동과 Soap을 통한 통합체제의 프로토콜 연구 [KIDA ]**
- ❖ 5) Inter-Legacy간의 Interface Mechanism: IDL (Interface Definition Language)
  - Interface: Component들을 interface로 연결
  - Connector: Interface들을 연결해주는 connector를 이용
  - Adaptor: Component 의 성질을 변형시켜주는 Adaptor를 놓아서 적용시킴
- ❖ 6) Standardized API(Application Programming Interface: API의 Interface 재정의
- ❖ 7) Any Platform (CORBA, EJB, .Net)상에서의 상호운영성 연구: 통합 이슈
- ❖ 8) **MDA (Model Driven Architecture): Meta Modeling을 통해**
  - ArcStyler 도구
- ❖ 9) High-level Architecture: 현재 시도[카네기멜론대학, 미군성]
- ❖ 10) Interoperability Testing Methodology and Framework [ICU 1999]
  - 실제 통신 환경하에서 프로토콜에 대한 해석차, 선택사항, 파라미터의 구현차이
- ❖ 11) **IMM (Interoperability Maturity Model) : LISI**

# Inter-Legacy간의 Interface Mechanism: IDL [Lamb, 1983]

- ❖ IDL (Interface Description Language) is a software interface description language (also referred to as Interface Descriptor Language) created by William Wulf and John Nestor of Carnegie Mellon University and David Lamb of Queen's University, Canada.
- ❖ Like other interface description languages, IDL defined interfaces in a language- and machine-independent way, allowing the specification of interfaces between components written in different languages, and possibly executing on different machines using remote procedure calls.

# IDL (Interface Definition Language)

```
Structure simple Root exp Is
  tree ::= leaf | inner;
  inner => op: operator,
          sons:Seq Of tree;
  leaf => name:String;
  operator ::= plus | minus | times | dicide;
  plus =>; minus=>; times =>; divide =>;
End
```

Simple IDL structure

```
Structure rep1 Refines simple Is
  For leaf.name Use fixedstring 20;
  For operator Use enumeration;
End
Structure rep2 Refines simple Is
  For leaf.name Use index;
End
```

Refining structures

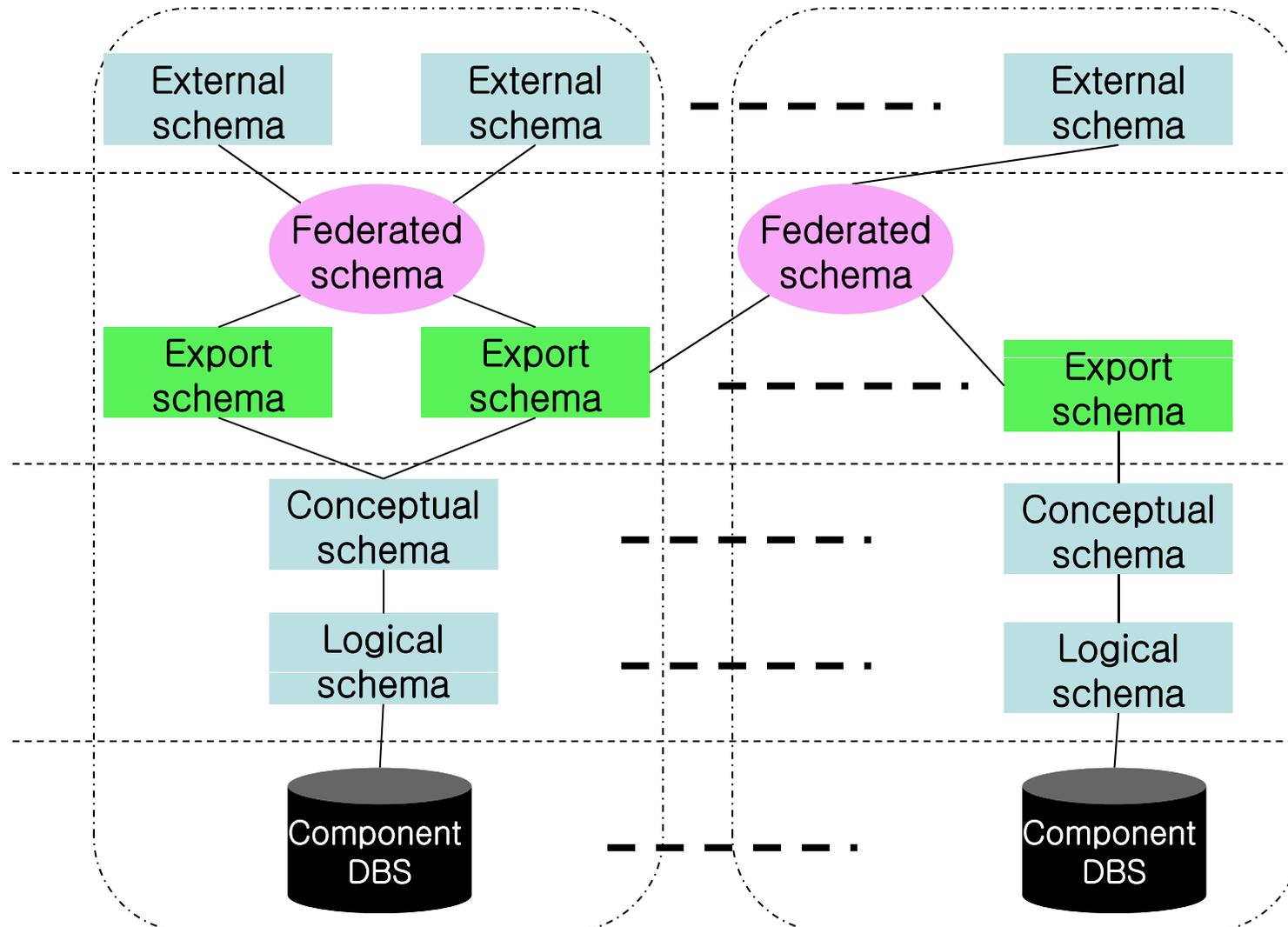


# Federated Database System for managing Distributed, Heterogeneous Databases

# Federated Database System for managing Distributed, Heterogeneous Databases [McLeod and Heimbigner, 1985]

- ❖ A federated database system is a type of meta–database management system (DBMS) which transparently integrates multiple autonomous database systems into a single federated database.
- ❖ The constituent databases are interconnected via a computer network, and may be geographically decentralized.
- ❖ Since the constituent database systems remain autonomous, a federated database system is a contrastable alternative to the (sometimes daunting) task of merging together several disparate databases.
- ❖ A federated database (or virtual database) is the fully–integrated, logical composite of all constituent databases in a federated database system.
- ❖ McLeod and Heimbigner<sup>[1]</sup> were one of the first papers to define a Federated Database Architecture *define the architecture and interconnect databases that minimize central authority yet supports partial sharing and coordination among database systems*

# Federated database system for managing distributed, heterogeneous, and autonomous database



# High Level Architecture

# IIA(Information Technology Architecture)/EA(Enterprise Architecture) [미국 연방 정부, 1990]

- ❖ 일정한 기준과 절차에 따라 업무, 응용, 데이터, 기술 보안 등 조직 전체의 정보화 구성 요소들을 통합적으로 분석한 뒤 이들 간의 관계를 구조적으로 정리한 체계 및 이를 바탕으로 정보 시스템을 효율적으로 구성하기 위한 방법.
- ❖ 미국 국방부가 1991년 걸프전을 계기로 군 지휘 통제 시 관계 기관 및 정보 시스템 간 상호운용성(Interoperability) 확보의 중요성을 절감하여 도입한 일종의 방법론.
- ❖ 우리나라는 범정부 정보 기술 아키텍처 적용을 전자 정부 핵심 과제의 하나로 추진중

# 국방 정보시스템에서의 상호운용성 위기

## ❖ 걸프전에서의 상호운용성 오류

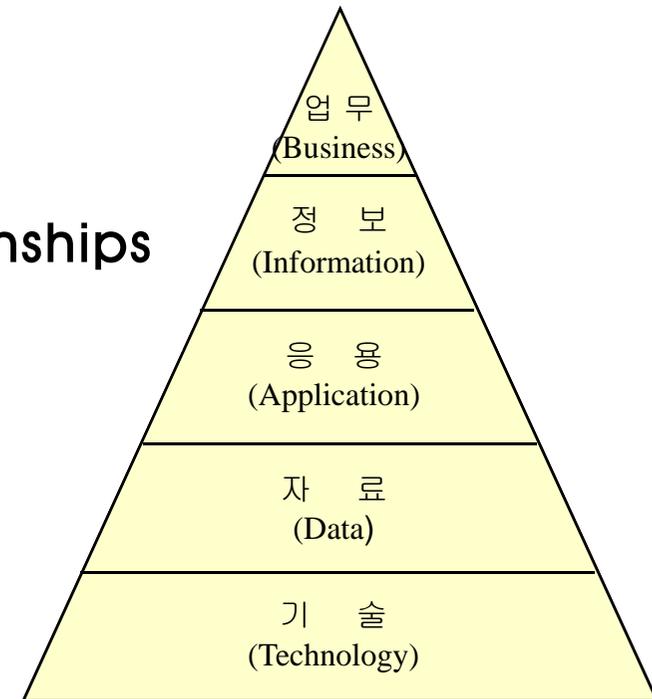
- 상호운용성이 검증되지 않은 시스템을 실전에 배치하여 많은 문제점 발생



# What ITA : EA+TRM+SP

- ❖ ITA = EA (Enterprise Architecture)
  - + TRM (Technical Reference Model)
  - + SP (Standards Profile)

- ❖ EA = Business Processes
  - + Information Flows and Relationships
  - + Applications
  - + Data Descriptions
  - + Technology Infrastructure



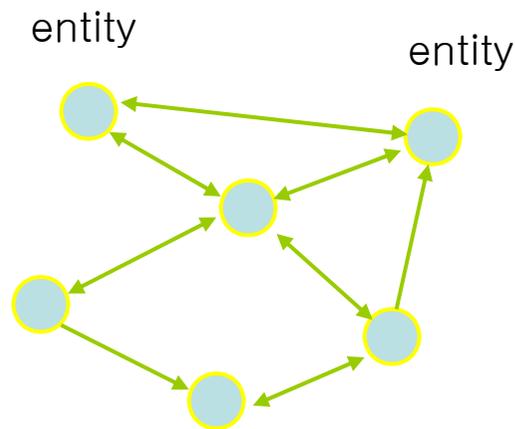
# High-level Architecture: 현재 시도[DoD, 1995]

## ❖ Networked Virtual Environment(NVE)

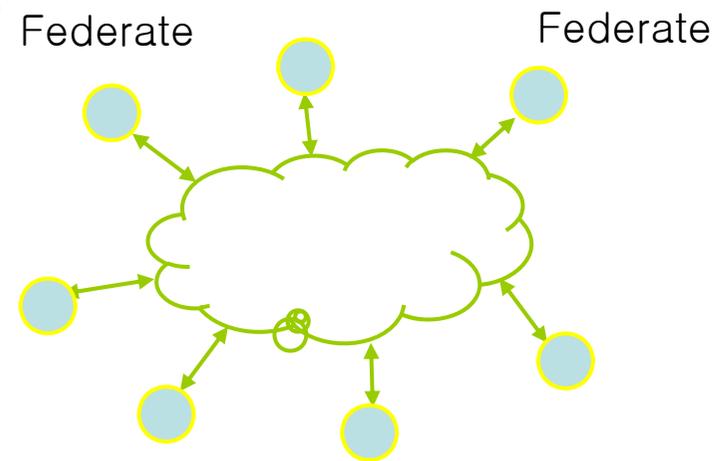
- Interactions among simulation nodes connected to the network

## ❖ High Level Distributed Simulation Architecture for NVE

- Interaction among federates connected to the network
- Federation corresponds to NVE

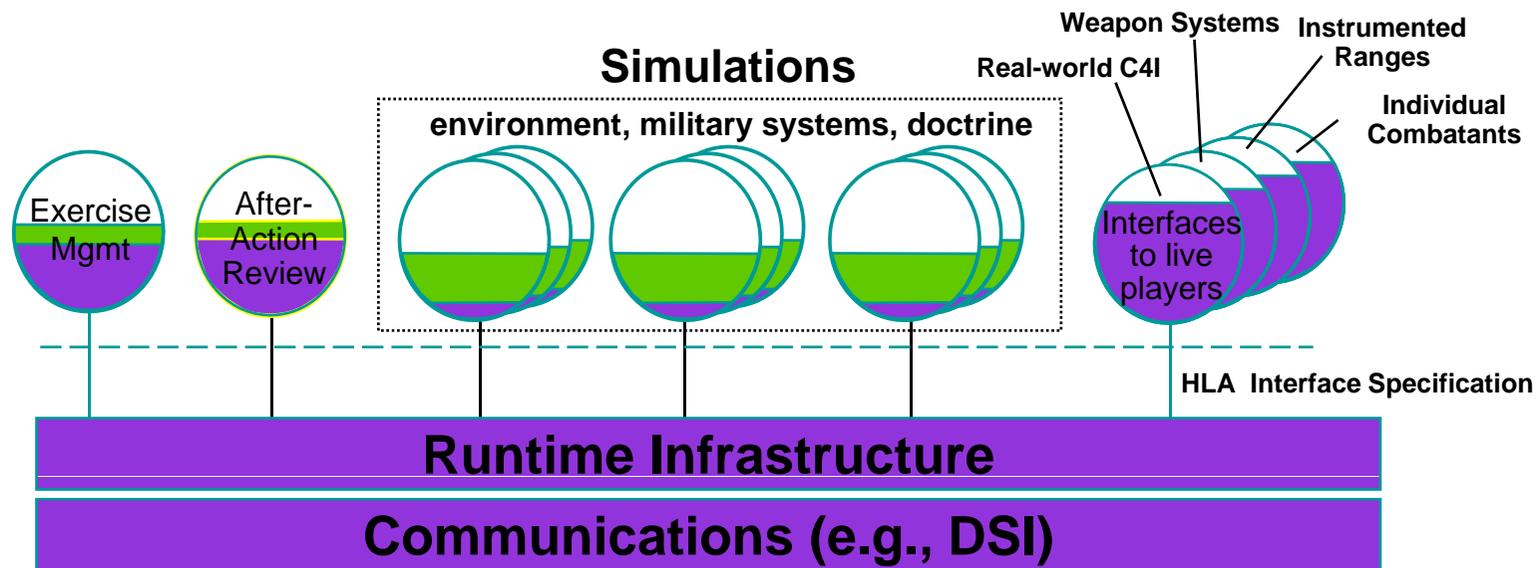


실세계



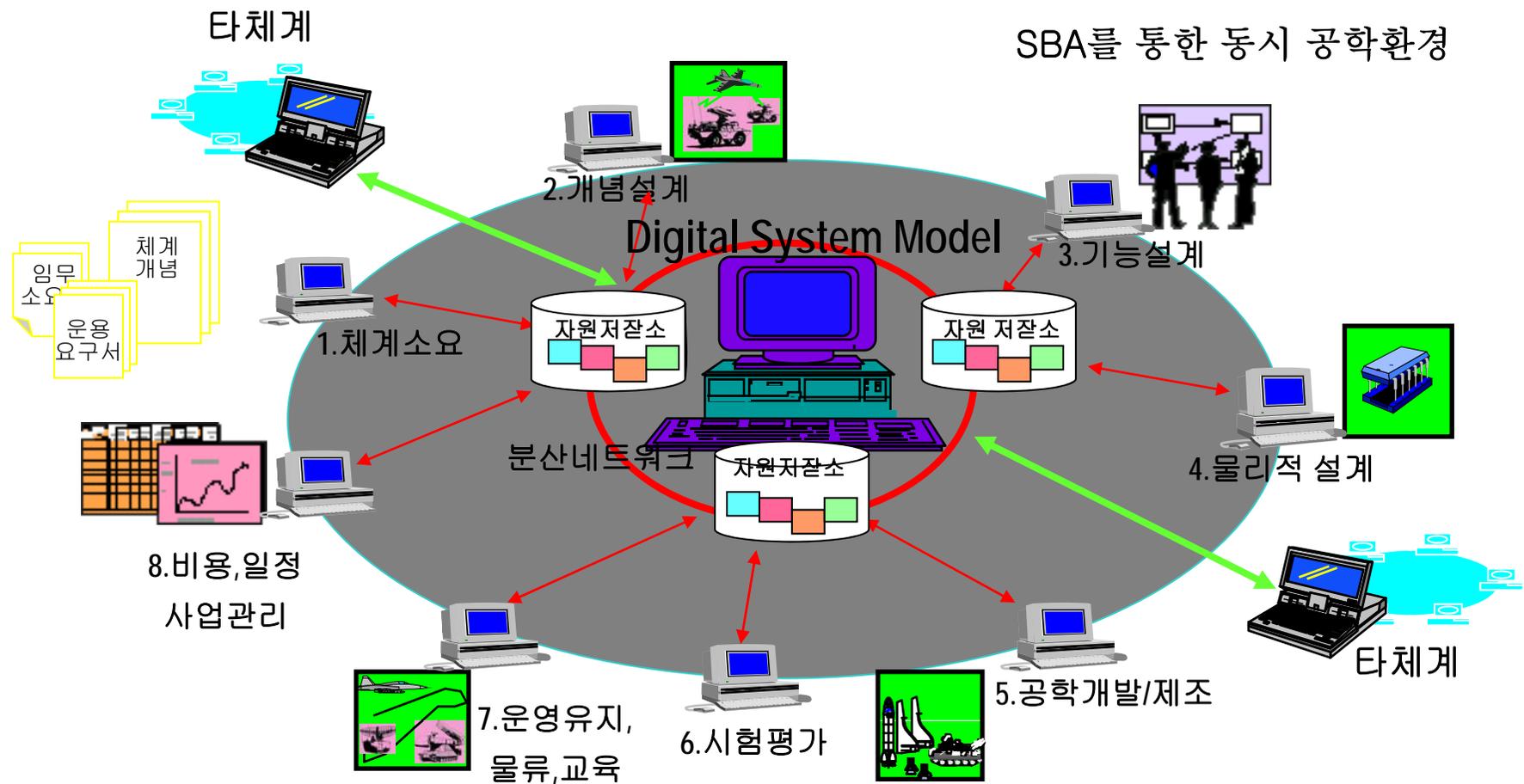
Federation

# HLA (High Level Architecture)



- Key:
-  Reusable across all DoD simulation systems
  -  Reusable across a simulation domain
  -  unique

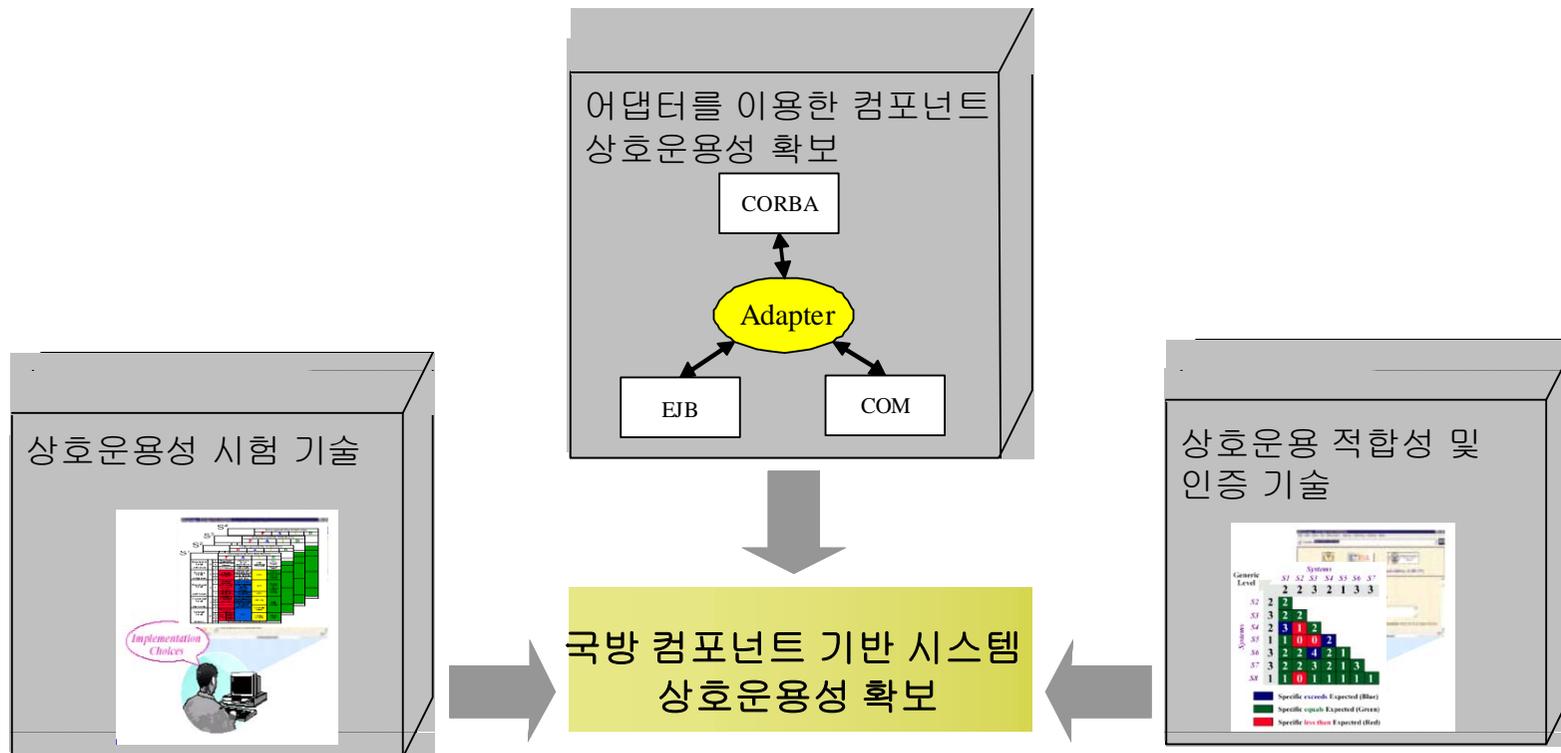
# 미국의 적용 사례



# Adapter on any Platform

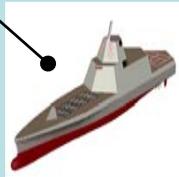
# Any Platform (CORBA, EJB, .Net)상에서의 상호운영성 연구: 통합 이슈[Robert Kim, 2003]

- ❖ 컴포넌트 기반 시스템의 상호운영에 대한 기술적 접근 방안 정립
- ❖ 컴포넌트 기반 시스템의 상호운용 적합성 시험 및 평가

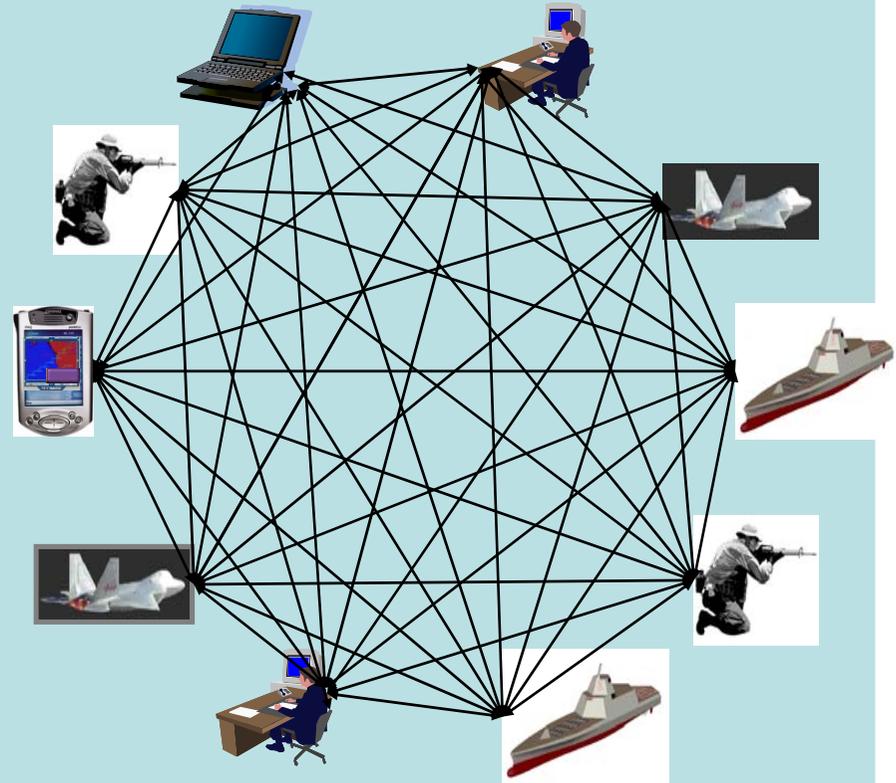


# 문제점

## ❖ 구축



단순한 상호운용



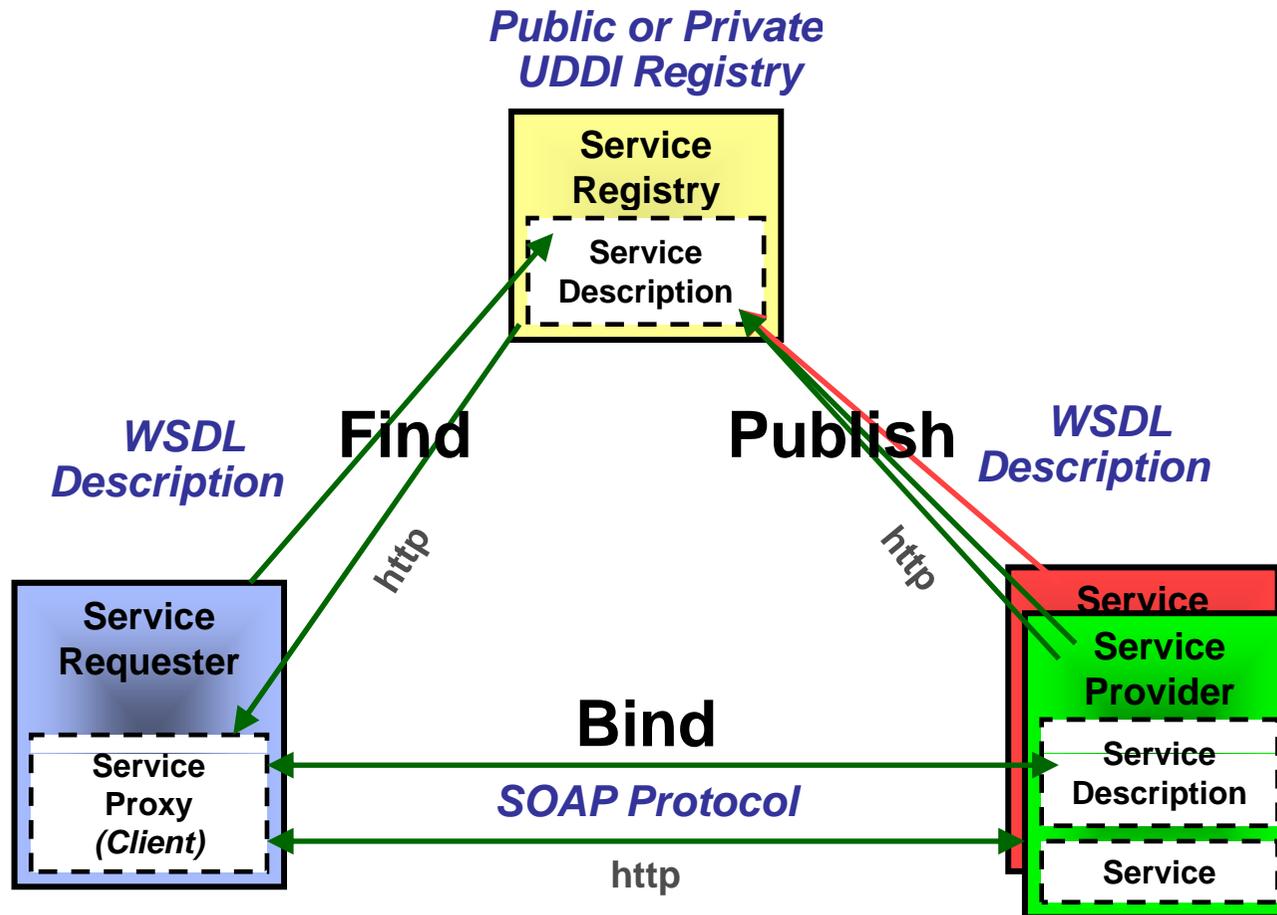
복잡한 상호운용

# SOA & Web 2.0

# SOA(Service Oriented Architecture)[Gartner, 1996]

- ❖ SOA는 공개, 기민성, 확장, 연합, 자립적 요소들로 구성된 조합 가능한 아키텍처, 서비스 품질, 다양한 벤더, 상호 운영성, 서비스 발견 그리고 잠재적으로 재사용 가능한 서비스들이 웹서비스로 구현된다.
- ❖ SOA는 비즈니스 로직과 기술을 추상화하여, 이 도메인 간에 느슨한 결합을 유도한다.
- ❖ SOA는 과거 플랫폼의 진화물로서, 전통적인 아키텍처의 특징들을 고스란히 가지고 있으며, 명확한 원칙을 가지고 SOE를 지원하며 서비스 지향을 촉진한다.
- ❖ SOA는 엔터프라이즈 환경을 이상적으로는 표준화하지만, 치밀한 사전 계획에 의한 이전 필요성과 현재도 진화하고 있는 기술에 대한 지원만이 이러한 목적을 달성할 수 있다.

# SOA(Service Oriented Architecture)



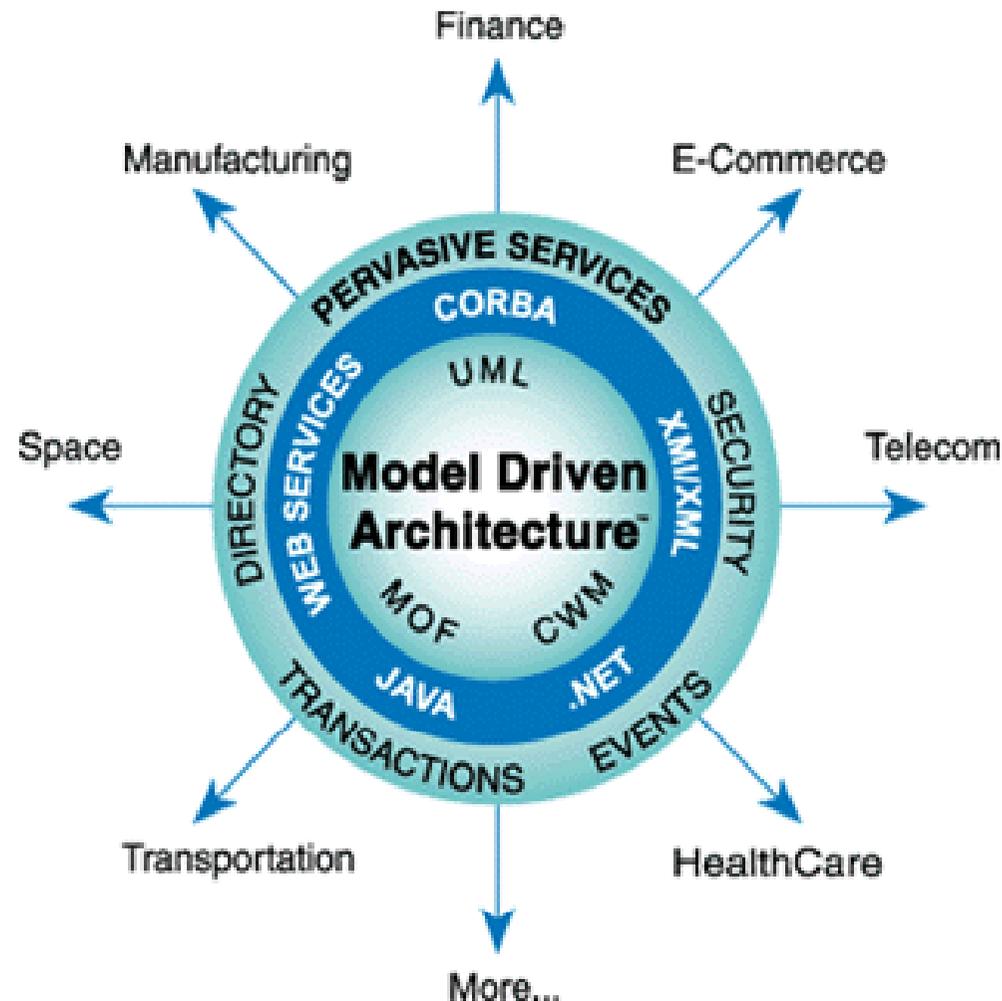
< SOA >

# MDA (Model Driven Architecture)

# MDA (Model Driven Architecture)[OMG, 2001]

- ❖ The Model-Driven Architecture approach defines system functionality using a platform-independent model (PIM) using an appropriate domain-specific language.
- ❖ Then, given a platform definition model (PDM) corresponding to CORBA, .NET, the Web, etc., the PIM is translated to one or more platform-specific models (PSMs) that computers can run. (EDIT: This requires mappings and transformations and should be modeled too.)
- ❖ The PSM may use different Domain Specific Languages, or a General Purpose Language like Java, C#, PHP, Python, etc.[citation needed]. Automated tools generally perform this translation.
- ❖ The OMG organization provides rough specifications rather than implementations, often as answers to Requests for Proposals (RFPs). Implementations come from private companies or open source groups.
- ❖ MDA principles can also apply to other areas such as business process modeling where the PIM is translated to either automated or manual processes[citation needed].

# MDA (Model Driven Architecture)





# MDA (Model Driven Architecture) for Embedded Software System

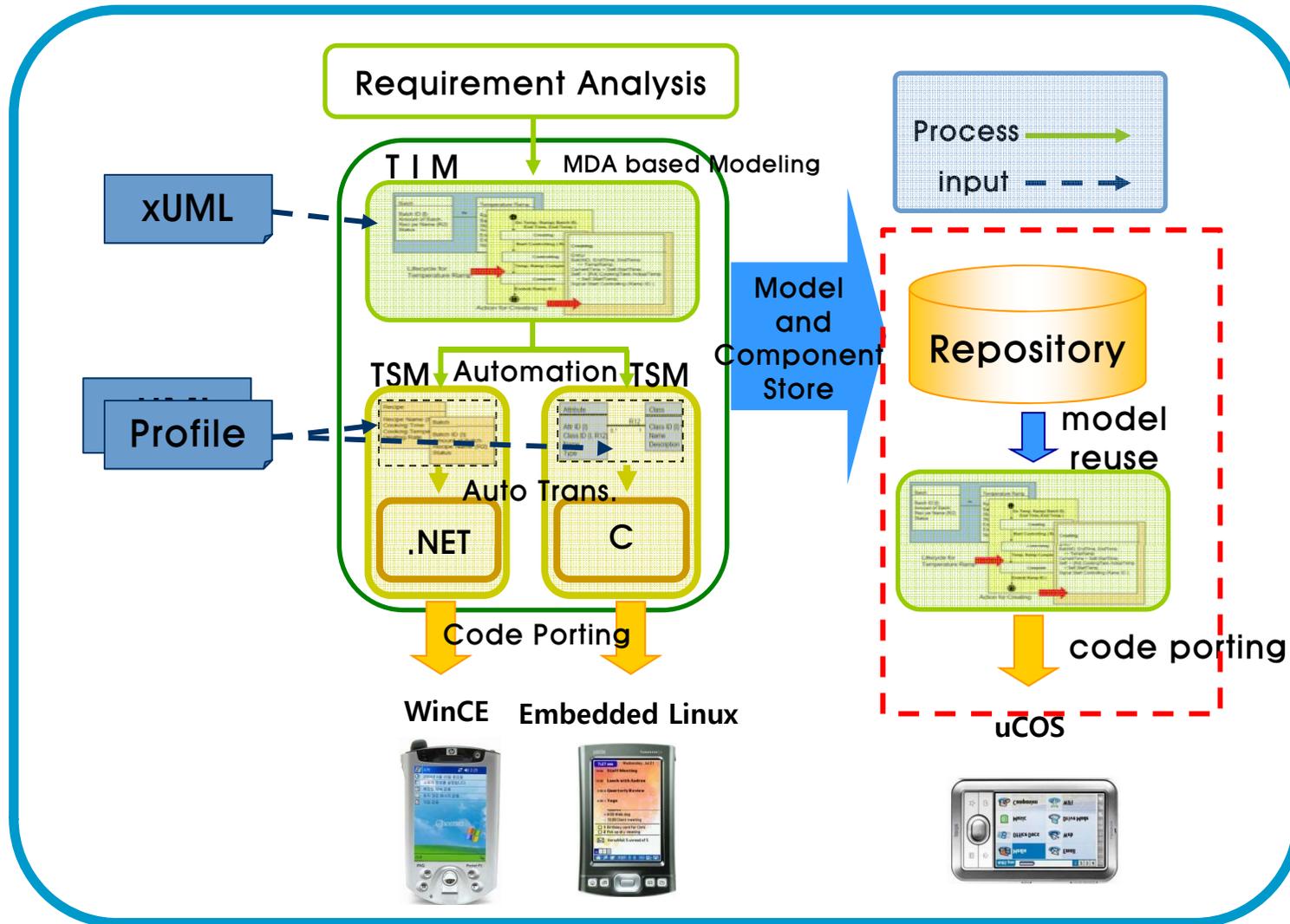
# e-MDA (Embedded Model Driven Architecture)[Robert Kim, 2005]

- ❖ IT산업의 발달로 새롭게 등장한 많은 임베디드 시스템 응용의 복잡도가 증가함으로 인해 독자적인 개발만으로는 경쟁력을 얻을 수 없기 때문에 플랫폼에 독립적인 개발방법론의 확보가 시급
- ❖ 개발 과정에서의 어려움을 감소시키기 위하여 개발 프로세스와 테스트 프로세스가 동시에 진행되어야 함
- ❖ 임베디드 소프트웨어의 개발 환경이 일반 소프트웨어의 개발환경보다 훨씬 어려워서 효과적인 개발도구 없이는 경쟁력 있는 개발 불가
- ❖ 업체들이 개발한 제품들 간의 인터페이스가 다르고 연동이 불가능하여 고비용, 저효율을 야기하고 임베디드 소프트웨어 산업 전반의 활성화를 저해하고 있음

# e-MDA (Embedded Model Driven Architecture)



# e-MDA (Embedded Model Driven Architecture)





# IMM (Interoperability Maturity Model) : LISI[DoD, 1998]

# IMM (Interoperability Maturity Model) : LISI[DoD, 1998]

## ❖ LISI (Level of Information Systems Interoperability)

### - 배경

- 미국 국방부에서 국방 정보시스템간의 상호운용성 문제의 중요성을 인식하고 CMU SEI 연구소와 함께 연구개발한 상호운용성 평가 모델

### - 목적

- 국방 정보 시스템간의 상호운용성 수요를 식별
- 상호운용성 수요를 충족시키기 위한 국방 정보체계의 요구능력(기술)을 식별
- 보다 높은 상태의 상호운용을 달성하기 위한 실질적인 해결책 및 전환 전략을 제공

### - 기능

- 국방 정보체계의 상호운용의 각 수준을 정의하여 상호운용성에 대한 공통의 이해를 촉진
- 국방 정보체계 수명 주기 동안 상호운용성을 평가하고 개선시키기 위한 방법을 제공

# LISI 능력모델

## ❖ 능력모델(Capability Model)

- 참조모델에서 정의된 요구기능을 만족하기 위한 구체적인 능력
- 구체적인 기술은 구현옵션(Implementation Option)에서 선택

LEVEL (Environment)			Interoperability Attributes			
			P	A	I	D
Enterprise Level (Universal)	4	c	Multi-National Enterprises	Interactive (cross applications)	Multi-Dimensional Topologies	Cross-Enterprise Models
		b	Cross Government Enterprise			Enterprise Model
		a	Govt Enterprise	Full Object Cut & Paste		
Domain Level (Integrated)	3	c	Domain Organization-wide Doctrine, Procedures, Training, etc.	Shared Data (e.g., Situation Displays, Direct DB Exchanges)	WAN	DBMS
		b		Group Collaboration (e.g., White Boards, VTC)		Domain Models
		a		Full Text Cut & Paste		
Functional Level (Distributed)	2	c	Common Operating Environment	Web Browser	LAN	Program Models & Advanced Data Formats
		b		Basic Operations Documents, Briefings, Pictures & Maps, Spreadsheets, Databases		
		a	Program Standard Procedures, Training, etc.	Adv. Messaging Message Parsers, E-Mail w/Attachments	NET	
Connected Level (Peer-to-Peer)	1	d	Standards Compliant	Basic Messaging (e.g., Unformatted Text, E-mail w/o attachments)	Two Way	Basic Data Formats
		c		Data File Transfer		
		b	Security Profile	Simple Interaction (e.g., Telemetry, Remote Access, Text Chatter, Voice, Fax)	One Way	
Isolated Level (Manual)	0	d	Media Exchange Procedures	N/A	Removable Media	Media Formats
		c	Collocated systems, Single operator		Manual Re-entry	Private Data
		b	Collocated systems, Separate operators			
		a	Non-collocated systems, Exchange via Operators			
NO KNOWN INTEROPERABILITY						

*Example Implementation Options*

**WAN**  
SIPRNET  
JWICS  
NIPRNET  
(Internet)

**Services**  
Databases  
Imagery  
Graphics  
Word Processing

**Mapping**  
Chart  
ARC INFO  
ARCVIEW  
ATLAS  
CMTK  
Dew Drop  
Delorme  
Edge

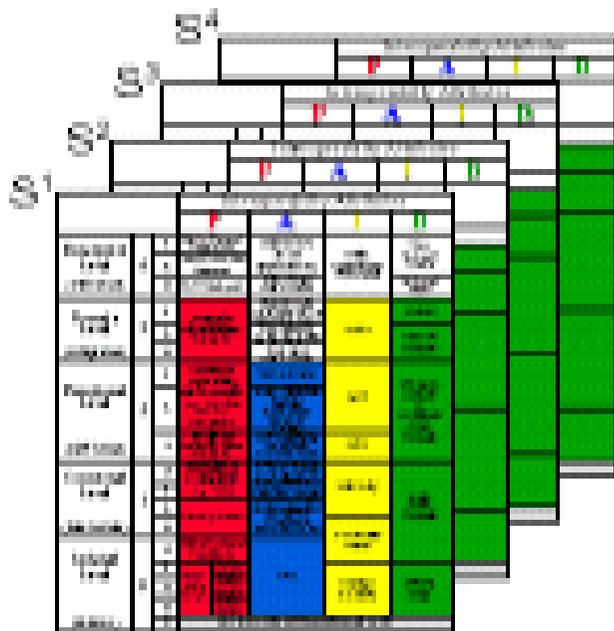
**Standards**  
DoD JTA  
ANSI  
ISO  
IEEE

**Document Formats**  
.asc .txt  
.aw .doc  
.lwp .pdf  
.rtf .wpx



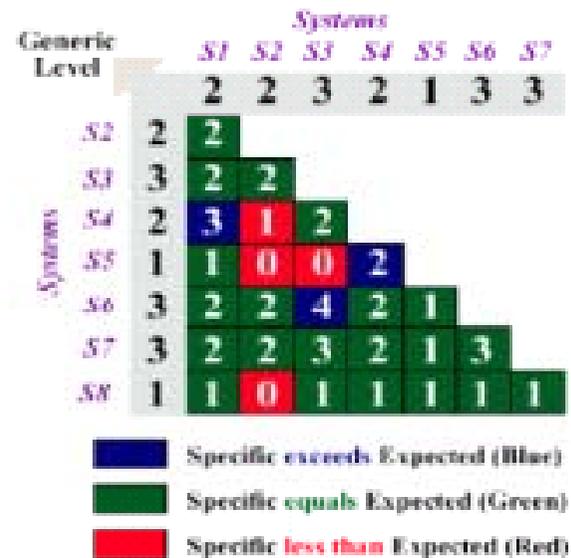
# 상호운용성 성숙도 메트릭

개발 단계별 CIMM



상호운용성 평가모델 기술

체계간 상호운용성 성숙도 측정



상호운용성 시험기술



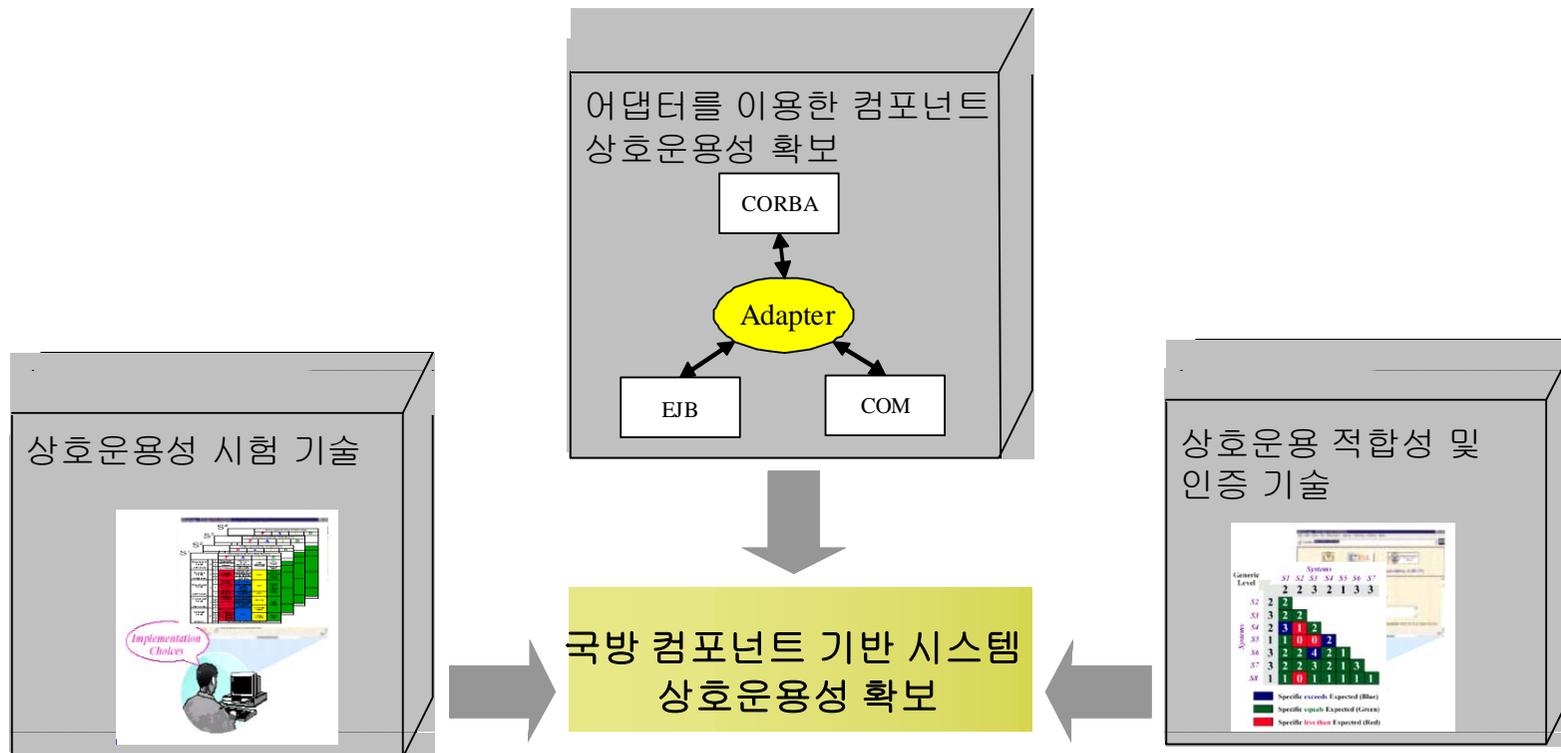
개발 단계별 상호운용성 측정

# Heterogeneous database의 연동과 Soap을 통한 통합체제의 프로토콜 연구 [KIDA 2003]

- ❖ 현재까지 정보체계의 시스템 통합사업은 주로 하나의 핵심 시스템을 기준으로 나머지 시스템들을 연결하는 수직적 통합방식 (Orchestration)의 연계방안이 추진되어져왔다.
- ❖ 하지만 앞으로는 정보체계의 통합 및 상호 연계의 범위가 계속 확대되어감에 따라 서로 다른 조직 혹은 기업간 정보체계간 연계 및 협업을 필요로 하게 되며, 이 경우 수직적 통합은 불가능 하게 된다.
- ❖ 이렇게 서로 다른 조직/기업의 정보 체계간 대등한 관계의 협업구조를 토대로 상호연동체계를 구성하는 기술(Choreography)을 포함하여, 웹서비스는 수직적/수평적 통합 모두를 포괄하는 표준안으로 Web Service Composition을 제시하고 있다.

# Any Platform (CORBA, EJB, .Net)상에서의 상호운영성 연구: 통합 이슈[Robert Kim, 2003]

- ❖ 컴포넌트 기반 시스템의 상호운영에 대한 기술적 접근 방안 정립
- ❖ 컴포넌트 기반 시스템의 상호운용 적합성 시험 및 평가

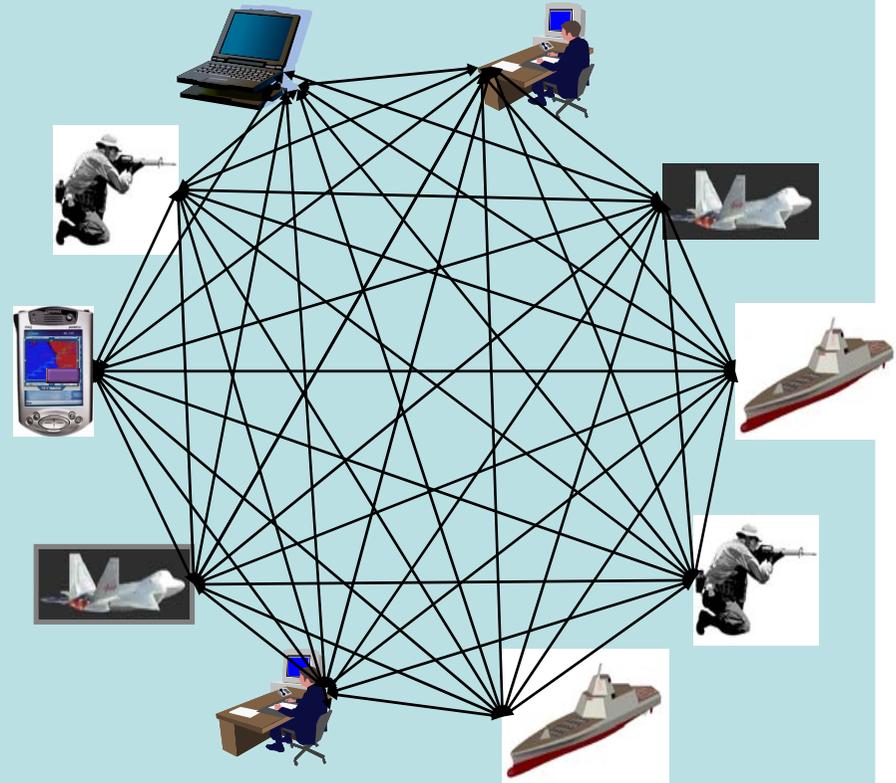


# 문제점

## ❖ 구축



단순한 상호운용



복잡한 상호운용