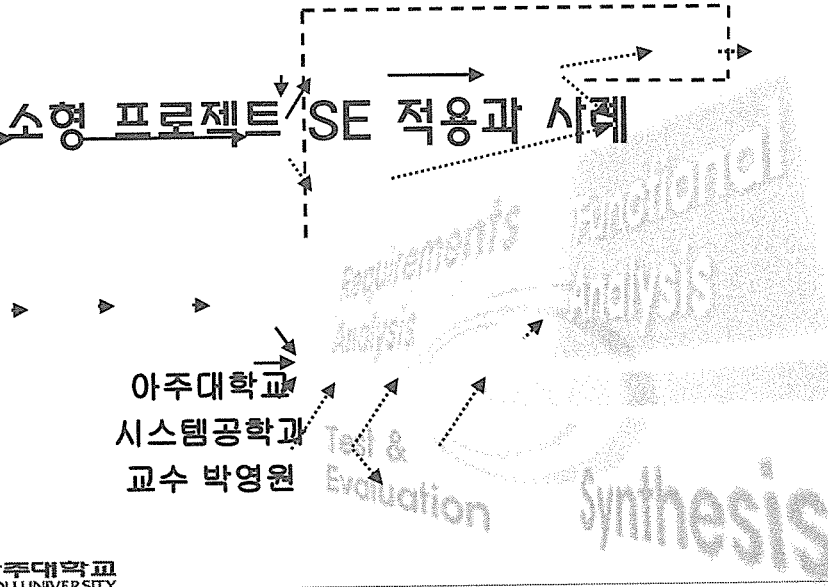




2004年 5月 14日

소형 프로젝트 SE 적용과 사례



발표 내용

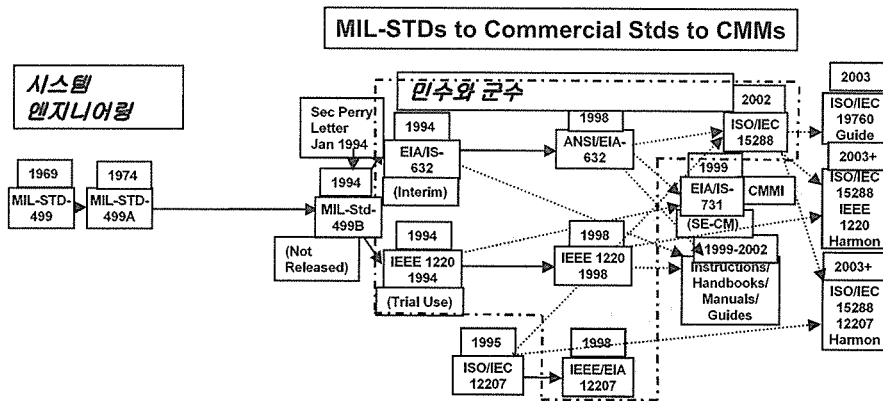


- 목표
- SE 표준 —인수/군수
- 기민한 S/W 또는 시스템엔지니어링
- 프로세스 적용조정 (Tailoring)
- 제품 상품화 개발 프로세스 적용
- 실시간 임베디드 시스템 설계 방법 —HHP 방법
- 모델기반 융접용 로봇 설계 적용사례
- 결론

목 표

- 인수 또는 소형 제품개발과 SE 표준/적용조정소개
- 소형 제품개발 위한 SE 프로세스, 방법 및 도구 소개
- 역 공학 통한 모델기반 용접로봇 설계규격화 사례

SE 표준들의 진화



SE 프로세스 표준



CMMI-SE/SW 공정능력 성숙도 평가모델

- 시스템과 소프트웨어 개발 위한 통합 공정능력 성숙도 평가모델



ISO/IEC 15288 표준

- 시스템 수명주기 22개 프로세스
- 소프트웨어 중심 시스템의 특정 수명주기 요건 만족 위해 적용



ANSI/EIA 632 표준

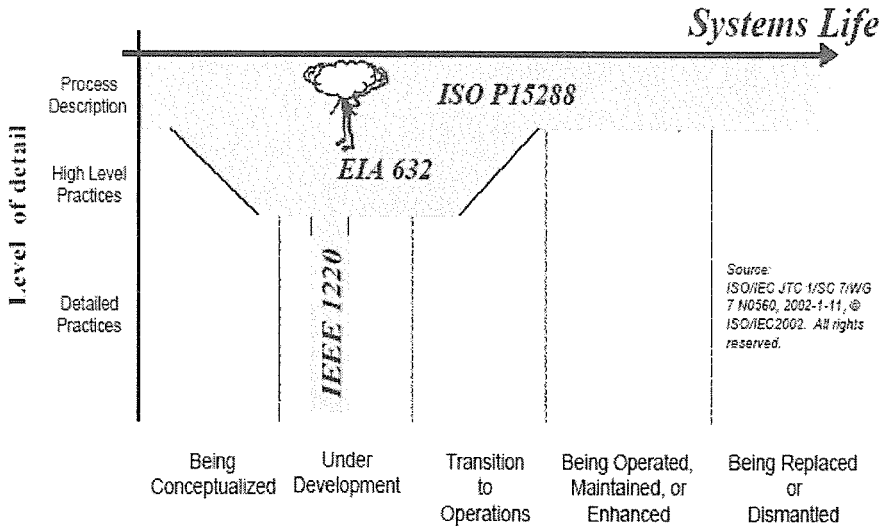
- 시스템을 엔지니어링 하는 13개의 프로세스
- 신제품 개발 또는 제품개선의 하향식 엔지니어링과 상향식 구축



IEEE 1220-1998

- 시스템엔지니어링 프로세스의 응용과 관리 위한 표준
- 요건해석, 기능해석, 조립, 시스템해석, 조정
- 시스템의 개발 또는 변경에 SE 프로세스 적용

SE 표준 특성



시스템엔지니어링 필수요소



시스템엔지니어링 관리 기획서 → 과제 계획서

- SEMS
- SEDS
- WBS

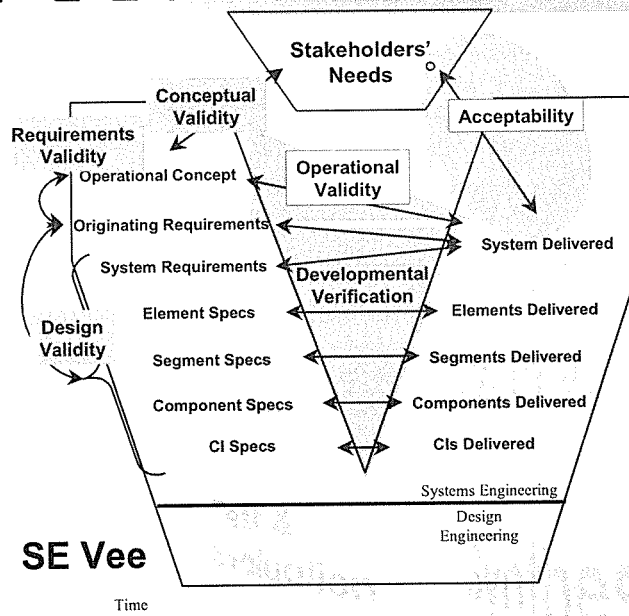
시스템요구사항서

- 시스템의 목적, 요구사항, 그리고 외부 인터페이스 정의

시스템 설계 산출물

- 시스템 구성요소 정의와 이들 간의 인터페이스
- 기술성능 측정 (TPM)
- 기술검토회 및 감사

시스템 엔지니어링 VEE



기민한 소프트웨어 개발 - Agile Software Development



(www.agileAlliance.org)

- 프로세스와 도구들 보다 개개인 과 상호작용 중심
- 철저한 문서화 보다 동작하는 소프트웨어
- 계약타협 보다 고객협력 관계
- 계획위주 보다 변경수용
- 엄격한 프로세스와 기민성의 균형 중요 - 사람, 가치, 의사소통 필수적

기민한 시스템엔지니어링 - 7 가지 실천요소 (Mark A. Wilson)



- 정해진 프로세스를 이해하고, 존중하고, 따르는 분위기
- 개발과제가 신속히 진행되며 다른 우선순위에 관계없이 몰두
- 모든 핵심 멤버들이 한 장소에 있거나 웹 환경으로 엮어져 개발
- 도구 통해 자동 생성되는 전자문서 위주 작업환경
- “약속하고 약속 지키는” 신용기반이며 구두로 산출물 기준관리와 설계변경진행하며 책임추궁 가능 환경
- 기회포착과 위험부담 감소는 전문가 자문, 신속한 모델 검증, 긴밀한 고객협력 통해 이뤄지며 소프트웨어는 기민한 개발로 하드웨어는 학제복합형 모델 실험실 통해 개발
- 건설적이며 긴장된 분위기가 사업조직에 팽배하며 문제점들이 활발히 찾아지고 해결책들이 철저히 추구

시스템공학 프로세스 적용조정



실제 적용 프로젝트 별 고유 요건, 프로젝트 단계 또는 계약 구조에 알맞게 조정

- 불필요한 비용을 초래방지
- 공정이나 제품에 부가가치 없는 의무들 배제
- 적용 조정은 삭제, 변경 또는 추가 형태로 발생
- 특정 의무에 대한 적용조정은 의무의 상세 심도, 필요한 업무량, 기대 자료에 대한 지식 필요

적용조정은 과정의 범위와 심도에 대하여 실시

- 범위 측면 적용조정은 프로젝트 성격 및 프로젝트 단계에 좌우
- 심도 측면 적용조정은 계약상 목표를 만족시키는 결과물 구현, 생산하는데 필요한 과정의 심도 결정
- 업무의 심도는 각 프로젝트 고유의 복잡성, 불확실성, 시급성, 위험부담 감수 의지에 따라 다양
- 선정, 적용 조정된 요건 및 의무 내용은 프로젝트 책임자가 제안서를 작성하거나 응찰자가 제안요청서 회신하는데 사용

프로세스 적용 심도와 노력수준 결정요소



계약 이행에 필요한 시스템 정의 상세수준

- 개념 모색 중 각 시스템 대안들에 대한 완전한 기능 분해가 항상 필요한 것은 아님
- 비용, 일정, 성능 목표 및 관련 위험부담 산정에 신뢰도를 주기 위해 충분한 심도 필요
- 신기술 적용과 관련되는 분야에 더 심도 필요

시스템 주요 수명주기 단계 임무와 시나리오

우선순위로 정리된 효과 측정 요소

- 계층구조 최상 수준의 모든 측정 척도에 상대적 중요도 설정해야 함

기반 기술 및 이들 기술 사용을 제한하는 지표

주요 위험부담 분야(예: 예산, 자원, 위협요소)에 관련된 인자들을 포함한 시스템 성공에 필수적 인자들

적용조정 지침



- 프로세스 정의에 착수하기 위해 관리적 (사업적, 즉 임무 설명, 일정, 자원 등) 요건과 기술적 (기능, 성능 등) 요건 확보
 - 시스템엔지니어링 하부과정과 이들의 단계 정의 주도
 - 시스템과 구성요소들의 중요성을 판정하는 지침
- 필요 업무들을 도출하고 각 업무 별 업무량 파악
- 가장 빨리 가장 많은 위험부담 제거 위한 업무 정립
- 적용조정 마지막 단계는 필요한 업무들 기준으로 프로세스 업무 단계 정립
- 프로젝트 일정(또는 SEDS)은 업무 단계 정립 지침

적용조정 지침



- 전례 없는 신개발 프로젝트의 개념모색 단계에서는 형상 관리감사나 변경통제를 위한 공식 메카니즘 불필요
- 기존의 시스템 또는 외국 시스템을 수정하는 개념모색 단계에서는 인터페이스 제약 검증 등에 형상관리 감사나 변경통제 위한 공식 메카니즘 필요
- 개념 모색 단계의 기술성능측정은 핵심 기술 목표나 수요 정당화에 관련된 정책결정 척도를 추적 파악하는 정도로 축소 가능
- 핵심적 성공 척도들을 최상부 수준에서 추적 파악하는 것이 필요

사례) 제품 상품화 개발 - 개념 단계



- 고객 요구사항 수집
- 고객 요구사항 우선순위 설정
- 제품 수준 요구사항과 우선순위 정의
- 경쟁사 제품 벤치마킹

- 제품 요건서 작성
- 제품요건 만족하는 기능 설계
- 제품개념 평가지표 선정
- 제품기능 만족하는 개념 대안 생성
- 제품개념 대안 평가
- 수월한 제품개념 선정
- 수월한 제품의 기본성능 해석, 특성화, 모델 및 예측
- 제품의 신뢰성 요건과 모델구축

AJOU UNIVERSITY | DEPARTMENT OF SYSTEMS ENGINEERING

하부시스템 개념 및 설계 개발



- 하부 시스템 요건 및 우선순위
- 하부 시스템 벤치마킹

- 하부 시스템요건서 작성
- 하부 시스템 요건 만족하는 기능설계
- 하부 시스템 개념평가 지표 선정
- 하부 시스템 기능 만족하는 개념 대안들 개발
- 하부 시스템 개념 평가
- 수월한 하부 시스템 개념 선정
- 수월한 하부 시스템 기본성능 해석, 특성화, 모델 및 예측
- 하부 시스템의 신뢰성 요건과 모델구축

- (구성요소 개발에 상기 프로세스 반복)

AJOU UNIVERSITY | DEPARTMENT OF SYSTEMS ENGINEERING

시스템 통합



- 하부시스템들을 시스템 시험 위해 통합
- 시스템 전반에 걸친 데이터 획득 체계 능력 인증
- 기본성능 평가 수행
- 시스템 강건성 스트레스 시험 수행
- 시스템성능 균형위한 하부시스템 조정/정제
- 초기 시스템 신뢰성 산정수행
- 최종 제품설계능력 개발 및 산정위해 시스템 준비 인증

제품설계 기능 검증



- 구성품, 하부요소, 그리고 하부시스템 최종 공차설계
- 공급자와 조립공정의 핵심 설계요소들을 SPC 통해 관리
- 제조 부품들을 사용하여 제품설계 인증 품 구축
- 정상 조건아래 시스템 성능 평가
- 스트레스 조건아래 시스템 성능 평가
- 문제들에 대한 수정 완료
- 시스템 성능과 신뢰성 평가
- 제품설계가 모든 요건들을 만족 하는지 검증

생산능력 검증



- 검사된 제조 부품을 쓴 초도 생산품 구축
- 제조와 조립공정에서 핵심설계요소 성능 평가
- 조립 중인 모든 제품 수준과 하부시스템 수준 성능 평가
- 제조품들의 신뢰성 사정
- 조립공정에 걸쳐 모든 요건들이 만족 되는지 검증
- 제조공정에 걸쳐 모든 요건들이 만족 되는지 검증
- 모든 서비스 요건들이 서비스/지원 공정에서 만족 되는지 검증
- 제품, 제조, 조립 그리고 서비스/지원 공정들의 착수 준비 검증

소형 시스템 모델기반 방법(HHP)



- HHP (Derek Hatley, Peter Hruschka, Imtiaz Pirbhai) 방법
- 실시간 임베디드(컴퓨터 기반) 시스템 개발 방법, i.e. 엔진 제어기, 생산로봇, 항공 전장장치 등
- 시스템요건과 아키텍처를 동시에 다루는 방법
- 시스템의 각 계층구조에서 시스템요건, 아키텍처와 시스템 설계정보를 획득, 기록, 관리하는 방법 제공
- 요건들이 반영되고 설계결과와 일관성 있는지 확인
- 시스템과 하부시스템들의 연결제공
- 모든 공학분야 사이에 공통 모델언어 제공
- 동시공학적 개발위한 팀웍 지원

HHP 방법 기초이론



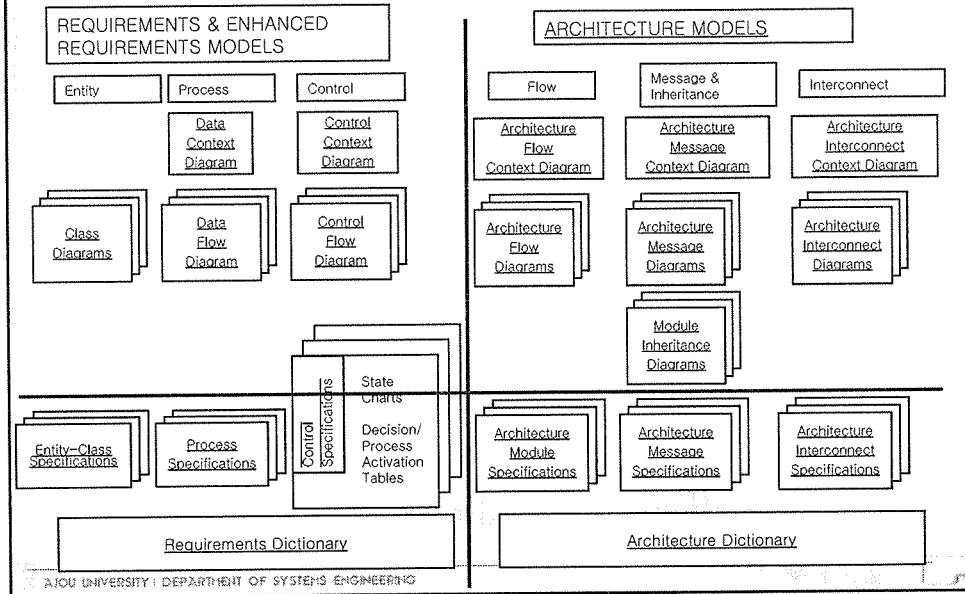
- 모든 시스템은 상위 시스템의 한 부분, 따라서 시스템에는 계층구조가 존재
- 시스템은 보는 관점에 따라 여러 개의 계층구조에 편입가능
- 모든 시스템은 구현방식에 구속 받지 않는 필수 요구사항 보유
- 필수 요구사항을 만족시키기 위해서 시스템은 입력을 받아 출력을 내는 내부 프로세스 수행

HHP 모델링 방법



- 거동 View — 데이터/제어 흐름
 - 요구사항 모델 (RM)
 - Enhanced 요구사항 모델 (ERM)
- 성능 View — text (Timing only)
- 데이터 View — 계층화 된 데이터 요소 분해 Dictionary
- Form View — 아키텍처 블록 다이어그램
- 모델간 할당 표를 통한 연결
- 성능 view는 타이밍 할당표로 연결
- 데이터 흐름도는 제어모델 통해 상태와 이벤트 처리 포함

HHP 모델 요약

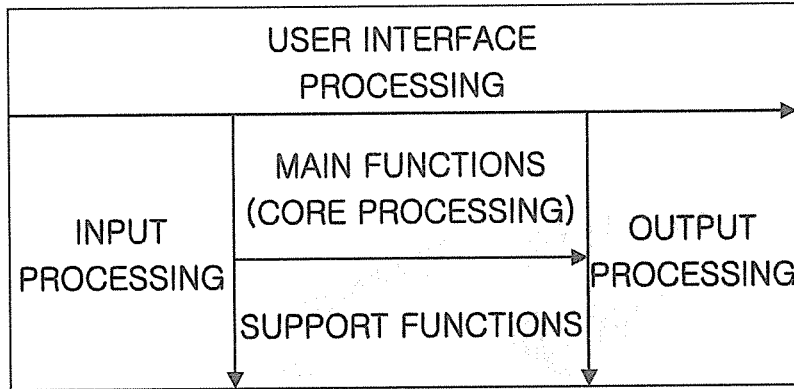


HHP Graphical Syntax



Symbol	Description
	Produces outputs from the inputs according to the action implied by its name.
	External entities which interact with the system being designed.
	Process Specification (PSPEC) - The decomposition of a process to its lowest level, primitive.
	Communication links carrying information, material, or energy between processes, terminators, and/or PSPECs.

아키텍처 구조 템플릿



- 필요한 기능 식별 지원
- Information Hiding의 출발점 지원

아키텍처 메시지 규격서 (Message)



■ Architecture Message Specification

- Name of Message : 요청받는 모듈이 제공할 서비스와 맞는 이름
- Parameter specification : parameter 이름 및 형태
- Message composition : message 가 여러 하부 message로 이루어진 경우
- Characteristics of the message : 동시성, timing 등

요구사항 - 객체 규격 (Entity)



Entity Class Specification

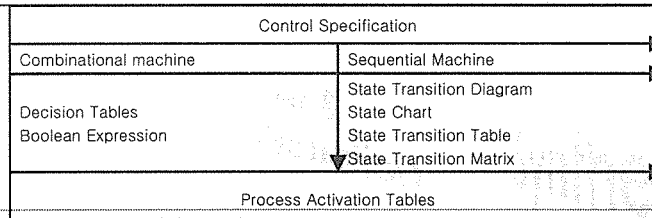
- Name
- Alias(es)
- Purpose : entity class 전체 시스템에 어떤 의미를 갖는지. What it is? What is it used for?
Why does it exists
- Properties : entity class에 대한 유의한 정보
- Create/delete rules- 새로운 Instance 의 생성 및 소멸에 대한 조건
- Attribute : 해당 entity 의 속성의 이름 및 설명
- Others: Comments and additional remarks

요구사항 - 제어 규격서 (Control)



Control Specification (CSPEC)

- Captures the control processing requirements of the system
- Contain two types of finite state machines : Combinational/Sequential
 - Combinational machines : Have no memory
: Transform current inputs directly into current control or data outputs
 - Sequential machines : Do have memory
: Based on previous inputs, they transform current control inputs and the current state into current outputs



요구사항 – 제어 규격서 (Control)



Control Specification (CSPEC) : Activation Table

-Special kind of decision table in which the control flow outputs are replaced with names of processes to be activated and deactivated.

PROCESS \ CONTROL	P	Q	R
PC1	0	1	0
PC2	1	0	1
PC3	1	1	0

요구사항 Dictionary



-Alphabetical list of all the items used in requirement models
 -Defines : data flows, control flows, stores, entity classes, relationships, attributes

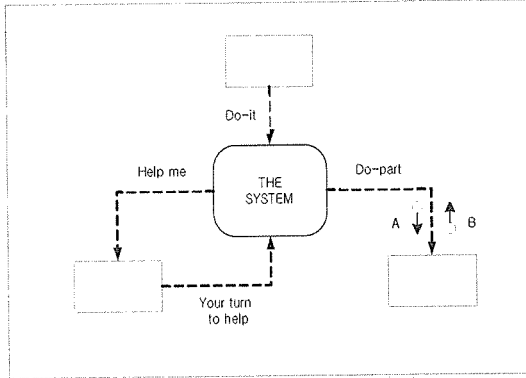
Name	Meaning and Composition	Type	Units	Range/Value	Accuracy	Resolution	Rate
BARO ALT	Barometric altitude	data	feet	0-70.000	±10 feet	1	1 per 100 msec
IN AIR	Wheels off the ground	control		ON, OFF			1 per 200 msec

-Special descriptions templates are used for entity classes, relationships and attributes
 -The dictionary should be created concurrently with the models.
 -In fact defining twenty to thirty most important items before sketching any diagram is recommended.

아키텍처 메시지 정황도 (Message)



Architecture Message Context Diagram



Message Flow : Information, material, energy change between Architecture module or environment



Parameter : Request and response

시스템과 외부 시스템간의 Message Flow를 보여주는 Architecture Message Diagram의 한 형태

융접용 로봇 시스템 적용사례



과제목표:

- 모델기반 역 공학을 통한 시스템 규격서 개발
- 제품 군 또는 미래모델 개발 시 재 사용 가능한 설계규격 관리

과제내용:

- 요구사항 모델 개발
- 아키텍처 모델 개발
- TurboCase 도구 사용한 HHP 방법 구현

모델기반 설계규격 기대효과:

- 개선된 의사소통
- 모호성 (Ambiguity) 감소
- 설계 오류 감소
- 보다 완전한 표현
- 향상된 설계지식 포획

조선용 용접로봇 시스템설계

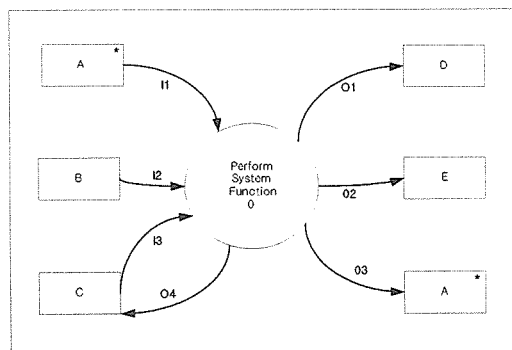


AJOU UNIVERSITY | DEPARTMENT OF SYSTEMS ENGINEERING

요구사항 - 데이터 정황도 (Process)



Data Context Diagram



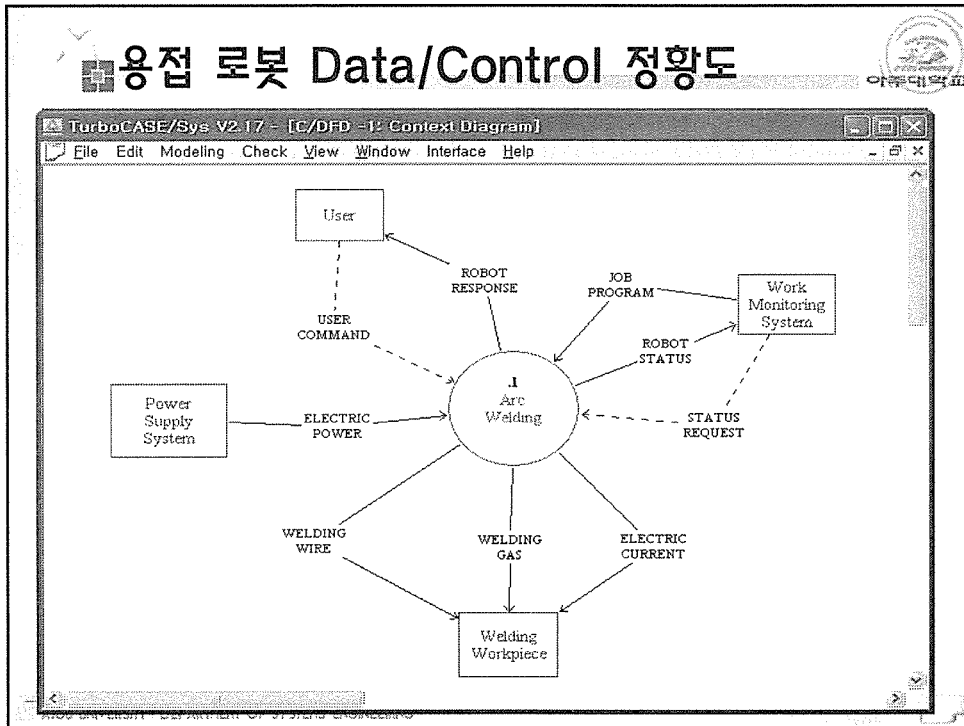
Data Flow

Process : Transformation of incoming flows into outgoing flows

- 시스템과 외부시스템간의 Data Boundary 설정
- Terminator와 System Function 및 이들간의 흐름을 보여줌.
- 시스템의 최상위 DFD

AJOU UNIVERSITY | DEPARTMENT OF SYSTEMS ENGINEERING

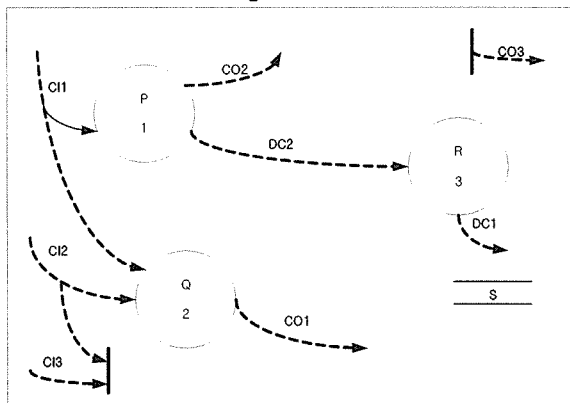
용접 로봇 Data/Control 정황도



요구사항 - 제어흐름도 (Control)



Control Flow Diagram



Process, Store : Same as DFD

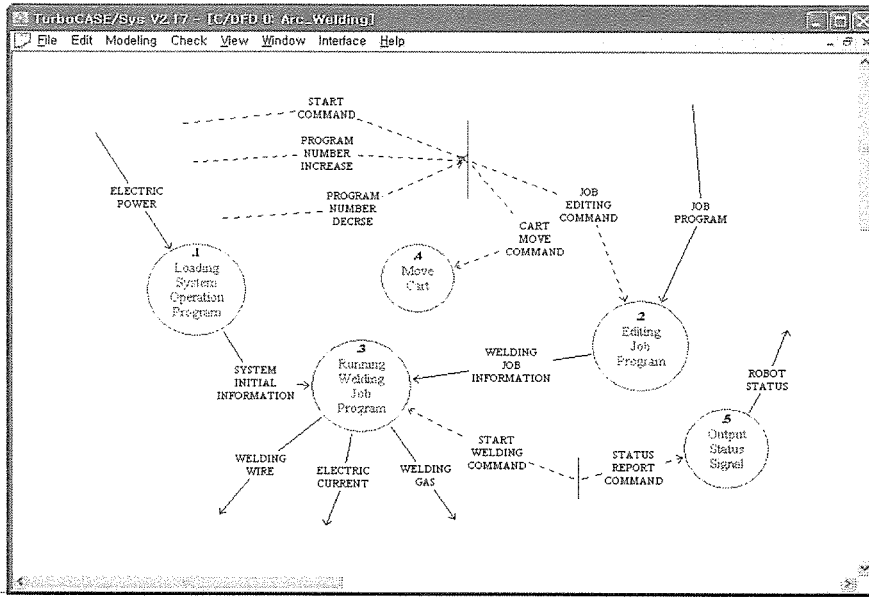
CSPEC Bar :

Sink for control flow inputs to the CSPEC and source for control flow outputs from the CSPEC

- CI3 is an input to CSPEC0
- CO3 is an output from a decision table or an action of a state chart in CSPEC0

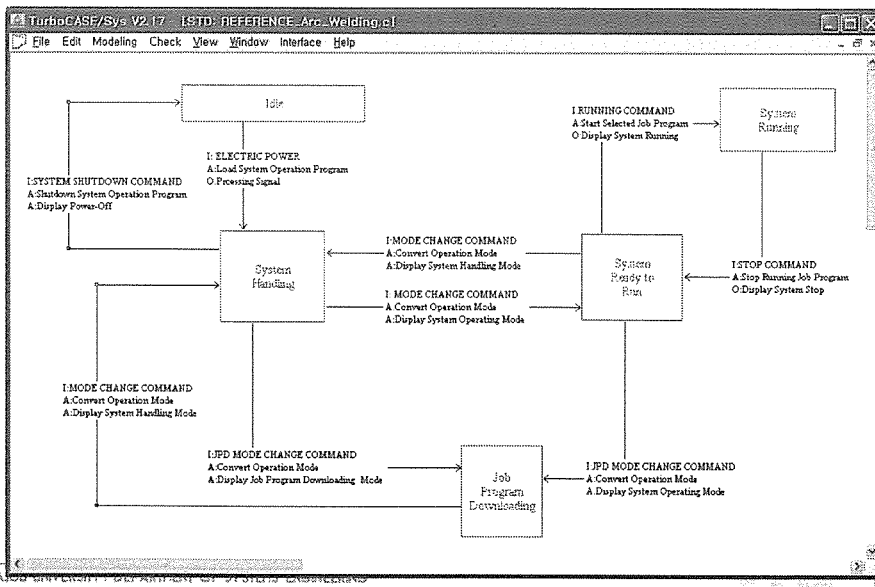
DFD와 유사하지만 data 대신에 control 을 보여준다.

용접 로봇 Data/Control 흐름도

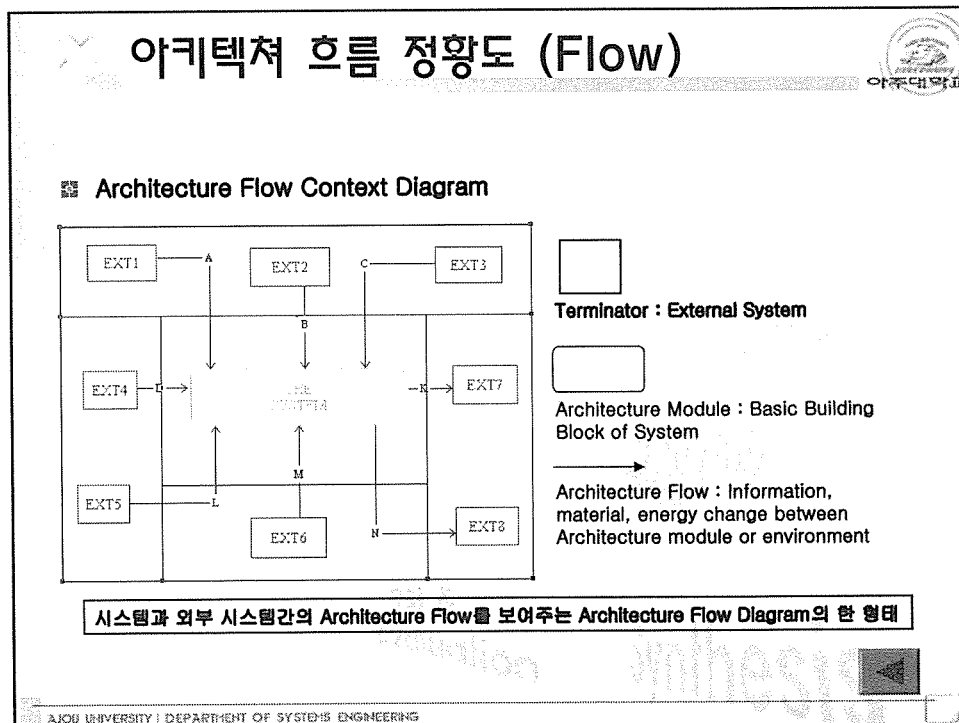
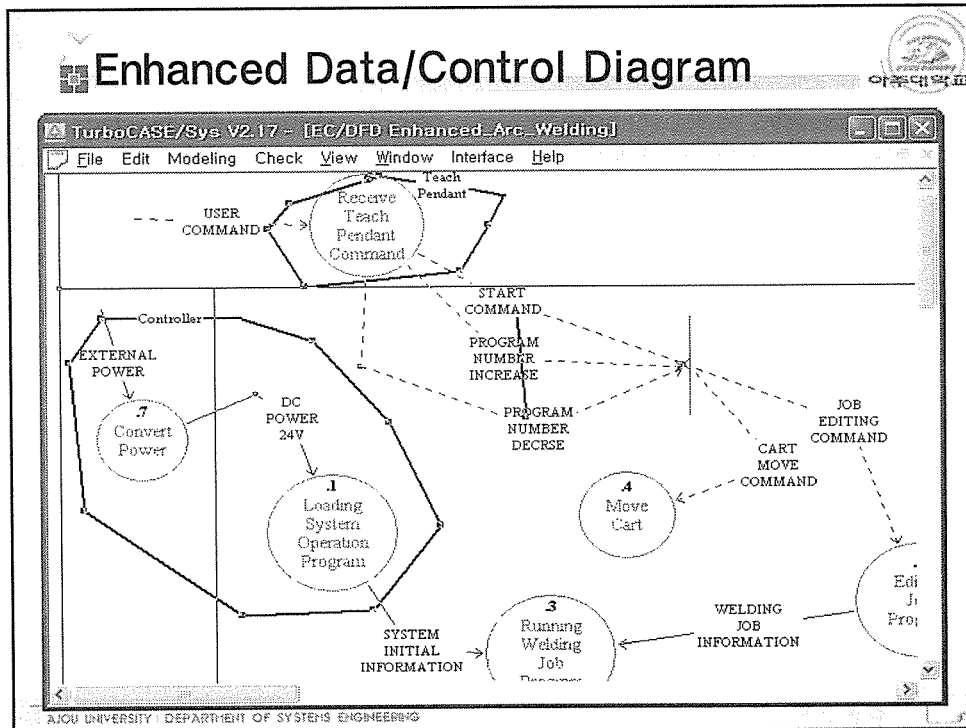


AJOU UNIVERSITY | DEPARTMENT OF SYSTEMS ENGINEERING

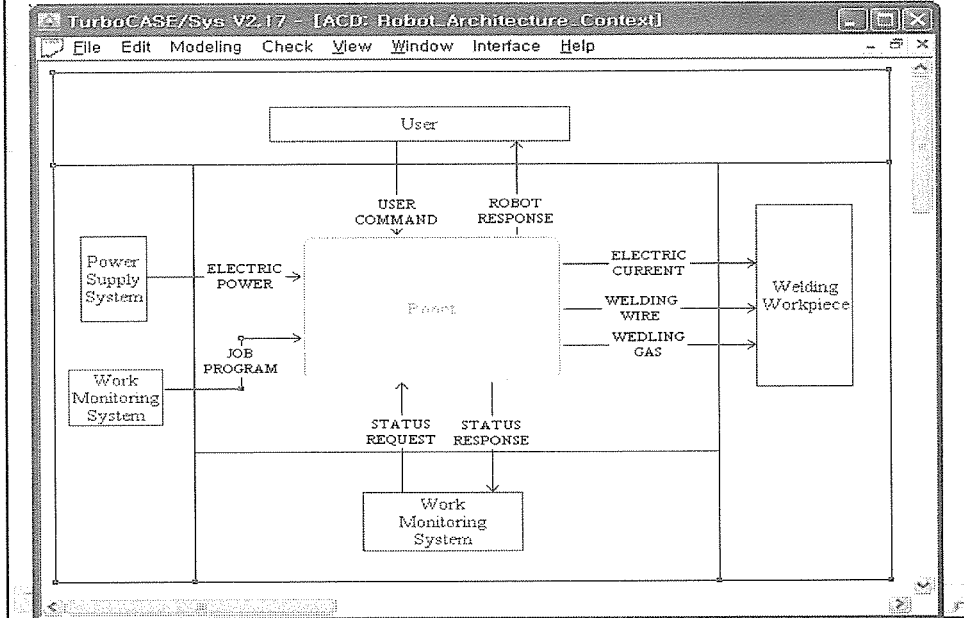
용접 로봇 상태 변환도



AJOU UNIVERSITY | DEPARTMENT OF SYSTEMS ENGINEERING



용접 로봇 아키텍처 흐름 정황도



아키텍처 흐름도 (Flow)



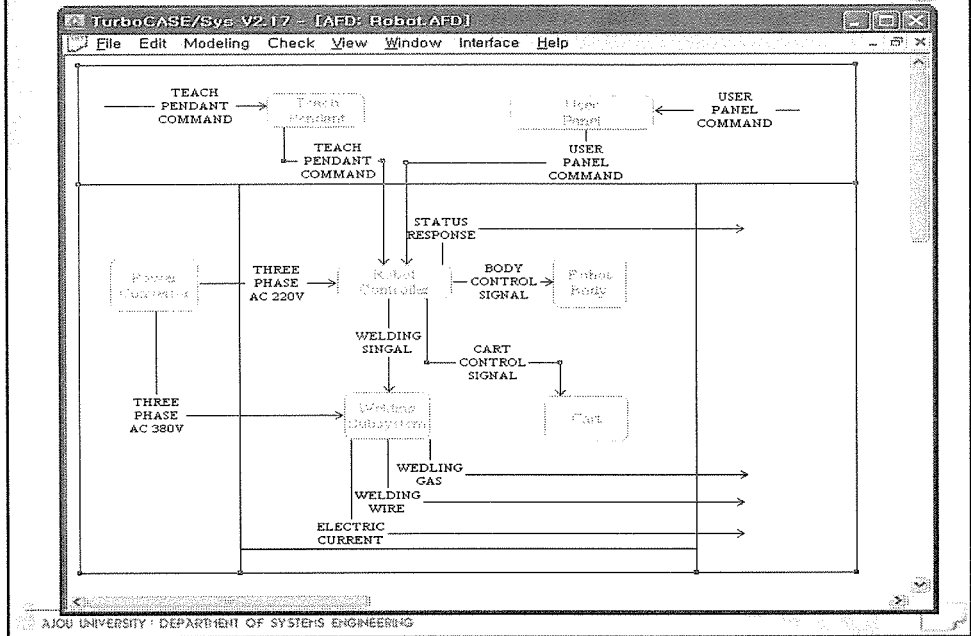
Architecture Module Specification (AMS)

- Description : 모듈에 대한 설명, 수행 기능, 수행방법, 시스템 내에서의 주요 역할
- Cross Reference : 해당 모듈에 할당된 Requirement Model상의 프로세스, 제어규격, 등
- Design Rationale : 고려했던 설계 대안과 최종 설계안을 선택한 근거
- Design Justification : 모듈이 할당된 요구사항을 어떻게 잘 수행할 수 있다고 판단하는 근거
- Required constraints : -ility, cost, schedule 등
- Interfaces : 입,출력을

모든 모듈은 반드시 AMS를 가져야 함

evaluation synthesis

용접 로봇 아키텍처 흐름도

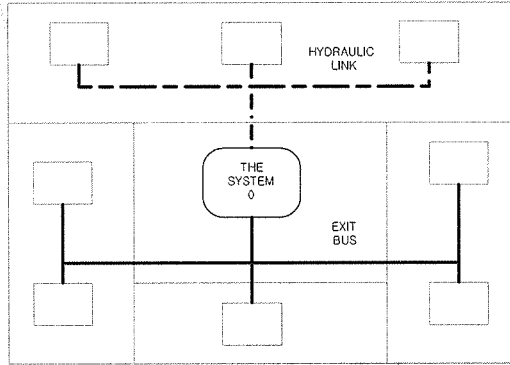


AJO UNIVERSITY | DEPARTMENT OF SYSTEMS ENGINEERING

아키텍처 상호 연결도 (Interconnect)



Architecture Interconnect Context Diagram



Interconnect Symbol

- Interconnect 는 수없이 많이 있을 수 있으므로, 심볼의 특정 의미를 경하지 않음.
- 나름대로 정해서 사용

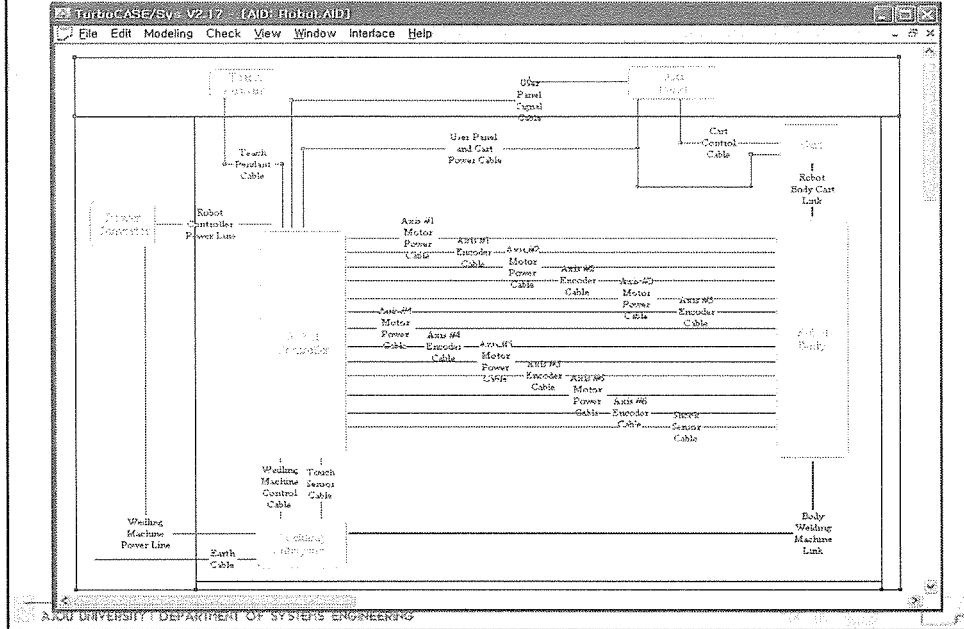
Architecture Interconnect

- : Architecture flow가 흐르는 물리적 매개
- Interface : 두 부분 사이의 경계
- (An Interconnect has at least two Interfaces)

시스템과 외부 시스템간의 Architecture Flow를 보여주는 Architecture Interconnect Diagram의 한 형태

AJO UNIVERSITY | DEPARTMENT OF SYSTEMS ENGINEERING

아키텍처 상호 연결도



AJO UNIVERSITY | DEPARTMENT OF SYSTEMS ENGINEERING

아키텍처 Dictionary



Definition : Repository of definitions of all flows in the architecture model

Contents

- Name
- Structure : flow를 구성하는 component
- Physical Description : (예) electrical waveform, type of energy transfer, word length.
- Type : data or control
- Source(s) : flow를 발생시키는 모듈
- Destination : flow가 흘러가는 모듈
- Channel : flow가 흘러가는 interconnect

Name	Composed of	Physical Description	Type	Origin	Destination	Channel
A	A1+A2	See electrical wave spec xxx	D	Term1	AM4	BUS1
E						

AJO UNIVERSITY | DEPARTMENT OF SYSTEMS ENGINEERING

용접 로봇 아키텍처 Dictionary



archdict - Microsoft Word

파일(F) 편집(E) 보기(V) 삽입(I) 서식(O) 도구(D) 표(A) 형(W) 도움말(H)

100%

메모 및 변경 내용 최종본

Name	Definition	Type	Source	Destination	Channel
USER PANEL COMMAND	[START_COMMAND PROGRAM_NUMBER_INCREASE PROGRAM_NUMBER_DECREASE VERTICAL_LEFT_GAP_COMMAND HORIZONTAL_GAP_COMMAND VERTICAL_RIGHT_GAP_COMMAND EMERGENCY_STOP_COMMAND] *commands by user through panel* DOMAIN: [ON OFF]	Data	User Panel	Controller	User Panel
WELDING CONDITION SETUP COMMAND	[WELDING_VOLTAGE_SETUP_COMMAND WELDING_CURRENT_SETUP_COMMAND WIRE_LENGTH_SETUP_COMMAND] *command by user for setup of welding condition*	Control	Teach Pendant	Controller	Teach Pendant
WELDING GAS	*CO2 Gas*	Data	Welding Gas Tank	Welding Workpiece	CO2 Tube

4 페이지 4 구역 4/4 위치 10cm 18 줄 1 열

AJOU UNIVERSITY : DEPARTMENT OF SYSTEMS ENGINEERING

HHP 모델기반 적용 결과



- 시스템 설계문제 정의와 해결책 정의를 명확히 해결
- 필수적 산출물 위주의 모델기반 접근법
- HHP 방법을 구현한 TurboCASE의 장점은 배우기 용이 - 다이어그램 그리기 쉽게 기억 가능
- Case sensitive pull down menu를 사용하여 복잡한 메뉴 구조를 사용자가 외우지 않아도 활용가능
- 각 계층 레벨간의 입출력의 balancing을 지원 - 하부 다이어그램을 그릴 때 상부에서의 입출력을 제시 하여 계층간 일관성 있는 다이어그램 도식
- TurboCASE는 고가의 도구에 비해 완성도 미숙 - 에러발생과 HHP방법 구현 미숙 등 개선 필요

결론



- SE 프로세스는 민수/군수 공통 표준을 따르며 소형 제품 시스템 개발 위해 적용조정 되어야 함
- 민수 상용제품 또는 하부 시스템 개발 위해 기민한 S/W 또는 시스템엔지니어링 방법 가능
- 기민한 모델기반 시스템설계 방법 및 도구 활용 - HHP 방법과 TurboCase 소프트웨어 도구
- 모델기반 용접용 로봇 시스템 설계규격서 개발에 성공적 적용사례 시연