

# 규정 기반 설계 검증 방법에 대한 개관

김익준\* surplusz@kaist.ac.kr  
문두환\*\* dhmun@knu.ac.kr  
한순흥\* shhan@kaist.ac.kr  
황진상\*\*\*, mars@partdb.com

\*한국과학기술원 기계공학과  
\*\*경북대학교 기계자동차공학부  
\*\*\* (주)부품디비

\*\* : 교신저자

# 표준의 구분

- ▶ 국제표준, 국가표준, 단체표준, 기업표준
  - ISO, KS, 전자상거래 통합 포럼, 현대자동차
- ▶ 구속적 표준과 선택적 표준 (제조업의 관점)
  - 구속적 표준: KS X ISO/IEC 13818-1:2005 (MPEG - 2)
  - 선택적 표준: ISO KS B ISO 10303-42 (CAD 형상 표현)
- ▶ 표준의 적용 단계
  - 설계, 생산, 운영 및 유지보수, 재활용, 폐기

# 제조업의 최근 제품 개발 동향

## ▶ 목적

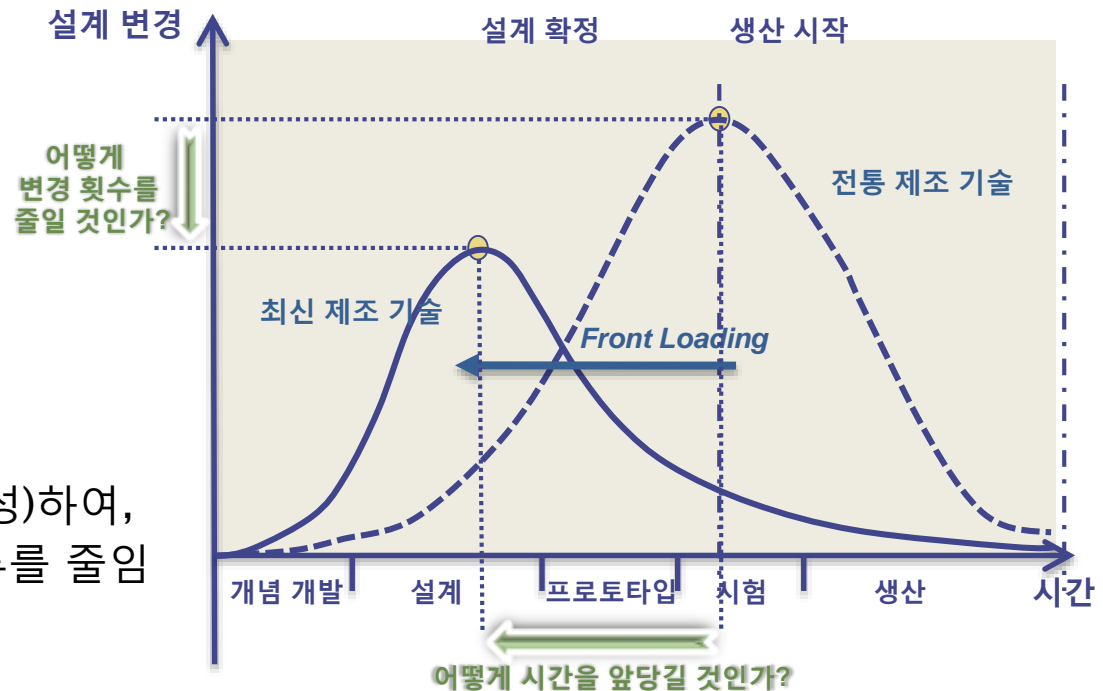
- 비용 ↓, 시간 ↓, 품질 ↑

## ▶ 접근 방향

- 개발 초기 단계부터,
- 가능한 많은 정보를 확보(생성)하여,
- 잠재적으로 발생 가능한 오류를 줄임

## ▶ 활용 기술

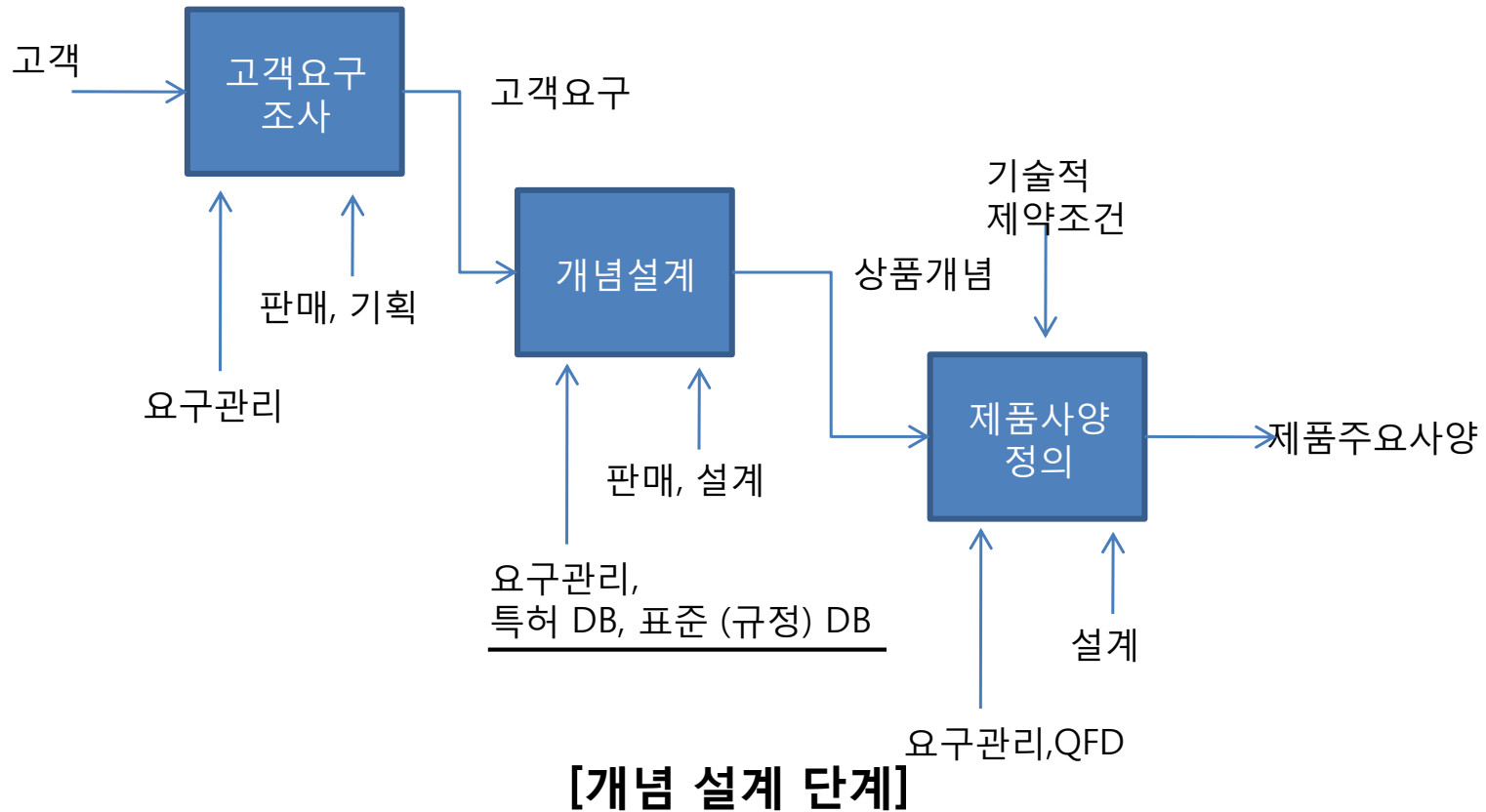
- 정보통신 기술의 활용 (CAX, Digital manufacturing, PLM, ...)
- 제조 기술의 개발
- 제품 개발 방법의 적용: 공리적 설계, QFD\*, DFx\*\*, ...



\* QFD: Quality Function Deployment

\*\*DFx: Design For (Manufacturing, Maintenance, Reuse,...)

# 제조업에서 관련 표준(규정) 식별의 중요성



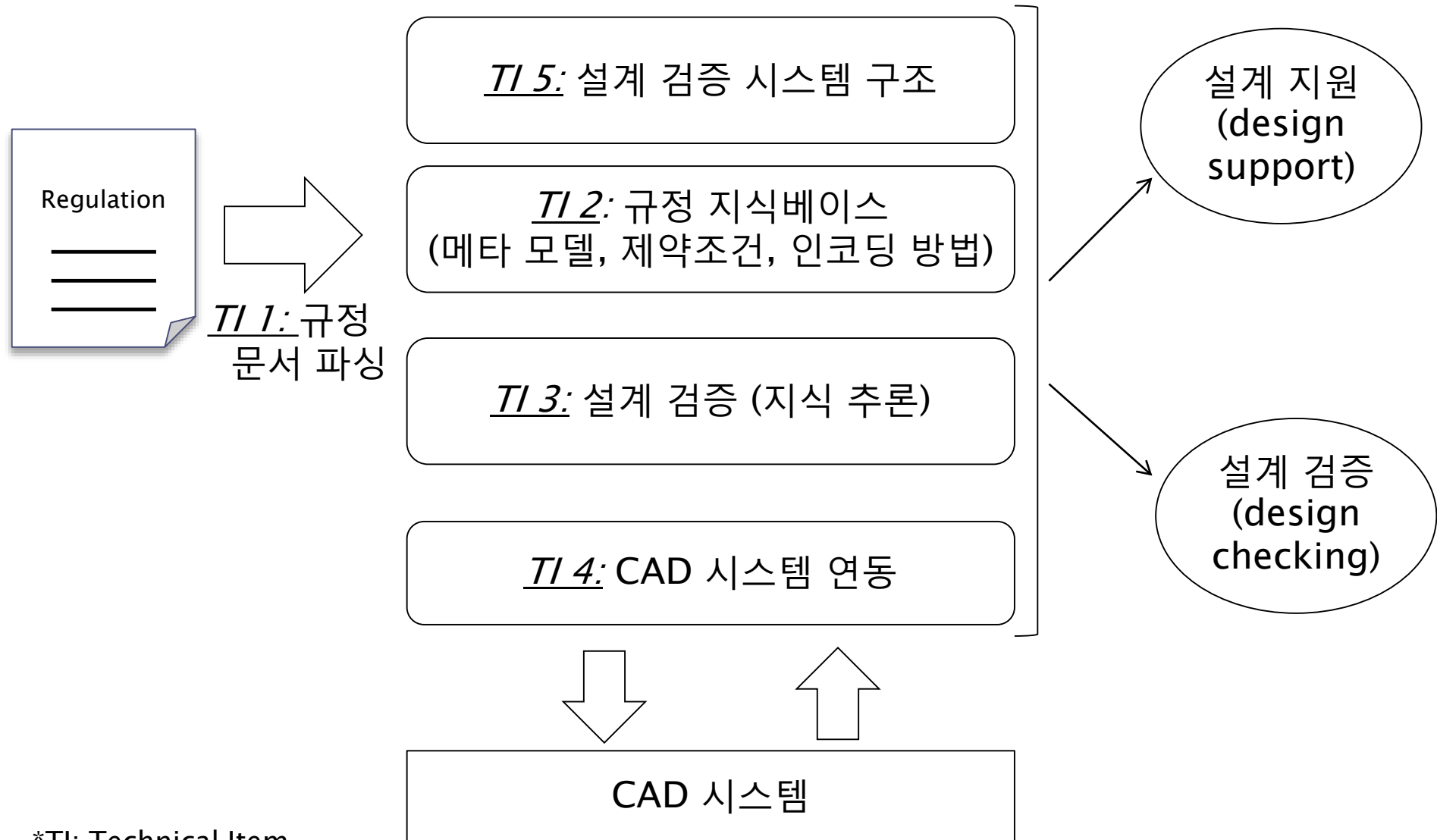
- 설계 및 생산 비용의 약 80%가 개념 설계 단계에서 결정
  - 관련 표준의 식별 실패 → 막대한 변경 비용 및 개발 지연 발생

# 연구 목적

- ▶ 규정 기반 설계에 관한 기존 연구 분석
  - 규정 문서의 파싱,
  - 규정 지식베이스의 구축,
  - 규정 지식베이스를 활용한 설계 검증,
  - CAD 시스템과의 연동,
  - 검증 시스템의 구조
  
- ▶ 표준 기반 설계 검증 서비스의 요구사항 정의
  - 참여 기관: 설계 검증 기관과 제품 설계 기관
  - 검증 서비스 절차,
  - 두 기관 사이에서 주고 받아야 할 데이터,
  - 검증 서비스 시스템의 구조

# 규정 기반 설계에 관한 기존 연구 분석

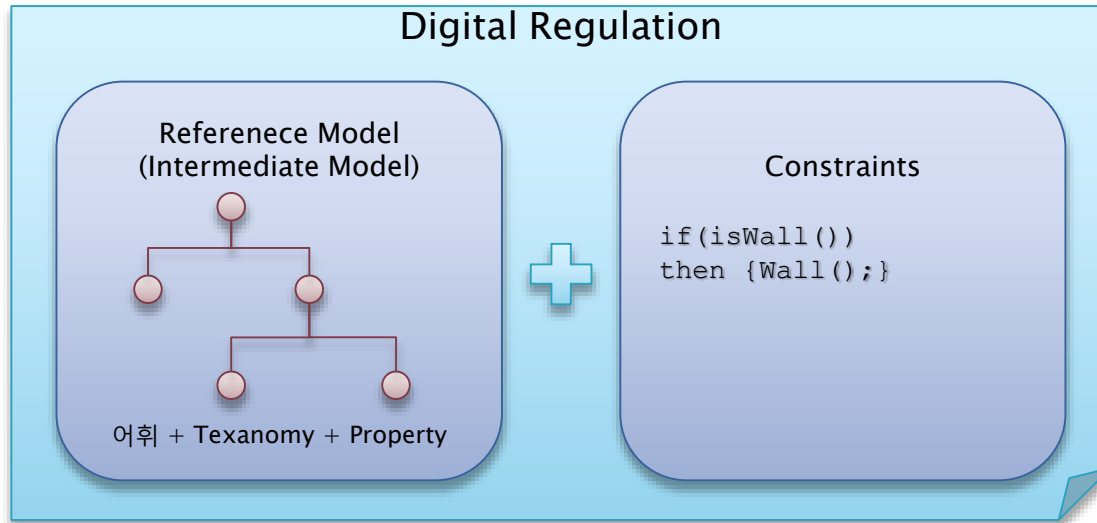
# 표준 기반 설계 검증 기술 분류



\*TI: Technical Item

# 규정 지식베이스의 구축

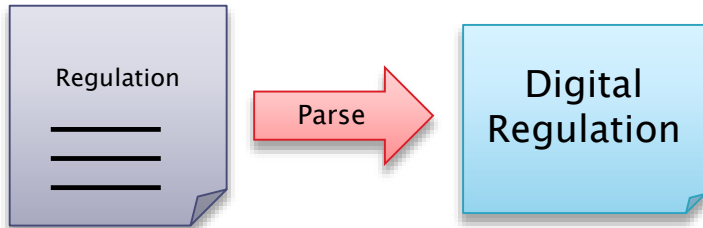
- ▶ Design Intent → Computer interpretable form



- ▶ **Encoding Method (모델 정보와 룰을 표현): 정보 모델 수준**
  - Programming language [Cornick90] - Object Oriented Programming Approach
  - OWL & SWRL
  - XML
- ▶ **산업 데이터 표준 활용 (건축 분야: IFC )**
  - [Niemeijer09] - IFC 모델의 클래스 객체 레벨에 제약조건 정의
  - [Maissa02] - IFC 모델에서 정의한 의미, 속성 정보를 활용 - 규정 체크를 위해서
  - [Drogemuller10] - 건축물이 빌딩 코드에 맞게 설계 되었는지 IFC 모델을 이용하여 체크



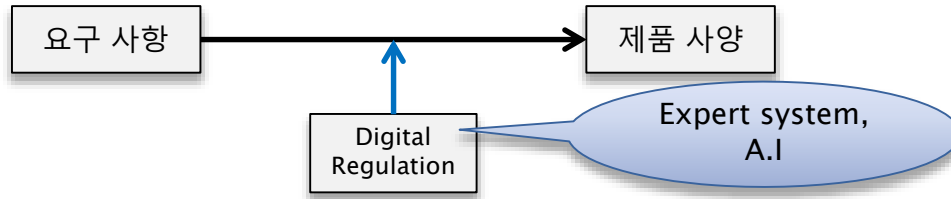
# 규정 문서의 파싱



- ▶ Natural language processing
  - 규정 내용을 자동으로 파싱하여 사용하기에는 무리가 있음
- ▶ Natural language 와 GUI 를 통한 변환
  - [SMARTCODE builder09]
    - 규정내용의 키워드를 추출하여 컴퓨터에서 사용 가능한 규정으로 변환
  - [Neimeijer09]
    - 규정에서 정의 하는 제약조건을 퍼즐 형식으로 입력 하여 컴퓨터에서 사용 가능하도록 함
- ▶ AAM (application activity model) 정의 (IDEF0 사용)
  - [Lee98] - 디자인 과정을 각각의 activity로 모델링하고 규정과 제약조건을 activity의 입력으로 모델링

# 규정 지식베이스를 활용한 설계 검증

## ▶ Design support



- [Lee98]
  - 선박 엔진룸 설계에 필요한 규정내용을 IDEF0로 모델링
  - 모델링된 규정을 바탕으로 CAD 시스템과 Knowledge-base간의 연동을 통하여 엔진룸 설계
- [Lee04]
  - GearBox 설계에 필요한 형상 제약조건을 Information processor를 통하여 해석하여 설계에 사용

## ▶ Design checking

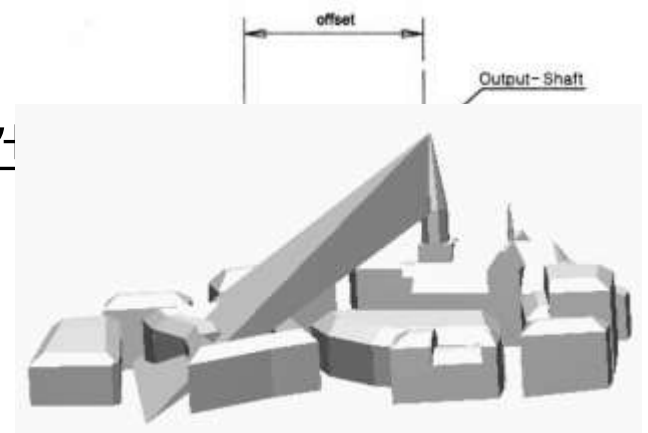


- 건축규정을 이용하여 건축 모델 검증
  - [Maissa02]
  - [Neimeijer09]
  - [Drogemuller10]
  - ...

## ▶ 규정 활용 측면에서는 design checking이 더 적합

# CAD 시스템과의 연동

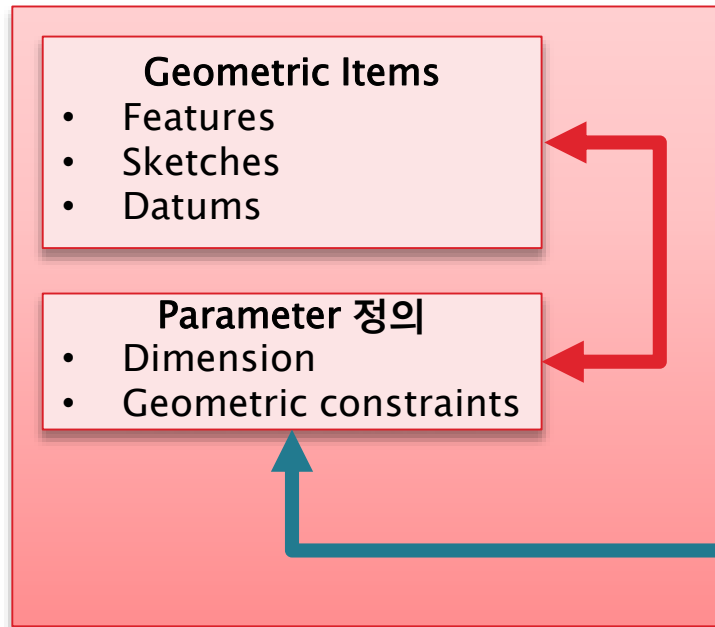
- ▶ 연동의 목적:
  - 제품의 형상 생성 (design support) & 설계 정보 추출 (design checking)
- ▶ 연동 방법:
  - 규정 지식 베이스와 CAD 데이터의 연관 관계 정의
  - 파라메트릭 정보 활용
    - [Lee04]-형상 파라미터, 형상 제약조건
  - 기하 정보 활용
    - [Faucher00]-View volume



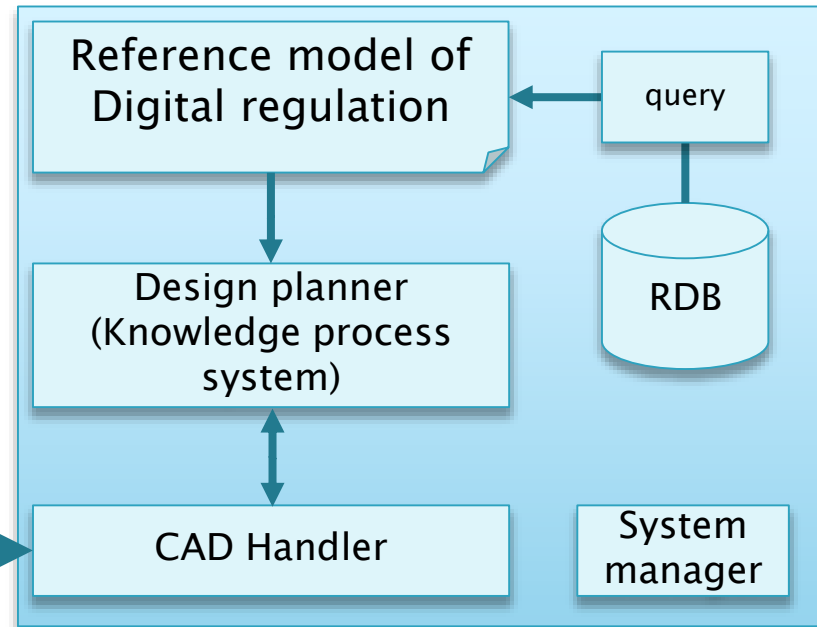
# 표준 기반 설계 시스템의 구조

설계지원 및 설계검증

Shape processor  
(CAD system)



Information processor  
(Validation module)

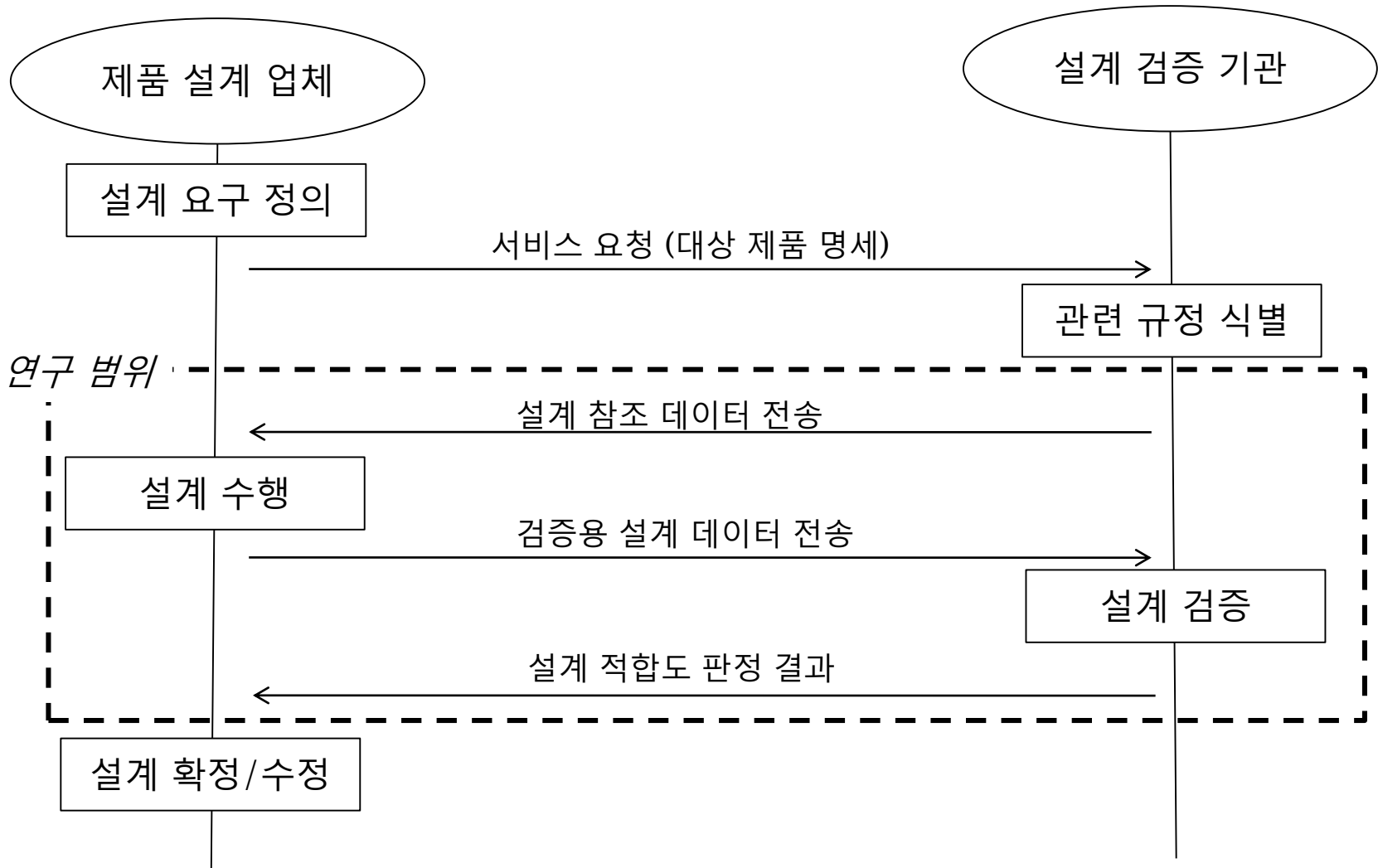


# 표준 기반 설계 검증 서비스의 요구사항 정의

# 규정 기반 설계 검증 서비스의 정의

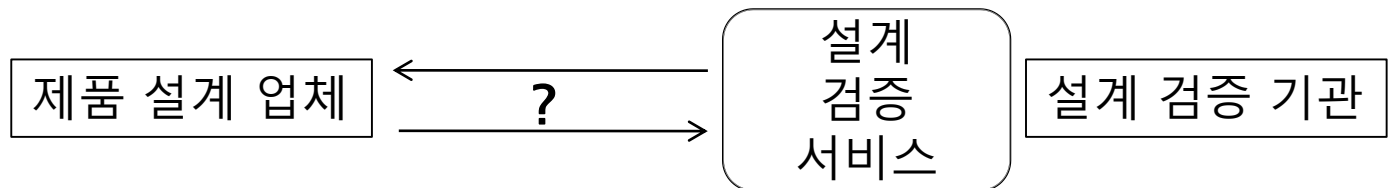
- ▶ 규정 기반 설계 검증 서비스란?
  - 표준 기반 설계 검증 서비스는 CAX (CAD/CAM/CAE)데이터, PLM 데이터, 제품 사양 데이터를 입력 받아 설계 결과가 표준을 준수하는지 또는 표준 적합 정도를 판정해 주는 서비스
- ▶ 규정 기반 설계 검증 서비스의 필요성
  - 검증 서비스의 수요자: 중소기업
  - 제조업체에서 내부에서 시스템을 구축하는 것은 비효율적
    - 시스템 개발 및 운영 인력과 비용, 규정 갱신 시 대응 측면
    - 설계에서 폐기까지 고려가 필요 (규정의 다양성)
    - CAX/PLM의 연동이 요구 (시스템의 다양성)
  - 외부의 설계 검증 서비스를 활용하는 것이 효과적
- ▶ 기존 연구들의 한계
  - 설계 검증 기관과 제품 설계 기관이 다르다는 가정 안 함
  - 설계 검증 도구가 단일 시스템 구조를 가짐
  - 제품 설계 데이터의 보안 이슈에 대해서 인식하지 못 함

# 표준 기반 설계 검증 서비스 절차



# 설계 검증 서비스에 필요한 데이터

- ▶ 지적자산의 보호 문제
  - 제품 설계 업체: 제품 상세설계 결과
  - 설계 검증 기관: 검증 로직
- ▶ 두 기관 사이에서 공유해야 할 정보는 어떤 형식을 가져야 하는가?



지적자산: 상세 설계 결과

관련 규정 식별 및  
검증 로직

- ▶ 데이터의 요구사항
  - 제품 설계 업체 관점: 3D CAD 시스템을 이용하여 설계에 활용할 수 있어야 하고 설계 제약조건의 식별이 가능해야 함
  - 설계 검증 기관 관점: 검증 로직을 이용하여 적합성 유무를 판정할 수 있어야 함
  - 서비스 구현 측면: 설계 검증 서비스 업체가 제공하는 형식과 설계 후 받는 형식이 동일해야 하고 추가적인 변환 절차를 줄어야 함



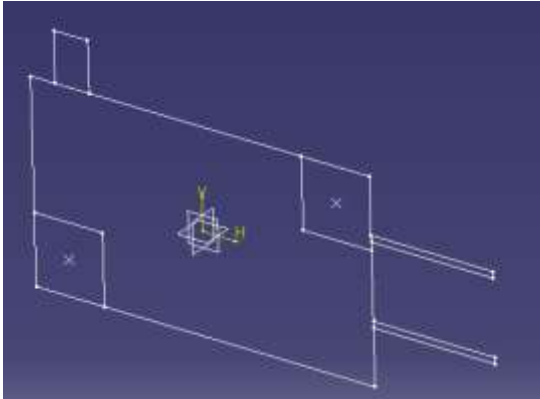
# 골격 모델 데이터의 활용

## 두 기관간의 공유 정보

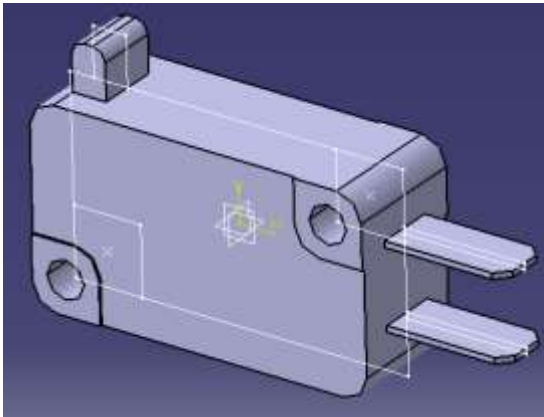
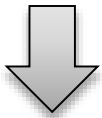
- 검증기관 to 업체:
  - 골격 모델 데이터 템플릿
  - 설계 사양 템플릿 문서
- 기업 to 검증기관:
  - 설계 후 골격 모델 데이터
  - 설계 사양 문서

## 설계 데이터를 보는 관점의 차이

- 방열핀: 세부 형상(업체), 크기/재질(검증기관)
- 골프공: 세부 형상(업체), 크기/무게(검증기관)

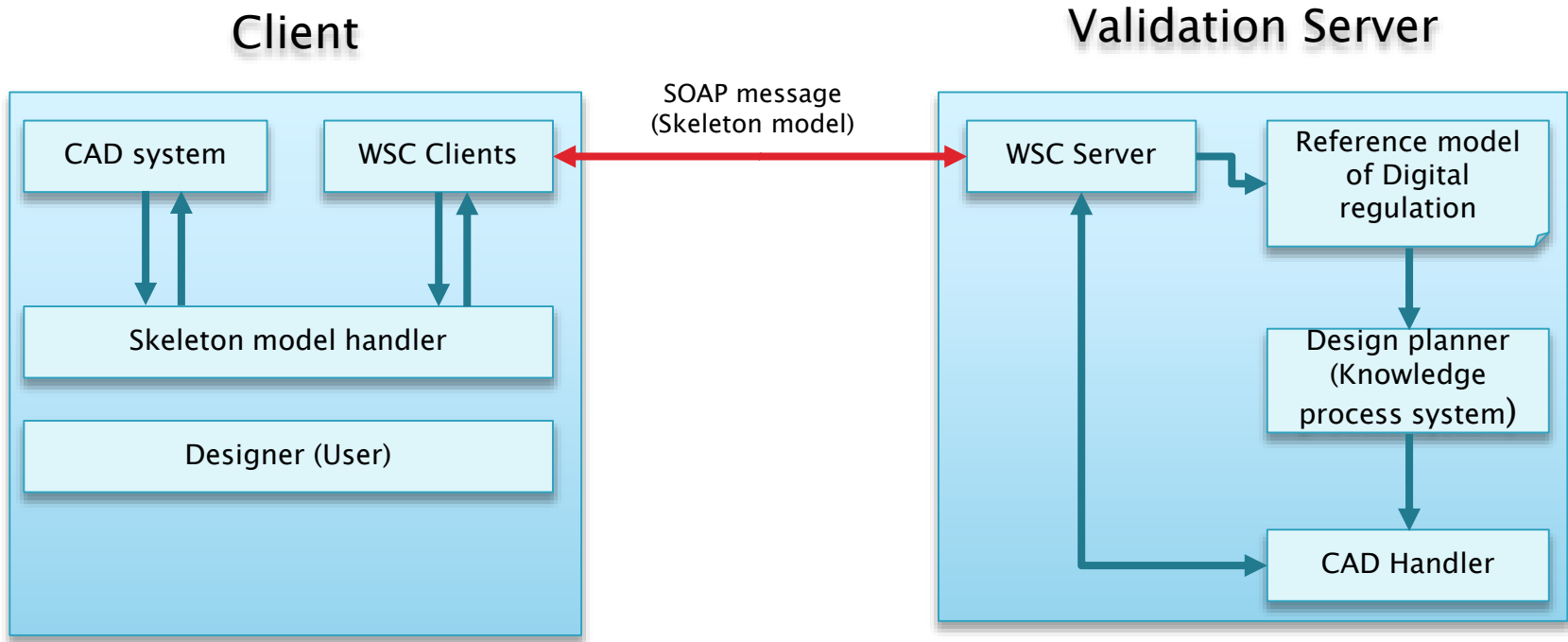


[골격 모델 데이터]



[골격 모델에 근거한  
스위치 설계]

# 표준 기반 설계 검증 서비스의 구조



# 중간 결론

- ▶ 규정 기반 설계 검증 방법에 관한 기존 연구 분석
- ▶ 규정 기반 설계 검증 서비스의 요구사항 정의
  - 규정 기반 설계 검증 서비스의 절차
  - 규정에 명시된 각종 조항 (설계 제약조건)을 골격 모델 데이터로 표현하여 설계 검증에 활용
  - 규정 기반 설계 검증 서비스의 구조
- ▶ 기여도
  - 제품의 설계 결과가 관련 규정을 위반하는지 여부를 설계 단계에서 검증

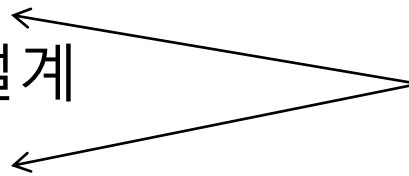
# 구현 및 실험 계획

- ▶ 대상 제품\*: 의자, 의료 기자재, 건축물

- ▶ 연구 절차

- 대상 제품에 대해서 표준(규정) 분석
- 골격 모델 데이터 정의
- 골격 모델 데이터 활용 설계
- 설계 결과의 검증

[자동/반자동화 방법 모색]



- ▶ 구현 환경

- CAD 시스템: CATIA V5 R18 또는 UG NX
- 개발 언어: C++ (CAD 인터페이스), JAVA (온톨로지)

\* 관련 표준(규정)이 구속적이고, 설계 제약조건이 명시적으로 표현되어 있어 적용이 유리

# 참고문헌

- ▶ [Niemeijer, et al. 2010 ] R.A. Niemeijer, B. de Vries, J. Beetz, "Designing with constraints – Towards mass customization in the housing industry." in the Proceedings of 10th International Conference on Design & Decision Support Systems, 2010.
- ▶ [Lee and Lee 2001] K.S. Lee and K.W. Lee, "Framework of an evolutionary design system incorporating design information and history," Computers in Industry, Vol. 44, pp. 205–227, 2001.
- ▶ [Lee and Lee 2004] K.S. Lee and K.W. Lee, "Evolutionary design and re–design using design parameters and goals," Journal of Engineering Design, vol. 15, pp. 155–176, 2004.
- ▶ [Cornick, et al. 1990] S. M. Cornick, D.A. Leishman, J.R. Thomas, "Incorporating building regulations into design systems: an object–oriented approach," ASHRAE Transactions, Vol. 96, pp. 542–549, 1990.
- ▶ [Lee, et al. 1998] K.H Lee, J.K Lee, N.S Park, "Intelligent approach to a CAD system for the layout design of a ship engine room," Computers & Industrial Engineering, Vol. 34, pp. 599–608, 1998.
- ▶ [Faucher and Nivet 2000] D. Faucher, M. Nivet, "Playing with design intents: integrating physical and urban constraints in CAD," Automation in Construction, Vol. 9, pp. 93–105, 2000.
- ▶ [Maissa, et al. 2002] S. Maïssa, J.P. Frachet, J.C. Lombardo, M. Bourdeau, S. Soubra, "Regulation checking in a Virtual Building," in the Proceedings of Distributing Knowledge in Building Conference, 2002.
- ▶ [Niemeijer, et al. 2009] R.A. Niemeijer, B. de Vries, J. Beetz, "Check–mate: automatic constraint checking of IFC models", In Dikbas, A, Ergen, E and Giritli, H(eds.): Managing IT in Construction/Managing Construction for Tomorrow, CRC Press, 2009.
- ▶ [Drogemuller, et al. 2004] R. Drogemuller, J. Jupp, M.A. Rosenman, J.S. Gero, "Automated code checking," In the proceedings of Construction Innovation, Clients Driving Innovation International Conference, 2004.

**감사합니다.**