

Digital human simulation을 통한 overhead crane의 인간공학적 설계 개선 및 평가



2005. 5. 13

포항공과대학교 산업경영공학과

이상기, 이민정, 조영석, 권오채, 박정철, 유희천, 한성호

발표 순서

연구 배경 및 목적

Crane 특성 분석

Crane 개선 대상

설계 개선안

개선안 평가

토의

Overhead crane의 활용

■ 활용 분야 및 특성

- 제철소와 조선소 같은 중공업 분야의 생산 및 하역 공정에 활용
→ 크고 무거운 중량물을 주로 취급
- 넓은 영역에서의 작업을 위해 비교적 크고 높은 구조
→ 운전실이 높은 곳에 위치

→ 작업자가 하방 및 측면을 주시할 경우 부자연스러운 자세 발생으로 인해 근골격계 질환의 위험성 증가



연구 목적

Overhead crane의 특성 및 개선 대상 파악

설계 개선안 제시

DHS (digital human simulation)을 이용한 개선안 평가

연구 절차

Crane-작업자 Interface 특성 분석

- 현장 조사/측정
- Focus group interview
- Crane 설계 특성 분석

Crane 설계 개선 대상 파악

- 운전실 설계 요소 별 개선 대상 파악

Crane 개선안 제시

- 인간공학적 설계 원칙 적용
- 인체 측정 data 적용/세부 치수 제시
- Solidworks®를 사용한 digital mock-up 구현

Digital simulation을 이용한 평가

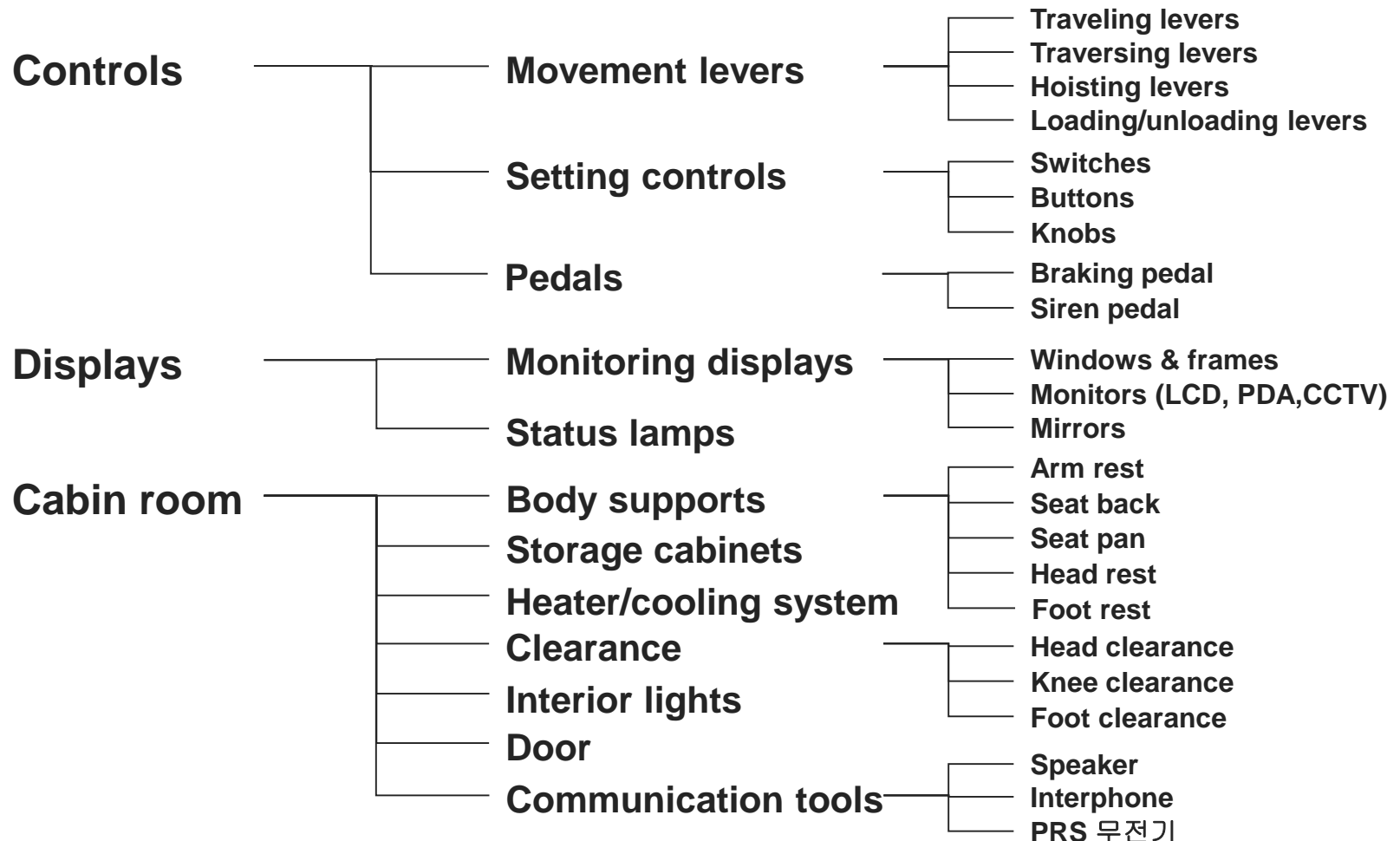
- Jack®을 사용한 digital human simulation
- 개선안 효과 평가

Crane 특성 분석

- 현장 조사
 - 설계 요소 기능 및 형태 파악
 - 작업 내용 파악
 - 동영상 및 사진 촬영
- 측정
 - 운전실 및 설계 요소 치수 측정
 - Digital mock-up 구현 및 세부 개선안 도출
- Focus group interview
 - 대상: 작업자 5명
 - 현장 조사 및 동영상 분석 자료를 바탕으로 진행
 - 설계 요소와 작업에 대한 세부 정보 획득

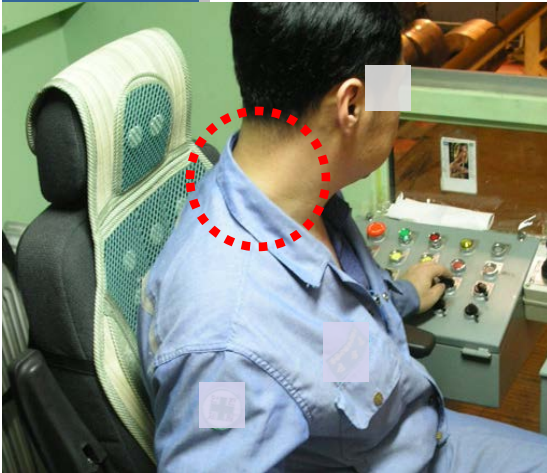
Crane 운전실 설계 구조

- Focus group interview와 동영상 분석, 인간공학적 분석을 통한 개선 대상 선정



설계 개선 대상: 의자/lever/frame

의자



- 일부 frame의 시야 간섭
- 안전 바(bar)의 시야 간섭
- 과도한(>50°) 상체 숙임 발생
- 허리 뒤틀림(>40°) 발생

- 하부가 고정되지 않아 진동 발생
- 정밀한 높이 조작 불가능
- 목 및 상체 뒤틀림(>70°) 발생

Frame



Lever



- 잠금 해제 시 손/손목 힘 사용
- 하지 움직임 공간 부족
- 의자 회전 방해

설계 개선 대상: Monitor/keypad/operation board

Monitor



- 모니터 크기(10") 작음
- 위치가 멀리 떨어진 점 (약 80cm)
- 목 뒤틀림(>60°) 발생

Display



- 화면 어두움
- 글씨 크기 작음

Operation board



- 부적절한 label
- 측방 시야 간섭
- 사용 빈도에 따른 control 구분 필요

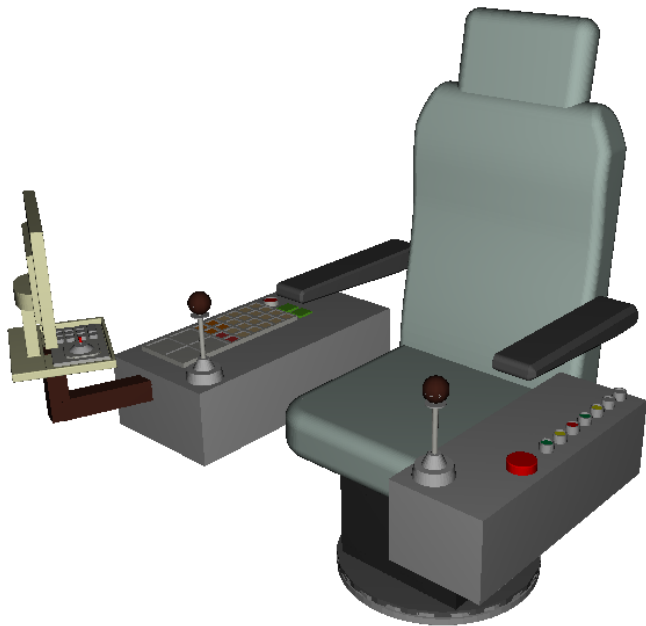
Keypad



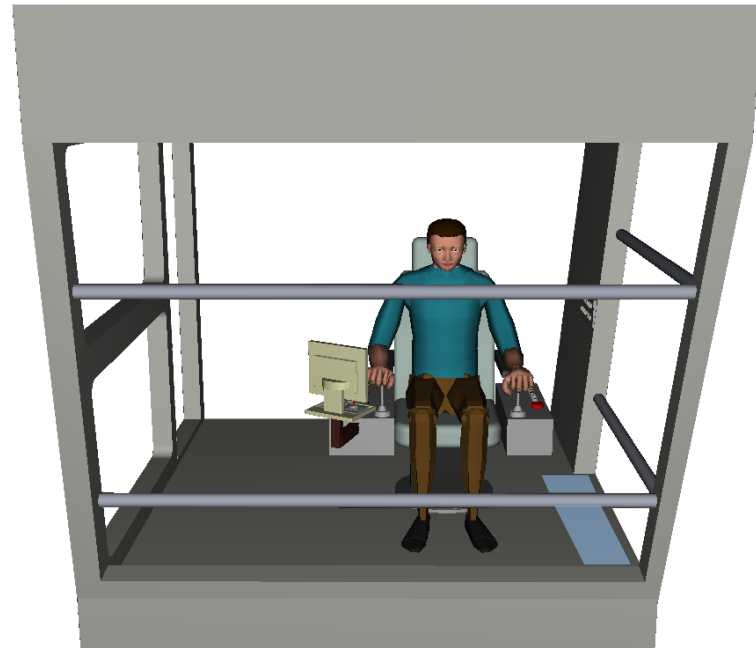
- Contrast 낮음
- 사용 빈도에 따른 key 구분 필요

설계 개선안

- 통합형 의자 제안

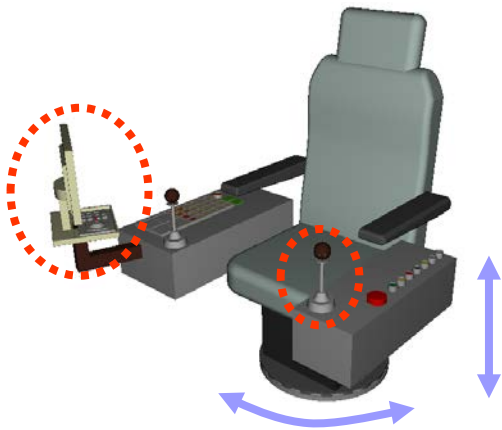
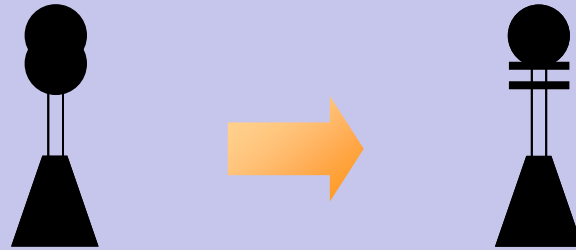


- Frame 구조 개선

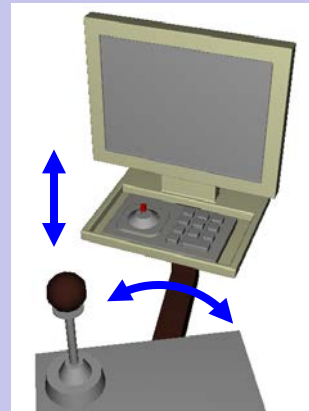


설계 개선안: 통합형 의자 제안

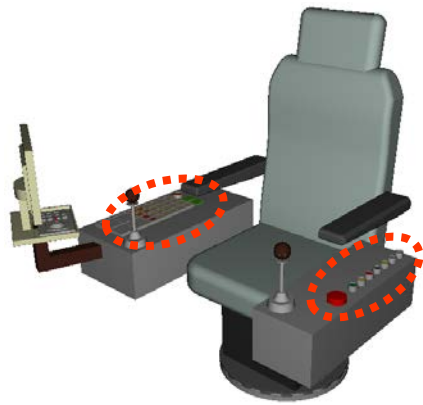
- 작업자로부터 적합한 거리에 배치
- 잠금 해제 방식 개선



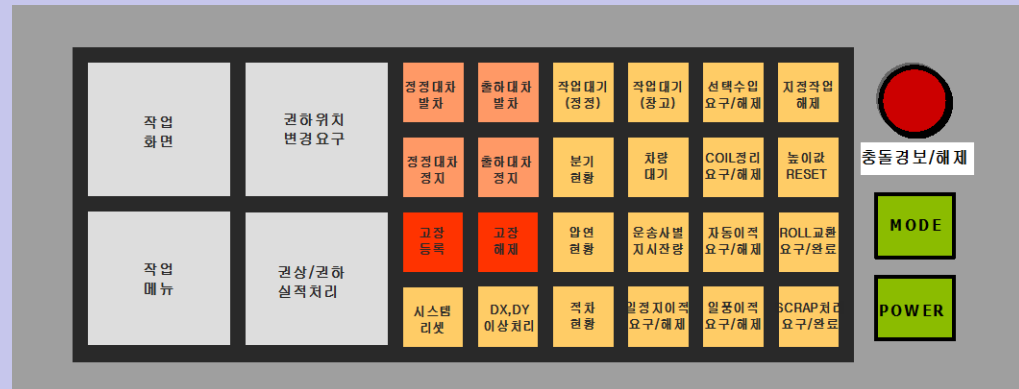
- 작업자 별로 적절한 높이 및 방향 설정
- 모니터 화면 크기 개선 (10" → 15")
- 사용 빈도가 잦은 keypad와 통합 설계



설계 개선안: 버튼 구조 및 배치 개선

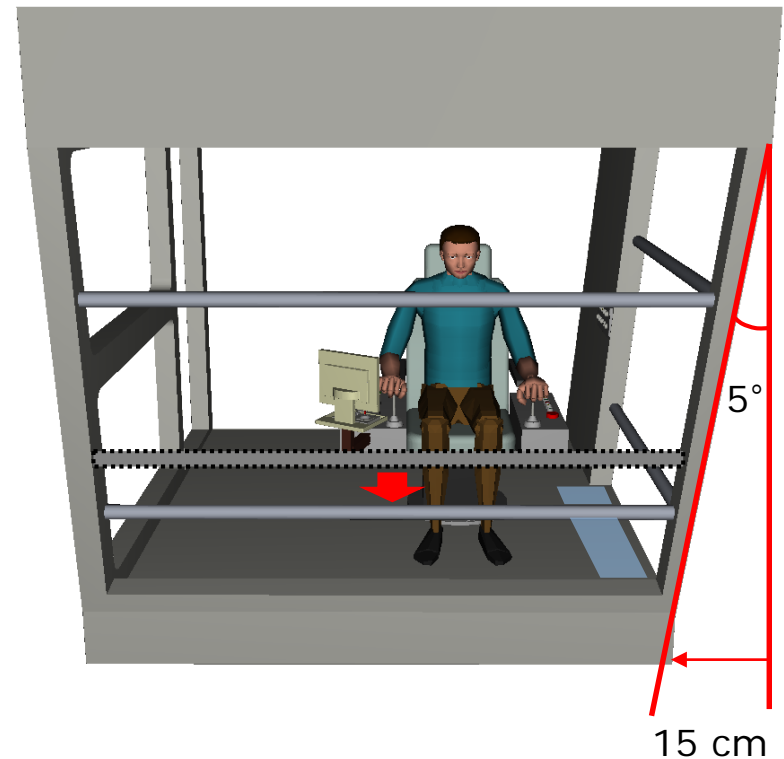


- 사용 빈도 및 순서를 고려한 버튼 배치
- **Backlight** 사용 및 **label** 용어 수정을 통해 버튼 인식성 향상
- 오조작 방지를 위해 적합한 버튼 크기 설정
- 선택 사항이 2개인 경우 **rotary selector control** 을 **push** 버튼으로 교체



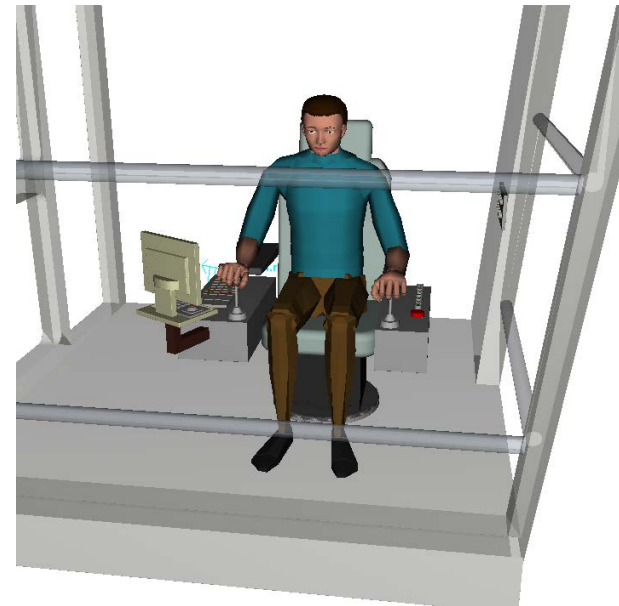
설계 개선안: Frame 구조 개선

- 주 시야 방향인 좌측면 **window**에 경사(5°)를 줌으로써 하방 시야(7°) 추가 확보
- 시야를 방해하는 안전 바(**bar**)의 위치 변경
- 안전 바를 고강도의 투명한 재질로 교체
- 좌측 바닥에 보조 **window** 설치



개선안 평가: Posture

- 측면 시야 확보 시 상체가 과도하게 굽혀지거나 비틀리는 자세(약 70°회전)
- 의자를 원하는 방향으로 회전시킴으로써 안정적인 자세 유지(0° 회전)

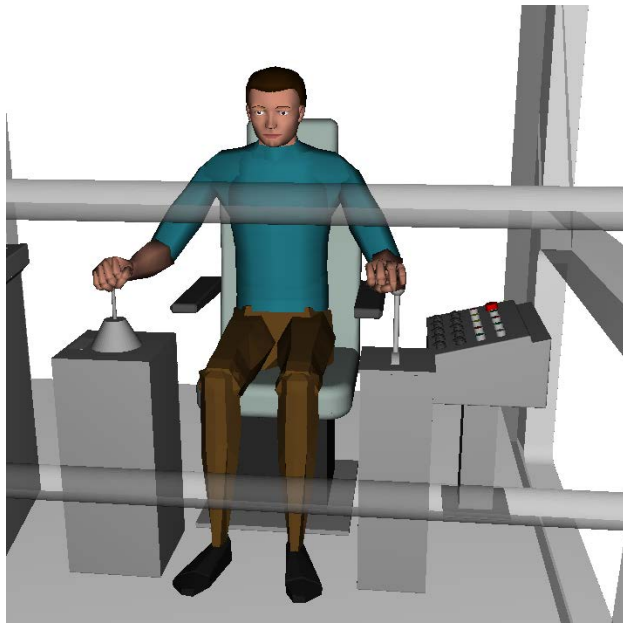


	목	허리	어깨	팔꿈치	손목	합계
부하점수	3	3	3	2	0	11

	목	허리	어깨	팔꿈치	손목	합계
부하점수	1	1	0	1	0	3

개선안 평가: Reach

- Operation 버튼을 작동할 때 발생하는 부자연스러운 자세(좌측 90°)
 → 버튼의 사용빈도에 따라 버튼을 재배치 함으로써 사용 편의성 증가(좌측 약 15°)

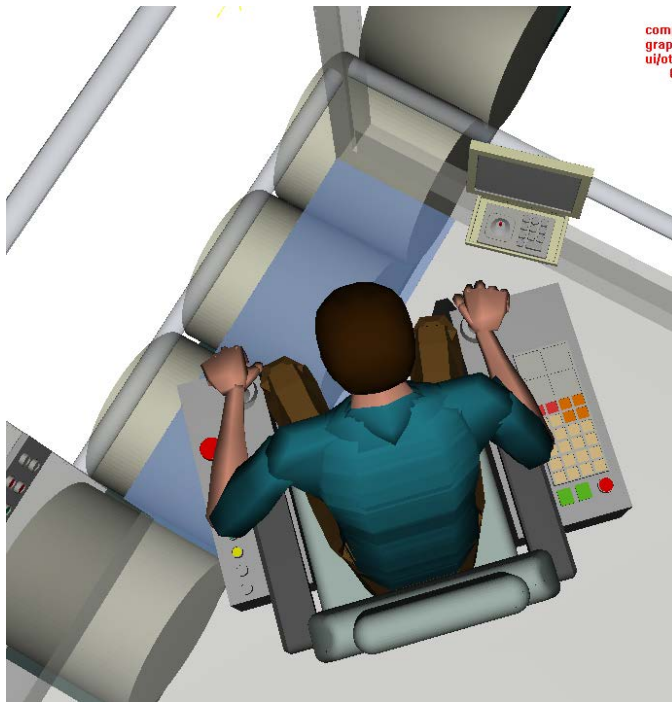


	목	허리	어깨	팔꿈치	손목	합계
부하점수	3	0	3	1	0	7

	목	허리	어깨	팔꿈치	손목	합계
부하점수	1	0	0	1	0	2

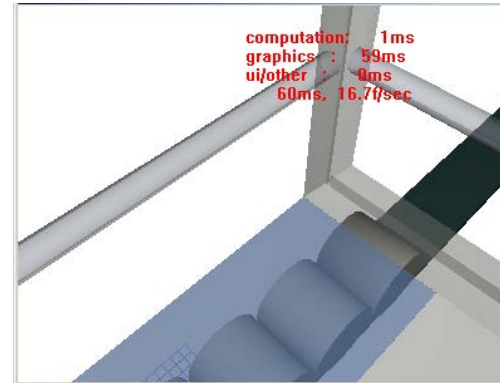
개선안 평가: Visibility

- 좌측 바닥에 너비 40 cm의 보조 window 설치
→ 작업 대상물에 대한 시야 확보(약 30% 개선)



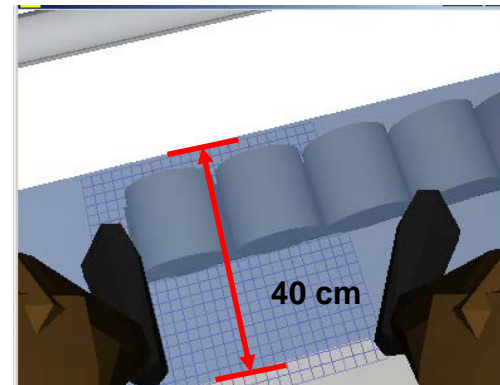
comp
graph
ui/oth
61

45°



computation: 1ms
graphics : 59ms
ui/other : 0ms
60ms, 16.71/sec

75°



40 cm

토의

❖ Overhead crane에 대한 체계적인 개선 대상 파악

- ◆ Focus group interview 및 동영상 분석 실시
- ◆ Crane 설계 구조 및 작업 내용 파악

❖ 개선 대상에 대한 인간공학적 개선안 도출

- ◆ Lever, monitor, control이 부착된 통합형 의자 제안
- ◆ 인체측정 data를 활용한 세부 개선안 및 치수 정보 제시

❖ 개선안에 대해 digital human simulation을 이용한 효과 분석

- ◆ Posture, reach, visibility 측면에서 개선안 평가
- ◆ 개선안에 대한 작업부하 비교 평가

Q & A

경청해 주셔서 감사합니다

