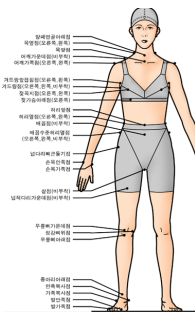
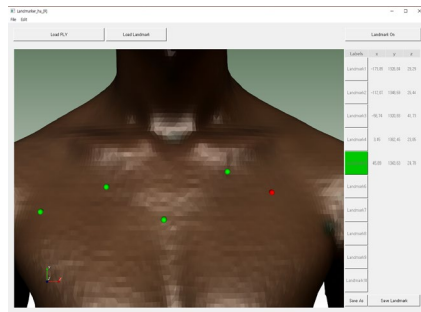
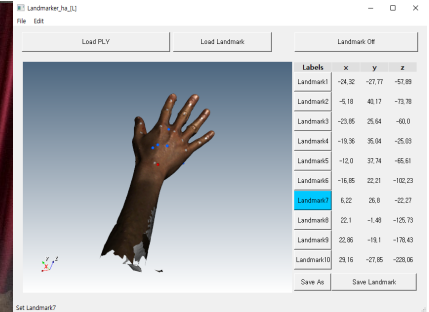




3D Landmark Annotation System의 선호 Interaction Style 분석



번호	랜드마크	번호	랜드마크	번호	랜드마크
0	이제골점 R	18	키드양상외팔점 L	36	목상외골 L
1	이제골점 L	19	넙다리근중대골점 R	37	어깨중외골점 R
2	키드양상 R	20	무릎뼈가운데대골점 R	38	키드양상외골점 R
3	결구점 R	21	양반사골중골점 R	39	키드양상외골점 L
4	결구점 L	22	양반사골중골점 L	40	공명뼈외골점 R
5	옆가슴아래골점 R	23	가쪽목사골점 R	41	넙다리뼈외골점 R
6	옆가슴외골점 R	24	안쪽목사골점 R	42	무릎뼈아래골점 R
7	허리외골점 L	25	반사골점 R	43	목외골점 R
8	허리외골점 R	26	반사골점 L	44	키드양상외골점 L
9	허리내골점 R	27	팔꿈치외골점 R	45	키드양상외골점 L
10	배꼽점 R	28	팔꿈치근중대골점 R	46	등뼈외골점양수준점 R
11	배꼽수준 허리외골점 R	29	노뼈외골점 R	47	양손외골점 R
12	배꼽수준 허리외골점 L	30	손목외골점 R	48	양손외골점 L
13	배꼽수준 허리내골점 R	31	양팔꿈치아래골점 R	49	손목외골점 R
14	배꼽중골점 R	32	목외골점 R	50	손외골점 R
15	볼기근외골점 R	33	키드양상외골점 L	51	어리바위골점 R
16	양다리중골점 R	34	팔외골점 R	52	키드양상외골점 L
17	키드양상외골점 L	35	목외골점 L	53	손외골점 L
중성 기법	넙다리뼈 기법	기타	합계		
	16		28		54



김하림¹, 정하영¹, 최신아¹, 우춘룡¹, 이아람², 유희천¹

¹ 포항공과대학교 산업경영공학과

² 장수생활과학연구소

hcyou@postech.ac.kr

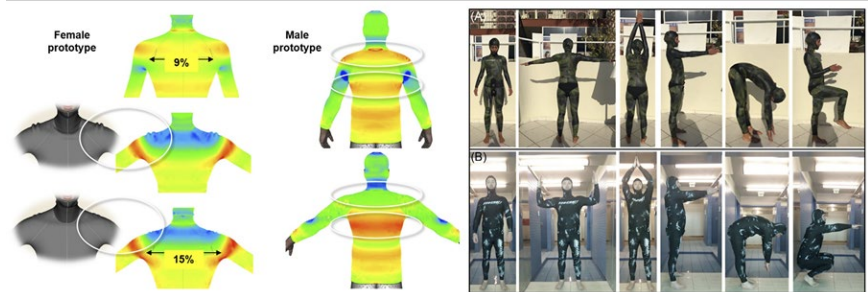
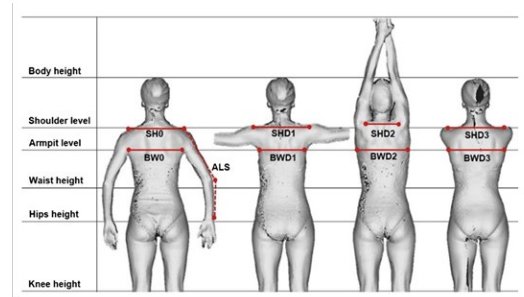
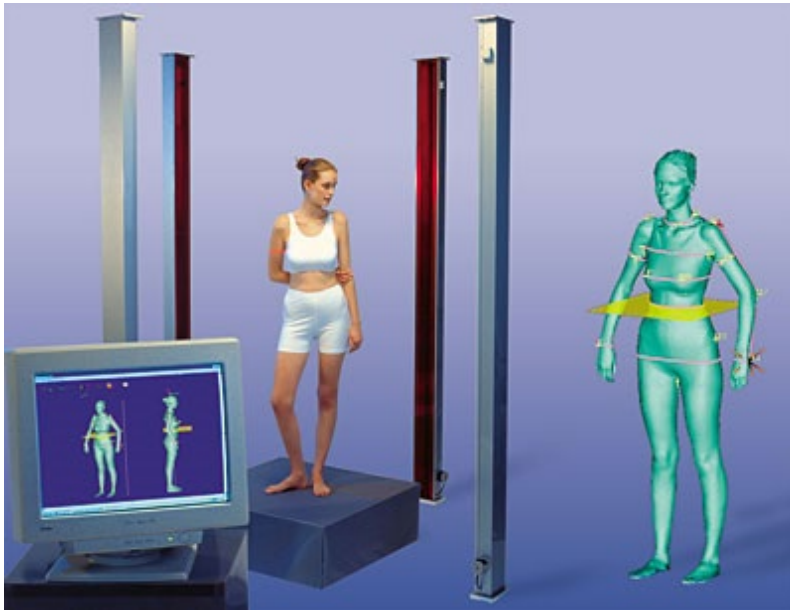
2022년 추계공동학술대회

Contents

- 연구 배경 및 필요성
 - 연구 목적
 - Landmark 입력 방식 선호도 분석
 - MH 설계인자 정량화
 - 설계인자 및 수준 선정
 - 인간공학적 실험 및 검증
 - 평가 결과
 - 토의
-

연구 배경

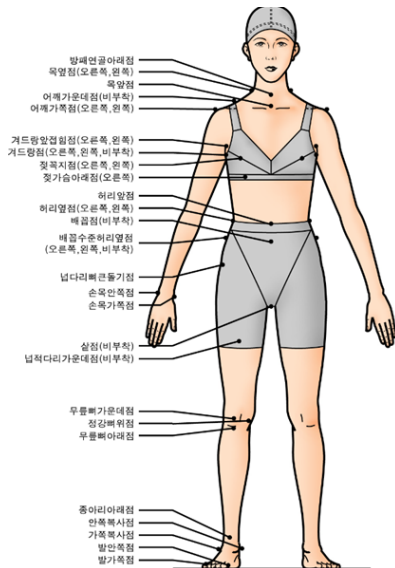
- 3차원 인체 스캔 데이터를 이용한 인체 형상 및 치수 분석 요구 증가
- 인체 형상 및 치수 분석을 위한 landmark 입력 software 개발 요구



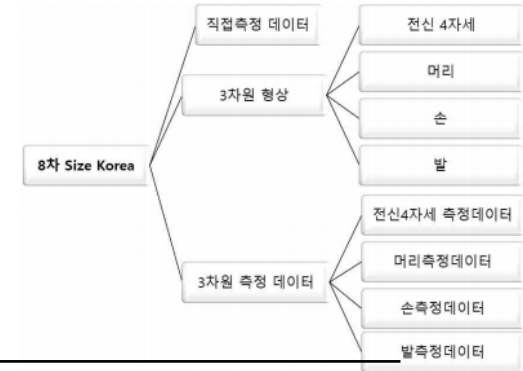
연구 필요성

- ❑ Landmark 입력 작업은 다수의 데이터에 대하여 반복적으로 수행됨
 - e.g. 50~100개 landmark, 1000명 이상의 데이터
- ❑ Landmark 입력 작업 시 사용자의 신체 부담, 피로도 감소 및 사용 편의성 향상을 위해 software 사용성 개선 요구

인체치수 측정 및 분석을 위한 전신 Landmark 입력 예



번호	랜드마크	번호	랜드마크	번호	랜드마크
0	어깨골절점 R	18	허리알점 L	36	목알점 L
1	어깨가쪽점 L	19	허리알점 R	37	어깨중간점 R
2	허리알점 R	20	무릎뼈가운데점 R	38	허리알점 R
3	어깨가쪽점 R	21	장딴지돌출점 R	39	허리알점 L
4	어깨가쪽점 L	22	장딴지알점 R	40	장강뼈위점 R
5	어깨가쪽점 R	23	가쪽복사점 R	41	넓다리뼈큰돌기점 R
6	허리알점 R	24	안쪽복사점 R	42	무릎뼈아래점 R
7	허리알점 L	25	발안쪽점 R	43	목뒤점
8	허리알점	26	발가쪽점 R	44	허리알점 R
9	허리알점	27	발끝점 R	45	허리알점 L
10	배꼽점	28	관꿈치가운데점 R	46	등뼈위허리알점
11	배꼽수준 허리알점 R	29	노뼈위점 R	47	전동깊이점
12	배꼽수준 허리알점 L	30	손목안쪽점 R	48	관꿈치바깥점 R
13	배꼽수준 허리알점	31	방배연골아래점	49	손목가쪽점 R
14	배꼽출점	32	목알점	50	손끝점
15	분기고랑점 R	33	허리알점 L	51	머리마루점
16	엉덩이돌출점 R	34	살점	52	허리알점 R
17	허리알점 L	35	목알점 R	53	살분기점
추정 기법		딤러닝 기반		기타	합계
개수		16		38	54



8차 인체치수조사 (SizeKorea)

조사기간 2020.09~2021.09

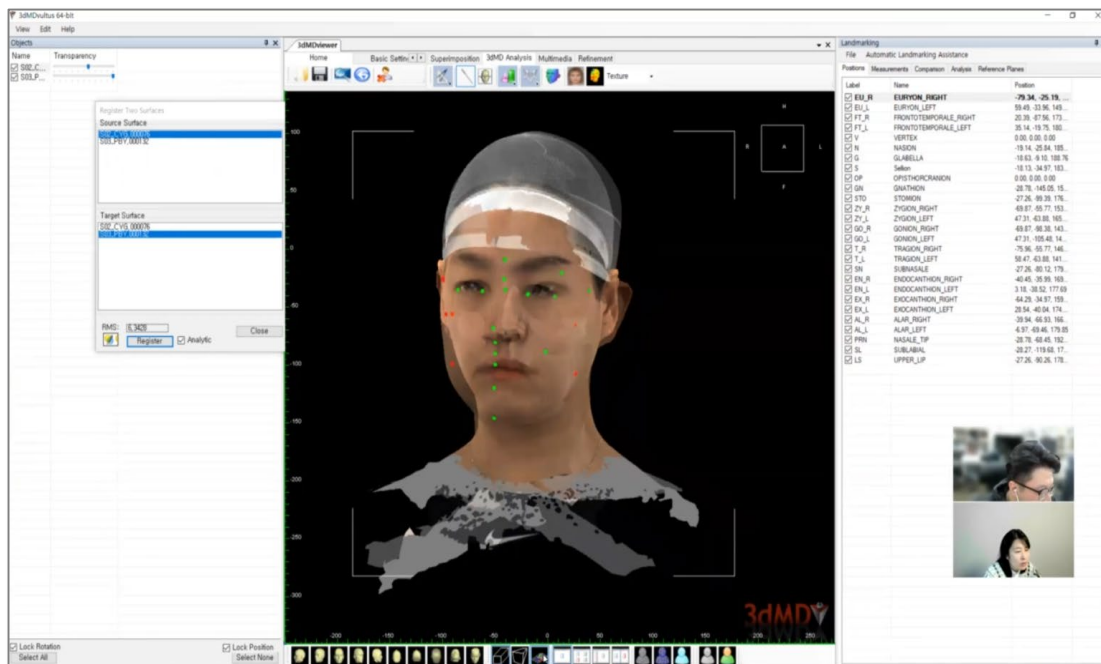
측정인원 직접측정: 5,092명
3차원 영상측정: 4,545명

측정항목 직접측정 137개항목
3차원측정 366개 항목

기존 연구의 한계점

- 상용 인체형상 측정 및 분석용 system은 다양한 입력 방식 제공
- 기존 system UI의 인체 측정 기준점 입력 방식별 선호도 평가 부재

인체형상 기준점 입력용 system 예 (3dMD)



Interaction 방법 (화면조작)

화면평행이동 (Pan) Right mouse button (RMB)

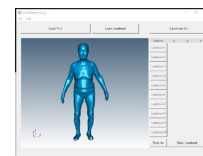
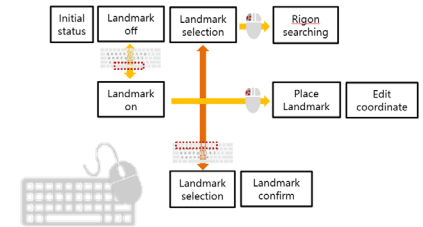
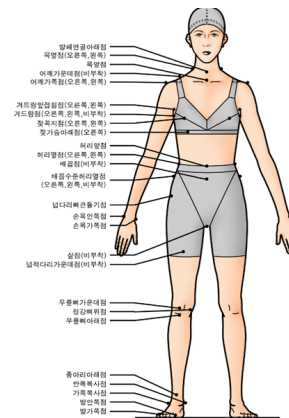
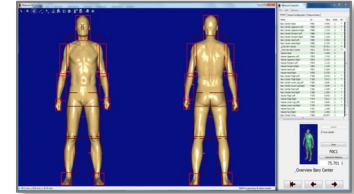
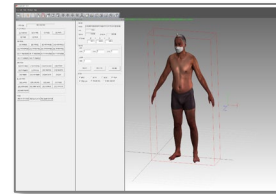
화면회전 Wheel button

Zoom+ Wheel ↑ /RMB+LMB ↑

Zoom- Wheel ↓ /RMB+LMB ↓

인간공학적 인체 형상 분석 System 개발을 위한 인체 측정 기준점 입력 방식의 선호도 평가

1. 인체 형상 분석 system benchmarking
2. 인체 측정 기준점 입력 program 개발
3. 2종 program 사용성 평가
4. 선호 입력 방식 분석 및 설계 적용



연구 절차

S1. Benchmarking



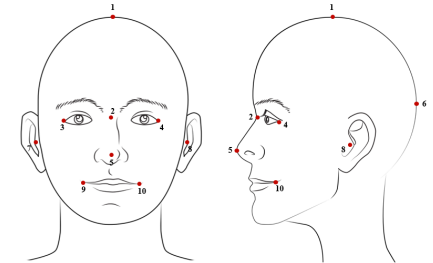
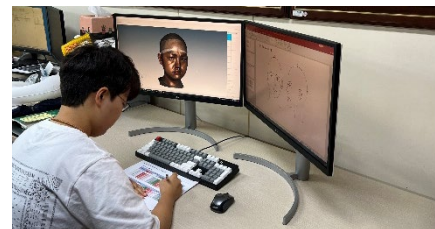
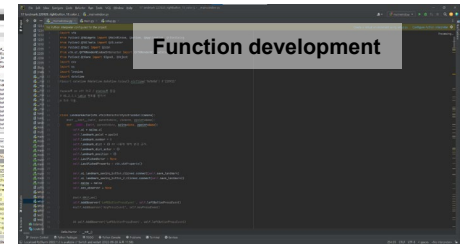
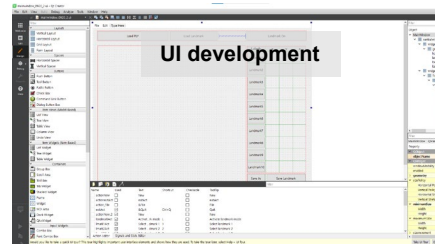
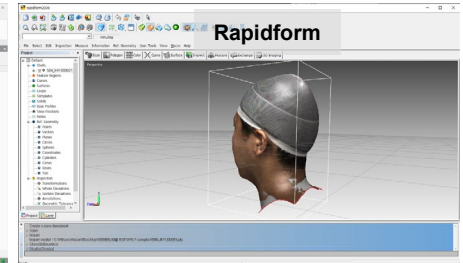
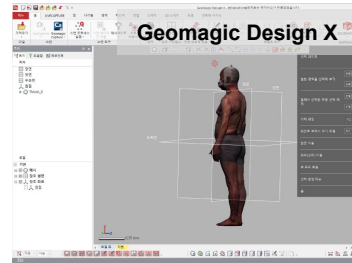
S2. Program 개발



S3. 인간공학적 평가



S4. 선호 방식 분석 및 적용

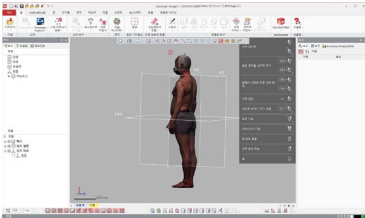
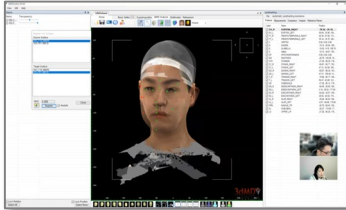
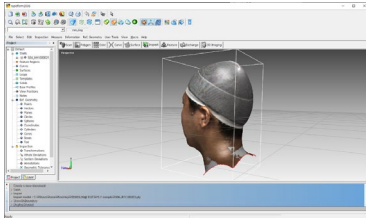


	기준	설명
주관적 만족도	학습 용이성	System 및 기능의 배우기 쉬운 정도
	이해 용이성	System 및 기능의 이해하기 쉬운 정도
	조작 편의성	System UI의 조작 및 사용이 편리한 정도
	직접 효율성	System을 이용한 작업 처리 과정 전반이 효율적인 정도
주관적 피로도	전반적 만족도	System을 사용할 때 전반적으로 만족하는 정도
	정신적 요구도	System을 사용하는데 정신적인 피로도의 요구 정도
	시간적 요구도	System을 사용하는데 정신적인 피로도의 요구 정도
직업 성능	목적적 요구도	System을 사용하는데 정신적인 피로도의 요구 정도
	직업 시간	직업을 시작 후 완료 시 까지 소요되는 시간
	Click 수	직업을 수행하는 동안 누락 입력된 mouse click 수

Item	Value	Item	Value
00000001	00000001	00000001	00000001
00000002	00000002	00000002	00000002
00000003	00000003	00000003	00000003
00000004	00000004	00000004	00000004
00000005	00000005	00000005	00000005
00000006	00000006	00000006	00000006
00000007	00000007	00000007	00000007
00000008	00000008	00000008	00000008
00000009	00000009	00000009	00000009
00000010	00000010	00000010	00000010
00000011	00000011	00000011	00000011
00000012	00000012	00000012	00000012
00000013	00000013	00000013	00000013
00000014	00000014	00000014	00000014
00000015	00000015	00000015	00000015
00000016	00000016	00000016	00000016
00000017	00000017	00000017	00000017
00000018	00000018	00000018	00000018
00000019	00000019	00000019	00000019
00000020	00000020	00000020	00000020
00000021	00000021	00000021	00000021
00000022	00000022	00000022	00000022
00000023	00000023	00000023	00000023
00000024	00000024	00000024	00000024
00000025	00000025	00000025	00000025
00000026	00000026	00000026	00000026
00000027	00000027	00000027	00000027
00000028	00000028	00000028	00000028
00000029	00000029	00000029	00000029
00000030	00000030	00000030	00000030
00000031	00000031	00000031	00000031
00000032	00000032	00000032	00000032
00000033	00000033	00000033	00000033
00000034	00000034	00000034	00000034
00000035	00000035	00000035	00000035
00000036	00000036	00000036	00000036
00000037	00000037	00000037	00000037
00000038	00000038	00000038	00000038
00000039	00000039	00000039	00000039
00000040	00000040	00000040	00000040
00000041	00000041	00000041	00000041
00000042	00000042	00000042	00000042
00000043	00000043	00000043	00000043
00000044	00000044	00000044	00000044
00000045	00000045	00000045	00000045
00000046	00000046	00000046	00000046
00000047	00000047	00000047	00000047
00000048	00000048	00000048	00000048
00000049	00000049	00000049	00000049
00000050	00000050	00000050	00000050
00000051	00000051	00000051	00000051
00000052	00000052	00000052	00000052
00000053	00000053	00000053	00000053
00000054	00000054	00000054	00000054
00000055	00000055	00000055	00000055
00000056	00000056	00000056	00000056
00000057	00000057	00000057	00000057
00000058	00000058	00000058	00000058
00000059	00000059	00000059	00000059
00000060	00000060	00000060	00000060
00000061	00000061	00000061	00000061
00000062	00000062	00000062	00000062
00000063	00000063	00000063	00000063
00000064	00000064	00000064	00000064
00000065	00000065	00000065	00000065
00000066	00000066	00000066	00000066
00000067	00000067	00000067	00000067
00000068	00000068	00000068	00000068
00000069	00000069	00000069	00000069
00000070	00000070	00000070	00000070
00000071	00000071	00000071	00000071
00000072	00000072	00000072	00000072
00000073	00000073	00000073	00000073
00000074	00000074	00000074	00000074
00000075	00000075	00000075	00000075
00000076	00000076	00000076	00000076
00000077	00000077	00000077	00000077
00000078	00000078	00000078	00000078
00000079	00000079	00000079	00000079
00000080	00000080	00000080	00000080
00000081	00000081	00000081	00000081
00000082	00000082	00000082	00000082
00000083	00000083	00000083	00000083
00000084	00000084	00000084	00000084
00000085	00000085	00000085	00000085
00000086	00000086	00000086	00000086
00000087	00000087	00000087	00000087
00000088	00000088	00000088	00000088
00000089	00000089	00000089	00000089
00000090	00000090	00000090	00000090
00000091	00000091	00000091	00000091
00000092	00000092	00000092	00000092
00000093	00000093	00000093	00000093
00000094	00000094	00000094	00000094
00000095	00000095	00000095	00000095
00000096	00000096	00000096	00000096
00000097	00000097	00000097	00000097
00000098	00000098	00000098	00000098
00000099	00000099	00000099	00000099
00000100	00000100	00000100	00000100

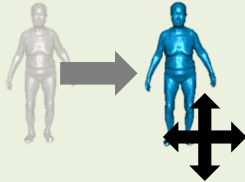
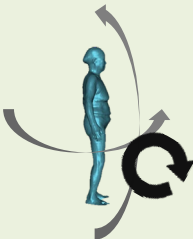
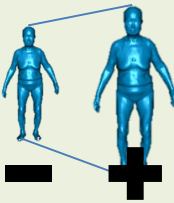

1. Benchmarking

□ Landmark 입력 기능을 제공하는 인체 형상 분석에 활용되는 S/W 조사

설명	Geomagic Design X	3dMD	Rapidform
개발국	미국	미국	한국
회사	Geomagic Inc.	3dMD	아이너스기술
개발목적	3D 스캔 데이터 처리 및 CAD 변환 역설계	3dMD 스캐너 연동 측정 (주로 머리)	3D 스캐닝, 모델링 및 편집
화면			

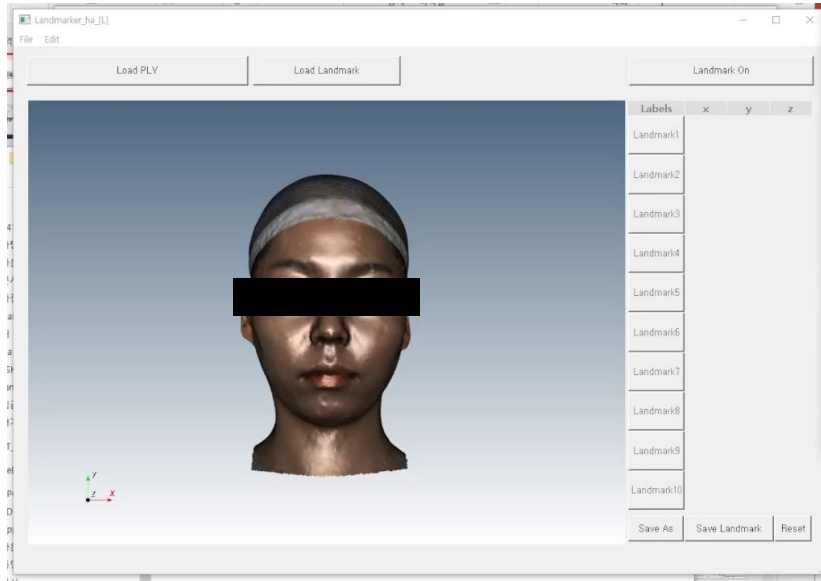
1. Benchmarking

□ Landmark 입력 작업의 interaction 방식 파악(Geomagic DX, Rapidform, 등)

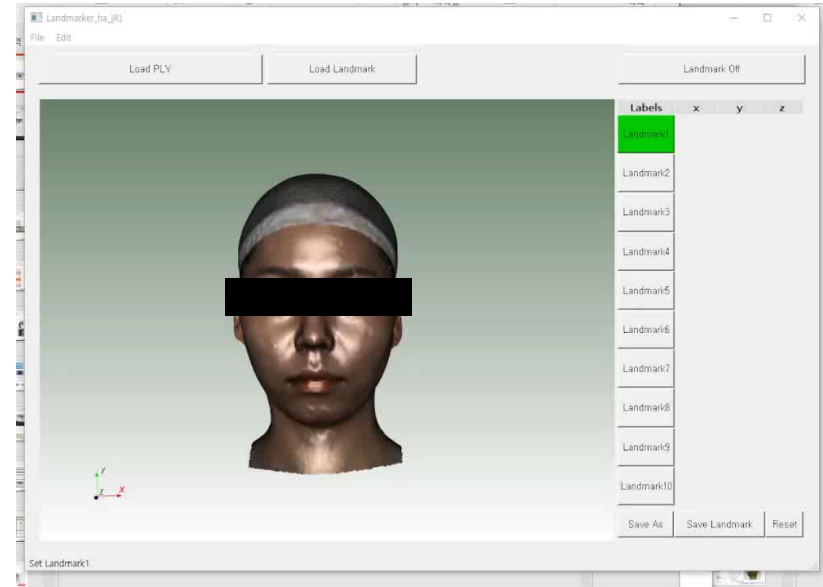
	객체 평행이동	객체 회전	화면 확대/축소	랜드마크 표기
구분				
Geomagic Design X	Ctrl+RMB+LMB	RMB	Wheel up/down	Func+LMB
Rapidform	Ctrl+LMB	LMB	Wheel up/down	Func+LMB
3dMD	RMB	Wheel button	Wheel + RMB up/down	LMB

2. Program 개발

Left 방식 program



Right 방식 program

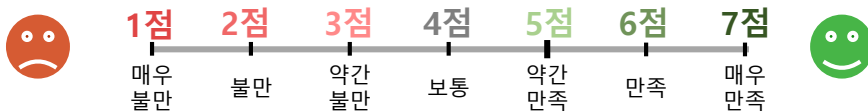


구분	객체 평행이동	객체 회전	화면 확대/축소	랜드마크 표기
Left 방식 Program	Wheel drag	LMB	Wheel up/down	Ctrl+LMB
Right 방식 Program	Wheel drag / LMB	RMB	Wheel up/down	LMB

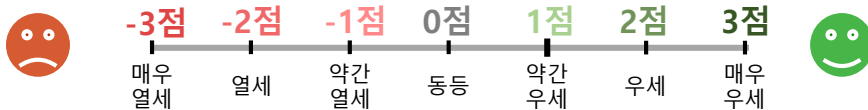
3. 인간공학적 평가

- ❑ 실험 목적: program별 인체 측정 기준점 입력 방식에 대한 선호도 파악
- ❑ 실험 참여자: 10명(인체형상 분석 S/W 사용 경험자)
- ❑ 평가 대상: 2종 program (L program, R program)
- ❑ 평가 task: 5 case에 대한 10종 측정 기준점 입력 작업 수행
- ❑ 평가 척도: 7-point scale
 - 절대 평가: 7점 척도(1점: 매우 불만, 4점: 보통, 7점: 매우 만족)
 - 상대 평가: 7점 척도(-3점: 매우 열세, 0점: 동등, +3점: 매우 우세)

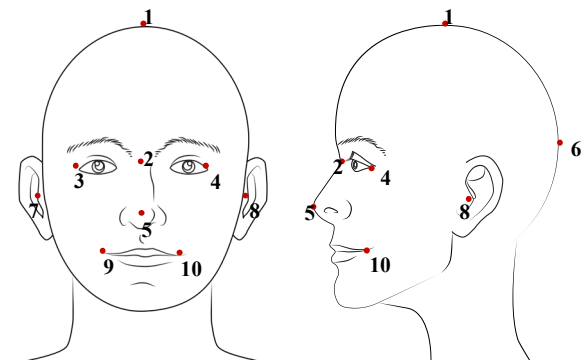
절대평가 7-point scale



상대평가 7-point scale



입력 대상 Landmark 10종



인간공학적 평가 항목 선정

□ 전반적 만족도, 주관적 피로도, 작업 성능 측면의 평가 척도 선정

기준		설명
주관적 만족도	학습 용이성	System 및 기능의 배우기 쉬운 정도
	이해 용이성	System 및 기능의 이해하기 쉬운 정도
	조작 편의성	System UI의 조작 및 사용이 편리한 정도
	작업 효율성	System을 이용한 작업 처리 과정 전반이 효율적인 정도
	전반적 만족도	System을 사용할 때 전반적으로 만족하는 정도
주관적 피로도	정신적 요구도	System을 사용하는데 정신적인 피로도의 정도
	시간적 요구도	System을 사용하는데 요구되는 시간적 피로의 정도
	육체적 요구도	System을 사용하는데 요구되는 신체적 피로도 정도
작업 성능	작업 시간	작업 시작 후 완료 시 까지 소요되는 시간
	Click 수	작업을 수행하는 동안 누적 입력된 mouse click 수

평가 설문지 개발 예

Landmarking program interaction 방식별 선호도 평가

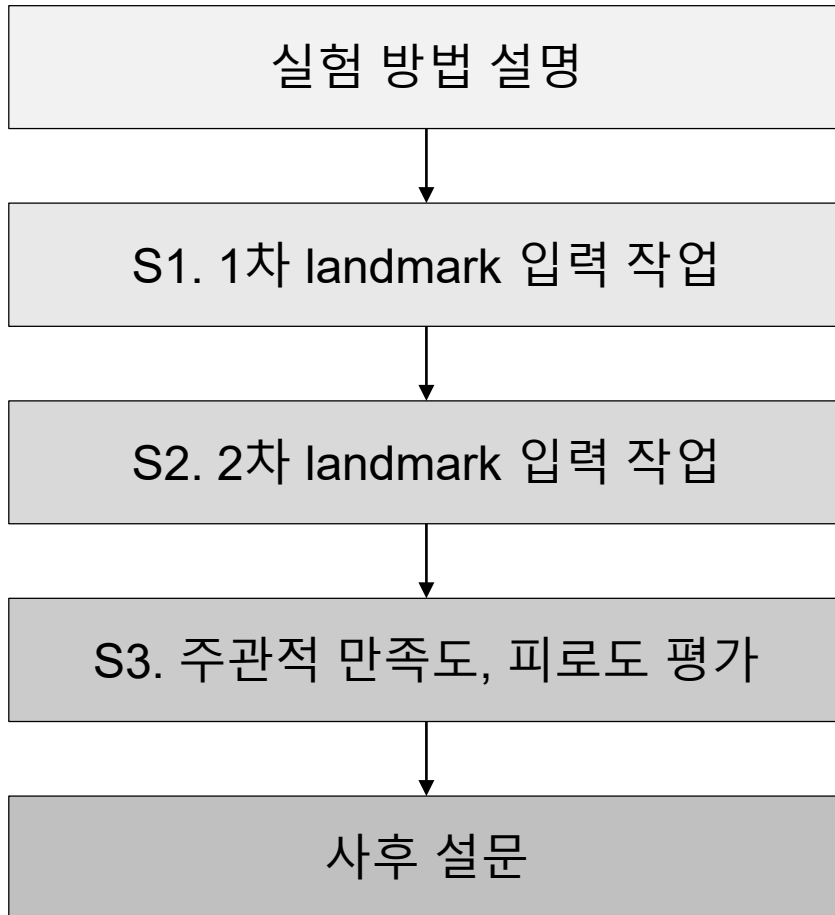
이름: _____

전반 사용성 절대 평가

Absolute evaluation	L Program							R Program						
	매우 낮음	낮음	약간 낮음	보통	약간 높음	높음	매우 높음	매우 낮음	낮음	약간 낮음	보통	약간 높음	높음	매우 높음
선호 순위														
학습 용이성	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
이해 용이성	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
조작 편의성	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
작업 효율성	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
전반적 만족도	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦

Absolute evaluation	L Program							R Program						
	매우 낮음	낮음	약간 낮음	보통	약간 높음	높음	매우 높음	매우 낮음	낮음	약간 낮음	보통	약간 높음	높음	매우 높음
정신적 요구도	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
시간적 요구도	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
육체적 요구도	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦

평가 Protocol

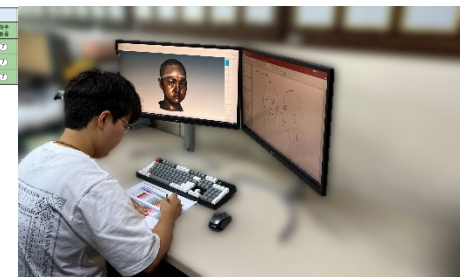


기준	설명	
학습 용이성	System 및 기능의 배우기 쉬운 정도	
이해 용이성	System 및 기능의 이해하기 쉬운 정도	
주관적 만족도	조작 편의성	System UI의 조작 및 사용이 편리한 정도
	작업 효율성	System을 이용한 작업 처리 과정 전반이 효율적인 정도
전반적 만족도	System을 사용할 때 전반적으로 만족하는 정도	
주관적 피로도	정신적 요구도	System을 사용하는데 정신적인 피로도의 요구 정도
	시간적 요구도	System을 사용하는데 정신적인 피로도의 요구 정도
	육체적 요구도	System을 사용하는데 정신적인 피로도의 요구 정도
작업 성능	작업 시간	작업 시작 후 완료 시 까지 소요되는 시간
	Click 수	작업을 수행하는 동안 누적 입력된 mouse click 수

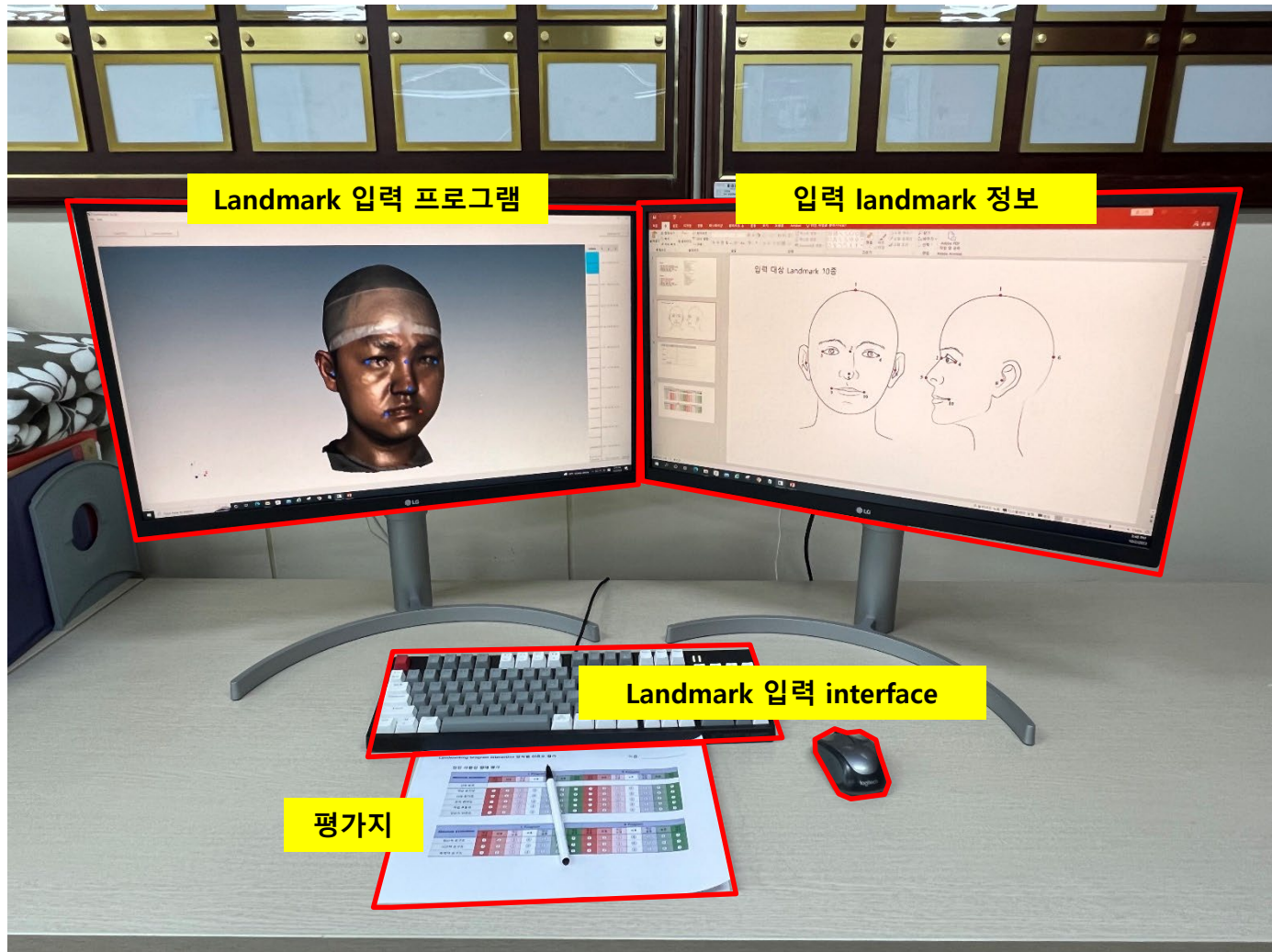
전반 사용자 절대 평가

Absolute evaluation	L Program														
	학습 용이성	이해 용이성	조작 편의성	작업 효율성	전반 만족도	정신적 요구도	시간적 요구도	육체적 요구도	작업 시간	Click 수					
신호 준비	0	2	3	4	5	5	5	5	0	2	3	4	5	5	5
학습 용이성	0	2	3	4	5	5	5	5	0	2	3	4	5	5	5
이해 용이성	0	2	3	4	5	5	5	5	0	2	3	4	5	5	5
조작 편의성	0	2	3	4	5	5	5	5	0	2	3	4	5	5	5
작업 효율성	0	2	3	4	5	5	5	5	0	2	3	4	5	5	5
전반적 만족도	0	2	3	4	5	5	5	5	0	2	3	4	5	5	5

Absolute evaluation	L Program														
	학습 용이성	이해 용이성	조작 편의성	작업 효율성	전반 만족도	정신적 요구도	시간적 요구도	육체적 요구도	작업 시간	Click 수					
정신적 요구도	0	2	3	4	5	5	5	5	0	2	3	4	5	5	5
시간적 요구도	0	2	3	4	5	5	5	5	0	2	3	4	5	5	5
육체적 요구도	0	2	3	4	5	5	5	5	0	2	3	4	5	5	5



평가 환경 예시



실험 순서

- 실험 순서에 의한 영향을 배제하기 위하여 실험 순서 randomize

실험참여자	1차 평가	2차 평가
S01	L program	R program
S02	R program	L program
S03	L program	R program
S04	R program	L program
S05	L program	R program
S06	R program	L program
S07	L program	R program
S08	R program	L program
S09	L program	R program
S10	R program	L program

4. 평가 결과: 전반 사용성

(n = 10)

- L방식은 R방식 대비 **작업 효율성, 조작 편의성** 측면에서 **약간 선호**(MD: 0.4 ~ 0.5점) 되나 **전반적으로 유사한 평가 결과**를 보임

선호도 평가 결과



■ Left 방식 ■ Right 방식

절대 평가



상대 평가

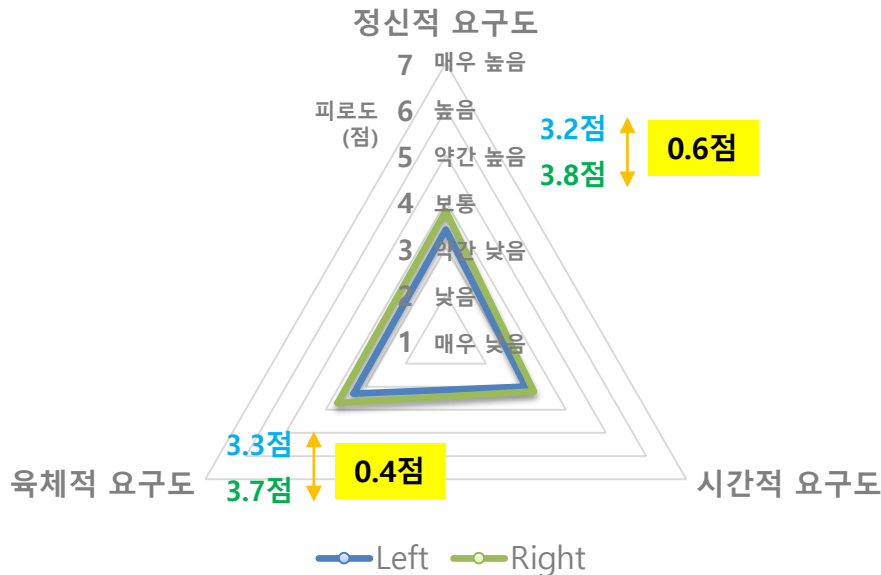


4. 평가 결과: 주관적 피로도

(n = 10)

- 2가지 방식에 대한 주관적 피로도는 전반적으로 유사하나 R방식이 약간 높게 평가
 - 정신적 요구도 측면: R방식 > L방식 (MD = 0.6점)
 - 육체적 요구도 측면: R방식 > L방식 (MD = 0.4점)

절대 평가



상대 평가



4. 평가 결과: 작업 유형별 사용성

(n = 10)

- 측정 기준점 입력 및 확정 작업 시 **L방식**은 R방식에 비해 학습 용이성, 이해 용이성 측면에서 **0.8점** 정도 선호됨
- **R방식**은 L방식에 비해 작업 효율성, 조작 편의성 측면에서 **0.4점** 정도 약간 선호됨

1. 화면 조작 작업(이동, 회전, 탐색)

선호도 평가



2. 측정 기준점 입력 및 확정 작업

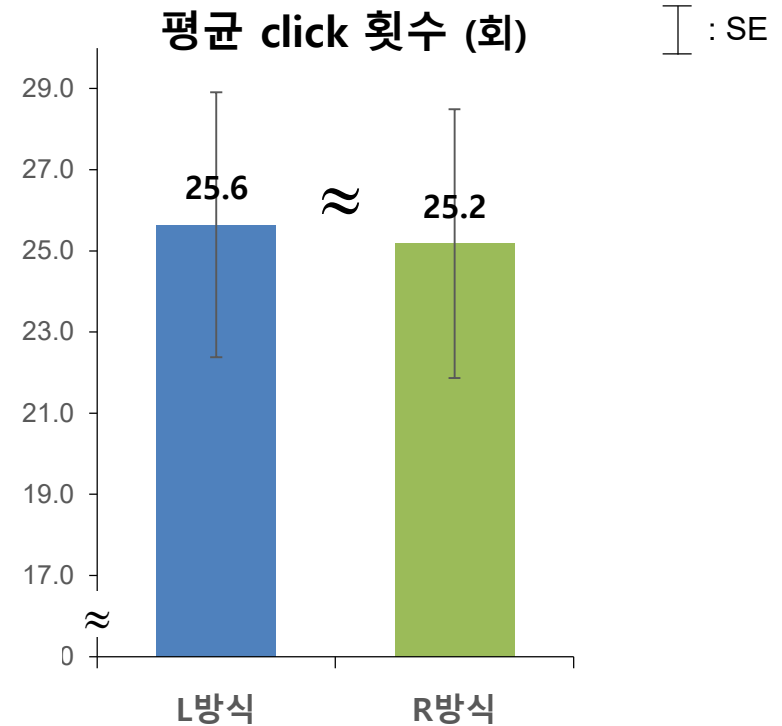
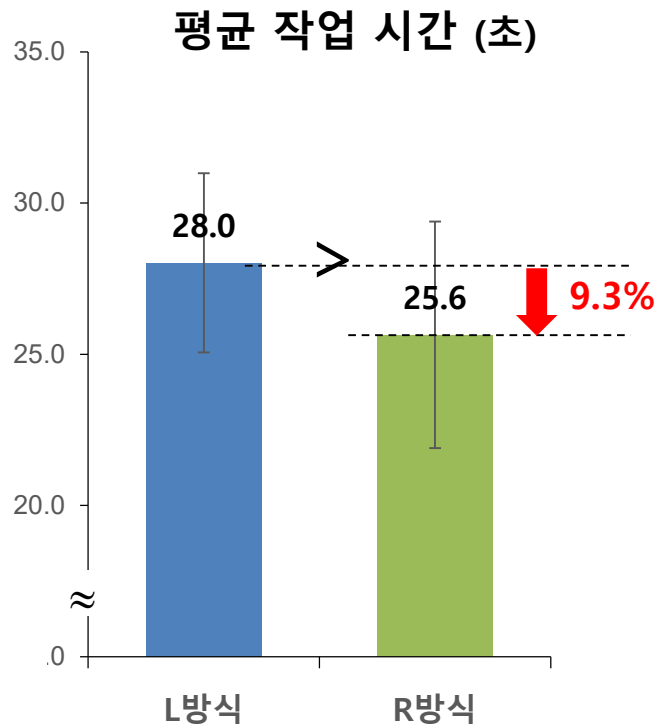
선호도 평가



4. 평가 결과: 작업 시간, Click 횟수

(n = 10)

- R방식은 L방식에 비해 작업 시간이 9.3% (2.4초) 정도 적게 소요됨
- 2가지 방식의 평균 click 횟수는 유사함

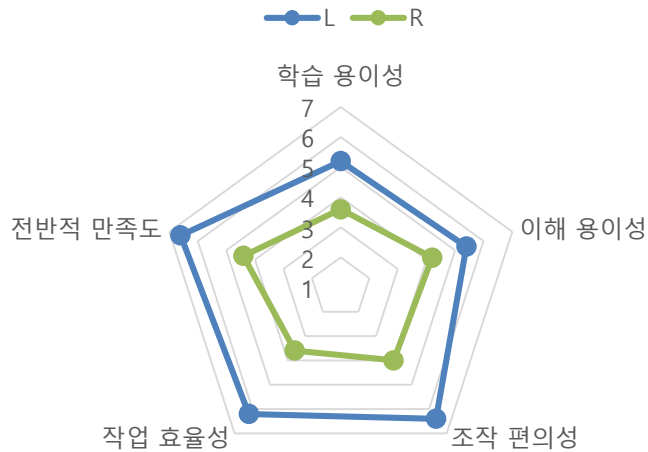


4. 평가 결과: 사용자군별 만족도 비교

(n = 10)

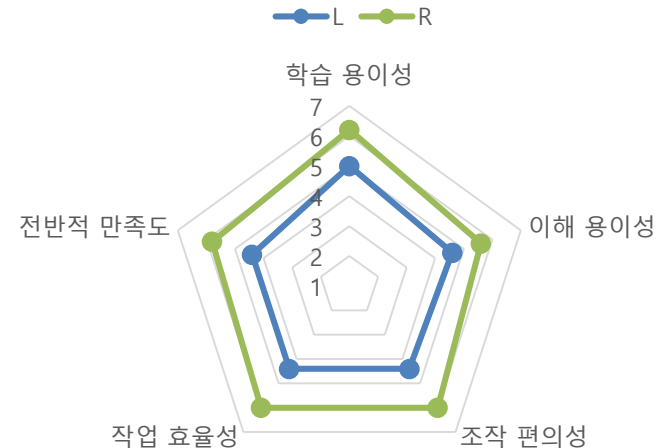
- L방식 선호 그룹과 R방식 선호 그룹별 2가지 방식에 대한 만족도 차이 비교
- 입력 방식별 **만족도 차이**는 **L방식 선호 사용자**가 R방식 선호 사용자에 비해 **0.2 ~ 1.4점** 정도 높게 평가됨

Left 선호 그룹 만족도 평가 결과



$MD_{|L-R|} = 1.2 \sim 2.6$ 점

Right 선호 그룹 만족도 평가 결과

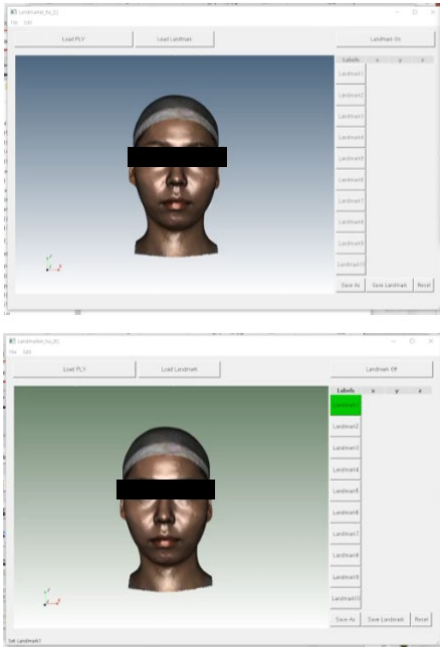


$MD_{|L-R|} = 1.0 \sim 1.2$ 점

5. 토의 (1/4)

- 본 연구는 인간공학적 인체 형상 분석 S/W 개발 시 적용될 수 있는 인체 landmark 입력의 선호 interaction style을 분석함
- 2가지 방식의 인체 landmark 입력 program prototype 개발 및 평가 protocol 적용

개발 program



	객체 평행이동	객체 회전	화면 확대/축소	랜드마크 표기
구분				
Left 방식 Program	Wheel drag	LMB	Wheel up/down	<u>Ctrl+LMB</u>
Right 방식 Program	Wheel drag / LMB	RMB	Wheel up/down	LMB

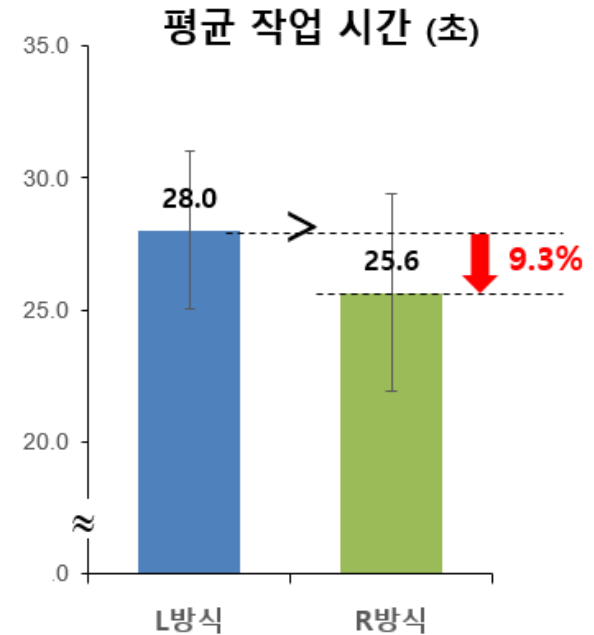
5. 토의 (2/4)

- 주관적 측면에서 **L방식**이 R방식에 비해 **약간 선호**되는 경향
- 객관적 측면에서는 **R방식**이 **작업 시간이 9% 정도 적게 소요**되어 **효율적**임

주관적 평가 결과 예시



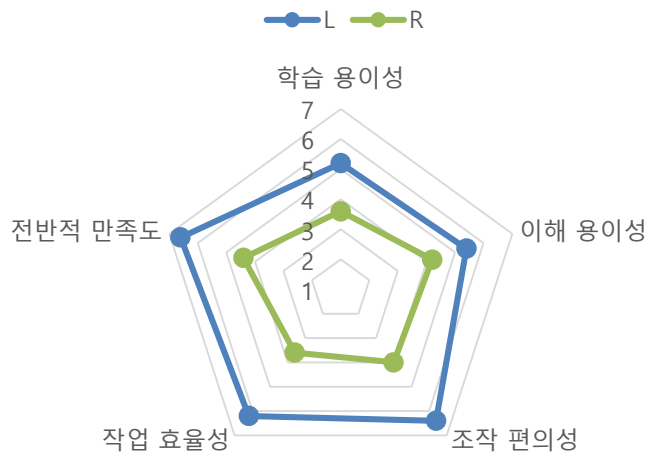
객관적 평가 결과 예시



5. 토의 (3/4)

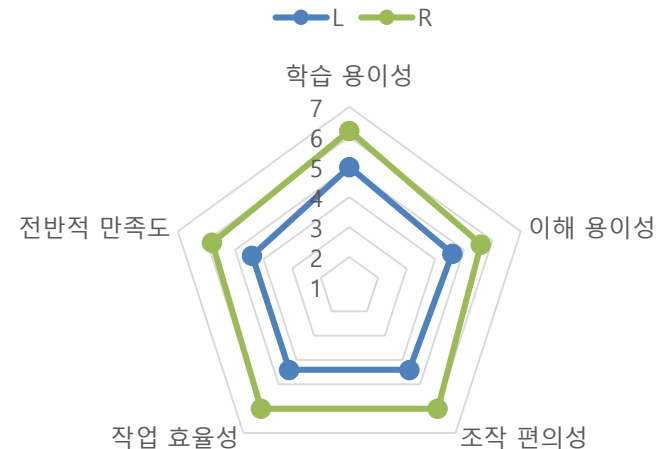
- L방식 선호 사용자는 R 방식에 대해 상대적으로 높은 불편감을 느끼는 경향
 ← 기존 program 등의 사용 경험 차이로 인한 것으로 사료됨

Left 선호 그룹 만족도 평가 결과



$$MD_{|L-R|} = 1.2 \sim 2.6 \text{ 점}$$

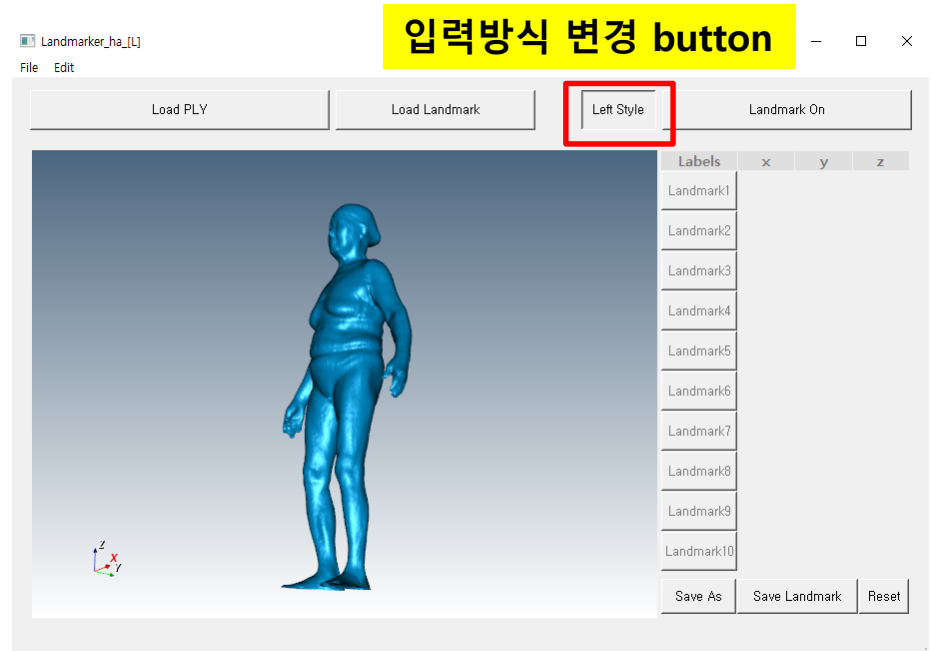
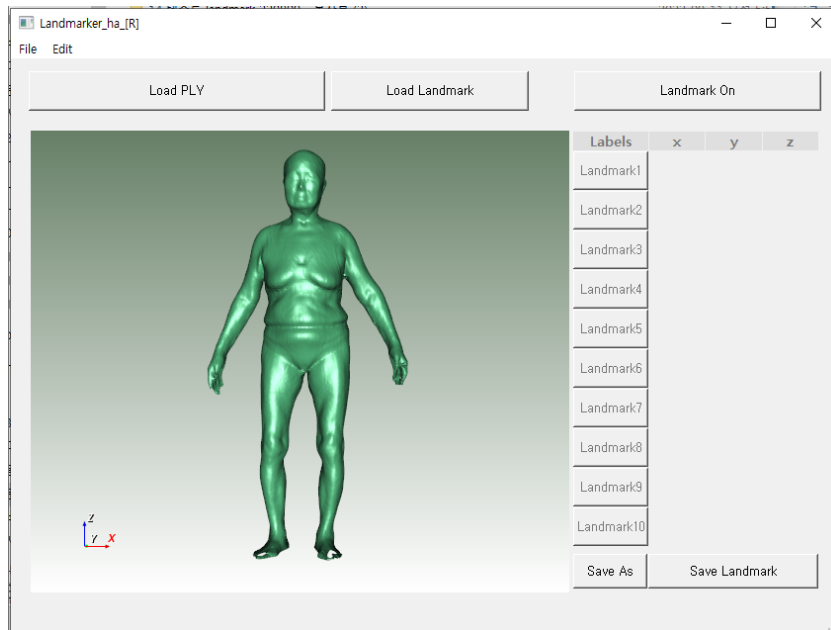
Right 선호 그룹 만족도 평가 결과



$$MD_{|L-R|} = 1.0 \sim 1.2 \text{ 점}$$

5. 토의 (4/4): Application

- 사용자의 인체 부담을 감소 측면에서 인체 형상 측정 및 분석 system에 R방식의 적용이 추천됨
- L방식 선호 사용자(실험참여자의 50%)를 고려하여 사용자가 입력 방식을 변경할 수 있도록 설정 변경 기능 제공 필요



Limitations & Future Study

- 본 연구는 동일한 UI 조건에서의 mouse click, keyboard를 이용한 인체 landmark 입력 방식의 선호도를 평가함, 따라서 다른 설계 요인(e.g., UI design 등)을 종합적으로 고려한 추가 연구 필요
- 다수의 실험 참여자에 대한 평가 및 결과 검증 필요

UI design 사례

Module	Function	Development Status
Data Acquisition	Behavior Connect	
	Scope Connect	
	Record	
Off-line/On-line	Load Video	
	Save Project	
	Motion Correction	
	Auto ROI	
	Neuron Extraction	
	Pre-processing	
	Real-time Process	
	Delete	
Hide/Show control panel	Behavior camera (hide/show)	
	Scope camera (hide/show)	
	Lever pressure graph (hide/show)	
	Layout 1	
	Layout 2	

			A	B	C
1	Interaction style	측정 점 선택 feedback			
2		이동	우클릭 드래그 (shift+ctrl+좌클릭 드래그)	우클릭 드래그	좌클릭 드래그
3		자유회전	Ctrl+좌클릭 드래그 (축중심 회전 가능)	휠클릭 드래그 (축중심 회전 가능)	우클릭 드래그 (축중심 회전 가능)
4		Zoom	휠 또는 shift+좌클릭 드래그	휠 또는 좌우클릭&상하이동	확대영역 좌클릭 지정
5		View	버튼 + 단축키 (A정면 B뒷면 R우측면 L좌측면 T윗면) 	단축키 + 기즈모 (A정면 B뒷면 R우측면 L좌측면H 윗면 F아랫면) 	버튼 (단축키 없음)
6		측정점 새위치 조작	Q+LMB	Space bar	Shift+LMB(double) LMB drag

Q & A

THANK YOU FOR YOUR ATTENTION

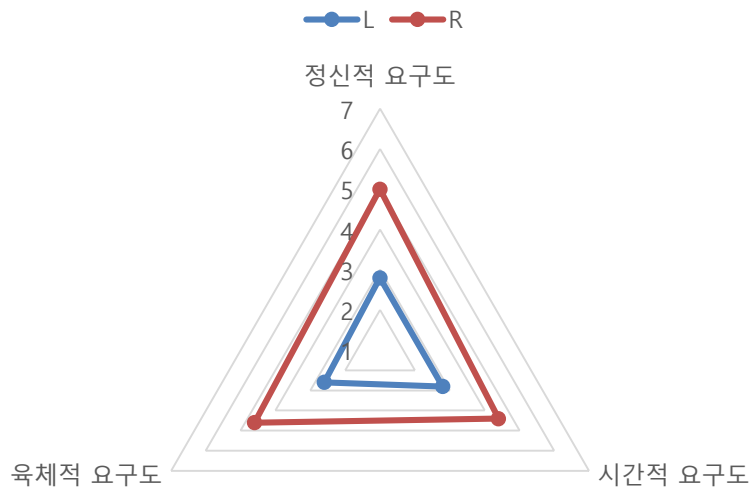


2022년 추계공동학술대회

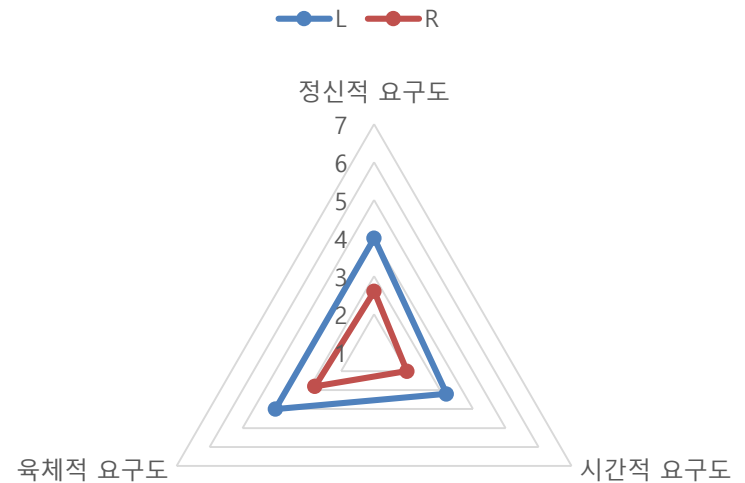
Appendix

평가 결과: 사용자군별 주관적 피로도 비교

Left 선호군 피로도



Right 선호군 피로도



적용 예시안

