

인체측정자료 적용 설계를 위한 대표인체모델 설정 기법의 평가: 격자 기법



정 기 효, 유 희 천



포항공과대학교 산업경영공학과
인간공학설계기술 연구실

목 차



- ❖ 연구 배경 및 목적
- ❖ 격자 기법을 이용한 대표인체모델 생성
- ❖ 평가 및 원인 분석
- ❖ 토의



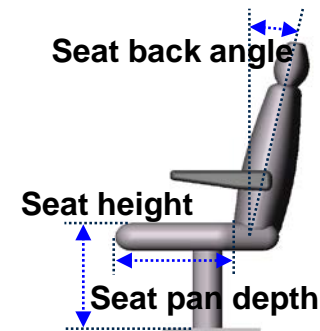
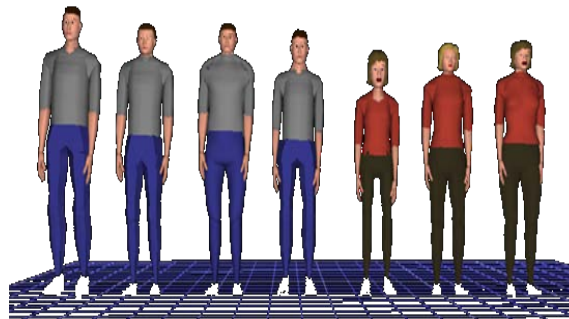
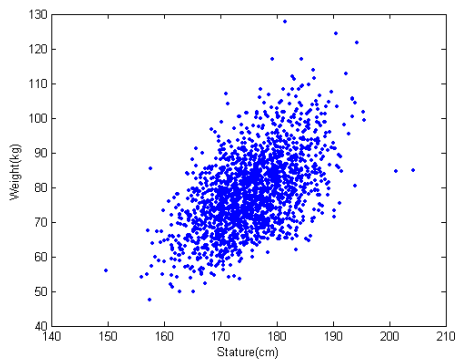
대표인체모델(representative human model)

- ➔ □ 인체공학적 설계 및 평가에 방대한 인체측정자료(anthropometric data)를 소수의 대표인체모델로 축소시켜 활용
 - 인체측정자료의 효율적 설계 및 평가 적용
 - 모집단의 다양한 인체크기 특성 대표

(target population)

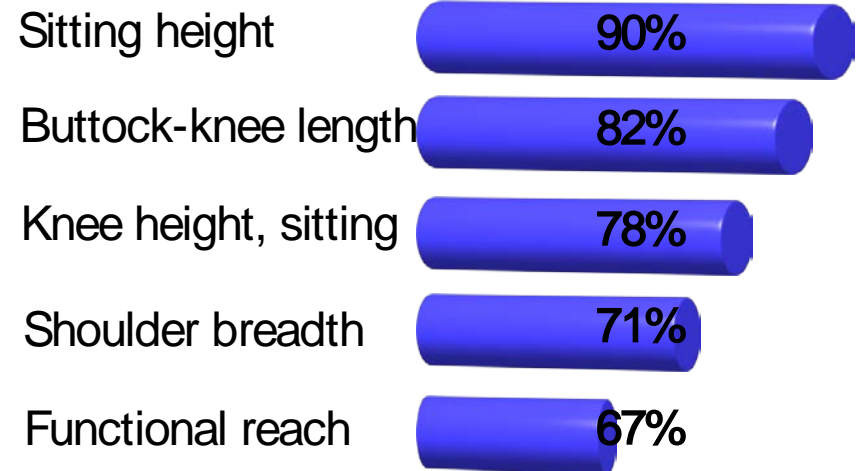
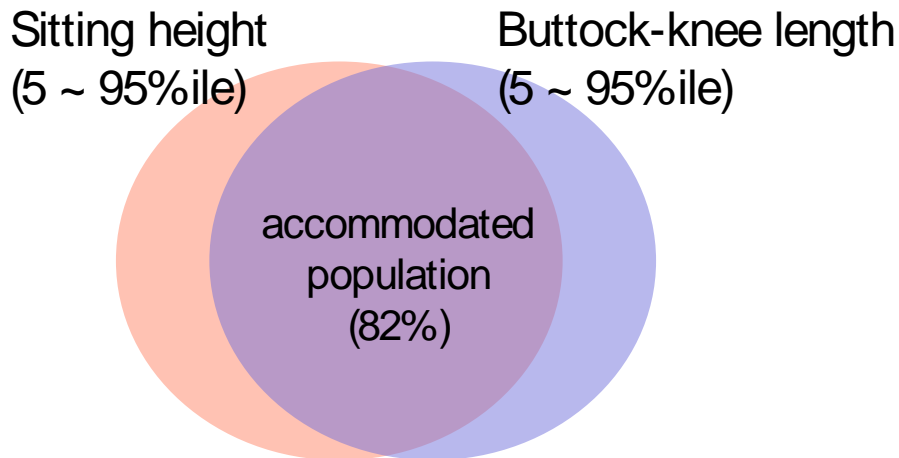
대표인체군
(representative human models)

인체공학적 설계 및 평가
(Ergonomic design and evaluation)



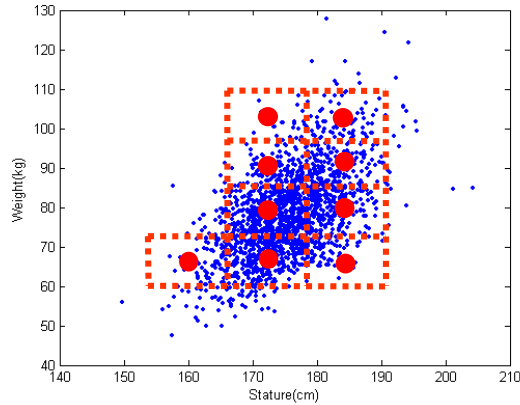
Percentile 접근 방법의 한계점

- ➔ 설계 관련 인체변수의 개수가 증가할수록 모집단 인체크기 수용률 (accommodation percentage) 감소(HFES, 2004)
- 다수 인체변수가 적용되는 설계(multivariate design)를 위해 통계 및 최적화 기법을 적용한 대표인체모델 설정 기법 제안(Bittner, 2000; Kim and Whang, 1996; McCulloch and Ashdown, 1998)

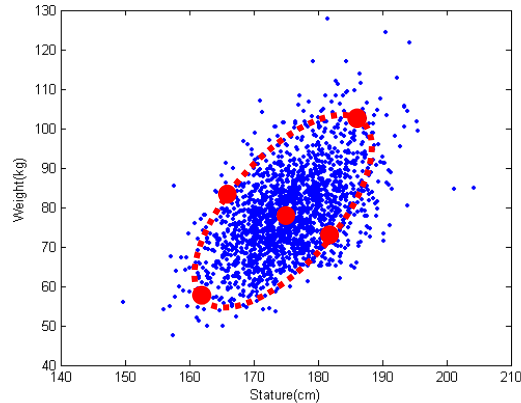


대표인체모델 생성 기법

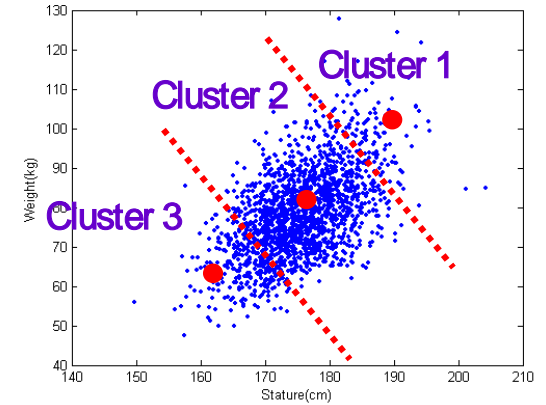
Grid approach
(Robinette and Annis, 1986)



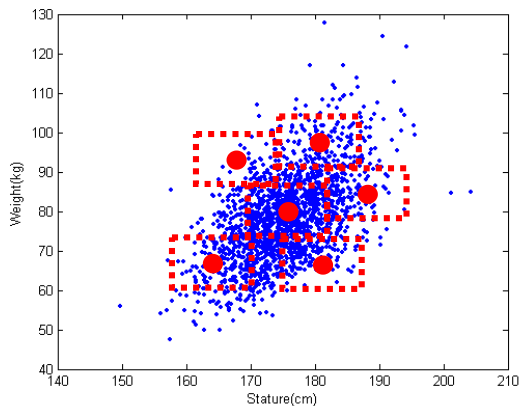
Boundary approach
(Bittner, 2000)



Clustering approach
(Eynard et al., 2000)



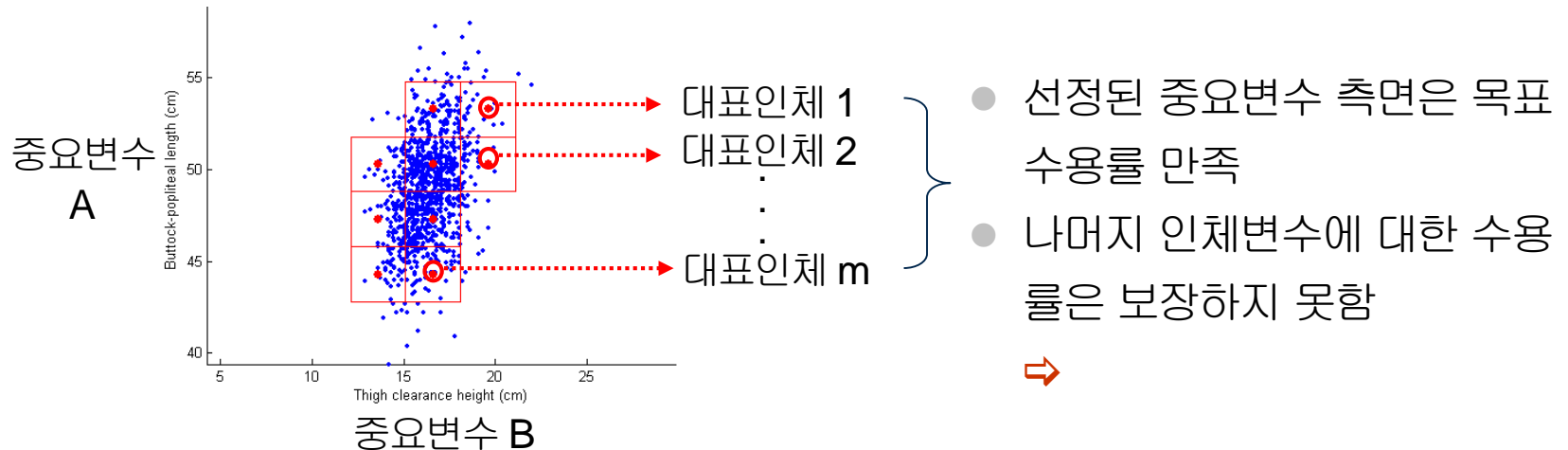
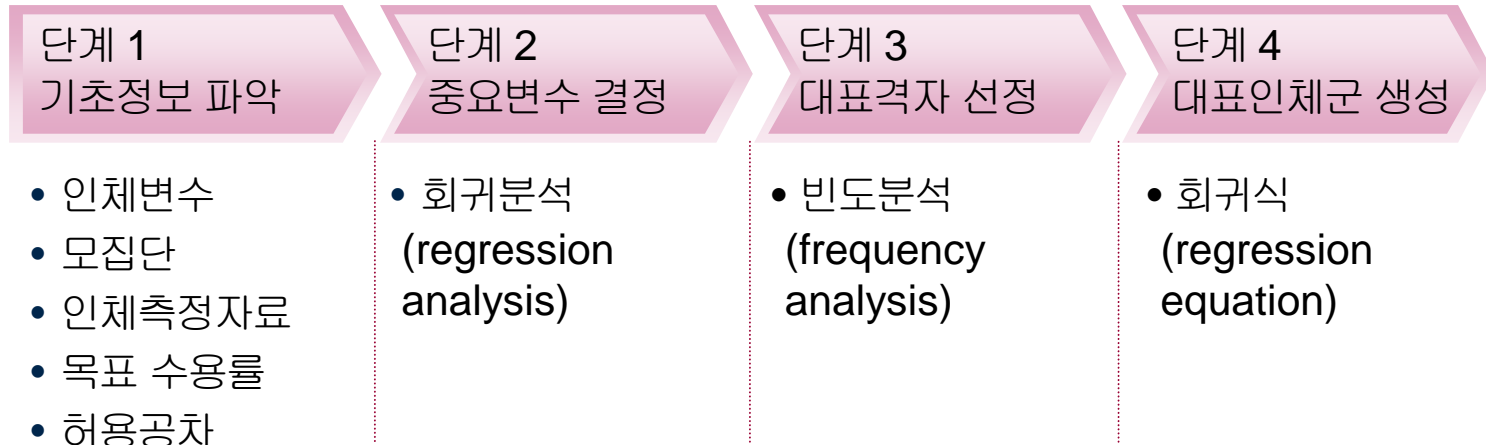
Optimization approach
(McCulloch and Ashdown, 1998)



Note: 학술검색엔진(ScienceDirect, NDSL, Taylor & Francis online journal)을 통해 대표인체모델 설정 관련 keywords (representative case, anthropometry, anthropometric design) 검색 결과 토대

격자 기법(grid formation approach)

→ □ 격자 기법을 활용한 대표인체군 설정 절차



연구 목적



()

- 격자 기법의 수용률 평가:

- :



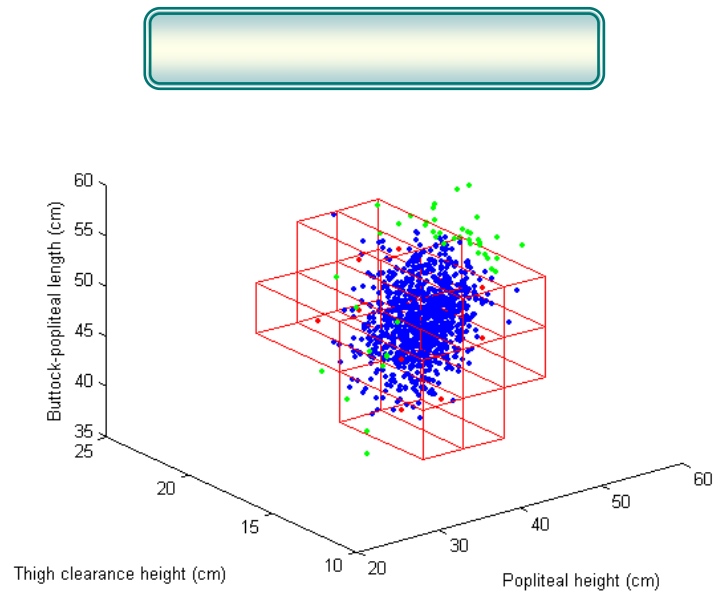
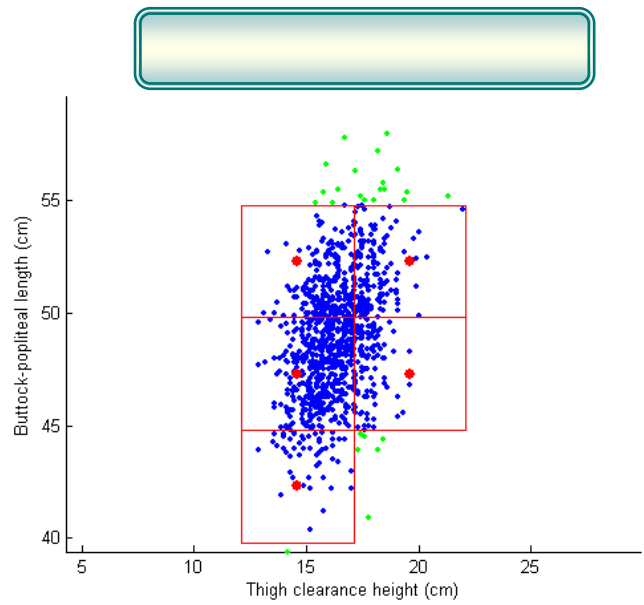
수용률 평가 방법

➔ □ 수용률 정의:

(McCulloch and Ashdown, 1998)

□

□ MATLAB 7.0 program



Note) : , : , :



단계 1: 사무용 책상과 의자 설계 관련 인체변수

단계 1
기초정보 파악

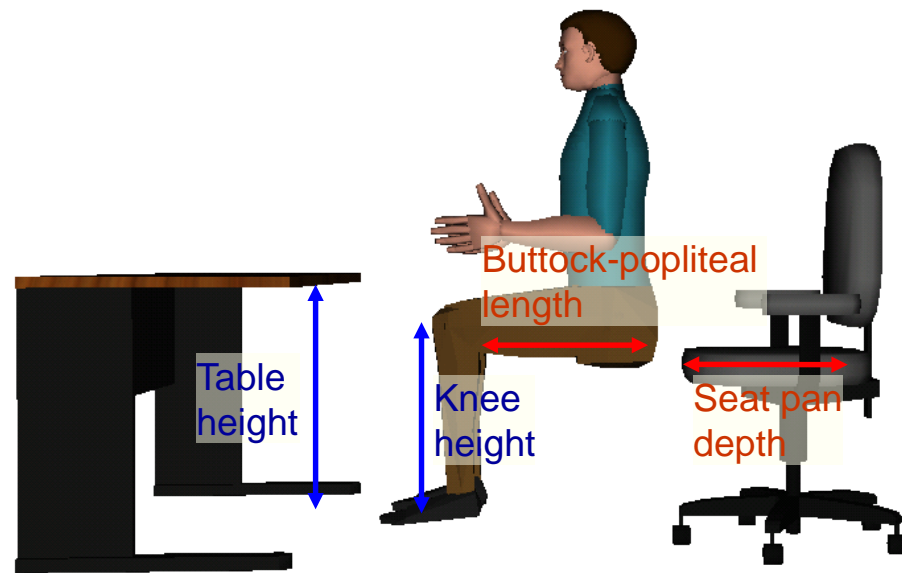
단계 2
중요변수 결정

단계 3
대표격자 선정

단계 4
대표인체군 생성

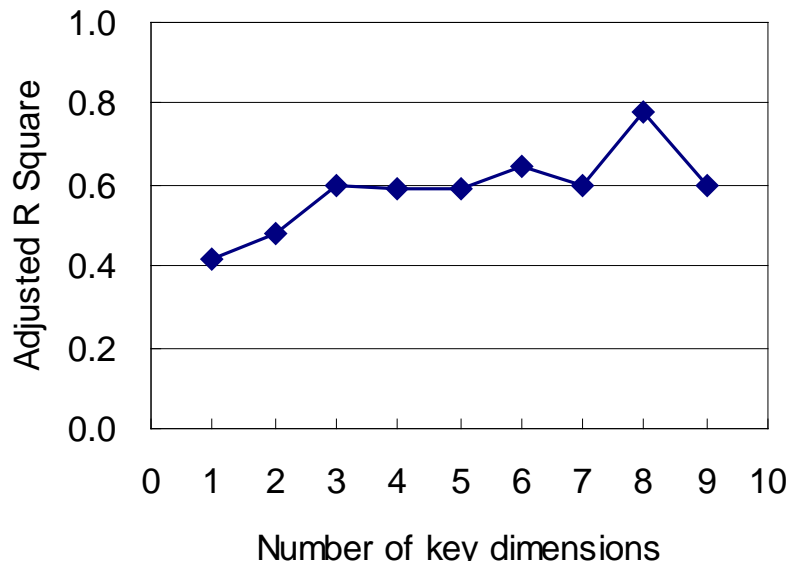
- ➔ 관련 인체변수 10개 선정: Computer workstation draft standard (BSR/HFES, 2002) 참조
- 인체측정자료 database
 - US Army 3,987명(남자: 1,774; 여자: 2,213) (Gordon, 1988)
 - 무작위로 learning set (2,982 명)과 testing set (1,000명) 구분

Anthropometric dimension
• Popliteal height
• Buttock-popliteal length
• Hip breadth
• Elbow rest height
• Thigh clearance height
• Buttock-knee length
• Abdominal extension depth
• Forearm-to-forearm breadth
• Foot length
• Knee height



단계 2: 중요변수(key dimensions)

- ➔ □ 중요변수 결정을 위한 회귀분석 방법
 - 중요변수 후보(regressor)와 인체변수 간 회귀분석
 - 중요변수 후보의 개수 변화에 따른 평균 수정회귀결정계수 변화 추이 분석
 - Stepwise regression을 사용해 회귀 model 구성
- 중요변수 결정 기준
 - 소수의 인체변수로 구성(1 - 5개)
 - 수정회귀결정계수의 증가추세 수렴성



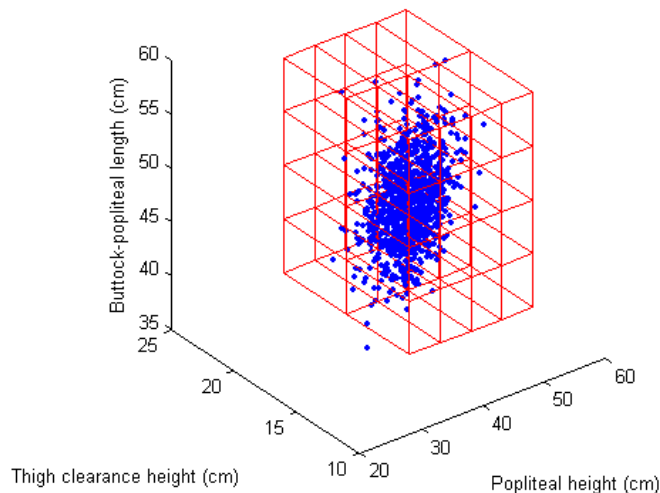
중요변수 3개 선정

- Popliteal height
- Thigh clearance height
- Buttock-popliteal length

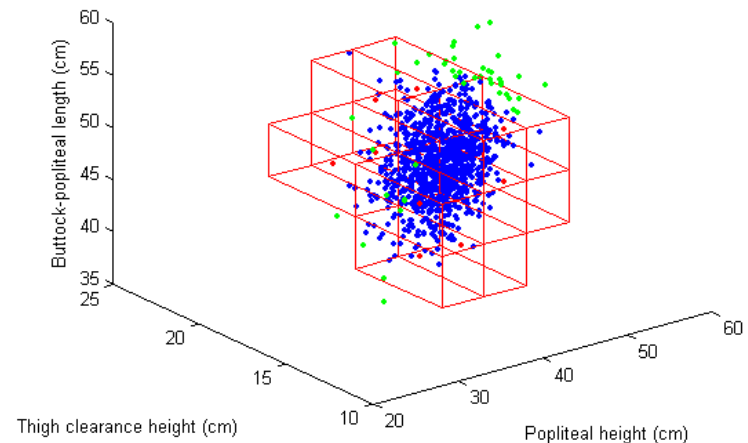
단계 3: 격자 형성 및 대표격자 선정

- ➔ □ 격자 형성: 중요변수 3개의 인체분포를 수용하도록 허용공차를 사용해 격자 형성
- 허용공차: 5 cm (BSR/HFES(2002)에 제시된 허용공차 1 ~ 8.5 cm 참조)
- 대표격자 선정: 형성된 격자 중에서 출현빈도가 높은 순으로 모집단 수용률 95%를 만족시키는 대표격자 12개 선정

격자 형성



대표격자 선정



단계 4: 대표인체모델 생성

- ➔ 중요변수(3개): 선정된 대표격자의 중앙값 사용
- 다른 인체변수(7개): 중요변수의 중앙값을 사용한 회귀추정

단위: cm

No.	Key dimensions			Other dimensions						
	Popliteal height	Buttock-popliteal length	Thigh clearance height	Abdominal extension depth	Buttock-knee length	Elbow rest height	Foot length	Forearm-to-forearm breadth	Hip breadth	Knee height
1	35	15	42	20	52	23	23	44	36	46
2	35	15	47	21	57	21	23	42	39	47
3	35	20	47	28	59	24	24	54	43	50
4	40	15	42	19	53	24	25	48	33	51
5	40	15	47	21	58	22	25	46	36	52
6	40	15	52	22	62	20	25	44	39	52
7	40	20	47	27	60	25	26	58	40	54
8	40	20	52	28	65	23	26	56	43	55
9	45	15	47	20	58	23	27	50	33	56
10	45	15	52	21	63	21	27	48	36	57
11	45	20	47	26	60	26	28	62	37	58
12	45	20	52	27	65	24	28	60	40	59



이변량 수용률 산출

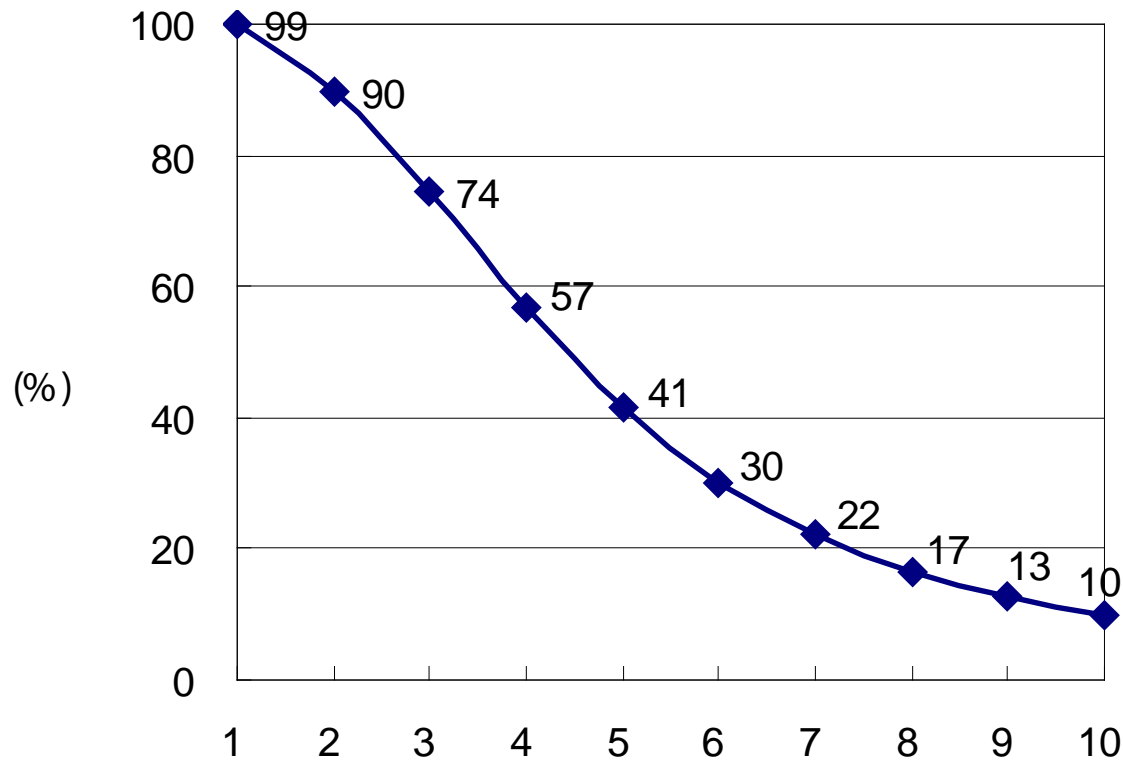
- ➔ □ 10개 인체변수 중 2개 인체변수 조합($_{10}C_2$) 에 대한 수용률 산출
- 인체변수 조합에 따른 수용률 평균을 이변량 수용률로 사용

No.	Percentage	No.	Percentage	No.	Percentage
1	0.89	16	0.91	31	0.89
2	0.79	17	0.98	32	0.99
3	0.88	18	0.90	33	0.74
4	0.95	19	0.99	34	0.95
5	0.99	20	0.74	35	0.98
6	0.93	21	0.96	36	0.98
7	0.62	22	0.93	37	0.91
8	0.85	23	0.97	38	0.96
9	0.80	24	0.91	39	0.89
10	0.91	25	0.97	40	0.98
11	0.92	26	0.64	41	0.87
12	0.93	27	0.96	42	0.95
13	0.91	28	0.97	43	0.97
14	0.99	29	0.80	44	0.96
15	0.53	30	0.96	45	0.97



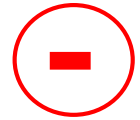
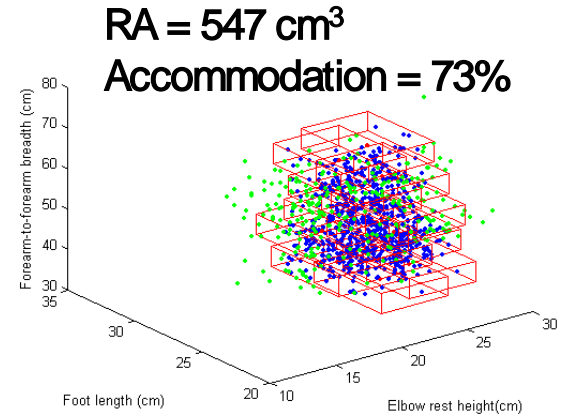
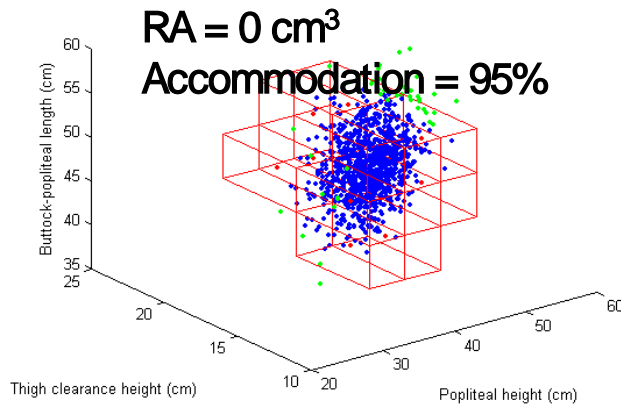
인체변수 증가에 따른 수용률 변화 추이

- ➔ □ 수용률 산정에 고려되는 인체변수 개수가 증가할수록 수용률 감소
- 중요변수 측면은 목표 수용률을 만족하나 다른 인체변수는 목표 수용률 미달

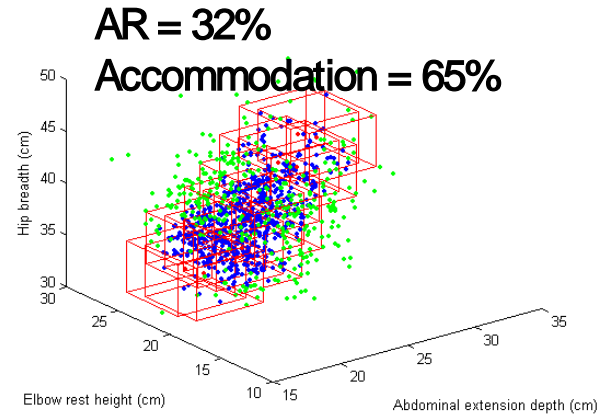
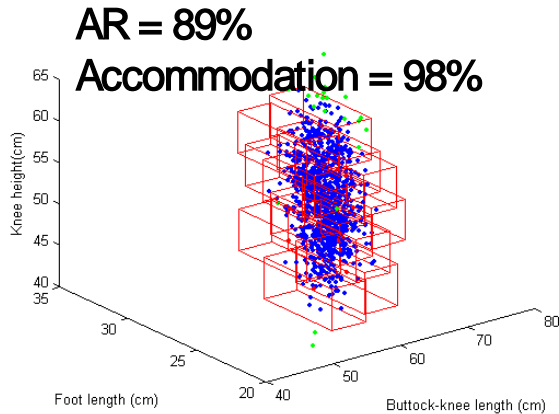


수용률 영향 요인

➔ 1. (redundant area; RA)



2. (adjusted R²; AR)

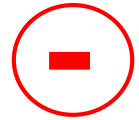
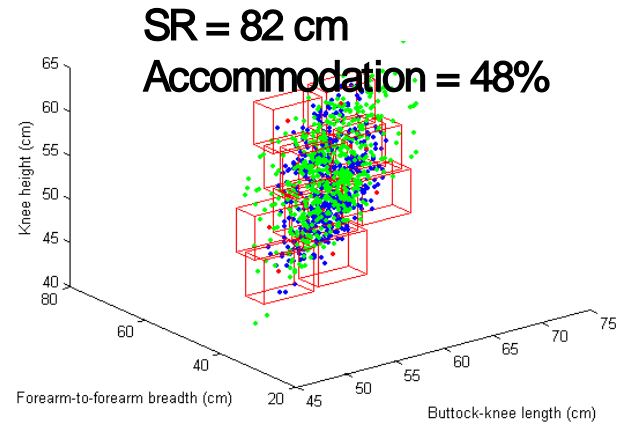
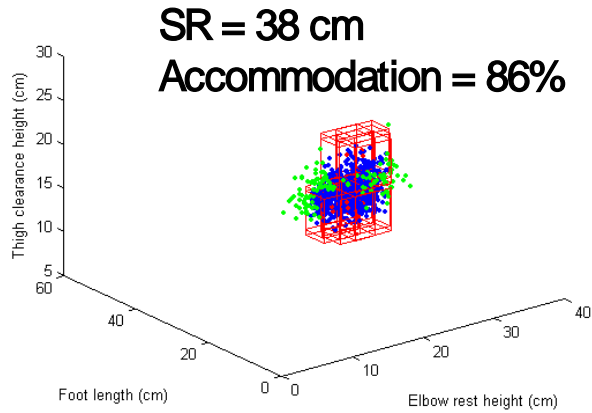


수용률 영향 요인 (계속)



3.

(sum of ranges; SR)



수용률 영향 요인에 대한 회귀분석



회귀분석 방법

- Regressors (RA, AR, SR) : [0, 1]
- Stepwise regression ()



: SR < RA < AR (1 : 2.0 : 2.7)

$$\text{accommodation} = 0.565 - 0.398 \times \text{RA} + 0.552 \times \text{AR} - 0.201 \times \text{SR}$$

(MSE = 0.0047, adjusted $R^2 = 0.85$)

Note) RA: redundant area, AR: adjusted R^2 , SR: sum of ranges



토의

- ➔ □ 격자 기법 수용률 평가
 - 인체변수 개수가 증가할수록 수용률 감소
 - 다변량 설계(multivariate design)
-
- -
 - (data variability)
 - (:)
- - Grid formation approach (Robinette and Annis, 1986)
 - Boundary approach (Bittner, 2000)
 - Clustering approach (Eynard et al., 2000)
 - Optimization approach (McCulloch and Ashdown, 1998)



Q & A



경청해 주셔서 감사합니다.

