

# 가상 환경 상의 헬리콥터 조종실 설계를 위한 정량적인 인간공학적 평가 방법 개발

정기효<sup>1</sup> · 박장운<sup>2</sup> · 이원섭<sup>2</sup> · 강병길<sup>3</sup> · 엄주호<sup>3</sup> · 박세권<sup>4</sup> · 유희천<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Pennsylvania State University 산업공학과 / <sup>2</sup>포항공과대학교 산업경영공학과 /  
<sup>3</sup>한국항공우주산업 / <sup>4</sup>공군사관학교 산업공학과

## Development of Quantitative Ergonomic Assessment Method for Helicopter Cockpit Design in a Digital Environment

Kihyo Jung<sup>1</sup>, Jangwoon Park<sup>2</sup>, Wonsup Lee<sup>2</sup>, Byunggil Kang<sup>3</sup>, Joocho Uem<sup>3</sup>,  
Seikwon Park<sup>4</sup>, Heecheon You<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Industrial and Manufacturing Engineering, Pennsylvania State University,  
University Park, PA, USA, 16802

<sup>2</sup>Department of Industrial and Management Engineering, POSTECH, Pohang, 790-784

<sup>3</sup>KHP Program Division, Korea Aerospace Industries, LTD, Sacheon, 664-802

<sup>4</sup>Department of Industrial Engineering, Korea Air Force Academy, Cheongwon, 363-849

### ABSTRACT

For the development of a better product which fits to the target user population, physical workloads such as reach and visibility are evaluated using digital human simulation in the early stage of product development; however, ergonomic workload assessment mainly relies on visual observation of reach envelopes and view cones generated in a 3D graphic environment. The present study developed a quantitative assessment method of physical workload in a digital environment and applied to the evaluation of a Korean utility helicopter (KUH) cockpit design. The proposed assessment method quantified physical workloads for the target user population by applying a 3-step process and identified design features requiring improvement based on the quantified workload evaluation. The scores of physical workloads were quantified in terms of posture, reach, visibility, and clearance, and 5-point scales were defined for the evaluation measures by referring to existing studies. The postures of digital humanoids for a given task were estimated to have the minimal score of postural workload by finding all feasible postures that satisfy task constraints such as a contact between the tip of the index finger and a target point. The proposed assessment method was applied to evaluate the KUH cockpit design in the preliminary design stage and identified design features requiring improvement. The proposed assessment method can be utilized to ergonomic evaluation of product designs using digital human simulation.

Keyword: Digital human simulation, Quantitative ergonomic evaluation, Helicopter design

\* 본 논문은 2006년 KHP 위탁연구과제의 지원을 받아 수행되었습니다.

\*\* 본 내용은 주요 방산기밀자료임으로 무단으로 사진 촬영 및 복제·복사를 할 수 없으며, 업무상 관련 없는 자에게 누설을 금합니다.  
교신저자: 유희천

주 소: 790-784 경북 포항시 남구 효자동 산31, 전화: 054-279-2210, E-mail: hcyou@postech.ac.kr

## 1. 서 론

가상인체모델을 이용한 시뮬레이션(digital human model simulation, DHMS)은 제품 개발 초기부터 인간공학적 평가를 가능하게 한다. 이상기 외(2005)는 DHMS 시스템인 Jack을 적용하여 설계된 천장 크레인의 운전공간에 대한 인간공학적인 평가를 수행하였다. 또한, You et al.(1997)은 버스 운전공간의 설계 적합성을 시계성(visibility), 도달성(reach), 그리고 여유공간(clearance) 측면에서 평가하였다. 이와 같은 DHMS는 제품 개발 초기에 인간공학적 평가를 수행할 수 있게 함으로써 제품 평가 및 보완의 순환적 과정을 신속하고 경제적으로 이루어지도록 한다(Chaffin, 2001; Sengupta and Das, 1997).

DHMS 기반 인간공학적 평가는 3차원 공간 상에 평가 대상 제품과 가상인체모델의 상호작용을 시각화한 정보에 근간해 수행되고 있다. Nelson(2001)은 Boeing Human Modeling System(BHMS)를 활용해 항공기 유지보수 작업을 수행하는 가상인체모델을 3차원 상에 시각화하여 설계 개선 대상을 파악하였다. 또한, Bowman(2001)은 Jack을 이용해 중장비 운전실의 장치를 조작하는 가상인체모델의 동작을 시연함으로써 장치 도달성 및 여유공간 적절성을 평가하였다. 이와 같이, 3차원 상에 시각화된 제품과 가상인체모델의 상호작용 정보는 평가 대상 제품의 인간공학적 설계 적합성(예: 도달성과 여유공간) 분석에 유용하게 활용되고 있다.

그러나, DHMS 기반 체계적인 인간공학적 평가를 위해서는 평가 대상 제품을 사용하는 가상인체모델의 신체부하를 정량화하는 것이 필요하다. 신체부하의 정량화는 3차원 공간에 시각화된 정보에만 의존할 때보다 개선이 필요한 설계 항목을 체계적으로 파악할 수 있게 한다. 그리고, 신체부하의 정량화는 채택 가능한 설계 대안들이 여러 가지일 때 이들 간의 상대적인 선호도를 비교 분석할 수 있게 하며, 정량화된 신체부하 점수는 수리적 통합이 가능해 평가 대상 제품의 전반적 설계 적합성을 지수화할 수 있다.

본 연구는 DHMS를 활용한 헬리콥터 조종실의 정량적 신체부하 평가 방법을 개발하여 한국형 헬리콥터(Korean utility helicopter, KUH) 조종실 평가에 적용하였다. 개발된 DHMS 기반 정량적 신체부하 평가 방법은 헬리콥터 조종실을 운용하는 가상인체모델의 신체부하를 네 가지 측면(자세 안락도, 도달 용이성, 시계 편의성, 그리고 여유공간 적절성)으로 정량화한다. 개발된 평가 방법은 한국형 헬리콥터 조종실의 신체부하 평가 및 개선 설계 대상 파악에 적용되었다.

## 2. 헬리콥터 조종실의 정량적 신체부하 평가 방법

헬리콥터 조종실의 정량적 신체부하 평가는 3단계 절차를 통해 이루어졌다. 첫 번째 단계는 평가 대상 조종 작업과 인간공학적 평가 척도를 정의하였다(2.1장 참조). 두 번째 단계는 평가 대상 조종 작업을 수행하는 가상인체모델의 자세를 추정하였다(2.2장 참조). 마지막 단계는 추정된 가상인체모델의 신체부하를 정의된 인간공학적 평가 척도를 적용하여 정량화하였다(2.3장 참조).

### 2.1 조종 작업 및 평가 척도

헬리콥터 조종실의 평가 범위와 측면을 설정하기 위해 표 1에 나타난 것과 같이 평가 대상 조종 작업을 선정하고 인간공학적 평가 척도를 결정한다. 먼저, 평가 대상 조종 작업은 헬리콥터 조종실의 설계 및 임무 특성을 고려해 선정된다. 예를 들면, 개발중인 한국형 헬리콥터의 조종 작업은 표 1에 예시적으로 나타난 것과 같이 4개 부문 57개 단위 작업으로 구성되는 것으로 분석되었다. 파악된 헬리콥터 조종 작업은 수행되는 시기에 따라 비행 전(pre-flight), 비행 중(in-flight), 비상 시(emergency), 그리고 비행 후(post-flight) 부문으로 구분되며, 각 부문은 다양한 단위 작업들로 구성되었다.

헬리콥터 조종 작업을 수행하는 가상인체모델의 신체부하 정량화를 위해 표 2에 나타난 네 가지 평가 척도를 정의하였다. 첫째, 자세 안락도(posture)는 동작 자유도별 편안한 동작 범위와 최대 동작 범위에 대한 기존 연구(Diffrient et al., 1981; Kroemer et al., 1994)에 근간하여 5점 척도(1점: 매우 불만족, 2점: 불만족, 3점: 보통, 4점: 만족, 5점: 매우 만족)로 설정되었다. 그림 1.a를 예로 들면, 다리 벌림(hip abduction)에 대한 자세 안락도 점수는 편안한 동작 범위와 최대 동작 범위를 5개의 구간으로 세분화하여 가장 편안한 자세 범위가 최고점인 5점이 되도록 정의되었다. 둘째, 도달 용이성(reach)은 기존 연구(Department of Defense, 1987; Sanders and McCormick, 1992)에 근간하여 몸통과 팔을 움직여 도달할 수 있는 영역을 세분화하여 5점 척도로 정의되었다. 그림 1.b를 예로 들면, 도달 용이성 척도는 몸통을 고정한 상태에서 팔을 이용해 도달할 수 있는 영역을 2개 부분(정상 작업영역, 최대 작업영역)으로 나누고, 몸통을 함께 사용해 도달할 수 있는 영역을 2개 부분으로 나누어 설정되었다. 셋째, 시계 적합성(visibility)은 눈과 목의 움직임을 세분화하여 시계 영역을 구분한 기존 연구(류태범 외, 2004)를 참고하여 그림 1.c와 같은 5

표 1. 헬리콥터 조종 작업과 인간공학적 평가 척도 예

구분	단위 작업	평가 척도*				
		자세 안락도	도달 용이성	시계 적절성	여유공간 적절성	
비행 전 (Pre-flight)	탑승(ingress)	○	×	×	○	
	조종석 위치 변경	○	○	○	○	
	방탄관 설치	○	○	○	○	
	안전벨트 체결	○	○	○	×	
비행 중 (In-flight)	Cyclic 조작	○	○	×	○	
	Collective 조작	○	○	×	○	
	Yaw pedal 조작	○	○	×	○	
	Instrument panel	MFD button 조작	○	○	○	×
		Flight control panel 조작	○	○	○	×
		Clock 설정	○	○	○	×
		Master warning light 조작	○	○	○	×
	Center console	Rotor de-ice control panel 조작	○	○	○	○
		Fuel control panel 조작	○	○	○	○
		FLIR control panel 조작	○	○	○	○
		CMDS control panel 조작	○	○	○	○
	전방경계	○	×	○	×	
측방경계	○	×	○	×		
비상 시 (Emergency)	조종사 탈출	○	×	×	○	
	안전벨트 고정장치 조작	○	○	○	○	
비행 후 (Post-flight)	Parking brake 체결	○	○	○	○	
	Rotor brake 체결	○	○	○	○	
	이탈(egress)	○	×	×	○	

\*평가 척도에 대한 세부 설명은 표 2 참조. ○: 해당됨. ×: 해당되지 않음.

표 2. 인간공학적 평가 척도

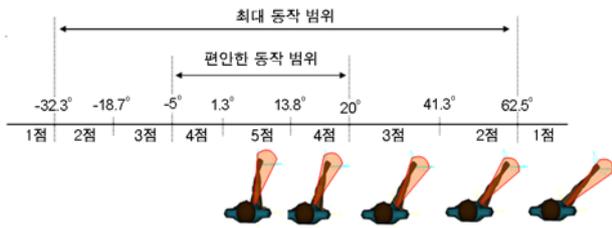
평가 척도	설명
자세 안락도 (posture)	조종사가 조종작업 수행 시 편안한 자세를 유지하는 정도
도달 용이성 (reach)	조종사가 조종실 설계요소에 용이하게 도달할 수 있는 정도
시계 적절성 (visibility)	조종사가 조종실 계기를 편안하게 볼 수 있는 정도
여유공간 적절성 (clearance)	조종사의 신체와 설계요소 간의 여유공간 정도

접 평가 척도로 정의되었다. 마지막으로, 여유공간 적절성 (clearance)은 조종사의 신체와 조종실 설계요소 간의 접촉 여부를 3 등급(1점: 여유공간 부족, 3점: 자세변경을 통해 여유공간 확보 가능, 5점: 여유공간 충분)으로 구분하여 5점 척도로 설정되었다.

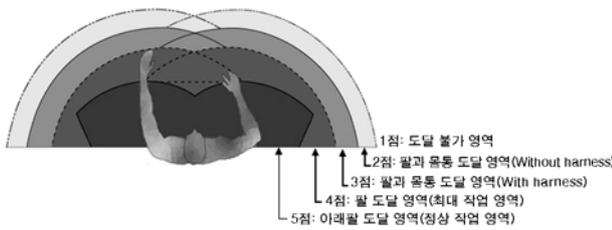
선정된 조종 작업별 평가 대상 인간공학적 척도는 표 1에 예시적으로 나타낸 것과 같이 결정되었다. 조종 작업별 평가 척도는 조종 작업의 특성을 고려해 설정되어야 한다. 예를 들면, 조작 작업이 중점(예: cyclic control 조작)인 조종 작업은 자세 안락도, 도달 용이성, 그리고 여유공간 적절성 측면에서 평가되어야 하는 반면, 시계 작업이 중점(예: magnetic compass 주시)인 경우는 자세 안락도 및 시계 적절성 측면에서 평가되어야 한다. 조종 작업별 평가 척도는 표 1에 나타낸 것과 같이 선정된 조종 작업과 평가 척도의 연관관계를 체계적으로 분석하여 결정되었다.

## 2.2 조종 자세 추정

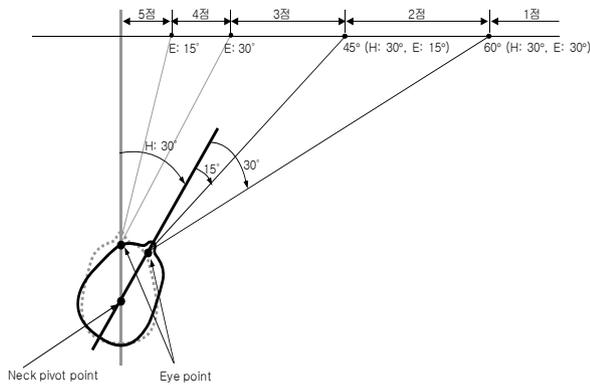
헬리콥터 조종 작업을 수행하는 가상인체모델의 자세는 3단계 절차(위치 추정 공식 개발, 자세 대안 탐색, 그리고 최적 자세 선정)를 통해 추정되었다. 첫째, 인체부위들 간의



(a) 자세 안락도



(b) 도달 용이성



(c) 시계 적절성(류태범 외, 2004)

그림 1. 인간공학적 평가 척도 예

기하학적 연관관계에 근간해 가상인체모델의 특정 부위의 위치를 추정하는 공식을 개발하였다. 위치 추정 공식은 조종 작업에 동원되는 인체부위들을 파악한 후 이들을 수식으로 표현하여 정의되었다. 예를 들면, 전방 주시 작업을 위한 위치 추정 공식은 조종사의 눈 위치 결정에 영향을 주는 인체부위(예: 몸통, 머리)를 수식으로 표현하여 그림 2와 같이 개발되었다. 그림 2에 나타난 위치 추정 공식은 전방 주시를 위한 조종사의 눈 위치, 조종석 높이, 그리고 조종사의 인체크기 정보가 주어지면 전방 주시가 가능한 모든 자세들을 탐색할 수 있게 한다.

둘째, 개발된 위치 추정 공식을 활용한 시뮬레이션을 통해 조종 작업을 수행할 수 있는 모든 자세를 파악하였다. 조종 자세 추정은 개발된 공식에 인체모델의 크기를 대입한 후 유관 관절의 자세를 다양하게 변화시키는 시뮬레이션 분석

을 통해 이루어졌다. 예를 들면, 헬리콥터 조종실의 cyclic control과 collective control 중립위치에 도달 가능한 인체 모델의 자세는 개발된 추정 공식을 이용한 시뮬레이션 분석을 통해 표 3에 나타난 것과 같이 파악되었다.

$$DEP\ height = SRP\ height + BD3 \times \cos(AD3) + BD4 \times \cos(AD4)$$

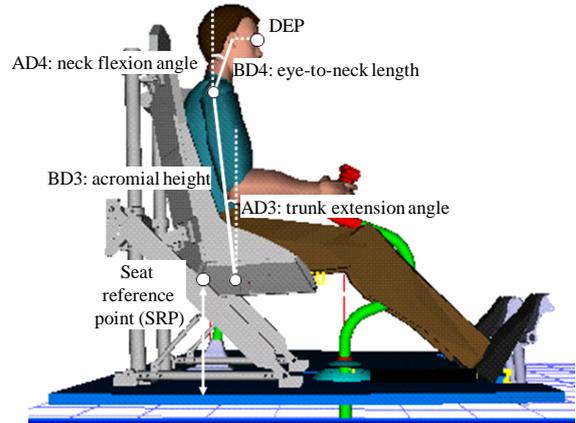


그림 2. 전방 주시 작업을 위한 가상인체모델의 위치 추정 공식

셋째, 추정된 조종 가능 자세들 중에서 손실 점수(loss score)가 최소인 자세를 최종 조종 자세로 선정하였다. 추정된 조종 자세에 대한 손실 점수는 설계자에 의해 정의된 설계기준자세(design reference posture)로부터 추정된 자세가 벗어날수록 점수가 증가하는 그림 3과 같은 손실함수(loss function)를 이용해 계산되었다. 설계기준자세는 헬리콥터 설계(Department of Defense, 1987) 및 편안한 동작 범위(Diffrient et al., 1981)에 대한 기존 문헌을 참고하여 그림 4에 예시한 것과 같이 설정되었다.

### 2.3 신체부하 정량화

신체부하 점수는 그림 5에 나타난 것과 같이 계층적으로 계산되었다. 예를 들면, 자세 안락도 점수는 신체부위별 파악된 점수를 가중 평균하여 산출되고, 조종 작업 점수는 네 가지 신체부하의 점수를 가중 평균하여 계산되었다. 이렇게 세분화된 신체부하 점수는 개선이 필요한 조종 작업 및 인간공학적 측면 분석에 유용하게 활용될 수 있다. 한편, 종합 점수는 가상인체모델들의 부하점수를 가중 평균한 후 100점 만점으로 표준화하여 산출되며, 계산된 종합 점수는 평가 대상 헬리콥터 조종실의 전반적 설계 적합성 수준을 판단하는 기초자료로 활용될 수 있다.

표 3. 50th %ile 인체모델의 cyclic control과 collective control 중립위치 도달 자세 예(단위: °)

No.	Loss score	Trunk	Shoulder						Elbow	
			Left			Right			Left	Right
			Flexion	Abduction	Rotation	Flexion	Abduction	Rotation	Flexion	Flexion
1	32.2	0	-27	25	0	0	0	27	80	98
2	29.2	0	-27	25	0	0	0	27	80	98
3	26.2	3	-27	31	0	0	0	24	80	92
4	24.2	6	-27	34	3	0	3	30	83	89
5	30.8	9	-24	31	0	0	0	27	83	89
6	28.2	0	-27	25	0	0	0	27	80	98
7	25.2	3	-27	31	0	0	0	24	80	92
8	23.2	6	-27	34	3	0	3	30	83	89
9	29.8	9	-24	31	0	0	0	27	83	89
10	32.8	12	-21	22	0	0	0	27	83	89
11	26.2	6	-27	34	3	0	3	30	83	89
12	32.8	9	-24	31	0	0	0	27	83	89
13	35.8	12	-21	22	0	0	0	27	83	89

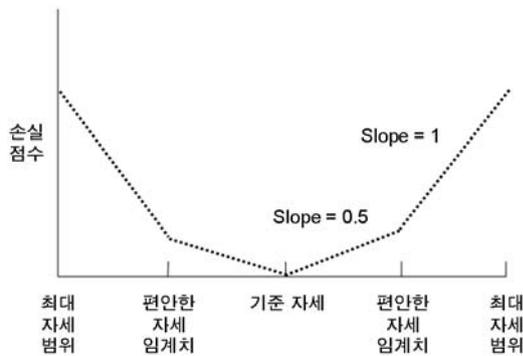


그림 3. 손실점수 예

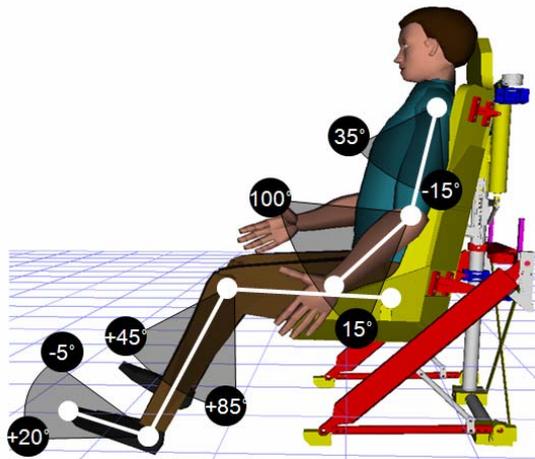


그림 4. 헬리콥터 조종실 설계기준자세 예

### 3. 한국형 헬리콥터 조종실 평가 적용 사례

본 연구에서 개발된 정량적 신체부하 평가 방법은 한국형 헬리콥터 조종실의 개념 설계(preliminary design)에 대한 신체부하 평가 및 개선 설계 대상 분석에 적용되었다. 신체부하 정량화를 위한 가중치 정보는 연구진 협의(인간공학 전문가 2명, 조종사 3명, 헬리콥터 조종실 개발자 2명)를 통해 3등급(상, 중, 하)으로 설정되었다. 본 연구의 DHMS 기반 평가는 한국형 헬리콥터 개념 설계에 대한 초기 평가를 통해 설계 개선이 요구되는 대상을 파악함으로써 평가와 설계 개선의 순환적 과정 및 physical mockup 제작 횟수를 감소시키기 위해 수행되었다.

개발된 평가 방법을 적용하여 파악된 신체부하 점수에 근간해 개선이 필요한 한국형 헬리콥터 조종실의 설계 항목이 파악되었다. 예를 들면, collective control은 그림 6에 나타난 것과 같이 손목의 자세 안락도 점수가 2점(불만족)으로 낮고, 위팔과 조종석 간의 여유공간 점수가 3점(자세 변경을 통해 여유공간 확보 가능)으로 나타나 개선이 필요한 것으로 파악되었다. 또한, 그림 7에 나타난 것과 같이 전방 경계 시 머리 여유공간(3점)은 자세 변경 없이 MIL-STD-1333B (Department of Defense, 1987)에 명시된 여유공간(25.4cm)을 충족하지 못해 개선이 필요한 것으로 파악되었다. 본 연구를 통해 파악된 개선 설계 대상은 한국형 헬리콥터 조종실의 상세 설계(detailed design) 시 보완되었다.

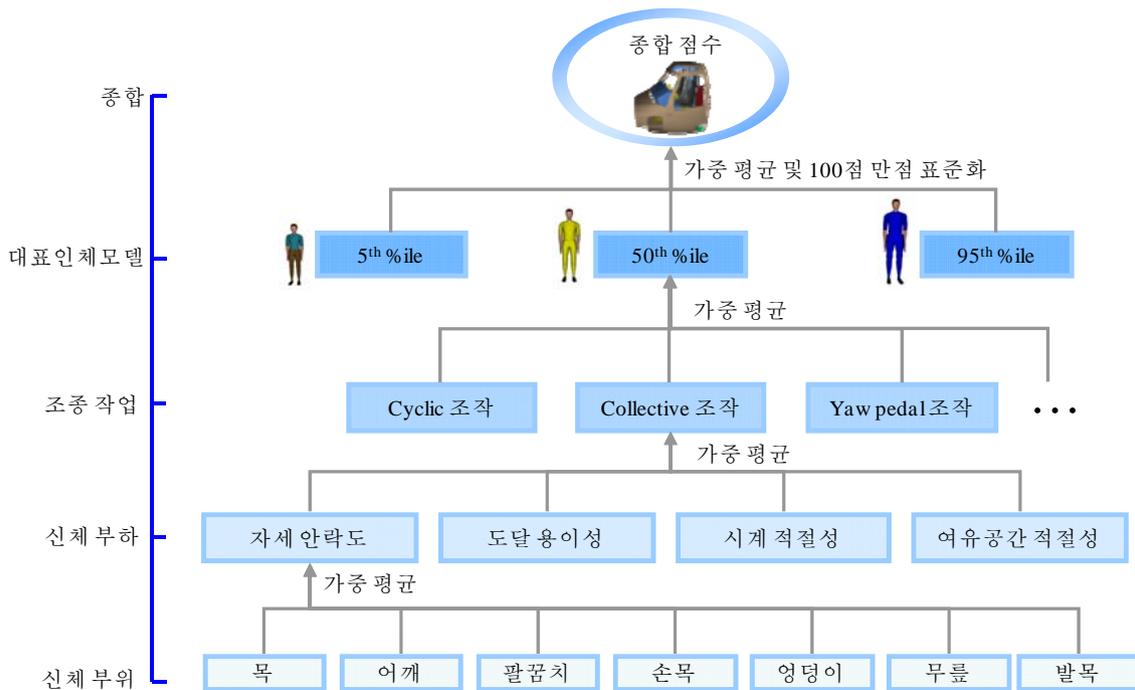
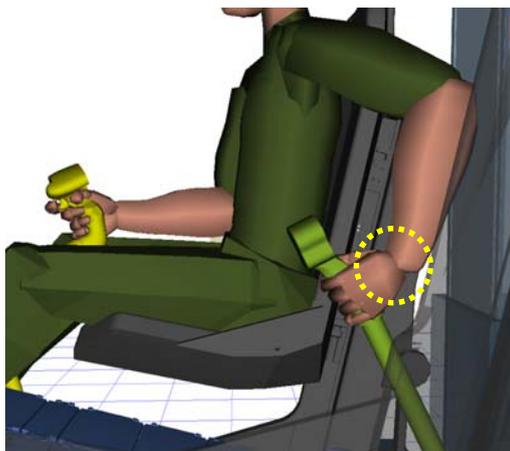
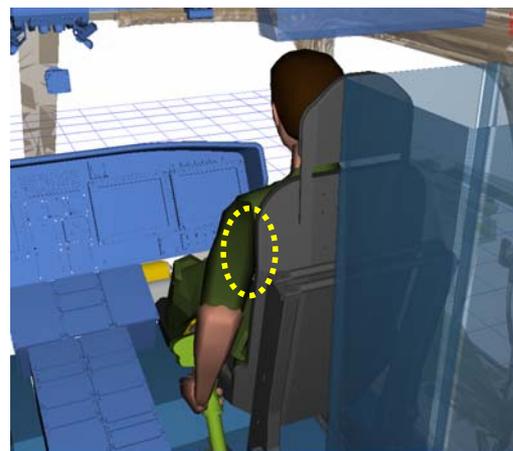


그림 5. 신체부하 정량화 체계



(a) 손목 자세



(b) 뒷팔과 조종석 접촉

그림 6. 5<sup>th</sup> %ile에 대한 collective control 조작 작업 평가

#### 4. 토 의

본 연구의 신체부하 평가 방법은 헬리콥터 조종실 개선 대상 파악 및 설계 대안의 상대적 선호도 분석에 유용하게 활용될 수 있다. DHMS 기반 기존 평가들은 3차원 상에 평가 대상 제품과 가상인체모델의 상호작용을 시각화한 정

보에 근간해 설계 적합성 및 개선 대상 분석이 이루어졌다 (Bowman, 2001; Das and Sengupta, 1995; Jung and Kee, 1996; Ulin et al., 1990). 그러나, 본 연구의 평가 방법은 네 가지 측면의 신체부하를 정량화할 수 있어 개선이 필요한 설계 대상을 체계적으로 파악할 수 있다. 또한, 개발된 평가 방법은 정량화된 신체부하 점수에 근간해 여러 가지 설계 대안의 상대적 선호도를 분석할 수 있다.

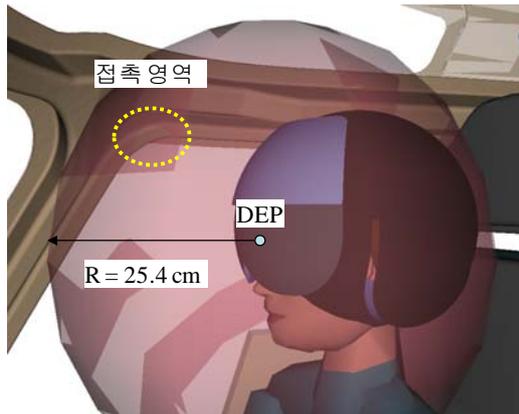


그림 7. 5<sup>th</sup> %ile에 대한 머리여유공간 평가

헬리콥터 조종실 설계에 따른 조종사의 신체부하를 보다 과학적으로 정량화하기 위해서는 신체부하 척도에 대한 후속 연구가 필요하다. 본 연구는 기존 문헌(류태범 외, 2004; Department of Defense, 1987; Diffrient et al., 1981; Kroemer et al., 1994; Sanders and McCormick, 1992)을 참고하여 네 가지 측면(자세 안락도, 도달 편의성, 시계성 적절성, 그리고 여유공간 적절성)의 신체부하 척도를 개발하였다. 예를 들면, 자세 안락도 척도는 기존 문헌에 제시된 편안한 동작 범위와 최대 동작 범위를 세분화하여 5점 척도로 개발되었다. 그러나, 헬리콥터 조종사의 신체부하를 보다 정확하게 정량화하기 위해서는 실험에 근간한 헬리콥터 조종실에 특화된 신체부하 정량화 척도의 개발이 필요하다.

본 연구의 조종 자세 추정은 자세 추정 공식과 손실함수에 근간하고 있어 추정된 자세와 실제 조종사 자세 간의 정합성을 평가하는 후속 연구가 필요하다. 개발된 신체부하 평가 방법의 조종 자세는 자세 추정 공식을 이용하여 가능한 가상인체모델의 모든 자세 대안을 파악한 후 그 중에서 손실 점수가 최소인 자세로 설정되었다. 자세 추정 공식은 인체부위의 기하학적 연관관계를 수식화한 것으로서 신체 동작에 따른 인체의 변형 특성이 고려되어 있지 않으며, 손실함수는 헬리콥터 조종실 설계(Department of Defense, 1987) 및 편안한 동작 범위(Diffrient et al., 1981)에 대한 기존 연구에 근간하여 연구자에 의해 정의되었다. 따라서, 추정된 조종 자세의 적합성을 평가하기 위해 추정된 자세와 실제 조종사 자세 간의 차이를 실험적으로 평가하는 후속 연구가 수행되어야 할 것이다.

## 참고 문헌

류태범, 신승우, 유희천, "자동차 내장 설계의 정량적 시계성 평가 시스템 개발". 대한산업공학회 2004 춘계학술대회지, 2004.

이상기, 이민정, 조영석, 권오채, 박정철, 유희천, 한성호, "Digital human simulation을 통한 overhead crane의 인간공학적 설계 개선 및 평가". 대한인간공학회/한국감성 과학회 2005 춘계 학술대회 및 제8회 한일 공동 인간공학 심포지움, 2005.

정기효, 권오채, 유희천, Design Structure Matrix를 활용한 인체측정학적 제품 설계 방법: 컴퓨터 워크스테이션 설계 적용. *대한인간공학회지*, 26(3), 111-115, 2007.

Bowman D, Using digital human modeling in a virtual heavy vehicle development environment. In Chaffin, D. B. (Ed.), *Digital Human Modeling for Vehicle and Workplace Design* (pp. 17-36). Warrendale, PA: SAE International, 2001.

Chaffin, D. B., *Digital Human Modeling for Vehicle and Workplace Design*. Society of Automotive Engineers, Warrendale, Pa: SAE International, 2001.

Das, B. and Sengupta, A. K., Computer-aided human modeling programs for workstation design. *Ergonomics*, 38(9), 1958-1972, 1995.

Department of Defense. *Aircrew Station Geometry for Military Aircraft* (MIL-STD-1333B), Washington, 1987.

Diffrient, N., Tilley, A. R. and Harman, D., *Human Scale 7/8/9*, Cambridge, MA, 1981.

Jung, E. S. and Kee, D., A man-machine interface model with improved visibility and reach functions. *Computers and Industrial Engineering*, 30(3), 475-486, 1996.

Kroemer, K. H. E., Kroemer, H. B. and Kroemer-Elbert, K. E., *Ergonomics: How to Design for Ease & Efficiency*. Prentice-Hall, New Jersey, 1994.

Nelson, C., Anthropometric analyses of crew interfaces and component accessibility for the international space station. In Chaffin, D. B. (Ed.), *Digital Human Modeling for Vehicle and Workplace Design* (pp. 17-36). Warrendale, PA: SAE International, 2001.

Sanders, M. S. and McCormick, E. J., *Human Factors in Engineering and Design*. McGraw\_Hill:Singapore, 1992.

Sengupta, A. K. and Das, B., Human: An AutoCAD based three dimensional anthropometric human model for workstation design. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 19(5), 345-352, 1997.

Ulin, S. S., Armstrong, T. J. and Radwin, R. G., Use of computer aided drafting for analysis and control posture in manual work. *Applied Ergonomics*, 21(2), 143-151, 1990.

You, H., Bucciaglia, J., Lowe, B. D., Gilmore, B. J. and Freivalds, A., An ergonomic design process for a US transit bus operator workstation. *Heavy Vehicle Systems, A Series of the International Journal of Vehicle Design*, 4(2-4), 91-107, 1997.

---

## ○ 저자 소개 ○

### ❖ 정기효 ❖ khjung@postech.ac.kr

포항공과대학교 산업경영공학과 박사  
 현 재: 펜실바니아 주립대학교 산업공학과 박사후연구원  
 관심분야: 디지털 환경 기반 인간공학적 제품 설계 및 평가,  
 사용자 중심 제품 설계, 사용성 평가,  
 직업성 근골격계질환 예방 및 통제

### ❖ 박 장 운 ❖ parkjw@postech.ac.kr

이주대학교 산업정보시스템공학부 학사  
 현 재: 포항공과대학교 산업경영공학과 통합과정  
 관심분야: 인간공학적 제품 설계, 3차원 동작 분석,  
 3차원 인체모델링, 사용성 평가

### ❖ 이 원 섭 ❖ mcury@postech.ac.kr

한동대학교 산업정보디자인학부 학사  
 현 재: 포항공과대학교 산업경영공학과 통합과정  
 관심분야: 인간공학적 제품 설계, 3차원 스캐닝,  
 3차원 인체모델링, 공학디자인, 경험디자인

### ❖ 강 병 길 ❖ kawk67@koreaaero.com

한국항공대 항공기계공학과  
 현 재: 한국항공우주산업 연구원  
 관심분야: 항공기 조종실 형상설계, 사용자 중심의 장비 설계,  
 조작기 위치 분석, 가상 환경을 통한 사용자 분석,  
 작업부하 분석

### ❖ 엄 주 호 ❖ accent1@koreaaero.com

중앙대학교 기계공학과  
 현 재: 한국항공우주산업 연구원  
 관심분야: 조종사 좌석 설계, 사용자 중심의 장비 설계,  
 가상 환경을 통한 사용자 편의성 분석

### ❖ 박 세 권 ❖ parksk@afa.ac.kr

미국 펜실바니아 주립대학교 산업공학 박사  
 현 재: 공군사관학교 산업공학과 교수  
 관심분야: Human Factors in Aerospace,  
 psychophysiology, Fatigue/Stress Assessment

### ❖ 유 희 천 ❖ hcyou@postech.ac.kr

미국 펜실바니아 주립대학교 산업공학과 박사  
 현 재: 포항공과대학교 산업경영공학과 부교수  
 관심분야: 인간공학적 제품설계 기술, 사용자 중심의 제품설계,  
 가상 환경 기반 인간공학적 제품 설계 및 평가,  
 사용성 공학, 근골격계질환 예방 및 통제

---

논 문 접 수 일 (Date Received) : 2009년 08월 13일

논 문 수 정 일 (Date Revised) : 2010년 02월 12일

논문게재승인일 (Date Accepted) : 2010년 03월 03일

---