Journal of the Ergonomics Society of Korea
Vol.21, No.2, pp.47-58, July 2002

Forward Kinematics 모델을 이용한 자동차 운전공간의 설계

A Driver Space Design of Passenger Vehicle using Forward Kinematics Model

정 성 재 *, 박 민 용**

ABSTRACT

This research suggested the mathematical model (forward kinematics method) to provide the reference points of driver space more easily and accurately in designing the package layout of vehicle interiors. For this purpose, the lengths of body segments of drivers and various joint angles occurred while driving were used. The length data between joints for the mathematical model were extracted from SAFEWORK® as well as 95th percentile male and 5th percentile female body dimensions were utilized. In addition, the angles of body segments were applied on its diverse values within proper ranges in order to compare them each other. The mathematical model in this study was based on the concept of converting polar coordinate system to Cartesian coordinate system so that reference points of driver space were acquired in Cartesian coordinate system after using the segment lengths of drivers and the joint angles of driving postures as an input of polar coordinate system. It is expected that reference points of driver space obtained from this research are helpful to the study on package layout that is appropriate for physical characteristics of drivers.

Keyword: Package layout, Forward kinematics, Seat reference point.

* 한양대학교 산업공학과
주 소 : 133-791 서울시 성동구 행당동 17
전 화 : 02-2282-5680
E-mail: sjchung@ihanyang.ac.kr

Copyright (C) 2003 NuriMedia Co., Ltd.

1. 서 론

1.1 연구배경 및 목적

최근 양산되고 있는 자동차는 각종 공학의 발전에 힘입어 성능 및 안락성 등이 크게 향상되고 있으며, 이와 관련하여 국내에서도 package layout 분야에서도 많은 연구가 진행되고 있다(Mano, 1998 ; 박성준 등, 1998 ; 신원경 등, 1997 ; 정성재 등, 2000). 과거 자동차에 대한 인식이 새롭게 변화하면서, package layout 분야의 최근 연구도 운전 편의성 중심으로 진행되고 있으며 자동차 실내 설계의 주요 개념이 운전자 및 탑승자를 고려하는 방향으로 바뀌고 있다.

Package layout이란 차량의 부품들에 대한 적절한 배치를 통하여 승강성, 시인/시계성, 거주성, 조작성 등을 향상시키는 설계과정으로, 운전석과 승객석 주위에 대한 layout만을 가리켜 seating package라고도 한다(Mano, 1998). 또한 일반적으로 신차를 개발할 때 초기 단계에서 수행하는 작업을 거주 공간(occupant envelope)의 결정과정이라고 할 수 있다. 이 과정은 운전자와 승객의 안전성, 안락성, 편의성 그리고 조절성을 고려하여 요구되는 실내공간을 확보하고, 또한 실내 및 seats, controls, display, air ducts, steering column, roof rails 등과 같은 구조적인 요소들을 마련하는 것을 포함하고 있다(Roe, 1993).

Package layout에 따라 운전자의 자세가 결정되며, 이는 운전자의 시야, 운전시의 피로도, 조작 편의성 등에 영향을 미치게 된다. 결국, 승용차에 있어서의 package layout이란 신차종 개발을 위해 설정된 개념에 대하여 인간공학적인 면을 고려하여 실제적인 상품성을 부여하기 위한 주요 부품의 배치 행위이다. 이는 다시 basic package(기본 배치계획)와 space package(실내공간 배치계획)로 나눌 수 있다 (Mano, 1998). Space package는 basic package에 의해서 설정된 주요 요소를 차량의 실내공간 내에 구체적으로 배치하는 작업이다. 그림 1은 새로운 승용차를 설계함에 있어 interior design process를 도시하고 있다. 기존의 package layout 방법은 그림 1에서 보듯이, 실내공간 배치안이 수립되면 seating buck이라는 prototype을 제작하여 실내공간 배치안을 검증하게 된다.

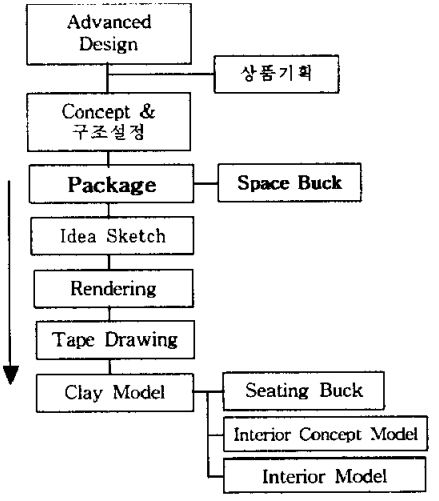

그림 1. Interior design process of new vehicle

Copyright (C) 2003 NuriMedia Co., Ltd.

본 연구는 운전석 실내공간의 요소별 배치 계획 시, 기존의 seating buck의 제작이나 2차원 또는 3차원 마네킹을 사용하지 않으면서, 다양한 신체 치수를 갖는 운전자들의 운전 편의성을 도모할 수 있도록 운전자 신체와 맞닿는 운전석 주변의 참조점 (driver reference point)들을 추정할 수 있는 kinematics 모델을 만들고자 한다.

1.2 기존연구 고찰

지금까지 수행되어온 전통적인 package layout 방법은 H-point template(SAE, 1995)이라 불리는 2차원 마네킹을 이용하여 2차원 도면상에서 각종 SAE(Society of Automotive Engineers: 미국자동차협회) 설계기준을 적용하는 방법이었다. 그러나 이 방법은 여러 단점을 지니고 있다 (Thompson, 1995). 첫째, 2차원 마네킹의 체절별 치수가 미국 HES(Health Examination Statistics)의 1960-1962년 자료를 따르고 있다는 것이다. 한 예로 2차원 마네킹의 ankle point에서 knee point까지의 거리가 460(mm), knee point에서 hip point까지의 거리는 455(mm)를 쓰고 있어 현재의 인체측정치(각각 467.86 mm, 463.73 mm)와 차이를 보이고 있다. 두 번째로는 마네킹의 몸통 윤곽은 50 백분위수 (50th percentile) 남성의 치수, 다리는 95 백분위수 남성의 치수를 따르고 있어(Roe, 1993) 여성과 이와 다른 남성의 백분위수별 치수는 반영이 되지 않고 있다. 세 번째는 인종의 다양성이 반영되고 있지 않다는 것이다. 백인, 흑인, 황인종 등 인종에 따른 상, 하지별 비율이 다르다는 결과는 자동차 메이커가 국제 시장을 고려한다면 해당 국가 소비자에게 영향을 미칠 수 있다.

또한 수리 모델을 통한 package layout에 대한 연구도 진행되었는데, Philippart et al. (1984)은 14명의 운전자들에 대한 작업영역 연구에서 얻은 자료를 토대로 다양한 백분위수별 운전자들이 자기에게 편한 의자 높이를 알 수 있는 driver selected seat position이라는 2차원 모델을 제시하였다. Faraway et al. (1999)은 인체 모델 표현 기법 중에 하나인 forward kinematics method를 사용하여 앉은 자세에서 상지의 뻗는 동작을 4개의 지체들로 이루어진 링크들로 예측할 수 있는 모델을 제시하였다. 또한 정의승 등 (1999)은 삼각기법을 이용한 자동차 운전환경 설계요소간 관계 모델링을 만들었는데, 이를 적용하게 되면 쉽고 간단하게 운전환경 설계요소 배치의 문제점을 확인할 수 있다.

2. 연구방법

2.1 연구절차

전체적인 연구절차를 도시하면 그림 2와 같으며, 그 내용을 순차적으로 설명하면 다음과 같다. 본 연구의 수리모델은 운전자의 체절별 길이와 운전 자세 형성시 만들어지는 관절각을 이용하면 극 좌표계가 형성된다는 사실에서 출발한다. 이는 다시 두 개의 좌표점으로

Copyright (C) 2003 NuriMedia Co., Ltd.

표현되는 직각 좌표계로 변환이 가능하며, 이 값을 바탕으로 seat, gear knob, steering wheel 등과 같은 운전공간 요소들과 관련된 운전자와 맞닿는 운전석의 참조점 들을 추정해 낼 수 있다.

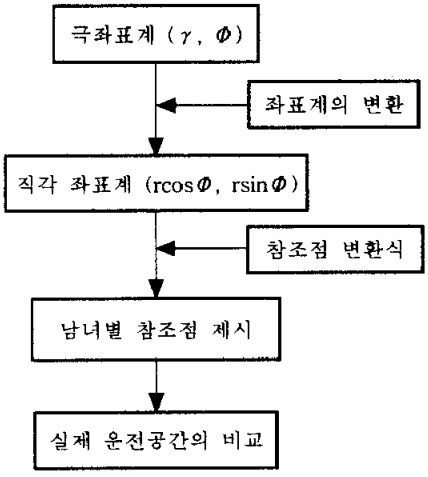

그림 2. 연구절차

2.2 기준축의 정의

본 연구는 SAE J182(SAE, 1990)에서 정의하고 있는 three dimensional reference system을 근거로 축의 방향을 설정하였다. X, Y, Z축은 그림 3과 같이 각각 seating buck의 앞뒤 수평방향, 좌우 수평방향, 상하 수직방향이다. 본 연구에서는 2차원 상의 수리모델을 다루므로, X축과 Z축만을 사용할 것이다. 따라서 X, Z 두 축에 의해서 나타내어지는 평면은 운전석의 side view가 된다.

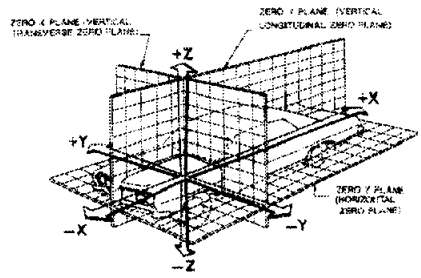

그림 3. Three dimensional reference system (SAE, 1990)

2.3 Kinematics

인체 모델의 표현 방식에는 kinematics와 dynamics가 있다. Kinematics를 이용하여 인체의 움직임을 표현하는 방법은 인체의 각 지체의 위치와 관절들의 각도를 힘과 회전력(torque)이 없는 상태로 가정하여 계산하는 것을 기본으로 한다. 이에 반해 dynamics를 채택한 방법에서는 kinematics에서 고려하지 않은 힘(근육에서 발생하는 내부 힘과 외부 환경에서 주어지는 외부 힘)과 회전력을 기본으로 하여 지체의 가속도를 계산한다. Kinematics는 다시 forward kinematics와 inverse kinematics로 나뉘게 된다.

Forward kinematics는 예를 들어 어깨 관절부터 손끝 사이의 움직임을 표현하는 인체 모델을 고려해 본다면, 어깨 관절부터 각 관절의 각도를 주고 각 지체의 길이가 주어지면 손끝의 위치를 3차원 공간상에서 유일하게 결정할 수 있다. 이에 반해 inverse kinematics에서는 지체들의 길이와 손끝의

Copyright (C) 2003 NuriMedia Co., Ltd.

위치만을 지정하고 손목, 팔꿈치의 각도를 계산하여 팔의 영상을 만든다. 이는 각 관절들의 허용 범위와 인체가 취하는 동작, 즉 움직임의 자연스러움에 대한 역학적 고려가 이루어져야만 실제적인 영상을 얻을 수 있다(한치승 등, 1993).

2.4 극 좌표계와 직각 좌표계

Angular kinematics를 표현하기 위해서 극 좌표계(polar coordinate)를 사용하는데 (Ozkaya and Nordin, 1991), 극 좌표계와 직각 좌표계(cartesian coordinate)를 이용하여 운전자의 체절길이와 운전자세 관절각을 입력값(극 좌표계)으로 한 후, 이를 직각 좌표계로 변환하면 운전자의 관절점을 얻을 수 있다. 이 관절점을 사용하여 신체면과 운전석의 하드웨어가 맞닿는 운전공간상의 참조점들을 추정하게 된다.

본 연구에서 사용한 극 좌표계와 직각 좌표계의 관계를 보이면 그림 4와 같다. 여기서 θ 값을 "0"이라고 가정하면 운전석을 side view에서 보는 것과 같은 2차원 평면이 된다.

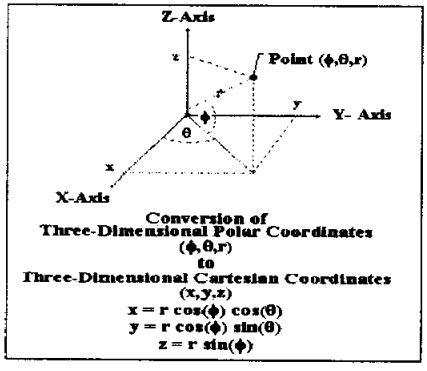

그림 4. 극좌표와 직각좌표의 관계

2.5 극 좌표계를 위한 데이터

본 연구에서 사용된 신체 체절별 길이 (γ)는 표 1과 같다. 여기서 쓰인 신체 체절길이는 SAFEWORK® (DASSAULT SYSTEMES, 2000)에서 얻어진 1988년도 미국인 95 백분위수 남성, 5 백분위수 여성의 값을 사용하였다.

표 1. SAFEWORK®에서 얻은 신체 부분별 치수 (단위: mm)

정 의	95th percentile male	5th percentile female
Shoulder point~H-point	489.05	381.53
H-point~Knee	463.73	381.52
Knee~Ankle	467.86	369.73
Ankle~Heel point	94.34	73.97
Shoulder point~Elbow	311.10	241.93
Elbow~Wrist	279.99	217.74

2.6 수리모델

수리모델을 위한 개요도를 보이면 그림 5와 같다.

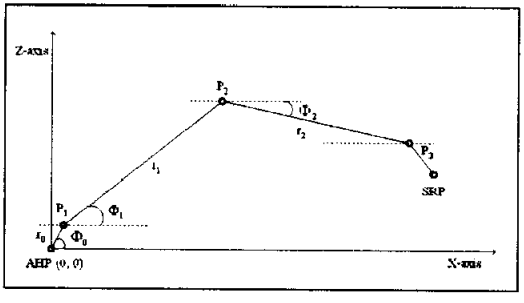

그림 5. 수리모델을 위한 개요도

Copyright (C) 2003 NuriMedia Co., Ltd.

본 연구의 수리 모델에서는 forward kinematics model을 가정하고 연구를 진행하였다. 다시 말하면, 운전자의 accelerator heel point(AHP)인 기준좌표 (0, 0)에서 출발하여 체절간의 길이 γ, 그리고 각도 Φ를 입력 값으로 하여 P_1, P_2, P_3, 최종적으로 SRP(Seat Reference Point) 값을 찾아가는 것이다. SRP는 시트의 좌판과 마네킹의 대퇴 부분이 만나는 부분의 연장선과 시트의 등판과 몸통 뒷부분이 만나는 부분의 연장선이 만나는 점이다(Pheasant, 1986 ; Henry Dreyfuss Associates, 1993). 이를 위해 수리 모델에서 사용하게 될 기호 및 정의를 보면 표 2와 같다.

$$X_n = \sum_{i=1}^{n} \gamma_{i-1} \times \cos \Phi_{i-1} + X_{n-1} \quad (1)$$

$$Z_n = \sum_{i=1}^{n} \gamma_{i-1} \times \sin \Phi_{i-1} + Z_{n-1} \quad (2)$$

$$(n = 1, 2, 3, \cdots)$$

starting point (AHP): $(X_0, Z_0) = (0, 0)$

γ = *segment length (mm)*, Φ = *angle* (°)

이때, 수리모델의 초기 각으로 사용되는 Φ_0을 정의하여야 한다. 운전자의 발과 페달, 바닥면 간에는 세 개의 각이 나오게 되는데, 그중 하나는 ankle point, heel point, 그리고 ball of foot에서 생기는 각으로써 남녀 각각 고정된 각으로 자리 잡게 된다.

표 2. 수리 모델의 기호 및 정의

극 좌표계 정보				직각 좌표계 정보	
길이	정의	각도	정의	좌표점	정의
γ_0	Heel point ~ Ankle point	Φ_0	Initial angle	AHP (0, 0)	Accelerator Heel Point
γ_1	Ankle point ~ Knee point (Calf length)	Φ_1		P_1 (x_1, z_1)	Ankle point
γ_2	Knee point ~ Hip point (Thigh length)	Φ_2		P_2 (x_2, z_2)	Knee point
				P_3 (x_3, z_3)	Hip point
				SRP (x_i, z_i)	Seat Reference Point

본 연구에서 제안되는 수리 모델은 식 (1), (2)와 같다. 현재 이 식은 2차원상의 좌표 값인 x, z 값만을 고려한 것이다. 따라서 수리 모델을 통하여 구하고자 하는 값들은 AHP (0, 0)에서 출발하여 ankle point 인 P_1, knee point인 P_2, hip point인 P_3, 그리고 SRP의 값을 구하는 것이다.

두 번째는 페달 각이 되겠고, 마지막 각이 본 연구의 수리모델 과정에서 초기 각으로 사용되는 각 Φ_0으로써, 앞선 두 개의 각이 정해지면 결정되는 각이다(그림 6).

Copyright (C) 2003 NuriMedia Co., Ltd.

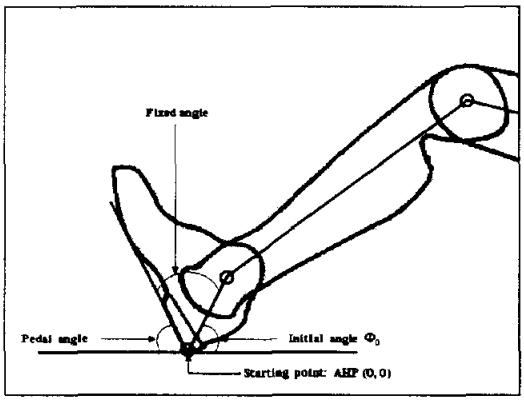

그림 6. 초기각 Φ0의 정의

2.7 Driver Reference Point

좌표점 P_3인 H-point에서 운전석 주변의 참조점 중 하나인 SRP의 위치를 추정하기 위해서는 둘과의 관계를 나타내는 식이 필요하게 되는데, Pheasant (1986)는 사람의 신장 값으로 SRP값을 추정 할 수 있는 상관계수를 소개한바 있다. 이때의 H-point와 SRP의 관계는 그림 7의 (a)와 같다.

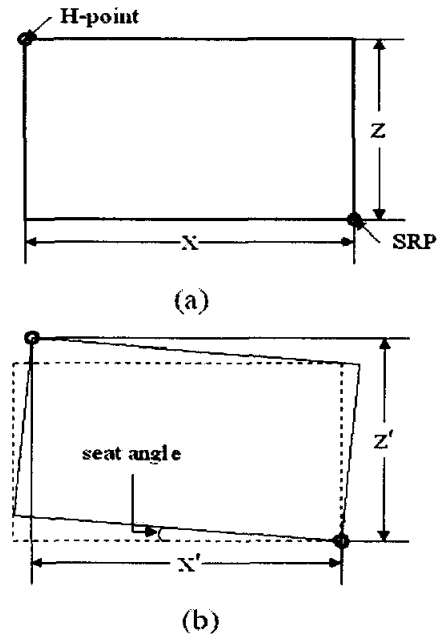

그림 7. H-point와 SRP와의 관계

그러나 seat의 좌판이 경사가 있는 실제 운전석에서는 H-point와 SRP의 관계는 그림 7의 (b)와 같이 될 것이다. 따라서 본 연구에서는 H-point에서 SRP까지의 X축 및 Z축까지의 거리를 운전자의 신장 값으로 예측할 수 있는 수정된 관계식을 정하였다(표 3).

표 3. H-point와 SRP간의 관계식 (seat angle=θ)

	95th percentile male	5th percentile female
X	0.07×stature	0.082×stature
Z	0.043×stature	0.043×stature
X'	(0.07×stature) − {(0.043×stature)×sin θ	(0.082×stature)−{(0.043×stature)×sin θ }
Z'	(0.043×stature) − {(0.07×stature)×sin θ	(0.043×stature)−{(0.082×stature)×sin θ }

Copyright (C) 2003 NuriMedia Co., Ltd.

SRP의 위치 값은 seat angle에 따라 값이 변할 수 있다. 본 연구에서 선택된 95 백분위수 남성의 신장은 186.57 cm이고 5 백분위수 여성의 신장은 152.48 cm이므로, seat angle을 0도라고 가정한 경우에는 95 백분위수 남성의 SRP의 값은 (X_3+130.6, Z_3-80.2)이고, 5 백분위수 여성의 SRP의 값은 (X_3+125.0, Z_3-65.6)이다. 그러나 seat angle을 5도라고 가정한 경우에는 95 백분위수 남성은 (X_3+123.7, Z_3-91.6)이고, 5 백분위수 여성은 (X_3+119.3, Z_3-76.5)이 된다. 이때 단위는 밀리미터이다.

3. 결 과

3.1 좌표계의 변환 및 SRP의 결정

그림 6에서의 초기 각 Φ_0을 결정하여 수리 모델을 진행하면 운전자의 관절 좌표 점들로 좌표계가 변환된다. 수리모델에서 사용된

표 4. 수리모델에서 사용된 운전자세

각도 종류	각도 값(°)		
	하한값	중앙값	상한값
초기 각도 Φ_0	55	60	65
발목 각도	80	93	105
무릎 각도	110	123	135
엉덩이 각도	95	108	120

표 5. 직각 좌표계로 변환된 값; 95th percentile male (단위: mm)

관절점 \ 관절각		운전자세 관절각								
		하한값			상한값			중앙값		
		Φ_0=65	Φ_0=60	Φ_0=55	Φ_0=65	Φ_0=60	Φ_0=55	Φ_0=65	Φ_0=60	Φ_0=55
P_1	x	44.71	52.90	60.68	44.71	52.90	60.68	44.71	52.90	60.68
	z	95.88	91.62	86.66	95.88	91.62	86.66	95.88	91.62	86.66
P_2	x	427.96	411.30	391.51	505.46	504.81	500.32	476.96	467.89	455.27
	z	364.23	392.35	417.49	177.12	212.71	246.68	274.92	307.65	338.04
P_3	x	807.82	812.90	811.79	962.15	966.78	964.05	905.39	910.16	908.01
	z	98.25	160.49	221.50	96.60	172.29	246.68	97.46	168.20	237.67
SRP	x	931.82	936.90	935.79	1086.15	1090.78	1088.05	1029.39	1034.16	1032.01
	z	6.85	69.09	130.10	5.20	80.89	155.28	6.06	76.80	146.27

표 6. 직각 좌표계로 변환된 값; 5th percentile female (단위: mm)

관절점 \ 관절각		운전자세 관절각								
		하한값			상한값			중앙값		
		Φ_0=65	Φ_0=60	Φ_0=55	Φ_0=65	Φ_0=60	Φ_0=55	Φ_0=65	Φ_0=60	Φ_0=55
P_1	x	35.43	41.92	48.08	35.43	41.92	48.08	35.43	41.92	48.08
	z	75.98	72.60	68.67	75.98	72.60	68.67	75.98	72.60	68.67
P_2	x	338.29	325.14	309.52	399.54	399.05	395.52	377.01	369.87	359.91
	z	288.04	310.26	330.11	140.18	168.29	195.12	217.47	243.32	267.33
P_3	x	650.82	655.55	655.30	775.26	779.11	777.04	729.49	733.73	732.39
	z	69.21	119.50	168.87	73.93	135.04	195.12	71.46	128.60	184.75
SRP	x	770.02	774.75	774.50	894.46	898.31	896.24	848.69	852.93	851.59
	z	-7.69	42.60	91.97	-2.97	58.14	118.22	-5.44	51.70	107.85

Copyright (C) 2003 NuriMedia Co., Ltd.

운전자세는 표 4와 같으며, 여기서 사용된 운전자세는 기존 연구(Henry Dreyfuss Associates, 1993 ; Judic et al., 1993)에서 나온 값을 사용하였다.

운전자세의 관절각(하한, 상한, 중앙값)을 극 좌표계의 Φ값으로, 신체 채절길이를 γ값으로 하여 초기각도 Φ_0의 경우(65°, 60°, 55°)에 따라 남녀 각각 직각 좌표계로 변환한 결과가 표 5, 6과 같다.

3.1.1 Φ_0이 65도일 경우

$\Phi_{fixed\ angle}$이 50도 이고, pedal angle이 65도이면, 수리 모델을 위한 초기 각 Φ_0은 65가 된다. 즉, 초기 각도 Φ_0이 65도인 경우는 페달의 초기 각도가 65도를 뜻한다.

남성의 경우는 SRP의 높이가 Z축의 원점에 근접함으로써 부적절하게 형성되는 것을 볼 수 있다. 여성의 경우 또한 SRP의 Z값이 (−) 값으로 떨어짐으로써 설계가 불가능해진다. 따라서 초기각 Φ_0이 65도라는 것은 적절치 않은 것으로 판단된다.

3.1.2 Φ_0이 60도일 경우

초기 각도 Φ_0가 60도인 경우는 페달의 초기 각도가 70도를 뜻한다. 표 5와 6에서 알 수 있듯이, SRP의 위치가 Φ_0이 65도일 경우일 때 보다 Z축으로 상승함을 알 수 있다.

3.1.3 Φ_0이 55도일 경우

초기 각도 Φ_0가 55도인 경우는 페달의 초기 각도가 75도를 뜻한다. 이때도 마찬가지로 SRP의 위치가 Φ_0이 65도나 60도일 경우보다 좀 더 상승함을 알 수 있다.

3.2 SRP 참조점들의 비교

본 연구에서 계산된 참조점들의 위치 값이 기존 참조점 위치와 어떤 차이가 있는지를 알아보았다.

비교 대상은 신원경(1998)의 연구에서 사용된 치수와 정성재 등(2000)의 연구에서 나온 결과 값을 갖고 시행하였다. 본 연구의 결과물과 비교하기 위한 신원경(1998)의 자료는 AHP에서 H-point까지의 치수를 다루고 있기 때문에, 표 3에서 언급한 관계식을 이용한 변환을 필요로 한다. 이때 시트의 각도는

표 7. 신원경(1998)의 치수 변환 (단위: mm)

		소형		준중형		중형	
		최소	최대	최소	최대	최소	최소
변환 전	AHP~H-point 간의 거리	728	953	745	970	746	971
	AHP~H-point 간의 높이	257		221	252	228	259
변환 후	AHP~SRP 간의 거리	847.3	1076.7	864.3	1093.7	865.3	1094.7
	AHP~SRP 간의 높이	165.4		129.4	175.5	136.4	182.5

Copyright (C) 2003 NuriMedia Co., Ltd.

표 8. SRP 위치 비교 (단위: mm)

	신원경 (1998)						정성재 등 (2000)		본 연구	
	소형		준중형		중형		최소	최대	최소	최대
	최소	최대	최소	최대	최소	최대				
AHP~SRP 간의 거리	847.3	1076.7	864.3	1093.7	865.3	1094.7	802	997	774.50	1088.05
AHP~SRP 간의 높이	165.4		129.4	175.5	136.4	182.5	172	207	91.97	155.28

5도로 가정하였다. 표 7에 변환 전의 값들과 변환 후의 값들을 제시하였다. 표 8에는 신원경(1998)의 변환된 SRP 값, 정성재 등(2000)의 SRP 값, 그리고 본 연구에서 수리모델을 통해 계산된 SRP 위치 값들을 각각 비교하였다.

신원경(1998)의 수치는 국내에서 양산되는 자동차들의 SRP 위치를 보이고 있으며, 정성재 등(2000)의 수치는 가변식 운전환경에서의 실험을 통해 얻어진 SRP의 권고치를 말하는 것이다. 기존연구들과 본 연구에서 제시하는 SRP의 위치 값과 비교할 때, 국내의 양산 승용차는 신원경(1998)의 연구 결과처럼 152.48 (cm)의 신장값을 갖는 키 작은 여성을 위한 공간은 확보하지 못하는 것으로 보인다.

4. 결론 및 토의

본 연구에서는 forward kinematics의 방법을 사용하여 운전자의 위치를 결정할 수 있는 수리모델을 개발하였다. 이는 다양한 인종의 인체측정치를 사용하여 자동차 운전공간에서의 배치안을 결정하는데 도움을 줄 수 있으며, 다양한 인종의 운전자 모집단의 신체 치수와 차량 종류별 운전자세를 갖고 package layout을 진행할 수 있다.

본 연구에서 제안된 수리모델을 사용하여 표 4에서 제시된 바와 같이 운전자세의 세 가지 안락각도 별로 운전자세를 예측하였다. 이때 운전자의 움직임은 inverse kinematics가 아닌 forward kinematics로 관절각이 형성되기 때문에 시작점에서의 초기 각도가 중요하다. 시작점의 관절각은 페달 각도에 의해 결정되는데, 페달 각도는 보통 초기(65°), 중간(55°), 그리고 최종(45°) 각도로 나눠진다. 그리고 대부분의 package에 관련한 연구에서는 ball of foot과 AHP가 페달과 접촉하고 있는 면을 두 평면이 밀착하고 있는 모양으로 가정하고 있지만, 실제로는 페달의 표면은 곡면으로 되어 있기 때문에 신발을 착용한 발이 페달과 접촉할 때, 페달의 초기 각도와 상관없이 운전자가 AHP를 어디에 위치시키느냐에 따라 발목 각도가 달라질 수 있다.

본 연구는 2차원상의 X, Z 좌표값을 이용한 초기 연구를 진행하였으며, 앞으로 Y축을 추가한 3차원 상의 좌표값을 이용한 연구가 진행되어야 할 것으로 본다. 이것이 완성되면 운전자의 오른쪽 상지의 분석이 가능해져

Copyright (C) 2003 NuriMedia Co., Ltd.

gear knob의 위치 검증 등 3차원적인 평가가 가능해질 것이다. 또한 해당 운전자 모집단의 신체 체절 길이와 차종별 운전자세를 설명하는 관절각을 입력하면 신체 참조점과 이를 응용한 운전석 참조점이 생성되어, 모니터 상에서 차량의 내장 구성품과 신체 부위간의 적정 여유공간 등을 실시간으로 알아 볼 수 있을 것이다.

참고 문헌

Mano. (1998). 휴먼퍼포먼스를 위한 운전자 차량간 인터페이스 기초연구(결과보고서). 산업자원부.

박성준, 강동석. (1998). Ergonomic Human Model을 이용한 인간공학적 차량설계. 산업공학, 11(2), 125-137.

신원경. (1998). 한국인 운전자의 성별, 체형, 신체치수를 고려한 승용차 운전공간 규격 개선안. 한양대학교 대학원 석사학위논문.

신원경, 정성재, 박민용. (1997). 한국인 인체 측정 데이터를 이용한 내수용 승용차 내부 설계 평가 및 개선에 대한 연구. 대한인간공학회 추계학술대회 논문집, 12-22.

정성재, 박민용. (2000). 3차원 좌표를 이용한 승용차 운전공간의 설계기법 개발. 대한산업공학회지, 26(3), 257-264.

정의승, 이정근. (1999). 삼각기법을 이용한 자동차 운전환경 설계요소간 관계 모델링. 대한산업공학회지, 25(2), 173-183.

한치승, 정의승. (1993). 인체 모델의 컴퓨터 형상화 방법. 대한인간공학회지, 12(1), 57-73.

DASSAULT SYSTEMES. (2000). SAFEWORK User's Manual.

Faraway. J. J., Xhang. X. D., and Chaffin. D. B. (1999). Rectifying postures reconstructed from joint angles to meet constraints. Journal of Biomechanics 32 (7): 733-736.

Henry Dreyfuss Associates. (1993). The measure of man and woman : human factors in design. New York, NY: Whitney Library of Design.

Judic, J. M., Cooper, J. A., Truchot, P., Effenterre, P. V., and Duchamp, R. (1993). More objectives tools for the integration of postural comfort in automotive seat design. SAE Technical Paper No. 930113, Warrendale, PA: Society of Automotive Engineers, Inc.

Ozkaya. N., Nordin. M. (1991). Fundamentals of Biomechanics: Equilibrium, Motion, and Deformation. Van Nostrand Reinhold.

Pheasant, S. T. (1986). BODYSPACE: Anthropometry, Ergonomics and Design. Taylor & Francis, London.

Philippart, N. I., Roe, R. W., Arnold, A., and Kuechenmeister, T. J. (1984). Driver selected seat position model. SAE Technical Paper No. 840508, Warrendale, PA: Society of Automotive Engineers, Inc.

Roe, R. W. (1993). Occupant Packaging.

Copyright (C) 2003 NuriMedia Co., Ltd.

Automotive Ergonomics (Edited by Peacock, B., and Karwowski, W.), 11-42, Taylor & Francis, London.

SAE. (1990). Recommended Practice SAE J182: Motor Vehicle Fiducial Marks and Three Dimensional Reference System. Warrendale, PA: Society of Automotive Engineers, Inc.

SAE. (1995). Recommended Practice SAE J826: Devices for Use in Defining and Measuring Vehicle Seating Accommodation. Warrendale, PA: Society of Automotive Engineers, Inc.

Thompson, D. D. (1995). An ergonomic process to assess the vehicle design to satisfy customer needs. International Journal of Vehicle Design 16 (Nos 2/3): 150-157.

저자 소개

◈ 정 성 재

한양대학교 산업공학과 학사
한양대학교 대학원 산업공학과 석사
한양대학교 대학원 산업공학과 박사수료
관심분야: Anthropometry, Occupant Packaging in Vehicle, Workplace Analysis and Design, Industrial Safety

◈ 박 민 용

한양대학교 산업공학과 학사
Virginia Polytechnic Institute and State University, Dept. of IE & OR M.S.
Virginia Polytechnic Institute and State University, Dept. of ISE Ph.D.
현재: 한양대학교 산업공학과 부교수
관심분야: 소음관리/청각보호, 산업안전 및 보건, 인간-기계 시스템 설계, HCI, 감성공학, 작업관리, 멀티미디어 정보통신

논문접수일 (Date Received): 2002/02/07
논문게재승인일(Date Accepted): 2002/07/02

Copyright (C) 2003 NuriMedia Co., Ltd.