고령탑승자 승하차 보조편의장치 개발에 관한 연구

The Study on Systems to Aid the Ingress/Egress for Elderly Passenger

#이건환[1], *한일수[1], 최우진[2], 윤경한[3], 박요한[3]

#G. H. Rhee(ghrhee@actronics.co.kr)[1], * I. S. Han[1] , W. J. Choi[2], K. H. Yoon[3] , Y. H. Park[3]

[1] 액트로닉스, [2]홍익대학교 기계디자인시스템공학과, [3]교통안전공단 자동차성능연구소

Key words : Ingress/Egress, Elderly Passenger, Maximum-Voluntrary-Contraction

1. 서론

국내 65세 이상의 고령인구는 향후 10년 내에 총인구의 14%를 초과하여 고령사회에 들어갈 것으로 통계청은 추정하고 있다.[1] 또한, 국내·외 선진 자동차업계에서는 최근 고령자의 특성을 자동차 설계요소에 중요한 인자로 인지하고 이에 대한 연구 및 시스템 등을 개발하고 있는 실정이다.[2] 또한, 고령자를 대상으로 한 설문조사 결과, 승/하차 편의성 문제가 차량과 관련하여 개선되어야 할 중요한 사항으로 지적되고 있다.[3] 또한, 고령자는 일반인에 비해 승하차 거동 실험 시 근육 부하가 약 20% 증가하는 연구도 이를 뒷받침하고 있다.[4]

최근 U. of Michigan에서 고령자와 비고령자 간 승/하차 거동 시 불편도 차이에 대한 연구를 수행하였다.[3] 25세에서 89세 이르는 남녀 지원자 36명을 대상으로 3개 차종(MiniVan, 4-Door Sedan, Pick-Up)에 대해 실차 감성평가가 이루어졌다. 연구 결과, 승/하차 거동이 가장 편한 차량은 미니 밴으로 나타났으며, 연구진들은 미니 밴의 스텝 높이(Step Height, 419.1mm) 와 좌석 높이(Seat Height, 685.8mm)를 승/하차 거동시 가장 편안한 높이라고 언급하였다. 이는 기존 고령자 승/하차 연구에서 차량의 스텝 높이 및 좌석 높이가 낮은 세단형 승용차의 경우, 상체 유연성이 좋을수록 더 안락하다고 느껴 나이가 들수록 많은 불편함을 느끼는 것으로 해석되었다. 반대로 차량의 스텝 높이 및 좌석 높이가 높으면 기타 별도의 장치를 이용하여 승차해야 함으로써 관련 근력이 나이가 들수록 약해져 불편함이 있는 것으로 보고되었다.

Table 1 Measured data for Step and seat height(mm)

Vehicles	Step Height	Seat Height
Sedan A	362	524
Sedan B	338	442
Sedan C	381	519
SUV A	503	778
SUV B	535	818

Table 1은 국내 차량 5개 차종에 대해 지면으로부터의 스텝 높이, 사이드 실 높이와 시트 높이에 대해 조사한 비교 데이터이다. 연구결과와 조사 측정된 데이터에 의하면, 현재 개발되어 출시된 자동차는 승/하차 거동 특성을 반영한 설계 시 고령자 특성에 대한 고려가 미비하다고 판단할 수 있다. 따라서, 본 연구에서는 스텝 높이 및 좌석 높이에 따라 승하차시 거동 불편요소를 도출하고 이를 보완하기 위한 보조편의장치의 위치, 강도, 방향 등에 대해 고령 탑승자 감성평가를 수행할 목적의 평가시스템 개발하고자 한다.

2. 고령자의 승하차 거동 실험 프로세스

현재까지의 승하차 거동분석의 형태는 사용편의성에 상호작용할 수 있는 모형제품과 다수의 피 실험자를 이용하여 승하차 동작에 의한 모션 캡쳐를 통하여 생체역학적 시뮬레이션을 해석하는 승하차 편의장치에 대한 연구가 꾸준히 진행되어 왔고 결과적으론 승하차동작에 대한 편의장치를 가상적 프로토 타입으로 제시하는 수준으로 진행되어 왔다. 본 연구는 이러한 고령자의 승하차 거동특성에 대하여 보조편의 장치에 반영하기 위해 Fig.1과 같이 승하차 거동특성 및 장치개발을 유도하기위한 프로세스를 수립하였다.

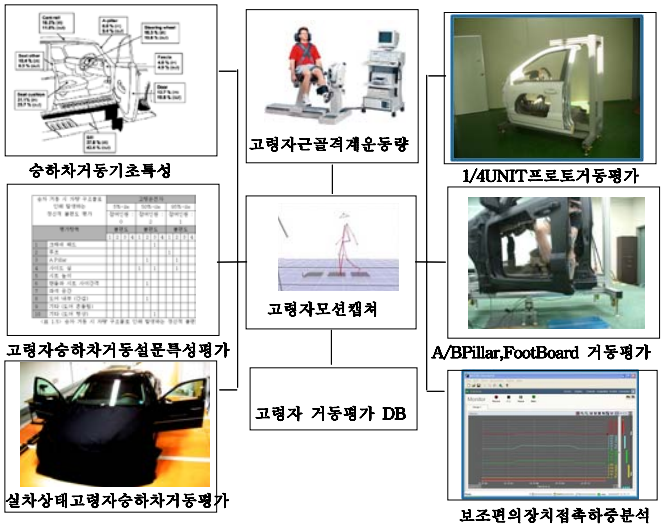

Fig.1 승하차 거동특성 및 장치개발 프로세스

실험 프로세스의 구성은 승하차 거동관련 기초 데이터를 수집 분석하여 고령탑승자의 승하차 거동에 따른 특성에 대한 설문평가 기준을 마련하였고 특히 국내 고령자들이 선호하는 차종을 선택하여 실차상태를 이용한 고령자의 승하차 거동특성을 조사하였다. 또한 최근 소비자의 구매욕구가 높은 SUV차량을 선정하여 승하차시 안락도를 확연하게 나타나게 하고 이를 재현케 하기 위하여 1/4유니트 형태의 프로토 차량으로 가공하여 실차에 준한 제원으로 고령자의 승하차 거동특성을 확인 할 수 있도록 제작하였으며, 승하차 시 편의성에 직접 상호 작용을 할 수 있는 디바이스를 선정하여 제한된 실제 차량 공간을 기준으로 설계 제작하여 설치하였으며 피 실험자의 승하차시 각각의 디바이스로 연결된 하중측정 센서를 통하여 접촉하중을 데이터베이스화 하였다. 또한 다수의 피 실험자의 기초 생체역학 데이터를 추출하여 관절별 최대근력 및 근육 활성도를 기초하여 승하차 모션 트라젝터리를 확인하여 고령의 피 실험자가 각각의 디바이스를 이용한 승하차시의 안락도를 평가할 수 있는 승하차 보조 편의장치에 대한 시험 프로세스 구축하였다. 따라서 본 연구는 고령자의 동작 특성을 실차 평가 및 분석에 기초한 보조편의 장치의 이용에 따른 안락도를 현 설계안에 대한 유효성을 검증하기 위하여 생체역학 시뮬레이션과 연계한 데이터베이스의 구축 작업과 고령의 피 실험자의 동작 현 설계제작 프로타입을 구체화하기 위한 안락도를 평가하는 연구를 계속하여 승하차 거동 특성 관련 데이터베이스 구축하고 있다.

3. 보조 편의 장치의 구성

고령자 및 비 고령자의 승하차 시 패턴에 대한 안락도를 실험하기 위하여 기존 승용차 보다는 차고가 높은 SUV 차량을 대상으로 하였으며, 1/4 유니트 형태의 프로토 차량을 실차에 준한 차고를 기준으로 제작하였다. 또한 본 연구를 수행하기 위하여 승하차 편의성에 직접 상호작용을 하기위한 별도 형태의 승하차 보조편의 장치들이 필요하였고 따라서 Fig.2(a)는 차량의 Sill부근에 SUV 차량차고에 대한 승하차시의 거동부하를 줄여 주기 위하여 착탈식 풋보드의 디바이스가 설계 제작되었고 Fig.2(b)차량의 A필러 부근에서 승차 시 거동부하를 줄여주기 위한 어시스트

핸들의 디바이스가 설계 제작되었으며 Fig.2(c)차량의 B필러부근에서 하차 시 거동부하를 줄여주기 위한 어시스트 핸들의 디바이스가 설계제작 되었다. 각각의 프로토 타입의 디바이스 하부에는 피 실험자의 접촉하중을 측정하기위하여 로드셀을 설치하였다.

Fig.2 승하차를 위한 보조편의 장치

4. 결론

현재까지 연구보고서에 따르면 일반적인 안락도는 근골격계의 운동량인 대표근육에 대한 MVC(Maximum Voluntrary Contraction)와 각관절의 조인트 각도에 대한 값을 기준으로 판단할 수 있다.[5] 특히 고령자의 승하차시의 보조편의 장치의 안락도는 MVC 값과 밀접한 관계를 갖고 있으며, 이는 장치에 걸리는 접촉하중의 증가로 판단할 수 있다.

본 연구에서는 승하차 보조편의 장치에 대하여 고령자의 생체역학적 데이터와 감성적, 의존도를 안정도로 정량화하여 판단하였으며, 향후 지속적인 실험 데이터를 축적하여 고령자를 위한 편의장치 개발에 있어 고령자 가상 인체 모델 생성 및 모션 생성 기능이 개발되어 편의 장치의 가상 설계 및 가상실험을 할 수 있을 것으로 기대된다.

현재 양산되고 있는 차량에서 고령자를 위한 승하차 보조편의장치에 대한 실험과 해석을 통하여 고령탑승자 무릎과 어께에 대한 근육과 관절에 들어가는 힘이 완화됨을 알 수 있었다. 이러한 안락도에 대하여 보다 현실화를 가하기 위해서는 자동차 구조학적인 제한된 공간과 환경에서 고령자를 위한 승하차 보조편의 장치의 순기능의 유효성을 검증한 본 연구결과를 토대로 구조적 양산 설계 및 개발이 진행 될 것이다.

후기

본 연구는 국토해양부 교통체계효율화사업의 연구비지원(06 교통핵심 C01)에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

1. 통계청, “장래인구추계”, 2007
2. Y. Nakahama, et al., "An analysis of motion sequence in vehicle ingress/egress patterns of older people", Preceedings of JASE, No. 20015456, 2001
3. Bodenmiller, F. M., et al., "Effect of vehicle body style on vehicle entry/exit performance and preferences of older and younger drivers", SAE vol 111-6, 254-268, 2002
4. Namamoto K., et al., "Quantitative analysis of muscular stress during ingress/egress of the vehicle," JSAE Review, Volume 24, Number 3, July, pp. 335-339(5), 2003
5. Dufour, F., Wang, W., "Discomfort Assessment of Car Ingress/Egress Motions using the Concept of Neutral Movement", Digital Human Modeling for Design and Engineering Symposium, SAE 2005-01-2706, 2005