

자동차 시트 표피재의 감성평가

Comforts Evaluation of Car Seat Clothing

김주용*† · 이채정* · 김안나* · 이창환*

Jooyong Kim*† · Chaejung Lee* · Anna Kim* · Changhwan Lee*

송실대학교 유기신소재 · 파이버공학과*

Department of Organic Materials and Fiber Engineering, Soongsil University*

Abstract

A comfort evaluation of car seat clothing has been proposed for high comforts interior seat clothing. Car seat covers have received wide spread attention due to their man-machine interface working. And then, it will be necessary for measurements on delicate basic mechanical-properties, which closely relate with human touch feeling of its materials. In this research, we have utilized KES-FB[®](Kawabata Evaluation System) series, ST300[®] analogue softness tester and friction tester for measurement a physical properties. In order to consider both kansei and physical properties on interior seat covers, we firstly have established subjective words of judgement for the seat covers. Secondly, related them to the objective measurement of physical properties. Each kansei-language has clearly defined as 'Softness', 'Elasticity', 'Volume' and 'Stickiness' for the adjectives of leather car seat covers. These technical terms have correlated to physical properties in other words, h (mm), bending moment (gf*cm/cm), To-Tm (mm) and μ . At this time, fuzzy logic has utilized to predict the value of kansei language through physical values. On the basis of this result, finally it is possible to predict quality index of car seat covers using neural networks technique. In short, we develop a quality evaluation system of car seat clothing combining four physical quantities with kansei engineering.

Keywords: Softness, Elasticity, Volume, Stickiness, Fuzzy logic, neural network

요약

자동차는 첨단공업 기술이 고도로 집적되어 있는 인간-기계 시스템(man machine system)이다. 자동차에 대한 새로운 감성요구를 실현하기 위해서는 인체와 오랜 시간 접촉해 있는 시트 표피재의 분석이 반드시 필요하다. 본 연구에서는 자동차 시트 표피재의 역학적 특성과 감성을 고려한 고급감을 예측하여 고감성 내장 표피재 개발에 기여하고자 한다. 감성용어는 Softness(유연한), Elasticity(탱글탱글한), Volume(풍성한), Stickiness(끈끈한)를 설정하였으며, 이와 대응하는 표피재의 역학적 특성치를 측정하였다. 피혁의 특성평가에 의한 결과로 resilience, bending moment, thickness와 friction 값을 얻을 수 있었으며, 이러한 역학적 특성치를 softness, elasticity, volume, stickiness 값으로 변화하기 위해 fuzzy logic을 사용하였다. 또한 Fuzzy logic의 결과인 Softness, Elasticity, Volume, Stickiness 값으로 피혁의 고급감을 예측하기 위한 신경망 모델(Neural network)을 구성하였다. 즉, 자동차 표피재 중 피혁의 4가지 물리량으로 인간의 감성인 표피재의 고급감을 예측하여 고감성 자동차 시트 표피재의 개발을 위한 예측 모델의 가능성을 평가하였다.

주제어: 감성 평가, 부드러움, 탱글탱글함, 폭신함, 끈끈한 정도, 퍼지 로직, 뉴럴 네트워크

† 교신저자 : 김주용 (송실대학교 유기신소재 · 파이버공학과)

E-mail : jykim@ssu.ac.kr

TEL : 02-820-0631

1. 서론

감성공학은 인간의 감성과 이미지를 물리적인 디자인 요소로 번역해 감성에 맞는 상품을 설계하는 기술로써, 제품의 부가가치 향상을 위해서 필수적인 기술이라 할 수 있다.¹⁾ 또한, 생활환경이 고급화되고 선진화 되어감에 따라 인간중심의 제품 및 기술 개발이라는 세계적인 추세를 감안할 때 산업제품의 경쟁력 향상이 기대되는 기술 분야라 할 수 있다. 자동차는 인간에게 교통수단을 제공해 줄뿐만 아니라, 레저 생활 및 작업 대상으로써 인간과 매우 밀접한 관계에 있다. 최근 공학의 발전에 힘입어 자동차의 성능이 크게 향상되고 있음에도 불구하고, 경제발전과 국민의식의 향상, 그리고 소비문화의 질적 고급화로 인하여 사용상의 불편함을 느끼는 소비자들이 늘고 있다. 이러한 소비자 욕구의 질적 향상에 부응할 수 있는 시트는 운전 중 쾌적성을 결정하는 매우 중요한 요소로 인식되고 있다. 그동안 시트의 안락감 향상²⁾³⁾과 착좌시 인체와 접촉하는 시트의 압력분포에 따른 쾌적성 평가⁴⁾⁵⁾⁶⁾, 착좌시 쾌적성과 역학적 특성간의 관계⁷⁾⁸⁾를 밝히는 등 시트 자체와 인체와의 관계를 전제로 한 연구들이 대부분이며, 또한 시트의 표피재를 중심으로 한 쾌적성평가에 관한 연구가 있었으나 직물과 피혁의 구분 없이 이루어졌으며, 또한 천연피혁과

PVC(poly vinyl chloride) 합성피혁 위주⁹⁾로 진행되었다. 하지만 PVC 합성피혁은 포르말린이라는 유해성분이 지속적으로 배출되어 인체에 해로운 단점이 있어 유럽을 비롯한 선진국에서는 이 품목에 대한 규제가 강화되고 PVC 합성피혁을 대체하는 PU(polyurethane) 합성피혁이 많이 사용되고 있다. 따라서 본 연구에서는 자동차 시트 표피재의 감성평가 및 특성평가에 따른 모델링을 하기 위해 천연가죽과 PU 합성피혁 및 PVC 합성피혁을 포함하여, 인체와 내장 표피재의 피혁의 상호작용에 의한 고급감을 평가하여 고감성 내장 표피재 개발에 기여하고자 한다.

2. 실험

2.1. 시료

본 연구에서는 국내의 차량의 표피재로 사용되는 천연피혁 23종, 합성피혁 54종에 대해 실험을 진행하였다. 표 1은 피혁의 특성 평가에 사용된 시료를 나타낸 것이다. 시험편은 20°C, RH 65 %의 조건에서 24시간 동안 컨디셔닝 한 후 사용하였으며, 20±5°C, RH 65±10 %의 환경에서 측정하였다.

- 1) 김연민 (1996). 감성공학. 울산대학교 출판부, 11-45
- 2) Michiel P. DE Looze, Lottie F. M. Kuijt-evers and Jaap van Diee (2003). "Sitting comfort and discomfort and the relationships with objective measures". Ergonomics, 46, 985-997
- 3) M. Kolich (2004). "Predicting automobile seat comfort using a neural network". International Journal of Industrial Ergonomics, 33, 285-293
- 4) Diane E. Gyi, J.Mark Porter(1999). "Interface pressure and the prediction of car seat discomfort". Applied Ergonomics, 30, 99-107
- 5) Wenqi Shen, Kenneth C. Parsons (1997). "Validity and reliability of rating scales for seated pressure discomfort". Industrial Ergonomics, 20, 441-461
- 6) X.Wu, S.Rakheja and P.E.Boileau (1999). "Distribution of human seat interface pressure on a soft automotive seat under vertical vibration". International Journal of Industrial Ergonomics, 24, 545-557
- 7) M. Kolich, N. Seal and S. Taboun (2004). "Automobile seat comfort prediction: statistical model vs. artificial neural network". Applied Ergonomics, 35, 275-284
- 8) Toyonori Nishimatsua, Masayoshi Kamijoha, Eiji Toba, Hiroaki Ishizawaba(2001). "Influence of covering fabric for hand fell of automotive seat". JSAE Review, 22, 372-374

- 9) 박백성 (2005). 자동차 시트 표피재용 인조피혁 및 Fabric의 최적설계. 숭실대학교 석사논문, 10-20

표 1. 피혁의 특성 평가에 사용된 시료명

천연피혁	삼양통상 B등급	CM S/L	NF1 (ivory)
조광 HL02 0등급	삼양통상 C등급	CM	GK
조광 HL02 1등급	삼양통상 D등급	CM TPU (ivory)	TQ
조광 HL02 2등급	삼양통상 E등급	CM TPU (bk)	TG (bk)
조광 HL02 3등급	PVC 합성피혁	JM-J9	TG CM 4W
조광 HL02 4등급	B.K.Prod. 7110	JM (gray)	CM J9-HCO2
조광 HL02 5등급	혼슈 Mondial	JM (dark gray)	CM J4-HCO2
조광 FullGrain 2등급	CRA 뉴비틀	JM (ivory)	JM-J9 AR-218
조광 HL03 2등급	혼슈 Vertura Siena	JM (orange)	JM-G8
조광 HL06 2등급	혼슈 Catania	BH	HDC_V2_HL02
VW Passat	혼슈 Perlnappa	무지 1	B.K.Prod. 6149
Howe Range Rover	혼슈 Vertura Valetta	무지 2	B.K.Prod. 6132
Buick Lacrsse	혼슈 Vertura E	EN	대원 CAFOLA I
Toyota Sequoia	TGM-VR599	EW (bk)	TPO LEATHER
Lexus LS	TGM-VM531	EW (ivory)	TDM-07
SetonKia GH(awarti)	TGM-VM565	MC (gray)	대원 미정
Lear Leather NF	TGM-V0540	MC WK	혼슈Putura Tec
Acura TL	TGM-V0503	MC (ivory)	대원1
삼양통상 S등급	PU 합성피혁	NF1 (BK)	대원2
삼양통상 A등급	EN	NF2 (BK)	대원3

2.2. 피혁의 특성 평가

그림 1에서와 같이 피혁의 특성 평가를 위하여 선행연구의 고찰과 현 업계에서 평가하고 있는 항목을 고려하여 총 4가지로 결정되었다.¹⁰⁾



그림 1. 피혁의 특성평가 항목

특성 평가 항목의 첫 번째는 피혁의 유연한 정도(Softness)와 두 번째는 탱글탱글함(Elasticity), 세 번째는 폭신함(Volume), 마지막으로 끈끈한 정도(Stickiness)이다. KES-FB®로부터 피혁의 탱글탱글함과 폭신한 정도를 측정하였고, ST-300® Softness tester를 이용하여 KS M ISO 17235에 규정된 조건에 따라 피혁의 유연성을 측정하였으며, Friction Tester를 이용하여 피혁의

10) 박백성 (2005). 자동차 시트 표피재용 인조피혁 및 Fabric의 최적설계. 숭실대학교 석사논문, 10-20

표면 미끌림에 대한 저항 정도(동마찰계수)를 측정하였다.

2.3. Fuzzy Logic을 이용한 모델링

피혁의 특성 평가 값으로부터 각 특성에 해당되는 속성에 대한 관능평가 값을 추론하기위해 Matlab®을 통해 IF-THEN형태의 규칙들의 퍼지화(fuzzification)를 실행하였다. 언어적 변수를 가지는 Fuzzy rule을 Softness, Elasticity, Volume, Stickiness의 4가지로 각각 설정해 주었다.

2.3.1. Softness

Softness(유연함)에 대한 Fuzzy rule은 다음과 같이 설정하였다.

- Rule 1: IF h is low, THEN Softness is low
- Rule 2: IF h is medium, THEN Softness is medium
- Rule 3: IF h is high, THEN Softness is high

2.3.2. Elasticity

Elasticity(탱글탱글함)에 대한 Fuzzy rule은 다음과 같이 설정하였다.

- Rule 1: IF B.M is low, THEN Elasticity is low
- Rule 2: IF B.M is medium, THEN Elasticity is medium
- Rule 3: IF B.M is high, THEN Elasticity is high

2.3.3. Volume

Volume(폭신함)에 대한 Fuzzy rule은 다음과 같이 설정하였다.

- Rule 1: IF To-Tm is low, THEN Volume is low
- Rule 2: IF To-Tm is medium, THEN Volume is medium
- Rule 3: IF To-Tm is high, THEN Volume is high

2.3.4. Stickiness

Stickiness(끈끈함)에 대한 Fuzzy rule은 다음과 같이 설정하였다.

- Rule 1: IF μ is low, THEN Stickiness is low

- Rule 2: IF μ is medium, THEN Stickiness is medium
- Rule 3: IF μ is high, THEN Stickiness is high

2.4. 주관적 평가

피혁의 특성평가에 이용된 77종(천연피혁 23종, 합성피혁 54종)의 시료를 준비하여 고급감에 대한 일대일비교법9)을 통한 고급 순위 관능평가를 실시하였다. 피혁자들은 10명을 대상으로 실시하였으며, 향은 향습실에서 10분간 안정을 취한 후 손을 충분히 건조시키고, 손끝으로 평가하게 하였다. 그림 2는 피혁의 고급감에 대한 평가환경을 나타낸 것이다.



그림 2. 피혁의 고급감 평가환경

실험결과는 neural network의 training에 사용된 69개 training data set 중 STANDARD인 9개의 training 결과로 나타내었고 이를 통해 신경망 모델의 정밀도를 알아보았다.

2.5. Neural Network을 이용한 모델링

본 연구에서는 피혁의 Fuzzy logic을 통해 얻은 Softness, Elasticity, Volume, Stickiness의 4개의 Input을 이용해 피혁의 고급감을 예측하기 위하여 Matlab®을 통해 신경망 모델을 구성하였다. 1 Input layer(4개 neuron), 3 Hidden layer(각각 10, 15, 10개 neuron), 1 Output layer(1개 neuron)로 구성되는 모델을 이용하였으며 그림 3에 그 구조를 나타내었다. 총 77개의 data set 중 69개는 트레이닝에 이용하였고, 트레이닝에 이용되지 않는 8개의 data set을 추출하여 neural network의 예측 정확도를 평가하는데 이용하였다.

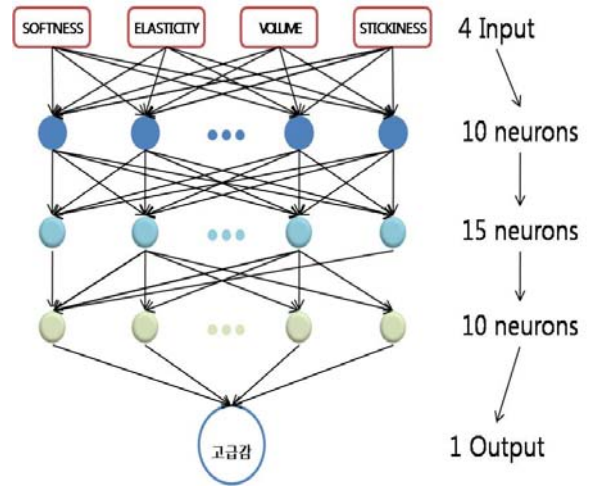


그림 3. 피혁 고급감의 인공신경망 구조

3. 결과 및 고찰

3.1. 자동차 표피재의 특성 평가 결과

3.1.1 피혁의 Softness

그림 4의 x-값은 ST300® Analogue Leather Softness Tester의 측정 결과이다.

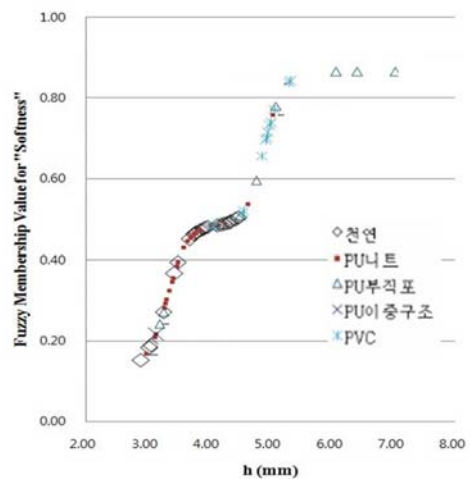


그림 4. h (mm)와 Softness의 산점도

그림 5~9은 SEM을 통한 합성피혁 단면의 형태적 구조 분석 결과를 시료의 특징에 따라 비교하여 나타내었다.

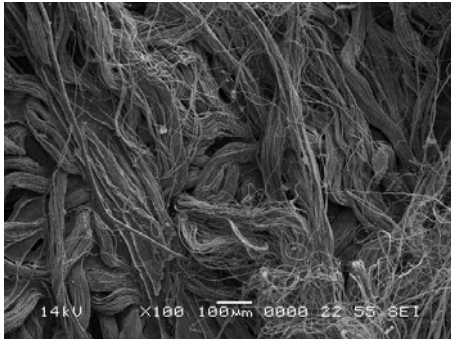


그림 5. 높은 h (mm)-PU합성피혁(부직포)

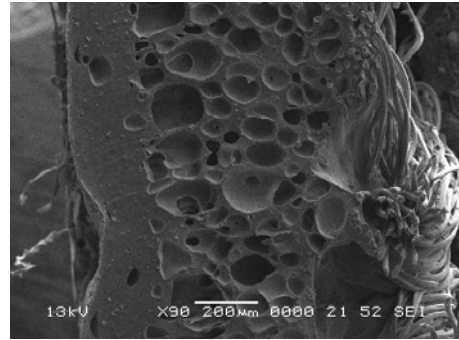


그림 9. 높은 h (mm)-PVC합성피혁(니트)

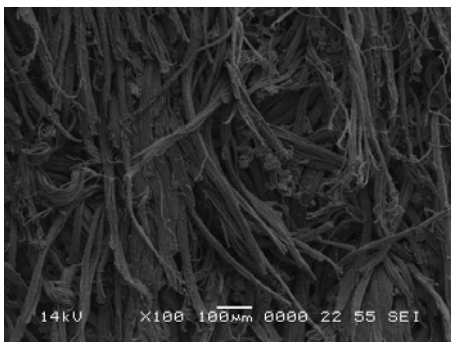


그림 6. 낮은 h (mm)-PU합성피혁(부직포)

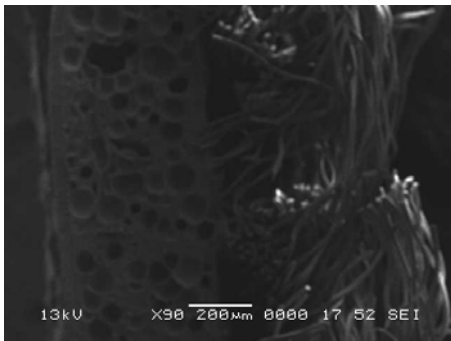


그림 7. 높은 h (mm)-PU합성피혁(니트)

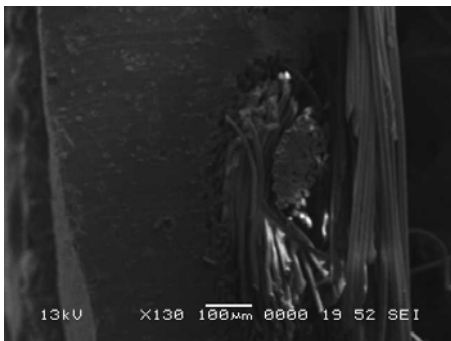


그림 8. 낮은 h (mm)-PU합성피혁(부직포)

부직포 backing의 PU 합성피혁 중 높은 h (mm)를 가지는 피혁의 backing(그림 5)은 구성 섬유가 유연한 형태를 보여주고 있으며, 섬유장이 연속적이고 구조적으로 안정된 모습을 보여주는 반면, 낮은 h (mm)를 가지는 PU 합성피혁의 backing(그림 6)은 구성 섬유가 일부 파단 되어있으며 경직된 섬유 구조를 보여주고 있다. 이는 부직포 제조 공법(습식/건식)에 따른 차이에서 비롯된 결과이며 역학적 측정 결과, 습식부직포의 backing을 가지는 PU 합성피혁의 h (mm)값이 큰 것을 알 수 있었다. 니트 backing의 PU 합성피혁은 backing의 구성 섬유 간 기공이 적고 경직된 형태를 가지며 PU층의 밀도가 높아 결과적으로 측정된 h (mm)가 낮음을 보여주고 있는(그림 7) 반면, 구조가 bulky하고 발포된 PU 내부 층을 가진 니트 backing의 합성피혁은 높은 h (mm) 값을 가진다.(그림 8) 마지막으로 PVC 합성피혁은 얇은 니트의 backing보다 PVC층의 밀도에 따라 h (mm)가 높고 낮음을 알 수 있다(그림 9).

3.1.2. 피혁의 Elasticity

그림 10의 x-값은 KES-FB2@으로 측정된 시료의 Bending moment(gf*cm/cm)를 나타낸 결과이다.

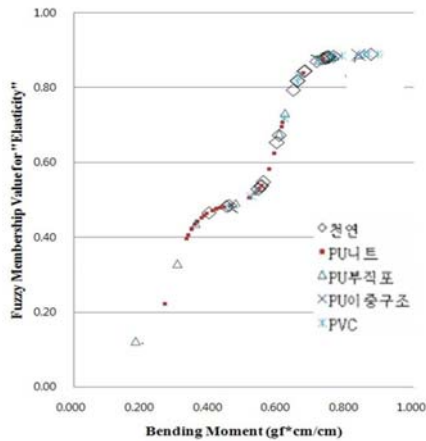


그림 10. Bending Moment (gf*cm/cm)와 Elasticity의 산점도

그림 11~15의 합성피혁 단면의 형태적 구조에 따른 Bending moment(gf*cm/cm) 값을 분석한 결과는 다음과 같다.

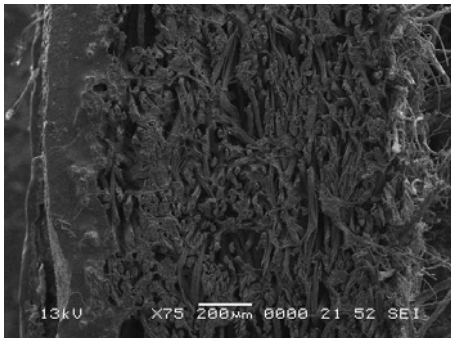


그림 11. 높은 B.M의 PU합성피혁(부직포)

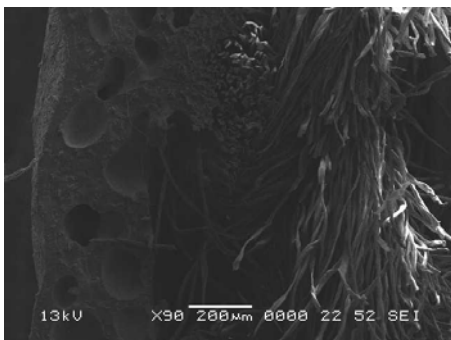


그림 12. 낮은 B.M의 PU합성피혁(부직포)

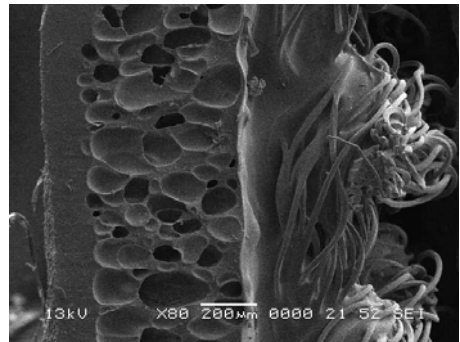


그림 13. 높은 B.M의 PVC합성피혁(니트)

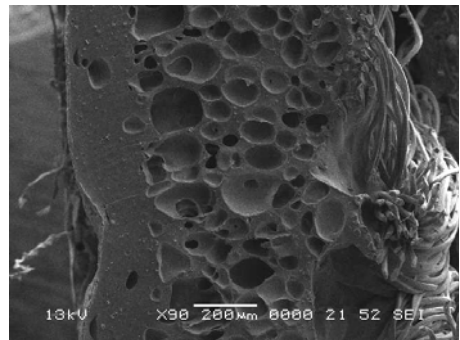


그림 14. 낮은 B.M의 PVC합성피혁(니트)

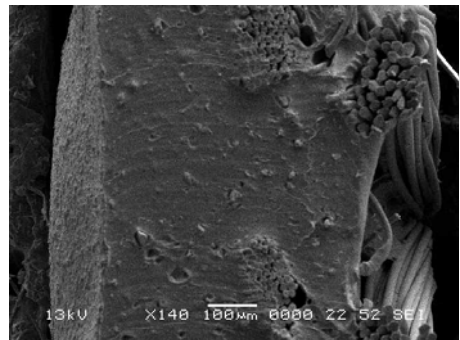


그림 15. 높은 B.M의 PU합성피혁(니트)

부직포 형태의 backing 구조를 가지는 PU 합성피혁 중 큰 bending moment를 가지는 피혁(그림 11)은 backing의 구성 섬유간 거리가 작으며 섬유 층의 밀도가 높은 반면, 작은 bending moment를 가지는 피혁(그림 12)은 backing을 구성 섬유간 거리가 크며 발포된 PU층으로 구성되어 상대적으로 그림 10과 비교하였을 경우 전체적으로 피혁의 밀도가 낮은 구조로 형성되어 있음을 확인할 수 있다. PVC 합성피혁(그림 14)의 경우, 시료 그림 13에 비해 상대적으로 구성하는 니트 backing의 비율이 낮으며 PVC 표면에 발포 층이 형성되어 있음을 볼 수 있으며, 따라서 낮은 bending

moment를 가지는 것을 확인할 수 있다. 마지막으로 backing이 니트인 PU 합성피혁은(그림 15) 전반적으로 다른 구조의 backing과 비교하였을 경우, PU층의 구성 비율이 다른 시료들에 비해 높았으며, PU층의 구성 면적에 따라 bending moment의 크고 작음이 결정됨을 알 수 있었다.

3.1.3. 피혁의 Volume

그림 16의 x-값은 KES-FB3®으로 측정된 시료의 To-Tm (mm)을 나타낸 결과이다.

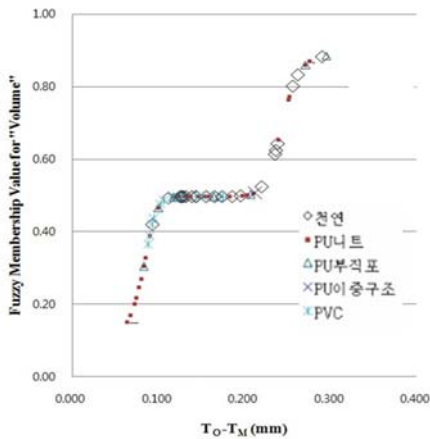


그림 16. To-Tm (mm)와 Volume의 산점도

그림17~18의 합성피혁 단면의 형태적 구조에 따른 To-Tm (mm) 값을 분석한 결과는 다음과 같다.

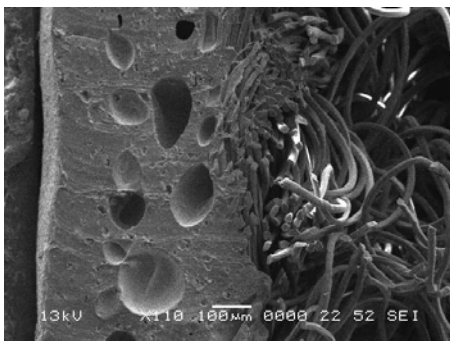


그림 17. 높은 To-Tm의 PU(니트)

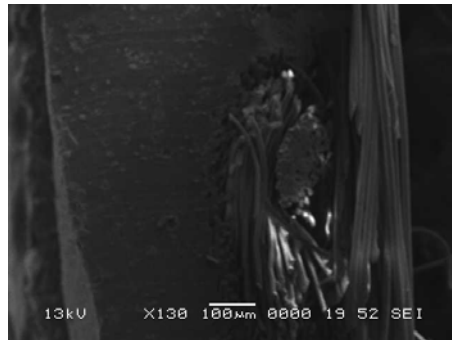


그림 18. 낮은 To-Tm의 PU(니트)

천연피혁과 합성피혁의 To-Tm (mm)값은 확연한 구분이 없었으나 PVC 합성피혁의 경우, 대체적으로 To-Tm (mm)값이 모두 작았다. 이는 backing이 얇고 구성섬유가 경직된 섬유 형태를 나타내기 때문으로 설명할 수 있다. 천연피혁의 경우 진피 층의 두께가 클수록 To-Tm (mm)과 Volume이 크게 나타났다. 니트 backing의 PU 합성피혁에 있어서, backing의 구성 섬유간 거리가 크며 bulky한 것은 To-Tm (mm)과 Volume이 크고(그림 17), 그렇지 않은 경우는 To-Tm (mm)과 Volume이 작은 것을 확인할 수 있었다(그림 18).

3.1.4 피혁의 Stickiness

Stickiness는 표면특성에 의해 좌우되는 성질로 그림 19의 x-값은 Friction tester로 측정된 시료의 마찰 계수 (μ)를 나타낸 결과이다.

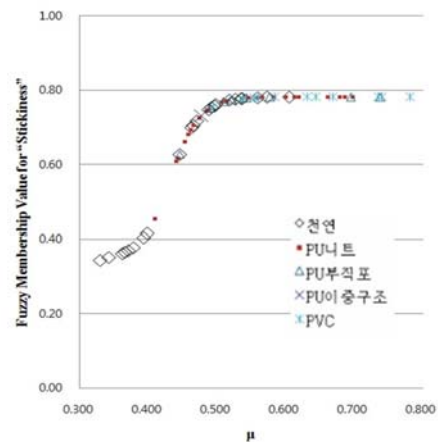


그림 19. μ 와 Stickiness의 산점도

천연피혁과 합성피혁의 μ 를 비교하였을 경우, 천연 피혁의 μ 가 작음을 알 수 있었다. PVC 합성피혁은 대

체적으로 높은 μ 값을 가지는데 이는 PVC 제조방법에 있어서 건식방법을 사용하는 반면, PU 합성피혁은 PU를 건식 및 습식을 모두 사용하기 때문으로 사료된다.

3.2. Fuzzy Logic의 결과

피혁의 역학적 특성 평가에 의하여 도출된 각각의 h (mm), bending moment (gf*cm/cm), T_0-T_M (mm), μ 값은 fuzzy logic의 규칙에 의해 각각의 Softness, Elasticity, Volume, Stickiness 값으로 변환된다.

그림 20~23은 각각의 membership function을 통한 4가지 인자들의 변환 결과의 방법을 나타내었다.

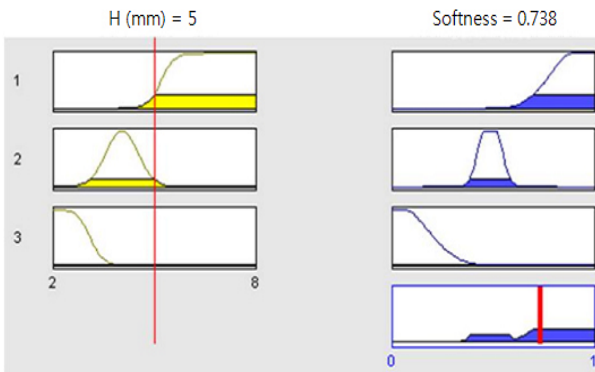


그림 20. Softness의 Fuzzy logic 예

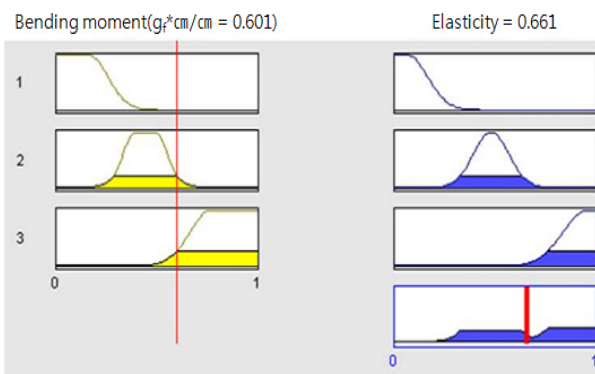


그림 21. Elasticity의 Fuzzy logic 예

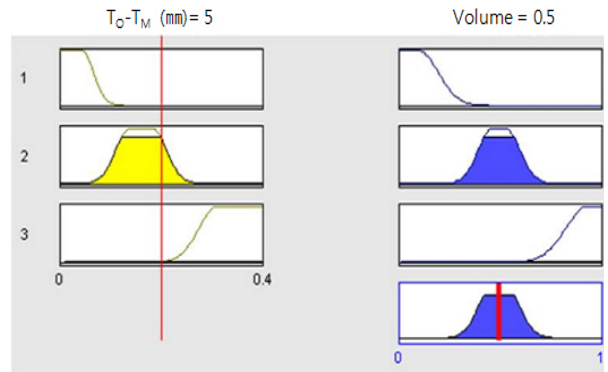


그림 22. Volume의 Fuzzy logic 예

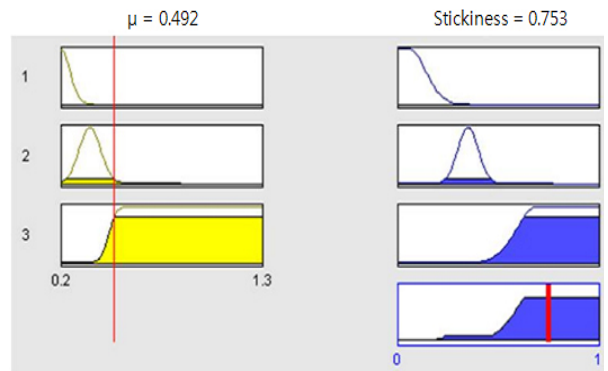


그림 23. Stickiness의 Fuzzy logic 예

그림 4,10,16,19는 fuzzy logic을 이용한 Softness와 h (mm), Elasticity와 bending moment(gf*cm/cm), Volume과 T_0-T_M (mm), Stickiness와 μ 의 관계를 각각의 산점도로 나타낸 것이다.

3.3. Neural Network의 결과

표2와 그림 24는 neural network의 트레이닝에 사용된 69개 training data set 중 STANDARD인 9개의 트레이닝 결과를 나타낸 것이다.

표 2. 훈련에 참여한 STANDARD data set의 실제 고급감과 neural network에 의한 예측 등급

고급감		
Data set no	Actual value	Forecast value
1	1등급	1등급
2	1등급	1등급
3	1등급	1등급
4	2등급	2등급
5	4등급	4등급
6	4등급	4등급
7	1등급	1등급
8	1등급	1등급
9	1등급	1등급

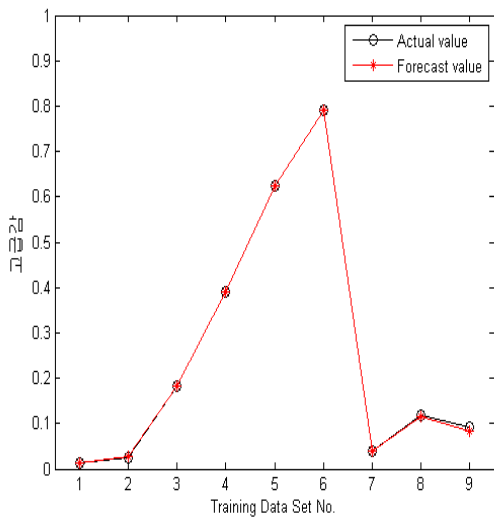


그림 24. 훈련에 참여한 STANDARD data set의 실제 고급감과 neural network에 의한 예측치)

이 결과로부터 개발된 neural network 모델이 트레이닝에 참여한 training data set의 고급감의 변동을 정확히 예측할 수 있음을 알 수 있었다. Neural network 모델의 예측의 정확성을 검증하기 위해서는 트레이닝에 참여하지 않은 data set의 입력 값을 이용하여 개발된 신경망 모델이 얼마나 정확한 출력 결과를 나타내

는 가로 평가해야 한다. 따라서 트레이닝에 사용되지 않은 data set 8개 각각의 Softness, Elasticity, Volume, Stickiness값을 개발된 신경망 모델에 입력하여 그 출력 결과를 평가하였다.

표 3과 그림 25는 neural network의 트레이닝에 사용되지 않은 8개의 test data set을 이용하여 개발된 신경망 모델의 정확도를 평가한 것이다.

표 3. 훈련에 참여하지 않은 data set의 실제 고급감과 neural network에 의한 예측 등급

고급감		
Data set no	Actual value	Forecast value
1	1등급	1등급
2	1등급	2등급
3	1등급	1등급
4	3등급	3등급
5	5등급	5등급
6	3등급	3등급
7	2등급	2등급
8	2등급	2등급

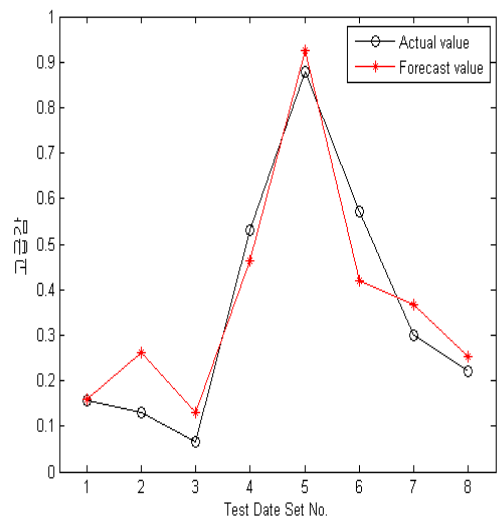


그림 25. 훈련에 참여하지 않은 data set의 실제 고급감과 neural network에 의한 예측치

결과적으로 실제 고급감의 값과 모델링을 통해 얻은 예측치 값을 비교하여 나타냈으며, 피혁의 고급감에 대한 neural network 모델의 경향성 및 정확도가 매우 높음을 알 수 있다.

4. 결론

자동차 시트 표피재 중 천연피혁 23종과 합성피혁 54종(PU 합성피혁/부직포 backing 10종, PU 합성피혁/편물 backing 30종, PU 합성피혁/이중구조 backing 1종, PVC 합성피혁/편물 backing 13종)을 가지고 피혁 표피재의 유연함, 탱글탱글함, 풍성함, 끈끈함에 대한 특성평가를 실시하였다. 피혁의 특성평가에 의한 결과로 도출된 h (mm), bending moment ($gf \cdot cm/cm$), To-Tm (mm)과 μ 는 fuzzy logic의 input으로 이용한 결과 h (mm)값에 따라 Softness한 정도, bending moment ($gf \cdot cm/cm$)에 따라 Elasticity한 정도, To-Tm (mm)에 따라 Volume한 정도, μ 에 따라 Stickiness한 정도를 얻을 수 있었다. 또한, fuzzy logic의 결과인 Softness, Elasticity, Volume, Stickiness의 4개의 input을 이용해 피혁의 고급감을 예측하기 위한 신경망 모델(Neural Network)을 구성하였으며 고급감에 대한 예측치와 실측치의 경향성이 유사함을 볼 수 있었다. 결론적으로, 임의의 자동차 표피재용 피혁 시료에 대하여 h (mm), bending moment ($gf \cdot cm/cm$), To-Tm (mm), μ 의 4가지 물리적 특성 값을 취득하여 인간의 감성으로 결정되는 표피재의 고급감을 평가자 개인의 특징이나 상대에 영향을 받지 않고 일관성 있고 객관적인 수치로 얻을 수 있으며, 분석된 시료 등급의 상호 정량적 비교가 가능할 것으로 사료된다.

감사의 글: 본 연구는 숭실대학교 교내연구비 지원으로 이루어 졌음.

참고문헌

- 김연민 (1996). 감성공학. 울산대학교 출판부, 11-45
- 박백성 (2005). 자동차 시트 표피재용 인조피혁 Fabric의 최적설계. 숭실대학교 석사논문, 10-20
- Diane E. Gyi, J.Mark Porter(1999). "Interface pressure and the prediction of car seat discomfort". Applied Ergonomics, 30, 99-107
- Michiel P. DE Looze, Lottie F. M. Kuijt-evers and Jaap van Diee (2003). "Sitting comfort and discomfort and the relationships with objective measures". Ergonomics, 46, 985-997
- M. Kolich (2004). "Predicting automobile seat comfort using a neural network". International Journal of Industrial Ergonomics, 33, 285-293
- M. Kolich, N. Seal and S. Taboun (2004). "Automobile seat comfort prediction: statistical model vs. artificial neural network". Applied Ergonomics, 35, 275-284
- Toyonori Nishimatsua, Masayoshi Kamijoha, Eiji Toba, Hiroaki Ishizawaba(2001). "Influence of covering fabric for hand fell of automotive seat". JSAE Review, 22, 372-374
- Wenqi Shen, Kenneth C. Parsons (1997). "Validity and reliability of rating scales for seated pressure discomfort". Industrial Ergonomics, 20, 441-461
- X.Wu, S.Rakheja and P.E.Boileau (1999). "Distribution of human seat interface pressure on a soft automotive seat under vertical vibration". International Journal of Industrial Ergonomics, 24, 545-557

원고접수: 09.03.02

수정접수: 09.03.11

게재확정: 09.03.13