고안전 에어백의 승객 분류를 위한 체압감지 센서를 위한 알고리즘 개발

윤득선 · 오성록* · 송정훈** · 김병수 · 부광석†

Algorithm development of a body pressure detection sensor for the occupant classification system

Duksun Yun, Seongrok Oh*, Jeonghoon Song**, Byeongsoo Kim, and Kwangsuck Boo†

Abstract

This paper describes the algorithm development of a new body pressure detection sensor for occupant classification system. U.S. Government has required that advanced airbag system should be installed to every automobiles after 2006 according to FMVSS 208 regulation. Therefore, Occupant Classification System should be provided the passenger with safety in order to protect the infants or children that sit in the front passenger seat. When an occupant sits on the chair of the vehicle, deployment of the airbag depends on passenger's weigh distribution and postures. Authors have been developed a new pattern recognition of passenger and weight distribution at the same time by Force Sensing Resistor for the safety.

Key Words : body pressure detection, FSR(force sensing resistor), OCS(occupant classification system), pattern recognition, weight

1. 서 론

미국연방도로교통안전국(national highway traffic safety administration, 이하 NHTSA)은 2006년 9월 이후 판매되는 자동차에 대해 벨트착용 또는 에어백에 의해 유발될 수 있는 탑승자의 상해치를 최소화 할 것을 목적으로 안전장치를 설치하도록 법안으로 규제하였다. 이에 따라 자동차 회사들은 FMVSS 208 법규를 만족시키기 위하여 고안전 에어백(advanced airbag) 시스템 개발을 진행해 오고 있다.

NHTSA의 보고서에 의하면 2000년도의 에어백 관련 사망자 수는 158명으로 집계되었으며 이 중 92명은 어린이로 판명되었다^[1,2].

따라서 어린이와 승객의 보호를 위하여 보완적인 시

스템과 알고리즘이 시급하며 탑승자의 신체조건 및 착좌 자세, 위치, 안전벨트 착용여부 등 다양한 변수에 대처하는 동시에 적절한 에어백 전개를 유도하여 최적의 승객 안전을 고려할 수 있는 고안전 에어백 시스템의 개발이 다양한 방향으로 진행되고 있다^[1,3-5].

본 논문에서는 고안전 에어백 시스템에서 적용하고 있는 다양한 방식의 센서 중 승원의 착좌면적과 몸무게 분포패턴을 인식하여 승객을 분류하는 체압 감지 센서에 대해 연구를 하였다. 2장에서는 FMVSS 208 법규의 충족을 목표로하여 고안전 에어백의 성능을 향상시키기 위한 센서의 개념 및 구성, 설계 및 알고리즘 개발에 대하여 기술하였으며 3장에서는 본 논문을 통하여 개발한 센서와 제안하는 승객분류 알고리즘을 검증하는 실험방법과 결과를 제시하고 4장에서 결과에 대한 고찰을 기술하였다.

2. 체압 감지 센서 개발

체압 감지 센서는 시트에 가해지는 승객의 전체 중량 감지 또는 하중 분포 등 다양한 방법을 통하여 승객의 인체크기 및 거동을 파악하여 에어백의 전개 여부

인제대학교 고안전차량핵심기술연구소, 기계자동차공학부(High Safety Vehicle Core Technology Center, Department of Mechanical & Automotive Engineering, Inje University)

*인제대학교 기계자동차공학부 대학원(Department of Mechanical & Automotive Engineering, Graduate School, Inje University)

**동명대학교 메카트로닉스공학과(Department of Mechanics Engineering, Inje University)

†Corresponding author : mechboo@inje.ac.kr

(Received : July 16, 2009, Revised : September 8, 2009

Accepted : September 16, 2009)

Fig. 1. Equivalent plan for the advanced airbag.

Fig. 2. The Occupant classification system.

또는 전개 압력을 조절하는 기준정보를 전자제어장치 (electronic control unit ; 이하 ECU)에 제공하는 역할을 한다^[6,7].

FMVSS 208 법규는 Fig. 1과 같이 승객의 상해 위험을 최소화하기 위하여 다양한 에어백 전개 Logic을 요구하고 있으며 이의 대응을 위해서 최소 두 가지 유형(유아 또는 성인)을 분류할 수 있는 승객판별시스템(occupant classification system; 이하 OCS)의 개발이 필수적인 사항이 되었다. OCS는 2005년 북미판매 사양을 기준으로 Bladder Type, Sensor 매트 Type, Strain Gage Type 등 다양한 센서의 방식과 형식으로 개발되고 있다^[6,8,9].

본 논문에서는 매트 Type의 OCS에 사용되는 체압 감지 센서의 개발을 목표로 하였으며 Fig. 2와 같이 차량의 시트쿠션 착좌면에 56개의 FSR(force sensing resistor) 센싱부를 부착하여 승객의 착좌 시 분포되는 하중을 FSR의 저항값변화로써 측정한다.

저항값의 아날로그적인 변화를 측정한 data는 데이터수집(data acquisition; 이하 DAQ) 시스템으로 전달되며 알고리즘을 통한 연산된 결과로 승객의 종류를 판별할 수 있도록 구성하였다.

2.1. 체압 감지 센서의 구성

체압 감지 센서는 센싱부와 DAQ 시스템부로 나누어 개발하였으며 승객의 착좌 시 센서에 분포되는 하중은 Mat Type으로 56개의 FSR 센서의 저항값의 변화를 각각 발생시키고 이 data는 56개 이상의 여유 channel을 가진 DAQ 시스템으로 전송된다.

Fig. 3. Configuration of a body pressure detection sensor system.

(a) Structure & Principle of detection

(b) Experiment

Fig. 4. Experiment Environment of the FSR.

DAQ 시스템에서는 전달된 신호를 연산을 위한 수치값으로 변환한 후 ECU로 전송하여 제한된 알고리즘을 통하여 탑승자의 유형을 판별하고 에어백의 전개 유무와 강도를 결정하도록 구성하였다.

2.2. 체압 감지 센서의 설계

본 논문에서는 승객이 착좌하는 시트에 분포하는 하중의 변화를 감지하데 있어서 가장 인식하기 용이한 Mat Type의 패턴 인식방식 FSR을사용하였다. FSR은 질량이 가해지면 저항값이 변화되며 이 값을 측정함으로써 승객의 하중분포 특성을 알 수 있다.

Fig. 4(a)에서는 본 연구를 통하여 개발한 FSR의 구조, 검출 원리 개념적으로 나타내고 있으며 Fig. 4(a)에서는 응답 특성을 찾아내기 위한 실험 장면을 보여주고 있다.

Fig. 5에서는 승객의 하중 변화에 따른 FSR의 응답 특성인 전압의 변화를 나타낸 것이다.

승객을 유형별로 판별하기 위한 Database를 구축하기 위해 DAQ 시스템의 기준을 설계 하였다. 승객의 착좌

Fig. 5. The characteristic of response of the FSR.

시 56개의 FSR 센싱부에서 감지되는 신호는 DAQ 보드로 전송되며 DAQ 보드의 전용모듈인 PXI에서 신호를 연산 및 저장하게 된다. 이때 센서에서 전달되는 56ch 신호는 아날로그 신호이므로 16개의 아날로그 신호를 동시에 받아들일 수 있는 NI사의 PXI 6070E DAQ 보드 4개를 사용하여 여유있는 64개의 채널을 확보함으로써 입력채널 문제 시 대처 방안을 마련하였다.

또한 출력신호의 획득 및 연산처리와 알고리즘의 개발을 위한 GUI 환경은 LabView를 사용하여 구축하고 효율적인 알고리즘 개발 및 수정, 그리고 성능의 향상을 확인할 수 있는 체제를 구축하였다. 승객용 시트에 Mat 형태로 분포된 56개의 센서로부터 나오는 신호체계와 획득 방법을 프로그램 하고, 승객의 착좌 시 하중의 분포를 실시간으로 모니터링 할 수 있도록 설계 하였다.

2.3. 체압 감지 센서의 판별 알고리즘 개발

FSR에 가해지는 하중의 정도, 눌러진 점점의 개수, 분포도와 밀집도 등을 인지하여 승객의 정보를 분류한다.

승객의 최대 체중은 일반 체중계에서 규격으로 사용하는 200 kg으로 설정하고 각 FSR의 cell의 저항 변화에 따른 전압의 변화를 감지하여 체중을 산출한다. 이때 체중 산출식은 Fig. 5를 Fitting(95 % 신뢰 구간)한 다음 식 (1)으로부터 환산된다.

$$y = a \times e^{-x^n} + b \quad (1)$$

여기서 $a = 7298$, $b = -0.1018$, $n = 2.236$

x : 각 cell 당 측정된 전압변화(V)

y : 각 cell 당 가해지는 체중(kg)

이와 같이 200 kg의 최대하중을 56개의 FSR cell에서 나누어 검출함을 기준으로 체중이 가해진 FSR cell에서 체중을 합산하여 승객의 자세에 따른 체중을 산

Table 1. Posture of Experiment

자세	설명
1	범규자세 : 엉덩이를 등받이에서 약 3 cm 정도 앞으로 당겨 편안하게 앉은 자세(다리는 편안하게 벌리고 종아리는 시트에서 적당히 띄움)
2	범규자세 + 10 cm 하이힐 착용
3	범규자세에 무릎은 붙이고 종아리를 시트에 붙임 + 10 cm 하이힐 착용
4	3번 자세에 힘을 뺀고 다리를 뻗음
5	범규자세에 무릎을 30 cm 벌리고 종아리를 시트에 붙임
6	범규자세에 다리를 뻗음
7	범규자세에서 다리를 꼬고 종아리 수직
8	7번 자세에서 다리를 꼬고 뻗음
9	범규자세에서 무릎 붙이고 종아리 수직, 오른쪽 어깨쪽으로 힘을 주어 기대어 앉음
10	9번 자세에서 무릎 붙이고 다리를 뻗음, 오른쪽 어깨쪽으로 힘을 주어 기대어 앉음
11	범규자세에서 무릎 붙이고 종아리 수직, 왼쪽어깨쪽으로 힘을 주어 기대어 앉음
12	11번 자세에서 무릎 붙이고 다리를 뻗음, 왼쪽어깨쪽으로 힘을 주어 기대어 앉음
13	범규자세에서 무릎 붙이고 종아리 수직, 좌측으로 30도 틀어서 앉음
14	13번 자세에서 무릎 붙이고 다리를 뻗음, 좌측으로 30도 틀어서 앉음
15	범규자세에서 무릎 붙이고 종아리 수직, 우측으로 30도 틀어서 앉음
16	15번 자세에서 무릎 붙이고 다리를 뻗음, 우측으로 30도 틀어서 앉음
17	범규자세에서 다리를 꼬고 종아리 수직, 좌측으로 30도 틀어서 앉음
18	17번 자세에서 다리를 꼬고 뻗음, 좌측으로 30도 틀어서 앉음
19	범규자세에서 다리를 꼬고 종아리 수직, 우측으로 30도 틀어서 앉음
20	19번 자세에서 다리를 꼬고 뻗음, 우측으로 30도 틀어서 앉음
21	범규자세에서 무릎 붙이고 종아리 수직, 쿠션의 좌측으로 3 cm 이동
22	범규자세에서 무릎 붙이고 다리를 뻗음, 쿠션의 좌측으로 3 cm 이동
23	범규자세에서 무릎 붙이고 종아리 수직, 쿠션의 우측으로 3 cm 이동
24	범규자세에서 무릎 붙이고 다리를 뻗음, 쿠션의 우측으로 3 cm 이동
25	시트 안쪽으로부터 약 5 cm 앞으로 힘을 당기고 앉음, 종아리 수직
26	시트 안쪽으로부터 약 5 cm 앞으로 힘을 당기고 앉음, 최대한 뻗음

Table 1. Continued

자세	설명
27	시트 안쪽으로부터 약 10 cm 앞으로 hips 당기고 앉음, 종아리 수직
28	시트 안쪽으로부터 약 10 cm 앞으로 hips 당기고 앉음, 최대한 뺨음
29	시트 안쪽으로부터 약 10 cm 앞으로 hips 당기고 앉음, 종아리 수직, 등받이 +10도
30	시트 안쪽으로부터 약 10 cm 앞으로 hips 당기고 앉음, 최대한 뺨음, 등받이 +10도

Fig. 6. Posture of experiment.

Fig. 7. The pattern of weight for each posture.

출하였다.

Table 1과 Fig. 6은 FMVSS 208 법규에서 규정한 실험 자세와 자세에 따른 체중변화의 추이를 실험으로 측정하는 모습이다.

Fig. 7에서는 Fig. 6에서 실험한 결과를 성인과 어린이 구분 없이 단순히 승객의 체중을 측정하여 나타난 결과 그래프이다.

Fig. 7의 결과에서는 실제 승객의 체중과 검출된 체중은 큰 오차를 가지며 측정되는 것을 알 수 있다. 이러한 결과로는 에어백 전개압력을 체중에 따라 조절하기 어

(a) The adults

(b) The adults error rate

(c) The children

(d) The children error rate

Fig. 8. The pattern of weight & error rate for each posture.

려우므로 보다 정밀한 체중측정 알고리즘이 필요하다.

Fig. 8(a), (c)에서는 FMVSS 208 법규에서 규정하는 30가지 자세에 대하여 측정된 승객의 체중을 검출한 결과를 보이고 있다. 그래프에서 보는바와 같이 승객의 체중을 검출하는 데에는 큰 문제가 없으나 승객의 자세에 따라서 검출값의 차이가 큰 몇 가지 자세가 확인되고 있다. 이러한 차이값을 가지는 원인은 각 실험자의 둔부의 체형과 치우침 자세가 모두 달라 실제 체중을 검출하기 어렵기 때문이다. 또한 Fig. 8(b), (d)는 Fig. 8(a), (c)에 대한 어려움을 나타낸 것으로서 성인의

Fig. 9. Algorithm I of occupant classification.

경우는 에어의 분포가 넓게 분포하는 자세(자세 1, 2, 3, 6, 7, 8, 27 등등)와 에어의 분포도는 적으나 자세의 특성상 일정 에어율을 가지며 밀집되어 있는 결과(자세 4, 22, 23, 24, 26, 28, 29, 30 등등)를 가지고 있다. 어린이의 경우는 에어율은 높은 편이나 자세에 따라 밀집도는 고르게 분포되어 있는 것으로 확인되고 있다. 따라서 각 자세에 대한 검출 에어값을 줄임으로써 측정분포도를 줄이고 에어분포 범위를 좁으나 에어율을 수반한 높은 밀집도를 가진 데이터의 에어율을 낮추기 위하여 Fig. 9와 같은 알고리즘 I을 고안하였다. Fig. 9의 알고리즘은 측정된 체중만으로 승객의 종류를 파악하고 측정된 체중에 따라 0~10 kg, 10~30 kg, 30~48 kg, 48kg 이상의 4 Class로 분류함으로써 Class를 세분화한 알고리즘이므로 각 Class간의 모호한 경계를 판단하는 알고리즘이 없으므로 안정성이 다소 떨어진다. Fig. 8(b), (d)의 에어분포율과 밀집도를 낮추기 위하여 제안된 알고리즘 I을 적용하여 Fig. 10(a), (b)와 같이 에어율을 낮출 수 있었다.

그러나 Fig. 10(a), (b)의 결과에서 보이듯이 에어율은 낮출 수 있었으나 24, 28, 29, 30번 자세는 FSR센서에서 감지하는 비례적인 몸무게 검출 방식으로는 한계가 있었으며 검출한 승객 몸무게 뿐 만 아니라 하중의 분포도와 밀집도, 셀의 개수와 검출면적까지 고려할 필요성이 있다. 즉 알고리즘 I의 실험결과인 Fig. 10에서 체중이 가해진 센서의 체중을 계산하는 알고리즘이 승객 분류 연산에 지배적인 역할을 하였으나 특정한 몇몇 자세는 이 방식으로 정확한 체중의 검출이 어려우므로 Fig. 11에서 보이는 승객의 분류 알고리즘 II을 토대로 1차적으로 저항 변화가 감지된 셀의 개수를 파악하고 실험을 통하여 산정한 28개의 cell을 기준으로 분류하는 알고리즘 II을 설계하였다. 여기서 28개를 산정한 기준은 성인 여성 실험자의 가장 작은 체형인 키

Fig. 10. The pattern of error rate for Algorithm I.

Fig. 11. Algorithm II of occupant classification.

152 cm, 체중 45kg의 여성의 데이터의 분석결과, FSR 센서의 cell이 28개를 경계로 변화하는 것을 확인하였다. 이와 같은 방식으로 어린이의 경우를 파악한 결과, 어린이는 10개의 cell을 경계로 변화하는 것을 확인하였다. 그리고 20개의 cell 개수를 경계로 하여 체격이 가장 큰 어린이의 경우이며 분포하중이 가장 넓게 퍼진 개수이다. 따라서 20개 cell을 경계로 하여 분류 알고리즘을 추가하였다.

Fig. 12에서는 Fig. 11에서 정의되고 분류된 신호들을 기준으로 검출 체중과 셀의 개수에 의해 변환된 체

Fig. 12. The pattern of error rate of algorithm II.

중의 비교하여 신호가 발생된 cell 개수의 비교조건을 만족하면 측정된 체중과 cell 개수에 비례하여 변환된 체중의 비교를 거쳐 Class0, Class1, Class2, Class3 중 하나로 분류하는 알고리즘을 통하여 얻은 결과이다. 성인의 경우는 16, 17, 18, 24의 자세가 향상되었으나 어린이의 경우는 둔부와 상체, 그리고 허벅지의 체중분포

가 일정하므로 실험결과에 별다른 차이가 없었다.

3. 센서 성능 실험

3.1. 센서 성능 조건

FMVSS 208 법규가 새롭게 개정되면서 추가된 정적 시험 요건, 즉 일정한 크기의 승객이 좌석에 위치할 때 에어백의 작동 유무를 판단하고 에어백 위치에 유아 또는 어린이를 위치시키고 전개 시켰을 때 규정된 상해치를 만족하도록 하는 규정을 위한 센서와 알고리즘의 개발을 수행하였다^[7].

본 연구에서는 법규자세를 적용하여 여성과 어린이를 대상으로 실험을 진행하였으며 성인여성을 대상으로 한 실험의 경우, 산업자원부 기술 표준원에서 제공하는 한국 성인의 평균체형을 참고하여 남녀 각각 평

(a) example

(b) Children

(c) The adults

Fig. 13. The extent of the load and total area of the pressed load.

균제형의 키를 기준으로 큰 키와 작은 키 등으로 분류하고 각 군집에서 몸무게를 측정하여 범규에서 요구하는 30가지 자세를 기준으로 실험을 실시하였다. 또한 본 연구를 통하여 개발한 알고리즘 II를 통하여 연산한 결과를 자세 당 20초 동안의 data를 수집하여 평균치를 토대로 체중을 측정하였다.

3.2. 성능 실험

Fig. 13(a)는 알고리즘 II를 통하여 연산한 결과를 분석하는 예제를 보이고 있다. 좌측의 등고선 그래프는 체중의 분포에 대한 검출된 센서의 개수와 분포도를 연산하여 산출한 결과이며 이 데이터를 토대로 승객의 체중을 검출한다. 우측의 검출센서 분포도는 패턴인식을 통하여 같은 수준의 값을 가지는 데이터를 기준으로 하여 경계선 값을 추출하여 인식시킨 범위를 연산하기 위하여 격자형으로 생성한 결과이며 이를 통하여 분포면적을 연산할 수 있다.

Fig. 13(b)는 나이와 체중이 각각 다른 어린이 2명의 착좌 자세 5가지에 대하여 획득한 data를 분석한 것이다. 결과에서 보이듯이 어린이의 경우는 다소 편차가 있으나 자세에 따른 체중검출이 용이하며 전체적으로 체중이 골고루 분포되어 있음을 알 수 있다. Fig. 13(c)는 성인 여성의 착좌 자세 30가지에 대하여 획득한 데이터이다. Fig. 12에서 보이는 자세 28, 29, 30은 앞으로 숙이며 둔부로 걸터앉는 자세이며 승객이 좌석에 접촉하는 면적 자체가 적어 검출하기 어렵다.

그러나 이러한 자세도 어린이와는 분명하게 차이나 나며 성인과 어린이의 판별은 등고선과 분포면적 그래프를 판별하면 체중과는 무관하게 검출할 수 있다.

4. 결 론

본 논문에서는 승객의 안전성 향상을 위하여 고안전 에어백 시스템을 개발하고 성인과 어린이의 판별을 함으로써 사고 시 에어백의 전개압력을 조절하기 위한 기준 데이터를 생성하였다. 이를 위한 알고리즘을 개발하여 실험적으로 선정된 계수를 기준으로 성인과 어린이, 그리고 판별이 어려운 자세를 검출하여 안전성능의 향상을 이루었다.

향후에는 본 연구에서 개발한 고안전 에어백시스템

과 알고리즘을 토대로 패턴인식과 확률 분포 함수의 정규화를 도입한 알고리즘을 개발하여 검출이 어려운 자세를 판별하고 세분화된 분류기준을 개발하고자 한다.

감사의 글

본 논문은 2008년도 인제 연구장학재단 국외연수지원에 의한 연구결과이며 이에 깊은 감사를 드립니다.

참고 문헌

- [1] S. K. Oh, D. Y. Kim, and J. H. Hwang, "Development of pattern recognition occupant classification system in advanced airbag", *KSAE*, 05-S0098, pp. 619-623, 2005.
- [2] S. K. Oh, D. Y. Kim, M. H. Keun, and J. H. Hwang, "Technology trend of Pcupant classification system in advanced airbag", *KSAE*, 04-S0150, pp. 950-956, 2004.
- [3] Michael E. Farmer and Anil K.Jain, "Occupant classification system for automotive airbag suppression", *CVPR*, Vol. 1, pp. 756, 2003.
- [4] S. K. Oh and J. H. Hwang, "Technological trend of vehicle seat with occupants protection and electronics", *KSAE*, 07-S0195, pp. 1253-1260, 2007. [5] "FMVSS 208-Advanced A/Bag final rule." *NHTSA*, 2000.
- [5] "FMVSS 208-Advanced A/Bag final rule." *NHTSA*, 2000.
- [6] K. B. Chang, C. K. Lee, and G. T. Park, "Development of occupant classification system based on distributed system interface", *IJAT*, Vol. 7, No. 2, pp. 195-199, 2006.
- [7] H. H. Choi, Y. J. Park, Y. S. Kim, and C. Lee, "A development of advanced airbag system for the various occupant protections", *KSAE*, pp. 1190-1195, 2001.
- [8] J. h. Hwang, S-G Oh, D-Y Kim, and M-H Keum, "Development of weight-based occupant classification system in advanced airbag system", *KSAE*, 06-S0132, pp. 825-830, 2006.
- [9] K-B Chang, J-W Kim, J-H Lee, and G-T Park, "Development of function test equipment for smart airbag ECU", *KSAE*, 04-F0216, pp. 1353-1359, 2004.

윤 득 선

- 1996년 국민대학교 공과대학 자동차공학과 학사(공학사)
- 1998년 국민대학교 자동차전문대학원 석사(공학석사)
- 2002년 국민대학교 자동차전문대학원 전자제어 박사(공학박사)
- 2002년~2005년 University of Florida, Mechanical Engineering, Researcher
- 2005년~2007년 경기공업대학 메카트로닉스학과 겸임교수
- 2007년~현재 인제대학교 공과대학 기계자동차공학과 연구교수
- 주관심분야: 차량항법, 전자제어 시스템

오 성 록

- 1998년 인제대학교 전자공학과 학사(공학사)
- 2008년~현재 인제대학교 일반대학원 기계공학과 석사과정
- 주관심분야: 자동제어, 센서공학

송 정 훈

- 1992년 한양대학교 공과대학 기계공학과 학사(공학사)
- 1995년 한양대학교 일반대학원 기계공학과 석사(공학석사)
- 2000년 한양대학교 일반대학원 기계공학과 박사(공학박사)
- 2001년~2007년 인제대학교 기계자동차공학부 교수
- 2007년~현재 동명대학교 공과대학 메카트로닉스공학과 교수
- 주관심분야: 자동차 전자제어, 메카트로닉스

부 광 석

- 1983년 부산대학교 기계공학과 학사(공학사)
- 1985년 KAIST 기계공학과 자동제어 전공(공학석사)
- 1991년 KAIST 기계공학과 자동제어 전공(공학박사)
- 1991년~1992년 삼성전자 생산기술본부 자동화 팀장 선임연구원
- 1997년~1998년 Univ. of Southern California, Dept. Computer Sci. 교환교수
- 1999년~2002년 인제대학교 BK21 사업 단장
- 1999년~2009년 인제대학교 현장특화 고급인력공동양성센터 센터장
- 1999년~2009년 인제대학교 수송기계부품기술혁신센터 센터장
- 1999년~2009년 인제대학교 고안전차량 핵심기술연구소 소장
- 1993년~현재 인제대학교 기계자동차공학부 교수
- 주관심분야: 기계시스템제어, 메카트로닉스

김 병 수

- 1988년 부산대학교 기계설계공학과 학사(공학사)
- 1994년 Univ. of Alabama 기계공학과 석사(공학석사)
- 1998년 Univ. of Alabama 기계공학과 박사(공학박사)
- 2000~현재 인제대학교 기계자동차공학부 교수
- 주관심분야: 자동차 설계 및 생산, 피로 파괴 역학, 구조물 안전 설계