

PCA 알고리즘 기반의 로봇 제스처 인식 시스템

Robot Gesture Reconition System based on PCA algorithm

육의수 · 김승영 · 김성호

Yui-Su Youk and Seung-Young Kim and Sung-Ho Kim

군산대학교 전자정보공학부

요 약

인간과 컴퓨터간의 정보이동에 중요한 역할을 해온 인간-컴퓨터 상호작용(HCI)기술은 핵심적인 정보기술 분야에 속한다. 최근 키보드와 마우스와 같은 입력장치의 사용없이 인간의 몸짓이나 손짓등과 같은 Gesture를 입력으로 사용하여 로봇이나 제어 장치들을 제어하는 연구가 다각도로 진행되고 있으며 그 중요성 또한 날로 증가하고 있다. 본 논문에서는 가속도 센서에서 계측된 정보를 PCA알고리즘에 적용하여 사용자의 제스처를 인식하는 기법을 제안하고자 한다.

키워드 : HCI(Human-Computer InteractionI), 가속도 센서, PCA(Principle Component Analysis)

Abstract

The human-computer interaction technology (HCI) that has played an important role in the exchange of information between human being and computer belongs to a key field for information technology. Recently, control studies through which robots and control devices are controlled by using the movements of a person's body or hands without using conventional input devices such as keyboard and mouse, have been going only in diverse aspects, and their importance has been steadily increasing. This study is proposing a recognition method of user's gestures by applying measurements from an acceleration sensor to the PCA algorithm.

Key Words : HCI(Human-Computer Interaction), Accelerometer Sensor, PCA(Principle Component Analysis)

1. 서 론

인간과 컴퓨터간의 정보이동에 중요한 역할을 해온 인간-컴퓨터 상호작용(HCI) 기술은 핵심적인 정보기술분야에 속한다. PC가 보급된 이후 입력장치로는 키보드와 마우스가 주로 사용되어 왔으나 최근들어 이러한 입력장치를 사용하지 않고 컴퓨터와 인터페이스하기 위한 인간-컴퓨터 상호 작용 기술로서 Gesture 인식이 연구되어 왔으며 멀티모달 인터페이스에 대한 필요성이 증가됨에 따라 제스처 인식의 중요성도 함께 높아지게 되었다. Gesture 인식은 유/무선 연결 장치를 사용하여 원 거리에서 인간과 컴퓨터의 정보전달 수단이 될 수 있으며 나아가 로봇 동작 제어, 사용자에게 대한 서비스 제공 및 게임, 가상 현실 응용 등에 활용될 수 있다.[1-4]

인간과 컴퓨터의 상호작용을 위해 인간의 시각 기능을 컴퓨터에 이식하여 컴퓨터 비전에 기반한 사용자 의도 및 행위를 인식하는 연구들이 다각도로 진행되어 왔으며, 비전 이외에서 가속도 센서나 자이로 센서, 기울기 센서등과 같은 다양한 센서들을 인간의 몸에 부착하여 인간의 몸짓이나 손짓등을 인식하는 기술 또한 진행되고 있다.[5-7]

본 논문에서는 가속도 센서에서 계측된 정보를 PCA 알고리즘에 적용하여 사용자의 제스처를 인식하는 기법을 제안하고자 한다. PCA 알고리즘은 변수들간에 존재하는 중요한 변량을 선형 결합을 통해 얻어지는 새로운 저차의 변수들로 표현하는 통계학적 모델링 기법으로 제스처의 특징 벡터 추출 및 분류를 위해 사용된다.[8-11] 본 논문에서는 제안된 기법의 유용성을 검증하

기 위해 가속도 센서를 부착한 로봇과 Matlab 시뮬레이션을 이용하여 실험을 진행하였다.

2. 시스템 구현

2.1 실험환경

본 논문을 위해 2족 로봇인 로보노바의 팔과 다리 몸통 부분에 2축 가속도 센서 ADXL311JE를 부착하였다. 각각의 가속도센서에서는 X축과 Y축에 대한 정보가 계측되며 계측된 6개의 센서정보는 RF 모드를 통해 데이터 서버(PC)로 전송되게 된다. 데이터 서버에서는 전송된 정보를 PCA 입력으로 사용하여 제스처를 분류하게 된다. 그림 1은 제안된 시스템의 검증을 위해 활용한 로봇과 제스처들을 나타낸 것이다. 그림 1에서 보는 것과 같이 본 논문에서는 실험을 위해 7개의 제스처를 사용하였다.

2.2 PCA를 통한 Gesture 분류 기법

본 논문에서 PCA는 제스처에 대한 특징 벡터 추출 및 분류를 위해 사용되었으며 그 적용과정은 다음과 같다.

분류되어야 할 p 개의 제스처에 대한 각각의 센서 데이터는 다음과 같은 벡터 X_p 로 나타낼 수 있다.

$$X_p = [x_{1p} \ x_{2p} \ x_{3p} \ \dots \ x_{np}]^T \quad (1)$$

여기는 n 은 로봇에 부착된 가속도 센서로부터의 측정 데이터를 나타낸다. 따라서 분류에 사용될 행렬 X 는 다음과 같이 표현되며

$$X = [X_1 \ X_2 \ X_3 \ \dots \ X_p] \quad (2)$$

X 의 각 행에 대한 평균은 다음과 같이 계산된다.

$$m_i = \frac{1}{p} \sum_{j=1}^p x_{ij} \quad (i=1, 2, \dots, n) \quad (3)$$

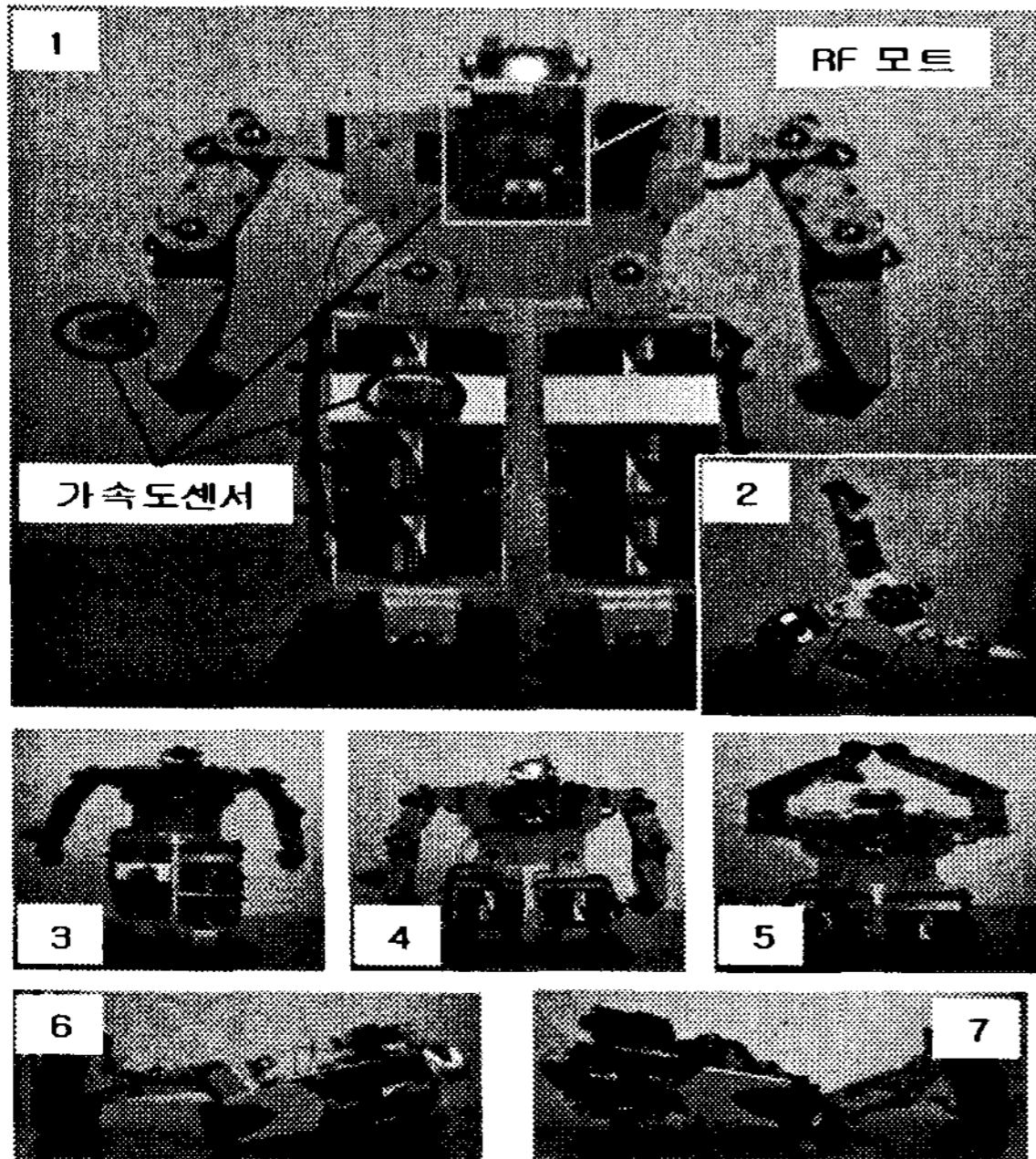


그림 1. 로봇에 장착된 가속도 센서 및 분류대상 제스처의 종류

로봇의 제스처 분류를 위해 PCA 알고리즘을 적용하기 위해서는 X 에 대한 공분산 행렬이 요구되며 식(3)의 평균값을 이용하여 구하면 다음과 같다.

$$\Omega = \overline{X X^T} \quad (4)$$

공분산 행렬에 대한 고유벡터 및 고유치는 다음과 같이 계산되며

$$\Omega v_i = \lambda_i v_i \quad (i=1, 2, 3, \dots, n) \quad (5)$$

고유값 λ 중 가장 큰 k 개의 고유값을 선택하고, 선택된 k 개에 대응되는 고유벡터 v 를 선택하여 다음과 같은 고유벡터 행렬을 구한다.

$$V = [v_1 \ v_2 \ \dots \ v_k] \quad (6)$$

고유벡터행렬 V 는 p 개의 제스처에 대한 특징벡터를 추출하기 위해 사용된다. 특징벡터는 고유벡터행렬 V 에 p 개의 제스처에 대한 중심벡터를 투영함으로써 계산된다.

p 개의 제스처에 대한 특징벡터추출이 완료되면 새로 입력되는 데이터에 대한 분류를 진행하게 된다. 새로 입력된 제스처에 대한 분류과정은 다음과 같다.

새로운 제스처 벡터가 입력되면 식(3)의 평균에 의해 새로이 입력된 제스처 벡터에 대한 중심 벡터를 계산하고 이 중심벡터를 식(6)의 고유벡터행렬 V 에 의해 투영시킨다. 이 후 새로이 입력된 벡터에 대한 투영벡터와 p 개의 미리설정된 제스처에 대한 투영벡터를 비교함으로써 제스처의 분류를 수행한다. 투영벡터간 비교는 유클리디언 거리에 의해 수행된다.

3. 시뮬레이션 및 결과

제안된 기법의 유용성 확인을 위해 그림 1에서와 같이 구성된 실험환경에서 얻어진 데이터를 Matlab을 사용하여 시뮬레이션을 수행하였다. 그림 2는 그림 1과 같은 7개의 제스처에 대한 센서값의 변화를 나타낸 것으로 제스처는 다음과 같이 변화시켰다.

1→2→1→4→5→4→1→6→7
→1→2→1→3→1→3→1→4→5

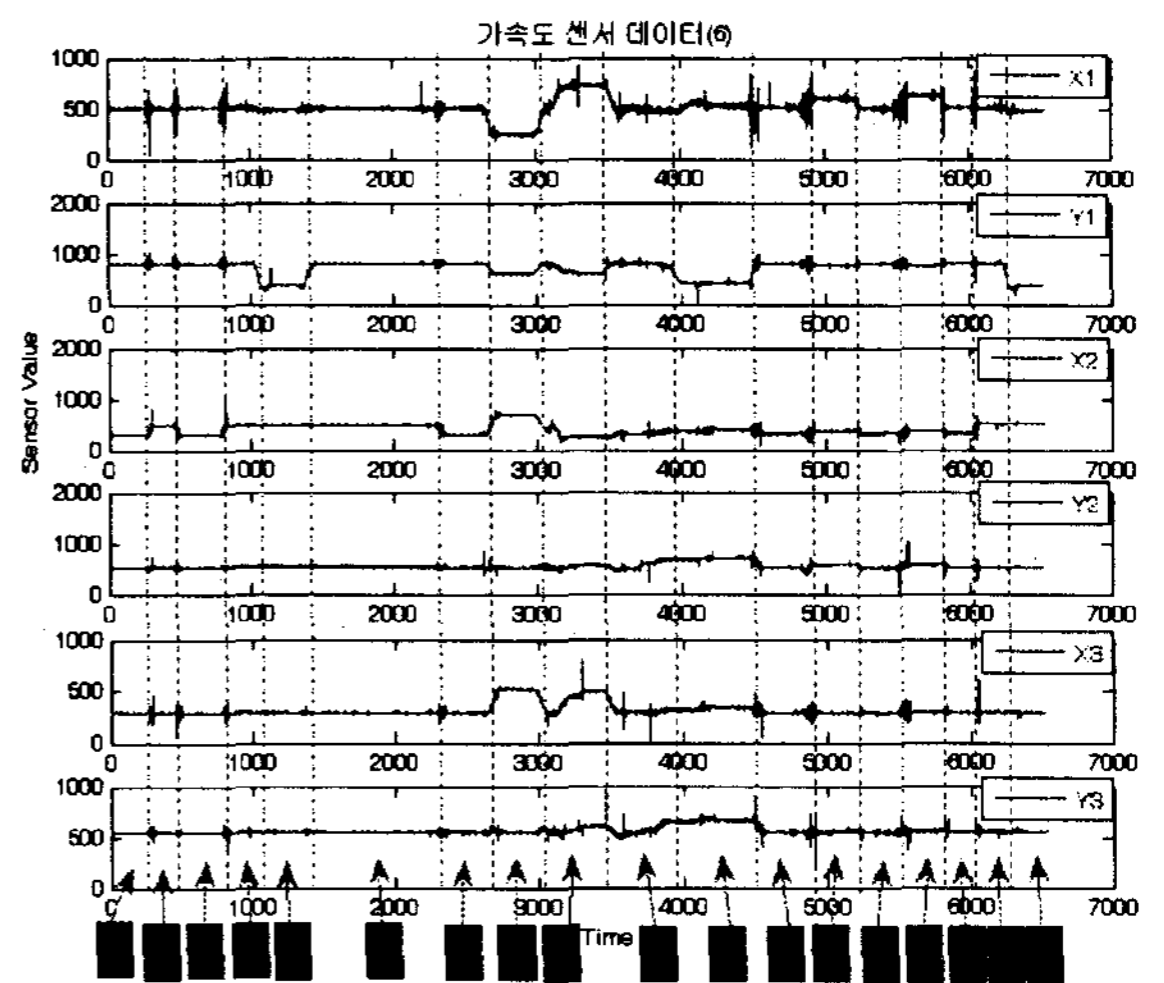


그림 2. 각 제스처에 대한 가속도 센서 데이터

그림 3은 그림 2와 같은 센서 데이터가 입력되었을 경우, PCA 기법에 의한 제스처 분류기의 응답 특성을 나타낸 것으로 가정된 제스처의 분류를 효과적으로 수행할 수 있음을 확인할 수 있다.

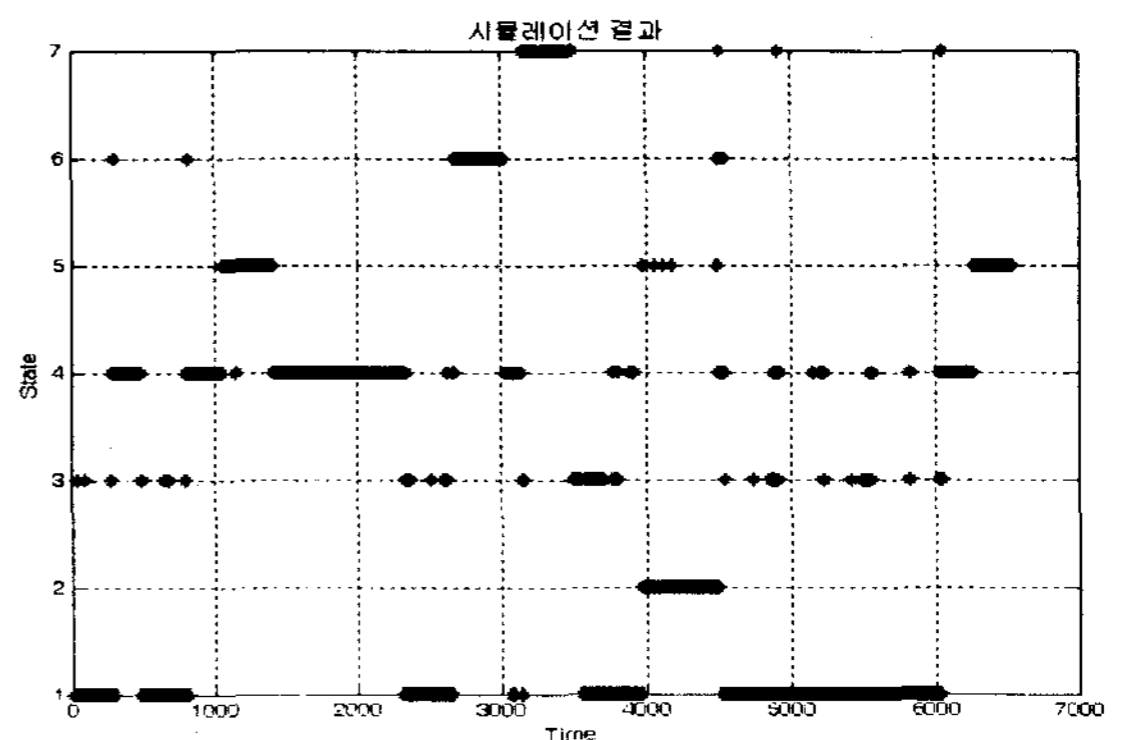


그림 3. PCA 기반 제스처 분류기의 분류 특성

4. 결 과

본 논문에서는 로봇에 부착된 가속도 센서들의 출력으로부터 로봇의 제스처를 인식하기 위한 PCA 기반의 분류 알고리즘을 제안하였으며 제안된 기법의 유용성을 확인을 위해 실제 로봇에 3개의 가속도 센서를 장착하고 이들 센서로부터의 데이터를 Matlab을 통한 시뮬레이션을 수행하였다. 시뮬레이션 결과 PCA기반의 제스처 분류가 효과적으로 수행됨을 확인할 수 있었다.

참 고 문 헌

- [1] A. Ali and J.K. Aggarwal, "Segmentation and Recognition of Continuous Human Activit,", IEEE Detection and Recognition of Events in Video, 2001.
- [2] A. Bobick, "Real Time Online Adaptive Gesture Recognition," IEEE ICPR, 2000.
- [3] B. Li and H. Holstein, "Recognition of Human Periodic Motiona Frequency Domain Approach," IEEE ICPR, 2002.
- [4] D. Ayers and M. Shah, "Recognizing Human Actions in a Static Room," IEEE WACV,1998.
- [5] 진계환, 이상복 외, "가속도 센서를 이용한 상황인식 시스템", 2005
- [6] A. Corradini and H.M. Gross, "Camerabased Gesture Recognition for Robot Control, " IJCNN, 2000.
- [7] Andrea Corradini, "Dynamic Time Warping for Off-line Recognition of a Small Gesture Vocabulary," RATFG-RTS, 2001.
- [8] Deniz Erdogmus, Yadunandana N. Rao, Hemanth Peddaneni, "RECURSIVE PRINCIPAL COMPONENTS ANALYSIS USING EIGENVECTOR MATRIX PERTURBATION"
- [9] Dunia, R. "Identification of faulty sensors using principle component analysis", AIChE J., 42(10), pp. 2797-2812, 1996.
- [10] C. Chih-Chen, K. Sze, and Z. Sun, "Structural damage assessment using principal components analysis." Proceedings of the SPIE: Health Monitoring and Smart Nondestructive Evaluation of Structural and Biological Systems III. Volume 5394, pp. 438-445, 2004
- [11] S. Costa and S. Fiori, "Image compression using principal component neural networks." Image and Vision Computing, Vol. 19, Issues 9-10, 649-668, 2001

감사의 글 : 본 연구는 산업자원부의 지역혁신 인력양성사업의 연구결과로 수행되었음.
