

지능형 로봇 시스템에서 신경 회로망을 이용한 인간 몸의 제스처 추출

소 재 윤, 김 종 선, 주 영 훈
 군산대학교 전자정보공학부

Extraction of Human Body Using Neural Network in Intelligent Robot System

Jea Yun So, jong Seon Kim, Young Hoon Joo
 School of Electronic & Information Engineering, Kunsan National University

Abstract - 본 논문에서는 지능형 로봇 시스템에서 신경 회로망을 이용한 인간 몸의 제스처 추출 기법을 제안 하였다. 지능형 로봇 시스템에서 사용된 컴퓨터 시각 기반에서는 시간상의 변화에 따른 특징 벡터 추출을 필요로 한다. 이를 위해 본 논문에서는 신경 회로망을 이용한 제스처 추출 기법을 제안 하였다. 신경 회로망을 이용한 제스처 추출은 오류 역 전파 학습 방법을 사용하여 시간상에서 변화하는 영상 시퀀스에 정보를 생성하고 움직임 모델을 통해 두 정보간의 다른 제스처 추출에 가중치를 준다. 마지막으로 본 연구에서 제안한 기법은 실험을 통해 그 우수성을 확인하였다.

1. 서 론

오늘날 현대 사회에서는 인간과 컴퓨터간의 상호작용(HCI)을 위한 로봇의 동작을 제어하는 연구가 진행되고 있다 [1]. 인간과 컴퓨터간의 상호 작용을 위한 방편으로, 인간의 제스처를 추출하기 위해 인간 몸을 포함한 연속된 이미지로부터 인간 몸의 특징 점을 추출하는 방법을 제시하기도 하였다 [2]. 지능형 로봇 시스템에서 인간 몸의 특징 점 추출 없이 인간의 모션을 추출하기에는 쉽지 않다. 인간 모션 분석은 두 가지 방법으로 접근 할 수 있다. 첫째, 인간의 관절의 고정된 센서를 통해 얻어진 파라미터 값을 사용하는 방법이다. 이러한 접근은 지능형 로봇 시스템에서는 제한된 환경과 센싱 장비가 필요하기 때문에 적용하기가 쉽지 않다. 다른 하나는 인간 몸을 포함한 영상 시퀀스 이미지로부터 특징 점을 추출 하는 방법이다. 이 연구의 목적은 skeleton 특징 점과 같은 이미지 관절을 알기 위해서이다. 본 논문에서는 신경회로망을 이용한 인간의 제스처 인식 방법을 제안한다. 구체적으로 설명하면, 로봇 시스템의 제한된 영상 시퀀스 이미지로부터 칼라정보 및 움직임 정보를 이용하여 신경 회로망에 적용하고, 오류역전파 학습을[9] 통해 전체적인 인간의 제스처를 추출하는 skeleton 모델 방법을 제안한다. 본 실험시, 다음과 같이 가정된 환경 내에서 영상 시퀀스는 제한 조건을 가진다. 첫째, 로봇 시스템의 고정된 카메라 이미지 해상도는 낮다. 둘째, 로봇 시스템에서 카메라 위치는 인간의 시각보다 낮아야 한다. 셋째, 로봇 시스템의 가정된 환경 조명 밝기는 약간 낮아야 한다. 마지막으로, 여러 실험을 통해 제안한 방법의 우수성을 증명한다.

2. 본 론

2.1 신경망을 이용한 인간 몸의 제스처 추출 방법

skeleton 특징 점 추출은 인간 몸의 제스처에 바탕을 두었다. 인간 몸의 제스처 인식은 영상 시퀀스로부터 하나의 이미지를 추출 하여 인간 몸의 모션을 추출하는 방법이다. 인간 몸의 모션을 추출하는 방법은 여러 가지가 있다 [3]-[8]. 본 논문에서는 시간상에서 변화에 따른 방법에 바탕을 두었다. 시간상의 변화에 따른 방법은 동적인 환경에서 매우 적합하지만 대부분 모든 픽셀의 불필요한 특징 점을 추출한다. 따라서 신경회로망을 이용하여 인간 몸의 제스처를 추출 하였다. 제한된 지능형 로봇 시스템에서의 적절한 인간 몸의 제스처 추출을 하기 위해 모션 영역 모델[10]을 가정하고 연속 동작 프레임으로부터 추출할 때 발생하는 오류를 개선하기 위해 오류 역 전파 알고리즘 학습을 통해 연결 가중치를 두어 인간 몸의 제스처 정보를 보상하여 전체적인 인간 몸의 제스처를 추출한다.

2.2 오류 역전파(Backpropagation) 신경망

본 논문에서는 영상 시퀀스로부터 인간 몸의 모션 특징 점과 시간에 따른 움직임의 특성사이의 관계에서 제스처를 추출하기 위해 오류 역전파 알고리즘을 사용하였다. 그림 1은 역전파 신경망의 구조를 보여준다. 입력 벡터 I_i 는 식 (1)로 정의 되며 은닉층의 입력 $\neq t_j$ 는 식 (2)로 은닉 뉴런의 출력 h_j 는 식 (3)으로 하며 출력 뉴런의 입력은 v_k 로 식 (4)로 한다. 또한 I_0 는 1로 받아들이며 w_{ij} 는 입력 뉴런 i 와 은닉 뉴런 j 의 연결 가중치이다.

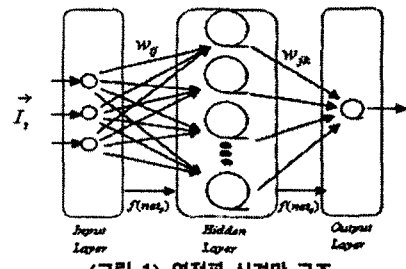
$$I_i = I(x, y; t) \quad (1)$$

$$= [I_i^x(x, y), I_i^y(x, y), I_i^z(x, y)]$$

$$\neq t_j = \sum_{i=0} I_i w_{ij} \quad (2)$$

$$h_j = f(\neq t_j) = f\left(\sum_{i=0} I_i w_{ij}\right) \quad (3)$$

$$v_k = \sum_{j=0}^H I_j w_{jk} \quad (4)$$



<그림 1> 역전파 신경망 구조

$f(\neq t_j)$ 는 비선형적 활성화 함수이고, 본 논문에서 활성화 함수로 시그모이드 함수를 (5) 이용하였다.

$$f(\neq t_j) = \frac{1.0}{1.0 + e^{-\neq t_j}} \quad (5)$$

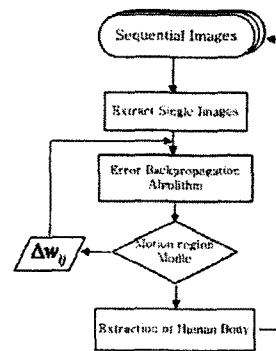
그리고 출력 o_k 는 식 (6)과 같다.

$$o_k = f(v_k) = f\left(\sum_{k=0}^H h_j w_{jk}\right) \quad (6)$$

역 전파 알고리즘은 오차 학습을 통해 얻어진 오차 함수 E 는 식 [6]으로 정의 되고

$$E = \frac{1}{2} \sum_k (t_k - o_k)^2 \quad (7)$$

목적 패턴값 t_k 와 o_k 는 입출력 패턴 k 의 출력 값이다.



<그림 2> 역전파 알고리즘을 이용한 제스처 추출 과정

2.3. 학습 알고리즘

본 논문에서 사용된 역 전파 알고리즘에서 사용된 학습 벡터는 $\langle \vec{I}, \vec{o} \rangle$ 형태로 이루어져 있다. 영상 시퀀스로부터 얻어진 입력 벡터 I_i 가 주어지면 은닉 뉴런 출력 h_j 와 출력 o_k 는 계산 되어진다. 출력 뉴런 k 에서 일반화된 델타 규칙과 시그모이드 함수에서 유도된 $o_k(1 - o_k)$ 로부터 구해진 에러 δ_k 와 은닉 뉴런 h 에서의 δ_h 는 식 (8)과 같다.

$$\begin{aligned} \delta_k &\leftarrow (t_k - o_k) o_k (1 - o_k) \\ \delta_h &\leftarrow o_h (1 - o_h) \sum_K w_{hk} \delta_k \end{aligned} \quad (8)$$

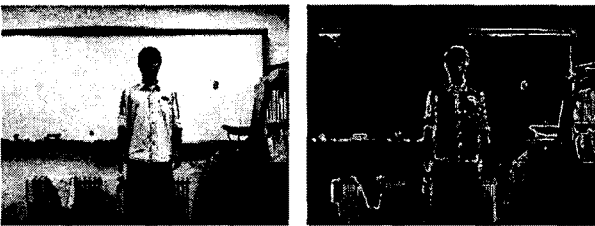
출력 파라미터는 모션 영역 모델 [10]로부터 결정되며 초기 모션 영역 모델은 0 이다. 그때 모션 영역 모델은 갱신되어 연결 가중치 w_{ij} 정보 조절된다.

$$\begin{aligned} w_{ij} &\leftarrow w_{ij} + \Delta w_{ij} \\ \Delta w_{ij} &= \eta \delta_j w_{ij} o_k \end{aligned} \quad (9)$$

따라서 역 전파 알고리즘은 학습이 수행되는 동안 모션 영역 모델에 갱신에 따른 가중치 정보가 향상되고 원하는 오차범위 안에 도달하면 학습을 중지된다. 이 정보를 이용하여 인간 몸의 제스처를 추출 하였다.

3. 실험 결과

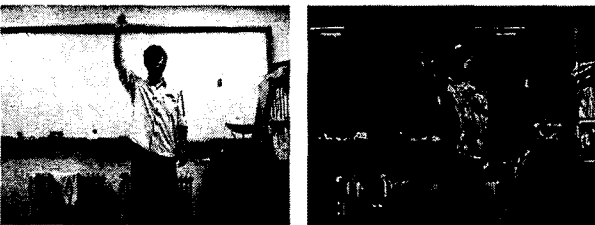
지능형 로봇 시스템으로부터 시퀀스 이미지를 얻었다. 시퀀스 이미지는 메모리 공간과 인식 시간을 줄이기 위해 24비트 칼라 크기의 320*240 해상도로 캡처하였다. 그림 3-9는 신경회로망을 이용한 제스처 추출을 보여주고 있다. 로봇 시스템의 자체 진동이나 환경에 따른 조명 밝기의 의해 제스처 추출과정에서 불필요한 윤곽선의 추출과 번짐 현상이 있음에도 불구하고 인간 몸의 제스처 추출 이미지를 얻을 수 있었다.



(a) 입력 이미지 (b) 제스처 추출 이미지
<그림 3> 제스처 추출 이미지 프레임



(a) 입력 이미지 (b) 제스처 추출 이미지
<그림 4> 제스처 추출 이미지 프레임



(a) 입력 이미지 (b) 제스처 추출 이미지
<그림 5> 제스처 추출 이미지 프레임



(a) 입력 이미지 (b) 제스처 추출 이미지
<그림 6> 제스처 추출 이미지 프레임



(a) 입력 이미지 (b) 제스처 추출 이미지
<그림 7> 제스처 추출 이미지 프레임



(a) 입력 이미지 (b) 제스처 추출 이미지
<그림 8> 제스처 추출 이미지 프레임



(a) 입력 이미지 (b) 제스처 추출 이미지
<그림 9> 제스처 추출 이미지 프레임

4. 결 론

본 논문에서는 지능형 로봇 시스템에서 신경 회로망을 이용한 인간 몸의 제스처 추출 기법을 제안하였다. 지능형 로봇 시스템에서 존재하는 제한된 조건에서 인간 몸의 제스처 추출을 위해 인간 몸을 포함한 시퀀스 이미지로부터 신경 회로망을 이용하여 인간 몸의 제스처를 추출하였다. 마지막으로 본 연구에서 제안한 기법은 실험을 통해 그 우수성을 확인하였다.

감사의 글: 이 논문은 2005년도 정부재원(교육인적자원부 학술연구조성사업비)으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (KRF-2005-042-D00268)

[참 고 문 헌]

- [1] 김계경, "인간-로봇 상호작용을 위한 제스처 인식 기술", 전자통신동향 분석, 20권호, p7, 2005
- [2] B. Fan; Z-F. Wang, "Pose estimation of human body based on silhouette images," International Conference on Information Acquisition Proc.pp. 296-300, June, 2004
- [3] I. Haritaoglu, R. Cutler, D. Hawood and L. Davis, "Backpack: Detection of people carrying objects using silhouettes," Computer Vision and Image Understanding, pp. 395-397, No. 3. 2001
- [4] I Haritaoglu, D. Harwood, and L.'Davis, "A real time system for detection and tracking people" Jou. of Image and Vision Computing 1999
- [5] I. Haritaoglu, D. Hawood and, L. Davis, "Who?When? Where? What? A Real Time System for Detecting and Tracking People", Automat Face and Gesture Recognition, pp. 222-227, 1998
- [6] A. Blake, M. Isard, and D. Reynard, "Learning to track curves in motion of contours," Artificial Intelligence, pp. 101-133, 1995
- [7] C. Anderson, P. Burt, and G. van der Wal, "Change detection and tracking using pyramid transformation techniques," Proc. of SPIE - Intelligent Robots and Computer Vision, Vol 579, pp 72-78, 1985.
- [8] J. Barron, D. Fleet, and S. Beauchemin "Performance of optical flow techniques," Int. Journal of Computer Vision, pp. 42-77, 1994.
- [9] Liwei Zhao. "Synthesis and Acquisition of laban movement analysis qualitative parameters for communicative gestures", pp 85-90, 2001
- [10] Moon Hwan Kim, "Extraction of Human Body Using Hybrid silhouette extraction method in intelligent robot system", Korea Fuzzy Logic and Intelligent System Society, 2005