

프리티티브 패턴 나열의 확장에 의한 사람 몸 동작 패턴 분류기의 구현

조경은, 조형제
동국대학교 컴퓨터공학과

Implementation of a Human Body Motion Pattern Classifier using Extensions of Primitive Pattern Sequences

Kyungeun Cho, Hyungje Cho
Dept. of Computer Engineering, Dongguk University

요 약

사람의 몸 동작을 인식해야하는 여러 응용분야에서의 필요성이 대두되면서 이 분야로의 연구가 활발해지고 있다. 이 논문은 사람의 비언어적 행동을 자동적으로 분석할 수 있는 인식기 개발에 관한 것으로 실세계 3 차원 좌표값을 입력으로 하는 사람 몸 동작 패턴 분류기의 구현방법을 소개한 것이다. 하나의 사람 몸 동작은 각 몸 구성 성분(손, 아래팔, 위팔, 어깨, 머리, 몸통 등)의 움직임을 조합해서 정의할 수가 있기 때문에 개별적인 각 몸 구성성분의 움직임을 인식하여 조합해서 임의의 동작을 판별하려는 방법을 적용한다. 사람 몸 동작 패턴 분류기는 측정된 실세계 3 차원 좌표 자료를 양자화한 후, xy , zy 평면에 투영한 값을 각각 구한다. 이 결과를 각각 8 방향 체인 코드로 바꾸고 2 단계 체인 코드 평활화 작업을 하며, 4 방향 코드 체적화 및 대표 코드로의 압축단계를 거친다. 이로서 생성된 프리미티브 패턴나열들을 동작 클래스별로 분류하여 프리미티브 패턴나열의 확장으로 각각의 식별기를 구축하여 각 몸 구성 성분별 동작들을 분류한다. 일련의 실험이 행해져 그 타당성을 확인하였으며, 차후에 이 분류기는 비언어적 행동 분석을 위한 사람 몸 동작 인식기의 전처리 단계로 사용되어질 것이다.

1. 서론

의사소통은 사람들간에 감정, 태도, 사실, 생각을 전달하는 과정으로 상호 대화를 통해 서로에게 영향을 주고 서로를 이해하는 모든 수단을 포함한다. 언어적 행동뿐만 아니라 얼굴표정, 눈맞춤, 몸짓, 움직임, 자세와 공간적 거리를 포함하는 모든 비언어적 행동들이 상징적으로 사용되고 있다. 이러한 연구가 비언어적 행동을 분석하는 사회심리학 분야에서 이루어지고 있으며 이 중에서 의사 전달의 많은 비중을 차지하는 몸짓, 손짓에 관한 자동화 연구도 이루어지고 있는 추세이다. 사람의 몸짓, 손짓을 자동으로 인식할 수 있으면 사람이 일일이 수동적으로 분석해야 할 작업들을 자동화시킬 수 있으며, 컴퓨터와 사람간의 편리한 통신 매체 수단으로서도 사용 가능하다. 이처럼

컴퓨터가 사람의 동작을 이해하면 좀 더 편리한 인터페이스와 환경을 제공할 수 있는 것이다. 이미 각 응용분야에서 다양한 목적을 위해 사람 몸 동작 인식 시스템들이 실험되고 구축되어 있다. 그 예로는 중국의 체조식 권법을 분석하는 시스템, 수화를 인식하고 번역해주는 시스템, 체조 선수의 동작을 인식하는 시스템 등이 있다. 기존에 많이 사용되어진 인식 방법으로는 HIMM(Hidden Markov Model), Dynamic Time Warping, Phase Space Method, Temporal Templates 방법 등이다 [1].

본 연구는 사람의 비언어적 의사소통 분석을 자동화하기 위한 목적으로 사람 몸 동작 인식 방법 연구에 중점을 둔다. 하나의 사람 몸 동작은 각 몸 구성 성분(손, 아래팔, 위팔, 어깨, 머리, 몸통 등)의 움직임을 조합해서 정의할 수가 있다. 즉, 각 몸 구성 성분

의 일정 시간 단위에서의 3차원 위치 정보로 움직인 경로를 유추하고 이들을 조합하여 사람의 몸 동작을 표현하는 방법이다[2]. 여기서는 측정된 실세계 3차원 좌표 자료를 양자화한 후 각각 xy, zy 평면에 투영한 결과를 8 방향 체인 코드로 바꾸고 2 단계 체인 코드 평활화 작업을 하며, 4 방향 코드 체적화 및 대표 코드로의 압축단계를 거친다. 이로서 생성된 프리미티브 패턴나열들을 동작 클래스별로 분류하여 프리미티브 패턴나열의 확장으로 각각의 식별기를 구축하여 각 몸 구성 성분별 동작들을 분류한다. 차후에 이 분류기는 비언어적 행동을 분석하기 위한 사람 동작 인식기의 전처리 단계로 사용되어질 것이다.

2 장에서는 본 연구에서 제안한 프리미티브 패턴나열의 확장에 의한 사람 몸 동작 패턴 분류기의 전처리에 관하여 기술하고 3 장에서는 프리미티브 패턴나열의 확장 방법과 이것을 이용한 사람 몸 동작 패턴 분류기에 관하여 설명한다. 4 장에서는 실험 방법 및 결과를 보이고 결론을 맺는다.

2. 사람 몸동작 패턴 분류기의 전처리 단계

그림 1은 이 논문에서 제시한 사람 몸 동작 패턴 분류기의 전처리 단계를 나타내며 아래에 각 단계별로 자세히 기술한다.

2.1 입력 자료와 양자화

이 논문에서는 칼라마크를 부착한 사람을 추적하여 각 관절의 3 차원 좌표를 출력해주는 STABIL++ 시스템[4]을 이용하여 프리미티브 패턴열을 식별해주는 분류기를 구현한다. 각 자료는 실세계 좌표계에서의 x, y, z 값이다. 즉, 실제 사람 모델이 움직인 동작의 나열들을 실제 x, y, z 좌표값으로 입력받는다[1].

여기서는 각 몸 구성성분의 관절에 대한 x, y, z 좌표들을 3 cm 간격으로 양자화(quantize)하여 사용한다. 그림 2의 왼쪽 3 칸은 실제 x, y, z 좌표들의 값을 시간축에 따라 화면에 나타낸 예이고, 그림 2의 우측 3 칸은 이를 3 cm 간격으로 양자화한 예이다. 그림 2의 가로축 요소는 각 몸 구성성분의 관절부분을 의미하며 세로축 요소는 각각 수직, 수평, 깊이 정보를 나타낸다.

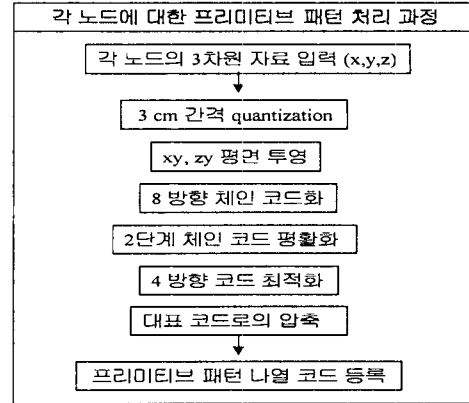


그림 1. 사람 몸 동작 패턴 분류기의 전처리 단계

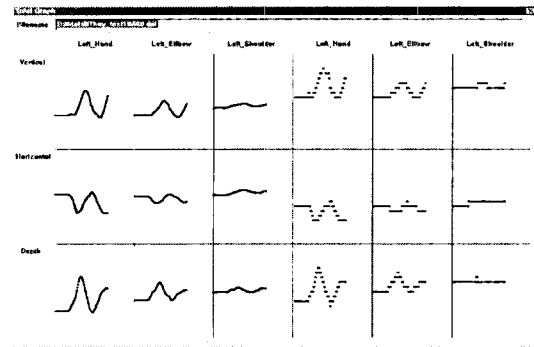


그림 2. 실제 입력 자료와 3 cm 간격으로 양자화한 결과

2.2 양자화한 데이터의 평면 투영과 8 방향 체인 코드화

3 cm 간격으로 양자화되어 코딩된 데이터에 대하여 각각 xy, zy평면에 투영한 결과를 구한다. 이 단계를 수행하는 이유는 사람이 정면과 측면에서 사람의 동작을 관찰한 것과 같은 결과를 유추하여 인식에 적용하기 위해서이다. 양자화된 데이터를 각각 xy, zy 평면에 투영한 값으로 변형한 후 이 결과들 8 방향 체인 코드화한다. 8 방향 체인 코드화의 방법은 일반적인 8 방향 체인 코드방식과 같은 방법으로 수행이 되나 투영한 평면에 따라 각각 의미하는 바는 다르다. 즉, xy 평면에 투영한 데이터 결과에서의 8 방향 체인 코드화는 그림 3에서 볼 수 있듯이 차례로 left, left-up, up, right-up, right, right-down, down, left-down의 의미가 부여되고 이는 사람의 동작을 정면에서 관찰한 것과 같다. zy평면(그림 4)에 투영한

데이타는 사람의 동작을 측면에서 관찰한 것과 같다. 그림 5에서 두 흰색 창에 ①에 해당하는 것이 각각 xy, zy 평면에 투영한 초기 결과 그림이다.

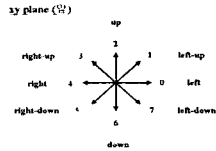


그림 3. xy 평면 8방향코드

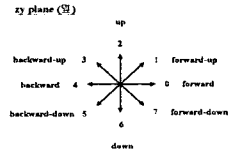


그림 4. zy 평면 8방향코드

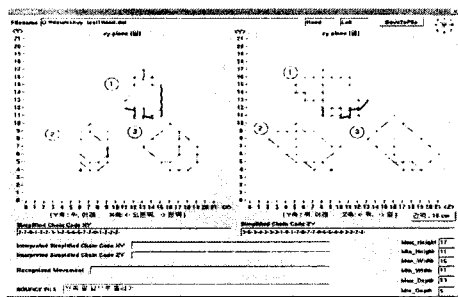


그림 5. xy, zy 평면 투영 및 코드 평활화의 예

2.3 2 단계 체인 코드 평활화

구문론적인 패턴 인식 방법에서는 비정규적인 패턴을 제거하기 위해 변형 문법(transformational grammar)에 의한 패턴의 평활화(smoothing) 작업을 수행한다. 여기서는 기존의 변형 문법[3]을 확장하여 적용하며, 이 처리를 해줌으로서 잡음으로 간주되는 코드를 제거하여 다음 단계인 프리미티브 패턴 분류기에서의 식별결과를 향상시킬 수가 있다. 코딩된 자료를 과잉하는 과정에서 잡음으로 간주되는 패턴이 나오면 평활화된 코드로 대체된다. 이 평활화 작업은 2 번 반복되는데, 1 회 평활화한 작업을 수행한 예가 그림 5의 ②이고, 두 번째 평활화한 작업을 수행한 예가 그림 5의 ③이다.

2.4 4 방향 코드 체적화 및 대표 코드로의 압축

2 단계 체인 코드 평활화 단계를 거친 결과는 4 방향 코드 체적화 과정을 거친 후 대표 코드로 표현된다. 4 방향 코드 체적화 과정을 수행하는 이유는 다음 단계에서 구축될 패턴 식별기의 복잡도를 낮추기 위해서이다. xy 평면에 투영한 데이터는 다음처럼 처리된다. 즉, left, left-up, left-down, right, right-up,

right-down, up, down의 8 개의 코드로 표현된 프리미티브 패턴 나열을 left, right, up, down의 4 개의 코드로 체적화한다는 것을 의미한다. zy 평면에 투영한 데이터도 마찬가지로 처리된다. 4 방향 코드 체적화를 거친 프리미티브 패턴열들은 식별기를 구축할 수 있는 형식으로 변환하기 위해 대표 코드로 표현된다. 즉, 같은 프리미티브 패턴이 연속해서 발생하는 경우에 이는 1 개의 코드와 발생한 빈도수로 압축된다.

다음은 한 개의 프리미티브 패턴 나열의 예를 보인 것이다. 이 프리미티브 패턴 나열은 오른손으로 얼굴을 만진 동작 중에 오른손(node 7)의 움직임을 나타낸 것으로서 각 평면에 투영해서 처리되어진 결과를 나타낸다.

node 7 xy 평면	rest : 28 up : 2 rest : 1 up : 1 rest : 3 up : 4 rest : 4 up : 2 rest : 11 left : 5 down : 2 rest : 2 left : 1 rest : 26 down : 1 right : 4 down : 1 rest : 1 right : 1 down : 1 rest : 3 right : 1 down : 2 rest : 9
node 7 zy 평면	rest : 28 up : 2 rest : 1 backward : 2 up : 1 rest : 3 up : 4 backward : 1 rest : 3 backward : 2 up : 2 rest : 3 backward : 2 rest : 7 down : 2 rest : 11 backward : 3 rest : 9 forward : 2 rest : 2 forward : 2 rest : 2 forward : 2 rest : 1 down : 2 rest : 1 down : 1 rest : 3 forward : 2 down : 2 rest : 3 forward : 2 rest : 5

표 1. 프리미티브 패턴 나열의 예

3. 프리미티브 패턴 나열의 확장에 의한 사람 몸 동작 패턴 분류기

이전 연구[1]에서 제안했던 프리미티브 패턴 분류 방법에서는 사전에 미리 정의한 20 여 개의 프리미티브 패턴들을 인식할 수 있는 오토마타들을 학습 시스템에 입력한 후 프리미티브 패턴열들을 인식하여 사람 몸 동작 패턴들을 분류하고자 하는 시도를 하였다. 이는 사전에 정의된 학습 패턴을 만족하지 못하는 패턴들의 빈번한 발생으로 인하여 패턴 분류의 정확도를 떨어뜨리는 결과를 보여주었다. 그리하여 여기서는 예측되는 패턴들을 사전에 정의하던 방법에서 예측할 수 없는 패턴 나열들도 학습시스템에 반영하기 위해 같은 부류에 속하는 모든 학습 패턴 나열들을 만족하는 식별기를 구축하는 방식을 적용하도록 한다.

전처리 단계의 결과로 얻게 된 프리미티브 패턴열(예: 표.1)들은 같은 부류끼리 분류되어 학습 테이블에 등록된다. 그리하여 같은 동작으로 분류된 프리미티브 패턴열을 모두 만족 시키는 식별기를 수동으로 생성하여 유사한 패턴들끼리 분류될 수 있게 한다. 여기서 사용한 프리미티브 패턴 식별기에 관하여 간단한 예

를 들어서 설명하면 다음과 같다. 오른손을 좌우로 흔든 동작의 프리미티브 패턴열이 3 개가 다음과 같이 학습 패턴으로 사용되어졌을 경우에 이 3 개의 패턴열을 모두 만족하는 프리미티브 패턴열의 확장으로 만든 패턴 식별기는 다음 그림 6과 같다. 그리고 또 다른 예로 오른쪽 팔을 앞으로 위로 올리고 내린 동작을 만족시키는 식별기는 그림 7과 같다.

입의의 동작 1 - { up left right left right left down,
left right left right left down,
up left right left right left }

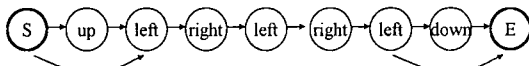


그림 6. 프리미티브 패턴열의 확장으로 만든 식별기 (예.1)

입의의 동작 2 - { up right up left down,
up right up left down,
up down,
up right up-down left down }

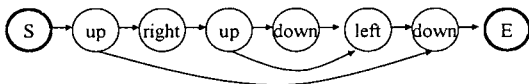


그림 7. 프리미티브 패턴열의 확장으로 만든 식별기 (예.2)

이런한 패턴 식별기는 학습하고자하는 패턴 부류의 개수 x 2 평면 x 적용할 노드 개수 만큼 생성되어야 한다.

4. 실험 방법 및 결과

본 연구에서는 상반신의 사람 동작을 녹화한 후 이로부터 필요한 자료를 받아 실험이 행해졌다. 그림 8은 실험환경의 한 장면을 나타낸다.



그림 8. 실제 녹화 장면

실제 비언어적 행동 분석을 위한 인식데이터는 머리 동작, 몸통 동작, 팔 동작, 복합동작으로 이루어져 있으나 현 논문에서는 제안한 프리미티브 나열의 확장으로 구축된 식별기들의 패턴 분류 방식의 타당성

을 점검하기 위해 48 개의 팔동작만을 대상으로 실험이 이루어졌다.

테스트 입력으로 들어올 패턴나열들은 구축되어진 모든 식별기에 적용하여 인식/미인식 여부를 판단하는데 만약 중복으로 인식된 패턴이 있다면 이를 중복인식으로 판정하였다. 실험 입력 자료는 총 9 세트(3 사람이 각각 3 번 실험한 자료)로서 각각 48개의 서로 다른 동작이 포함되어있다. 5 세트는 학습자료, 4 세트는 테스트 자료로서 사용되어 대략 83%의 정인식률을 얻었다. 여기에 해당하는 17%의 오인식률은 미인식률과 중복인식률이 포함되며 중복인식의 경우에는 실질적으로 분류되어야 할 클래스도 대부분 포함되어 있으나 현재로서는 이를 정확하게 판정할 수 있는 알고리즘이 구현되어 있지 못하다.

5. 결론 및 향후 연구 과제

여태까지 사람의 비언어적 행동을 분석하기 위한 목적으로서 사람 동작 패턴 분류기의 전처리 단계의 구현에 관한 부분을 소개하였다. 사람의 몸을 구성하는 각 몸 구성성분들의 움직임을 정확하게 식별할 수 있는 사람 동작 패턴 분류기의 구현 방법과 결과를 보여 비언어적 행동 분석을 위한 사람 동작 인식기 개발 가능성을 보였다.

향후 연구과제로는 프리미티브 패턴 나열의 확장으로 구축된 식별기의 자동화에 관한 연구와 중복으로 인식되는 식별기가 발생했을 경우의 클래스 판정방법에 관한 연구가 필요하다.

참고문헌

- [1] 조경은, 조형제, "방향코드와 유한 오토마타를 이용한 사람 동작 프리미티브 패턴 분류기의 구현", 1999 한국멀티미디어학회 추계학술발표 논문집 제2권 제2호, pp. 428-432
- [2] S. Frey, H.P. Hirsbrunner, J. Pool & W. Daw, "Das Berner System zur Untersuchung nonverbaler Interaktion", Methoden der Analyse von Face-to-Face-Situationen, Stuttgart, Metzler, 1981, pp. 203-236
- [3] K.S. Fu, "Syntactic Methods in Pattern Recognition", Academic Press, 1974, pp. 53-54
- [4] O. Munkelt, C. Ridder, D. Hansel, W. Hafner, "A model driven 3D image interpretation system applied to person detection in video images", 14'th ICPR 1998, pp. 70-73