

텍스트 기반 감정 표현을 비언어적 신체 동작으로 변환하기 위한 휴머노이드 캐릭터 모션 시스템 설계

이종인[○], 김진영, 남형중, 문요한, 윤태복
서일대학교 AI게임융합학과
e-mail: tbyoon@seoil.ac.kr

Design of a Humanoid Character Motion System for Transforming Text-Based Emotional Expressions into Nonverbal Body Movements

Jongin Lee[○], JinYeong Kim, Hyeongjong Nam, Yohan Moon, Taebok Yoon
*Dept. of AI Game Convergence, Seoil University

요약

대화형 AI 에이전트와 가상 캐릭터에 대한 활용이 확대되면서 텍스트 기반 감정 표현을 자연스러운 신체 동작으로 구현하는 기술에 대한 관심이 높아지고 있다. 본 연구에서는 텍스트 기반 감정 표현을 휴머노이드 캐릭터의 비언어적 신체 동작으로 변환하기 위한 모션 시스템을 설계하였다. 제안 시스템은 자연어 입력으로부터 감정과 표현 의도를 분석하고, 이를 고개 방향, 상체 기울기, 어깨 움직임, 팔 동작 등의 신체 표현 요소로 변환하는 구조로 구성된다. 기존 연구에서 주로 활용되던 사전 제작 애니메이션 클립 방식에서 벗어나, Unity 휴머노이드 캐릭터의 주요 뼈대 회전값을 직접 제어함으로써 감정에 따른 신체 동작을 유연하게 생성할 수 있도록 하였다. 이를 통해 텍스트 입력만으로도 캐릭터가 감정을 신체로 표현할 수 있는 경량화된 모션 생성 구조를 제안한다는 점에서 의미가 있다. 향후에는 얼굴 표정, 하체 움직임, 감정 강도 조절 기능을 단계적으로 추가하여 보다 자연스럽게 풍부한 감정 표현이 가능한 지능형 캐릭터 모션 시스템으로 확장하고자 한다.

1. 서론

디지털 콘텐츠, 가상현실, 메타버스 환경에서 휴머노이드 캐릭터는 사용자와 상호작용하기 위한 중요한 표현 매체로 활용되고 있다. 특히 캐릭터의 감정 표현은 대화의 몰입감과 자연스러운 상호작용을 높이는 핵심 요소이다. 기존 캐릭터 감정 표현은 주로 사전에 제작된 애니메이션 클립을 재생하거나 제한된 동작을 선택하는 방식으로 구현된다. 그러나 이러한 방식은 사용자의 다양한 텍스트 입력과 감정 표현에 유연하게 대응하기 어렵다는 한계가 있다. 이에 본 연구에서는 사용자의 텍스트 입력에 포함된 감정과 표현 의도를 분석하고, 이를 휴머노이드 캐릭터의 비언어적 신체 동작으로 변환하는 모션 시스템을 설계한다. 제안 시스템은 Unity 휴머노이드 캐릭터의 주요 관절 회전 값을 제어하여 텍스트 기반 감정 표현을 자세, 고개 방향, 상체 기울기, 팔 동작 등으로 표현하는 것을 목표로 한다. 이를 통해 본 연구는 텍스트 입력 기반의 감정 표현을 캐릭터의 신체 동작으로 연결하는 구조를 제안하고, 사전 제작된 애니메이션 클립에 의존하지 않는 감정 기반 모션 생성 가능성을 제시한다.

2. 관련 연구

캐릭터의 감정 표현은 디지털 콘텐츠, 애니메이션, 가상 캐릭터 상호작용 분야에서 중요한 연구 주제로 다루어져 왔다. 기존 연구에서는 3D 애니메이션 캐릭터의 감정별 외형 특징을 분석하거나, 캐릭터 애니메이션에서 립싱크와 표정 표현을 구현하는 방법을 제시하였다[1]. 이러한 연구들은 감정이 캐릭터의 색상, 형태, 표정, 움직임과 같은 시각적 요소로 표현될 수 있음을 보여주었다는 점에서 의미가 있다. 국외에서는 자연어 입력을 기반으로 인간의 신체 동작을 생성하는 Text-to-Motion 연구가 활발히 진행되고 있으며, 자연어 설명으로부터 다양한 3D 인간 동작을 생성하는 방법을 제안하고 HumanML 3D 데이터셋을 구축하였다[2]. 또한 VQ-VAE와 GPT 구조를 활용하여 텍스트 설명으로부터 인간 모션을 생성하는 T2M-GPT 방법을 제안하였다[3].

그러나 기존 연구들은 주로 캐릭터의 표정, 외형적 감정 표현 또는 데이터 기반의 전체 인간 모션 생성에 초점을 두는 경우가 많다. 이에 본 연구는 사용자의 텍스트 입력에 포함된 감정과 표현 의도를 분석하고, 이를 Unity 휴머노이드 캐릭터의 주요 관절 회전 값으로 변환하여 비언어적 신체 동작을 생성하는 시스템을 설계한다는 점에서 차별성을 가진다.

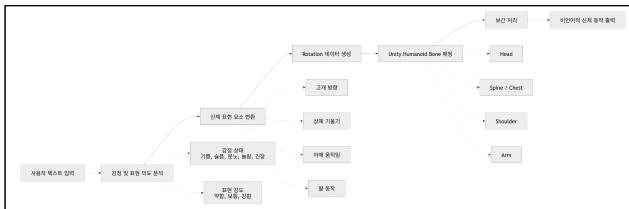
3. 본론

본 연구에서는 텍스트 기반 감정 표현을 휴머노이드 캐릭터의 비언어적 신체 동작으로 변환하는 모션 시스템을 설계한다. 제안 시스템은 사용자의 자연어 입력에서 감정과 표현 의도를 분석하고, 이를 캐릭터의 자세 및 관절 회전 값으로 변환하여 Unity 휴머노이드 캐릭터에 적용하는 구조를 가진다.

3.1 시스템 전체 구조

제안 시스템은 텍스트 입력, 감정 및 표현 분석, 신체 동작 변환, Rotation 기반 모션 생성, Unity 휴머노이드 적용 단계로 구성된다. 사용자가 감정이 포함된 문장을 입력하면, 시스템은 감정 상태와 표현 강도를 분석하고 이를 비언어적 신체 동작으로 변환한다.

분석된 감정 정보는 고개 방향, 상체 기울기, 어깨 움직임, 팔 동작 등의 신체 표현 요소로 변환되며, 최종적으로 Unity 휴머노이드 캐릭터의 주요 관절 회전 값에 적용된다. 이를 통해 다양한 텍스트 입력을 감정에 적합한 캐릭터 움직임으로 연결할 수 있도록 설계한다.



[그림 1] 제안하는 시스템 구조 다이어그램

3.2 텍스트 기반 감정 표현 분석 및 신체 동작 변환

텍스트 기반 감정 표현 분석 단계에서는 입력 문장에 포함된 감정 상태와 표현 의도를 추출한다. 입력 문장은 기쁨, 슬픔, 분노, 놀람, 긴장 등의 감정 범주로 해석될 수 있으며, 각 감정은 캐릭터의 자세, 고개 방향, 상체 기울기, 팔 움직임과 같은 신체 표현 요소로 변환된다. 예를 들어 “나 오늘 기분이 좋아”라는 입력은 기쁨 감정으로 분석되며, 고개를 들고 가슴을 펴며 팔을 가볍게 움직이는 동작으로 변환될 수 있다. 반면 “너무 우울해”와 같은 입력은 고개를 숙이고 어깨를 내리는 위축된 자세로 변환될 수 있다.

[표 1] 감정 및 신체 표현에 대한 매핑 예시

감정	신체 표현 특징
기쁨	가슴을 펴고 고개를 들며 팔을 가볍게 움직임
슬픔	고개를 숙이고 어깨를 내리며 움직임이 느려짐
분노	상체를 앞으로 기울이고 팔과 어깨에 긴장감을 부여함
놀람	머리와 상체가 뒤로 움직이고 팔이 순간적으로 벌어짐
긴장	어깨가 올라가고 작은 반복 움직임이 나타남

3.3 Rotation 기반 모션 생성 및 Unity 적용

본 연구에서는 사전 제작된 애니메이션 클립 대신 Unity 휴머노이드 캐릭터의 주요 관절 회전값을 직접 제어하는 방식을 제안한다. 제어 대상은 감정 표현에 영향을 주는 Head, Spine, Chest, Shoulder, Arm 등 상체 중심의 Bone으로 설정하였다.

감정 분석 결과로 생성된 Rotation 데이터는 각 휴머노이드 Bone에 매핑되며, 보간 처리를 통해 자연스러운 움직임으로 변환된다. 이를 통해 텍스트 입력에 포함된 감정 정보를 캐릭터의 비언어적 신체 동작으로 표현할 수 있는 구조를 제시한다.

4. 결론 및 향후 연구

본 연구에서는 텍스트 기반 감정 표현을 휴머노이드 캐릭터의 비언어적 신체 동작으로 변환하기 위한 모션 시스템을 설계하였다. 제안 시스템은 사용자의 자연어 입력에서 감정과 표현 의도를 분석하고, 이를 신체 동작 특성으로 변환한 뒤 Unity 휴머노이드 캐릭터의 주요 관절 회전 값에 적용하는 구조를 가졌다.

이를 통해 사전 제작된 애니메이션 클립에 의존하지 않고, 텍스트 입력에 따라 캐릭터의 자세와 움직임을 동적으로 생성할 수 있는 가능성을 확인하였다. 특히 Head, Spine, Chest, Shoulder, Arm 등의 상체 관절을 중심으로 감정에 따른 비언어적 표현을 구현할 수 있도록 설계하였다.

향후 연구에서는 감정 분석의 정확도를 높이고, 하체 움직임 및 얼굴 표정과의 연계를 통해 보다 자연스럽게 풍부한 캐릭터 감정 표현이 가능하도록 시스템을 확장하고자 한다.

참고문헌

[1] 안덕기, 정진현, "3D 애니메이션 『인사이드 아웃』 분석을 통한 감성별 캐릭터 외형특징 연구", 디지털융복합연구, Vol.15, No.2, pp.361-368, 2017.

[2] C. Guo, S. Zou, X. Zuo, S. Wang, W. Ji, X. Li, and L. Cheng, "Generating Diverse and Natural 3D Human Motions from Text", Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, pp.5152-5161, 2022.

[3] J. Zhang, Y. Zhang, X. Cun, Y. Zhang, H. Zhao, H. Lu, X. Shen, and Y. Shan, "Generating Human Motion from Textual Descriptions with Discrete Representations", Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, pp.14730-14740, 2023.