

<http://dx.doi.org/10.17703/JCCT.2023.9.4.409>

JCCT 2023-7-48

## 로우폴리곤 캐릭터 애니메이션에서 립싱크 및 표정 개발 연구

### A Study on Lip Sync and Facial Expression Development in Low Polygon Character Animation

서지원\*, 이현수\*\*, 김민하\*\*, 김정이\*\*\*

Ji-Won Seo\*, Hyun-Soo Lee\*\*, Min-Ha Kim\*\*, Jung-Yi Kim\*\*\*

**요약** 본 연구는 로우폴리곤 캐릭터 애니메이션에서 감정과 성격을 표현하는 데 중요한 역할을 차지하는 캐릭터 표정과 애니메이션을 구현하는 방법을 기술하였다. 영상 산업의 발달로 애니메이션에서의 캐릭터 표정과 입 모양 립싱크는 실사와 가까운 수준으로 자연스러운 모션을 구현할 수 있게 되었다. 그러나 비전문가의 경우 전문가 수준의 고급 기술을 사용하기에 어려움이 있다. 따라서 우리는 저예산의 로우폴리곤 캐릭터 애니메이션 제작자나 비전문가를 위해 접근이 쉽고 사용성이 높은 기능을 사용하여 입 모양 립싱크를 조금 더 자연스럽게 연출할 수 있도록 가이드를 제시하는 것을 목적으로 하였다. 입 모양 립싱크 애니메이션은 ‘ㄱ’, ‘ㅋ’, ‘ㅣ’, ‘ㄴ’, ‘ㄷ’, ‘ㅡ’, ‘ㅈ’와 구순음을 표현하는 입 모양 총 8가지를 개발하였다. 표정 애니메이션의 경우 폴 에크먼이 분류한 인간의 기본감정인 놀람, 두려움, 혐오, 분노, 행복, 슬픔의 여섯 가지에 선행 연구를 참고로 활용도가 높은 흥미, 지루함, 통증을 더하여 총 아홉 가지 애니메이션을 제작하였다. 본 연구는 복잡한 기술이나 프로그램을 사용하지 않고 모델링 프로그램에 내장된 기능을 사용하여 자연스러운 애니메이션을 손쉽게 제작할 수 있도록 함에 의의가 있다.

**주요어** : 캐릭터 애니메이션, 립싱크, 표정, 로우폴리곤

**Abstract** We described how to implement character expressions and animations that play an important role in expressing emotions and personalities in low-polygon character animation. With the development of the video industry, character expressions and mouth-shaped lip-syncing in animation can realize natural movements at a level close to real life. However, for non-experts, it is difficult to use expert-level advanced technology. Therefore, We aimed to present a guide for low-budget low-polygon character animators or non-experts to create mouth-shaped lip-syncing more naturally using accessible and highly usable features. A total of 8 mouth shapes were developed for mouth shape lip-sync animation: ‘ㄱ’, ‘ㅋ’, ‘ㅣ’, ‘ㄴ’, ‘ㄷ’, ‘ㅡ’, ‘ㅈ’ and a mouth shape that expresses a labial consonant. In the case of facial expression animation, a total of nine animations were produced by adding highly utilized interest, boredom, and pain to the six basic human emotions classified by Paul Ekman: surprise, fear, disgust, anger, happiness, and sadness. This study is meaningful in that it makes it easy to produce natural animation using the features built into the modeling program without using complex technologies or programs.

**Key words** : Character Animation, Lip Sync, Facial Expression, Low Polygon

\*준회원 성결대학교 미디어소프트웨어학과 학부생 (제1저자) Received: June 19, 2023 / Revised: July 5, 2023

\*\*준회원 성결대학교 미디어소프트웨어학과 학부생 (참여저자) Accepted: July 10, 2023

\*\*\*정회원 성결대학교 미디어소프트웨어학과 조교수 (교신저자) \*\*\*Corresponding Author: ecesss@sungkyul.ac.kr

접수일: 2023년 6월 19일, 수정완료일: 2023년 7월 5일

Dept. of Media Software, Sungkyul Univ, Korea

게재확정일: 2023년 7월 10일

## I. 서론

캐릭터의 애니메이션은 감정과 성격을 표현하는 데 중요한 역할을 차지한다. 심리적인 감정 연기가 캐릭터를 통해 잘 드러났을 때 관객이 스토리와 캐릭터에 동화되기 쉽다. 시청자는 심리적으로 화면에 등장하는 캐릭터에 자신의 심리를 이입하기 때문에 캐릭터와 스토리에 더 몰입할 수 있게 하기 위하여 애니메이션 속 캐릭터는 감정을 성공적으로 표현할 수 있어야 한다. 그렇기 때문에 캐릭터 커스터마이징 개발 단계에서 개발자는 사용자에게 다양한 선택지를 제공하고 실제와 같은 고정밀 그래픽을 제공해야 한다[1]. 립싱크 애니메이션의 경우 자연스러운 동작과 더불어 대사에 맞춰 자연스럽게 움직이는 입 모양의 애니메이션은 빼놓을 수 없는 개발 단계이다. 이러한 중요성 때문에 영화나 게임에서는 고정밀 얼굴 모델을 기반으로 사용자의 얼굴 전체를 캡처하여 표정과 립싱크 애니메이션을 촬영하기도 한다. 실제로 Epic Games의 Unreal Engine에서 제공하는 MetaHuman Creator에서는 아래의 그림 1과 같이 150개 이상의 페이스 리그를 활용하는 모습을 살펴볼 수 있다[2].



그림 1. Unreal Engine의 MetaHuman creator  
Figure 1. MetaHuman creator of Unreal Engine

애니메이션의 품질은 디자이너의 역량과 개발자의 기술에 의존한다. 그런데 비전문가의 경우 이러한 기술을 사용하기에 어려움이 있을 수 있다. 그리고 실제 애니메이션 산업에서 사용되는 애니메이션 기술에는 많은 자본이 투입된다.

선행 연구 조사 결과 페이스 리그와 같은 전문가 수준의 기술을 사용한 애니메이션 연출 방법 연구는 다수 존재했지만[3-5], 아마추어 개발자나 비전문가를 위한 로우폴리곤 캐릭터 애니메이션 연출 방법에 관한 연구는

부재하였다. 로우폴리곤 캐릭터를 이용해 다양한 상황을 연출하여 영상을 만들 수 있는 애플리케이션인 플로타곤을 참고하면 페이스 리그를 활용한 메타휴먼의 애니메이션과 달리 로우폴리곤 캐릭터 애니메이션에서는 아래 그림 2의 왼쪽과 같이 몇 가지의 입 모양을 만들고 반복하여 립싱크를 연출하는 방식을 사용하는 것을 알 수 있었다[6, 7]. 이러한 방식으로 제작된 애니메이션은 캐릭터가 실제 발음과 관계없이 입만 뻐꺼거리는 듯한 모습으로 나타나는 경우가 많다. 따라서 본 연구에서는 아마추어가 개발하는 저 예산의 애니메이션에서도 쉽게 사용될 수 있도록 로우폴리곤 캐릭터 애니메이션에서 조금 더 자연스러운 입 모양과 표정 애니메이션을 연출할 수 있도록 하는 방법을 제안하고자 한다.



그림 2. 로우폴리곤 캐릭터 애니메이션과 메타휴먼  
Figure 2. Low polygon character animation and MetaHuman

## II. 연구 방법

로우폴리곤에서도 효과적으로 립싱크 애니메이션과 표정 애니메이션을 구현하기 위하여 정적인 이미지가 아닌 하나의 웨입에서 다른 웨입으로 전환되는 과정을 애니메이션으로 제작할 수 있는 블렌더 웨이프키 기능을 활용하여 애니메이션을 제작하였다.

입 모양은 장민정[8]의 한국어 동시조음 모델을 차용하여 ‘ㅏ’, ‘ㅓ’, ‘ㅣ’, ‘ㅜ’, ‘ㅛ’, ‘ㅜ’, ‘ㅣ’와 구순음을 표현하는 입 모양(이하 구순음) 총 8가지의 입 모양을 대상으로 하였다. 또한 표정의 경우 심리학자 폴 에크먼이 분류한 인간의 기본감정인 놀람, 두려움, 혐오, 분노, 행복, 슬픔[9] 여섯 가지 감정에 활용도가 높은 흥미, 지루함, 통증을 추가하여[10] 총 아홉가지 표정 애니메이션을 제작하였다. 본 연구에서 사용된 로우 폴리 캐릭터는 얼굴 폴리곤 2,680개, 입술 폴리곤 232개로 구성되었다. 모델링은 3차원 가상 공간에서 구현 가능한 모델을 생성하는 과정을 말한다[11].

## III. 이론적 배경

## 1. 표정 애니메이션

표정 애니메이션은 얼굴의 표현력과 감정 전달에 있어서 매우 중요한 역할을 한다. 얼굴은 우리의 감정과 의도를 다른 사람들에게 전달하는 핵심적인 수단으로 작용한다. 표정 애니메이션은 이러한 얼굴의 표현력을 최대한 활용하여 캐릭터나 모델이 현실적이고 생생한 감정을 표현할 수 있도록 돕는다.

표정을 표현하는 얼굴은 뼈, 근육, 피부 등의 조직으로 이루어져 있다. 이에 해부학을 기반으로 한 3D 모델 연구들이 진행되었다. 근육군의 위치에 따라 와이어 프레임의 구성하고 동적 구조를 활용하여 피부를 구성해 텍스처 매핑을 진행한 연구를 발견할 수 있다[12]. 표정 역시 다양한 근육의 수축과 이완을 기반으로 각 얼굴 근육의 강도를 조절하여 조합한 시도들을 확인할 수 있다[13, 14]. 해부학 기반 이후의 연구들에서는 모션 캡처 기술의 발전과 함께 표정 인식을 위해 얼굴 영역을 구분하고 마커를 활용하는 방식으로 표정 분석을 진행하였다[15, 16].

## 2. 립싱크 애니메이션

애니메이션 영화에서의 립싱크는 외국 영화를 수입하여 한국말로 더빙하는 것이 일반적이기 때문에 대부분의 립싱크 연구는 영어에 맞추어 진행되어왔다. 그러나 영상 산업이 발달하면서 한국에서도 다양한 애니메이션 립싱크 기술이 사용되는 영상이 많아지게 되었고 그에 따라 캐릭터가 자연스러운 립싱크 애니메이션을 구현하는 것이 중요해졌다. 대부분은 영어 립싱크를 기반으로 연구가 진행되었고 영어 립싱크에 쓰이는 기본 입 모양 웨입 8가지에 발음이 비슷한 한글을 적용하여 변형하는 형식이 주를 이루었다[17]. 하지만 한글이 발음기관의 형태와 소리 특성을 고려하여 창제된 것을 감안하면 영어 립싱크를 기반으로 한 한국어 립싱크 연구는 고품질의 애니메이션을 만들기에 한계가 있다고 볼 수 있다. 따라서 한국어의 언어학적 특성을 고려하지 않고는 립싱크 애니메이션을 자연스럽게 만들기 어렵기 때문에 한국어 음소를 기반으로 한 립싱크 연구가 활발히 진행되어왔다. 장민정[18]은 한국어에 특화된 스피치 애니메이션 생성을 위한 규칙 기반의 동시조음 모델을 제안하고, 자연스럽게 사실적인 한국어 스피치 애니메이션을 생성하는 기술을 개발하였다. 이에 본 연구는 장민정이 고안한 한국어 자음 혀 모델과 모음 혀 모

델, 모음과 초음 혹은 중성 자음의 결합, 이중모음 등을 고려한 한국어 립싱크 애니메이션을 기반으로 연구를 진행하였다.

## 3. 3D 캐릭터의 얼굴 모델 폴리곤

컴퓨터 그래픽 작업에서는 GPU의 성능 발전과 더불어 사실적인 3D 모델을 만들기 위한 많은 연구가 진행되었다[19]. 최근에는 3D 스캐너를 활용한 수백만 개의 폴리곤 모델까지 등장하여 사실적 묘사가 가능함을 보였다[20]. 하지만 하이폴리곤 모델이 사실적인 그래픽을 제공한다는 장점에도 불구하고 애니메이션과 게임에서는 렌더링 효율 측면에서 폴리곤 수를 줄이고 최적화하는 방향을 택하기도 한다. 실제로 김윤정(2018)에 따르면 원본보다 폴리곤 수가 99.21% 줄은 8,192개 이하의 폴리곤부터 가시적인 품질 변화가 있었다[21]. 하지만 폴리곤 개수가 지나치게 적으면 언캐니 효과를 불러일으켜 불쾌감을 유발할 수 있기 때문에 적절한 폴리곤 수를 정하는 것은 중요하면서도 민감한 요소로 자리 잡는다. 이에 카툰 그래픽을 활용한 로우폴리곤을 활용하는 방식도 나타난다[22]. 폴리곤 개수에 대해서는 정확한 기준이 없으나 일반적으로 1만 개 이상은 하이폴리곤으로, 3천 개 이하는 로우폴리곤으로 간주된다.










## IV. 표정 및 입 모양 애니메이션 개발

### 1. 로우폴리곤 캐릭터에서 표정 애니메이션 개발

앞선 선행연구를 통해 슬픔의 경우 눈썹 근육과 입꼬리 근육을 내리고, 기쁨의 경우 입꼬리를 올리는 것으로[23], 혐오와 분노의 경우 코 주변의 근육과 턱 근육을 올리는 것으로[24], 놀람의 경우 눈 근육을 확장하고, 공포의 경우 이마 근육을 올리고 미간을 좁히는 것으로 근육을 활용함을 확인할 수 있었다[25]. 로우폴리곤 애니메이션에서는 코와 턱 근육을 섬세하게 표현하는 것은 다소 무리가 있으므로 눈썹, 눈의 모양과 크기, 입을 중심으로 표정 애니메이션을 개발하였다. 눈썹의 경우 앞 꼬리, 중간, 뒷 꼬리를 올리거나 내리는 방식을 활용하였고, 눈의 모양의 경우 기쁨, 슬픔, 분노, 혐오, 공포, 놀람, 흥미는 원형을 유지하고 통증과 지루함의 경우 눈의 모양을 변형하는 것으로 구현하였다. 아래의 표 1은 블렌더 웨이프키를 이용하여 구현한 9가지의 표정 애니메이션을 나타낸 것이다.

표 1. 웨이프키를 활용한 표정 애니메이션

Table 1. Facial expression animation using shape keys

		
기쁨	슬픔	분노
		
현오	공포	놀람
		
흥미	통증	지루함

놀람의 경우 눈 크기를 크게 확장하여 동공과 눈 근육의 확장을 표현하였다. 선행 연구에 따라 슬픔과 공포, 통증은 눈썹 뒷꼬리를 내려주었고, 분노는 눈썹 뒷꼬리를 올려주었다. 또한 긍정적인 감정은 입꼬리를 올려 표현하였고, 부정적인 감정은 입꼬리를 내리는 방식으로 개발을 진행하였다.





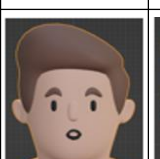

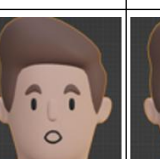

## 2. 로우폴리곤 캐릭터에서 립싱크 애니메이션 개발

기본 입 모양 웨입의 경우 장민정[26]의 한국어 동시조음 모델을 차용하였고, 치아가 표현되지 않는 로우폴리곤 모델에서 키와 ㅈ는 큰 차이가 없으므로 제외하여 ‘ㄱ’, ‘ㅋ’, ‘ㄴ’, ‘ㄷ’, ‘ㄹ’, ‘ㄱ’, ‘ㄴ’, ‘ㄷ’와 구순음 총 8개의 기본 입 모양 웨입으로 개발을 진행하였다.

기존 애니메이션의 경우 입 모양의 변화가 빠른 속도로 진행되다 보니 기본 입 모양 웨입 간의 변화 애니메이션을 별도로 포함하지 않고 프레임 단위로 잘라서 사용하는 방식을 채택했다. 하지만 블렌더의 웨이프키를 활용하면 기본 입 모양 안에서의 전환이 가능하다. 이를 활용한다면 로우폴리곤 캐릭터에서도 더욱 자연스러운 립싱크를 연출할 수 있다. 아래의 표 2는 블렌더를 이용하여 개발한 8가지 입 모양 애니메이션을 나타낸 것이다.

표 2. 웨이프키를 활용한 입 모양 애니메이션

Table 2. Mouth animation using shape key

			
ㄱ	ㅋ	ㄴ	ㄷ
			
ㄹ	ㅡ	ㅁ	구순음

## V. 결 론

본 연구에서는 웨이프키를 사용하여 로우폴리곤 캐릭터에서 표정과 입 모양 애니메이션을 제작할 때 도움이 될 수 있는 가이드를 제시하였다. 로우폴리곤 캐릭터의 경우 하이폴리곤 캐릭터에 비해 표정과 입 모양에 있어서 상대적으로 미세한 근육의 차이를 구현하기 어려운 특성이 있기 때문에 표현범위가 눈썹, 입, 눈 모양으로 표현이 제한되었다는 점에 한계가 있다. 그러나 본 연구는 저예산의 프로그램 개발자나 아마추어 개발자, 비전문가를 위해 복잡한 기술이나 프로그램을 사용하지 않고도 접근성이 좋고 사용성이 용이한 모델링 프로그램 내의 툴을 사용하여 자연스러운 애니메이션을 제작할 수 있는 가이드를 제시하는 것을 목표로 하였다. 또한 본 연구는 영어 기반이 아닌 한국어 동시조음을 기반으로 한 기본 입 모양을 활용함으로써 자연스러움을 추구하면서 로우 폴리 캐릭터에서 손쉽게 표정과 입 모양 애니메이션을 제작할 수 있도록 함에 의의를 찾을 수 있다.

향후 연구로는 사용자의 대사 입력에 따라 입 모양 애니메이션을 자동으로 매칭하여 사용자가 입력한 대사에 따라 자연스러운 입 모양과 표정 애니메이션을 생성하는 것을 목표로 한다.

## References

- [1] Kim Woon-Han and Lee Hyun-Woo, “The Mediating Roles of Empathy, Cognitive and

- Affective Responses to Animated Spokes-Characters”, *Cartoon and Animation Studies*, pp. 179-192, May 2009.
- [2] <https://docs.metahuman.unrealengine.com/ko/using-the-metahuman-facial-rig-in-unreal-engine/>
- [3] Yang-Yang He and Chul-Young Choi. “A Study of Character Facial Rigging Method Using PSD” *Cartoon and Animation Studies*, No. 55, pp. 147-170, 2019. DOI : 10.7230/KOSCAS.2019.55.147
- [4] So Yo Hwan, “A Study of Realistic Facial Animation Pipeline using Facial Motion Capture Technology”, *CDAAK Society of Communication Design*, Vol. 38, pp. 321-332, 2012.
- [5] Chul Young Choi and Kyudon Choi. “Production Technology and Method of Rig System for Facial Capture of Digital Creatures - Focusing on Facial Capture of Digital Gorilla in”, *The Korean Journal of animation* Vol. 8, No. 2, pp. 60-79, Jun 2012.
- [6] <https://youtu.be/x5vNG07gy4U>
- [7] <https://youtu.be/HuAAdsZPLIE>
- [8] Minjung Jang, Sunjin Jung and Junyong Noh, “Speech Animation Synthesis based on a Korean Co-articulation Model.”, *Journal of the Korea Computer Graphics Society*, Vol. 26, No. 3, pp. 49-59, Mar 2020. DOI : 10.15701/kegs.2020.26.3.49
- [9] P. Ekman, “An argument for basic emotions. *Cognition and Emotion* 6”, Vol. 3, No. 4, pp. 169-200, 1992.
- [10] Sun Ju Sohn, Mi-Sook Park, Ji-Eun Park and Jin-Hun Sohn, “Korean Emotion Vocabulary: Extraction and Categorization of Feeling Words”, *the Korean Society For Emotion & Sensibility*, Vol. 15, No. 1, pp. 105-120, Jen 2012.
- [11] H.-R. Kang, “Study on Utilization of Jewelry 3D Modeling in E-commerce Marketing - Focusing on Metaverse Platform”, *The journal of the convergence on culture technology*, Vol. 9, No. 2, pp. 581-587, Mar 2023. DOI: <http://dx.doi.org/10.17703/JCCT.2023.9.2.581>
- [12] Hyeonggyun Kim, Moosong Oh, Seokman Go and Janghyung Kim. “Anatomy - Based Face Animation for Virtual Reality” *Journal of Computing Science and Engineering* 학술발표논문집 Vol. 30, No. 1B, pp. 280-282 Apr 2003.
- [13] Hyeong-gyun Kim and Moo-song Oh, “Facial Expression Animation Using 3D Face Modelling of Anatomy Base”, *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, Vol. 7, No. 2, pp. 328-333, Apr 2003.
- [14] Hyae-Jung Lee and Suck-Tae Joung, “A Design and Implementation of 3D Facial Expressions Production System based on Muscle Model”, *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, Vol. 16, No. 5, pp. 932-938, May 2012. DOI: <https://doi.org/10.6109/jkiice.2012.16.5.932>
- [15] Sung-ho Kim, “Interactive Facial Expression Animation of Motion Data using Sammon’s Mapping”, *Korea Information Processing Society, KIPS Transactions on Computer and Communication Systems*, Vol. 11, No. 2, pp. 189-194, 2004. DOI: <https://doi.org/10.3745/KIPSTA.2004.11.A.2.189>
- [16] Sung-ho Kim, “Interactive Facial Expression Animation of Motion Data using Sammon’s Mapping, Korea Information Processing Society”, *KIPS Transactions on Computer and Communication Systems*, Vol. 11, No. 2, pp. 189-194, Jen 2004. DOI: <https://doi.org/10.3745/KIPSTA.2004.11.A.2.189>
- [17] Tak-Hoon Kim, “A Study on Korean Lip-Sync for Animation Characters - Based on Lip-Sync Technique in English-Speaking Animations.” *Cartoon and Animation Studies*, Vol. 13, pp. 97-114, 2008.
- [18] Min-jung Jang, Sun-jin Jung and Junyong Noh, “Speech Animation Synthesis based on a Korean Co-articulation Model.”, *Journal of the Korea Computer Graphics Society*, Vol. 26, No. 3, pp. 49-59, Jul 2020. DOI: 10.15701/kegs.2020.26.3.49
- [19] Jung-Hyun Kim, Yun-hwn Lee, and Seong-ah Chin, “Hair Segmentation using Optimized Fully Connected Network and 3D Hair Style”, *The International Journal of Advanced Culture Technology*, Vol. 9, No. 4 pp. 385-391, Dec 2021. DOI: <https://doi.org/10.17703/IJACT.2021.9.4.385>
- [20] Leander, J, “Development of polygon reduction algorithms for symmetric 3D models”, *Master’s Thesis in Computer Science Stockholm University*, Stockholm, 2005.
- [21] Yun-Jung Kim, “Polygon Reduction Study of 3D Character Face Model.”, *The Korean Journal of animation*, Vol. 14, No. 3, pp. 138-152, Sep 2018. DOI: 10.51467/ASKO.2018.09.14.3.138
- [22] Ji-Won Seo and Jung-Yi Kim, “An Analysis of Uncanny Valley Effects in Virtual Character Graphics -Focusing on the character modeling of Unreal Engine Marketplace-”, *The Institute of Internet, Broadcasting and Communication*, Vol. 23, No. 1, pp. 1-6, Feb 2023. DOI: <https://doi.org>

/10.7236/JIIBC.2023.23.1.1

- [23]Mi-suk Kim, “A Study on the Facial Expressions and the Gestures of Emotion for the Character Animation I - Focusing on the Facial Expressions and the Gestures of Happiness and Sadness.”, *TheKoreanJournalofanimation*, Vol. 11, No. 4, pp. 23-42, Sep 2015.
- [24]Mi-suk Kim, “A Study on the Facial Expressions and the Gestures of Emotion for the Character Animation II: Focusing on the Facial Expressions and the Gestures of Disgust and Anger.”, *TheKoreanJournalofanimation* Vol. 13, No. 4, pp. 22-42, Dec 2017.
- [25]Mi-Suk Kim, “A Study on the Facial Expressions and the Gestures of Emotion for the Character Animation III: Focusing on the Facial Expressions and the Gesture Methodologies of Surprise and Fear.”, *TheKoreanJournalofanimation*, Vol. 16, No. 4, pp. 81-103, Dec 2020. DOI: 10.51467/ASK O.2020.12.16.4.81
- [26]Minjung Jang, Sunjin Jung and Junyong Noh, “Speech Animation Synthesis based on a Korean Co-articulation Model.”, *Journal of the Korea Computer Graphics Society*, Vol. 26, No. 3, pp. 49-59, Jul 2020. DOI: 10.15701/kcgs.2020.26.3.49