



특집 06

3D 애니메이션 프로덕션의 효율적인 파이프라인 고찰



이준수 (극동대학교)

목 차 »

1. 서 론
2. 할리우드와 한국의 파이프라인 비교
3. 제작사례 파이프라인
4. 구조적 파이프라인의 실제 규정
5. 결 론

1. 서 론

3D 애니메이션은 디지털기술이 발전하면서 끊임없이 발전하고 있으며, 세분화, 글로벌화 되어가고 있다. 이전의 전통적 셀 애니메이션이 선형적 제작과정을 거쳤다면 디지털 애니메이션의 대표적인 3D 애니메이션은 비선형적 제작과정으로 바뀌었다. 이러한 제작과정은 지역적 제한을 극복하고 더욱 복잡하며 전문화된 작업을 수행할 수 있게 되었다. 예를 들면, 미국의 다국적 프로덕션은 한국, 인도와 중국 등에 OEM¹⁾ 형식으로 애니메이션 프로젝트를 공정별로 주문제작하여 완성하고 있다. 이러한 상황에서 서로의 작업이 지역적 한계를 극복하면서 통합하여 완성되기 위해서는 체계화된 표준 공정작업이 필수적이다. 프리프로덕션에서 시작하여 최종 포스트프로덕션에 이르기까지 통일된 제작공정을 가진 파이프

라인이 필수적이다. 이 원고는 효율적인 애니메이션의 파이프라인을 구축하기 위해서 우선, 파이프라인의 기본 개념을 정립하고 제작공정의 두 가지 타입인 부서타입과 유닛타입을 통해서 이론적 기술을 알아보고 이를 바탕으로 최근 미국 CG 애니메이션인 ‘원시소년 탁과 마법사 주주²⁾’라는 TV애니메이션 시리즈의 OEM제작과정에서



(그림 1) 원시소년 탁과 마법사 주주

1) OEM(Original Equipment Manufacturing): 주문자 상표부착 방식의 하청제작구조.

2) Tak and The Power of Juju: CG를 기본으로 한 TV 애니메이션 시리즈로 니클레디온(Nickelodeon)에서 2007년 9월에 방영한 작품.

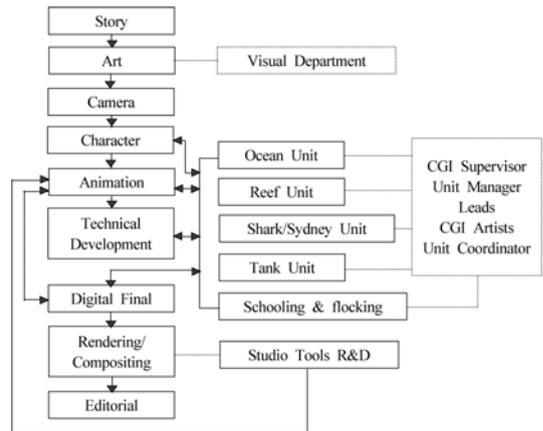
파일 관리와 모델링 규정의 예를 통하여 3D 애니메이션의 통일되고 효율적인 가이드라인을 가진 파이프라인에 대해서 알아보고자 한다.

2. 할리우드와 한국의 파이프라인의 비교

3D 컴퓨터애니메이션의 제작 방식에는 부서방식(Department Type)과 유닛방식(Unit Type)이 있다.³⁾ 부서방식은 대부분의 애니메이션 제작방식으로 각 단계의 제작 파이프라인 단계를 부서로 구분한다. 최초의 3D 컴퓨터 애니메이션인 픽사의 ‘토이스토리’는 테크니컬 아티스트(Technical Artist)라는 부서에 모델링(Modeling), 웨이딩(Shading), 라이팅(Lighting), 이펙트(Effect), 시뮬레이션 팀들이 같이 일을 했지만 계속된 기술 발달과 예산의 대규모화로 인해 이런 부서들이 세분화 되었다. 그리하여 ‘박스 라이프’와 ‘몬스터주식회사’에 이르러서는 이러한 팀들이 각각의 부서로 나누어지게 되었다. 이러한 부서타입은 각 부서들이 세분화되면 될수록 작업의 퀄리티가 높아지는 장점이 있다. 하지만, 단점으로는 각 부서가 세분화되면서 인원의 증가로 인한 제작 예산이 높아지게 된다.

유닛방식의 제작타입은 ‘니모를 찾아서’라는 스펙터클한 애니메이션의 제작에서 시도가 되었다. 바다 속의 표현은 해류를 비롯한 빛의 굴절과 이전에 시도된 적이 없는 엄청난 시뮬레이션 등으로 방대한 연구가 이루어져야 했다. 그럼으로써 자연스럽게 새로운 형태의 파이프라인이 필요하게 되었는데 그것이 바로 유닛형식의 파이프라인이었다.

각각의 유닛들은 한명의 CGI 슈퍼바이저와 여러 명의 CGI 아티스트들, 그리고 각각 1명씩의



(그림 2) 유닛타입의 제작 파이프라인

유닛 매니저와 코디네이터를 포함하고 있다.

이렇듯 할리우드의 제작 파이프라인은 생산체계의 시스템 성격상 지속적인 모듈의 세분화를 이루고 있으며, 동시 다발 제작을 통한 프로젝트의 안정적 진행 시스템을 이루고 있다. 이런 시스템은 경쟁력 있는 신상품을 개발하고 안정적인 투자 재원과 배급구조를 조성하기 위해서 발전하게 되었다. 반면, 국내의 제작 파이프라인은 하청체계의 시스템으로 모듈이 통합적이고 최단기간에 최소의 비용으로 질적 수준을 유지하고자 하는 성격을 가지고 있다. 이는 안정적인 제작 프로젝트의 유치를 위해서 발전되었다.

한국형 제작 파이프라인은 ‘마리아야기’에서의 할리우드식 단순모방의 제작공정으로부터 시작하여 ‘트리로보’⁴⁾에 이르는 진화단계를 거쳐서 발전하였다.⁵⁾ ‘마리아야기’는 2D의 캐릭터 애니메이션과 3D의 배경을 합성한 작품으로 독립실험애니메이션 제작팀이 극장용 장편 애니메이션에 도전한 작품이었다. 제작팀은 할리우드의 제

3) ‘3D 컴퓨터애니메이션 제작 파이프라인에 관한 연구’, 김필중, 세종대 영상대학원, 2005, p 71

4) 트리로보(Tree Robo): 2005년 인디펜던스 제작한 단편애니메이션으로 BAF2005(Baraford Animation Festival)에서 Grand Prix를 수상한 작품.

5) ‘디지털 애니메이션 제작 파이프라인의 시스템 적합화에 관한 연구’, 한창완, 서강대학교, 2006, p123

〈표 1〉 할리우드와 국내 파이프라인 발전 비교

구분	할리우드	국내
목적	배급 생산	하청
특징	모듈의 세분화 지속적이고 동시다발 제작 프로젝트의 안정적 진행 시스템	모듈의 통합 최단기간의 최소비용 적정 절적수준 유지
원인	경쟁력 있는 신상품 개발 안정적인 투자자원 확보 다양한 배급구조	안정적 제작 프로젝트 유지 제작사의 안정적 유지

작공정을 도입하면서 시행착오를 통한 노하우를 집적하게 된다. 이 시기에는 전문 인력의 충원과 재교육을 통해서 할리우드 중심의 디지털적 제작 기술과 파이프라인을 철저하게 모방하게 되었고 한국식에 맞는 게릴라식 제작 파이프라인이 각 장르와 제작기술별로 축적되기 시작했다. 이러한 성과는 ‘윈더풀데이즈’라는 거대 자본의 투자로 이어져 국내에 맞는 파이프라인으로 진화단계를 모색하는 시기로 받아들여졌다. 해외 유명 스튜디오인 ‘디지털도메인’에게 관심을 받은 ‘인디펜던스’라는 제작 스튜디오는 자체 파이프라인을 특화시키며 세계시장에 신뢰도를 구축할 수 있는 계기가 되었다. 인디펜던스 스튜디오는 축적된 노하우를 통해서 ‘트리로보’라는 단편애니메이션을 제작하면서 ‘나즈카 라이너’⁶⁾라는 공정기술을 개발하였다.

이는 다음과 같은 이유로 개발 되었다. 첫째, 제작의 효율성을 높이고 불량률을 낮추기 위해서 각 제작 모듈간의 커뮤니케이션이 필요하였다. 둘째, 커뮤니케이션을 위해서 데이터공유의 기술이 시급하였다. 셋째, 제작공정의 추가 및 변경 시 예산의 관리가 필요하였으며 넷째, 백업(Back up)을 통한 데이터베이스 구축기능의 개발이었

다. 마지막으로, 제작 팀원은 시간과 장소에 구애 받지 않고 데이터가 공유되어야 했다. 이를 위해서 인디펜던스는 인터넷 기반의 솔루션을 제공하였다. 하지만 이는 국내 실정에 맞는 기술로써 하청제작시스템을 기반으로 하는 성격을 벗어날 수 없었다. 여기서 간과할 수 없는 것은 할리우드의 시스템은 사내 인트라넷을 통한 보안시스템을 강화시키고 있으며 하청 스튜디오를 위한 데이터 통합 규정이 정해져 있었다. 하지만 인디펜던스는 여전히 사내 시스템만을 위한 기술로써 아직 데이터 통합 규정이 마련되어 있지 않았다. 이러한 숙제들은 이후 새로운 프로젝트에서 해결 및 발전되고 있다.

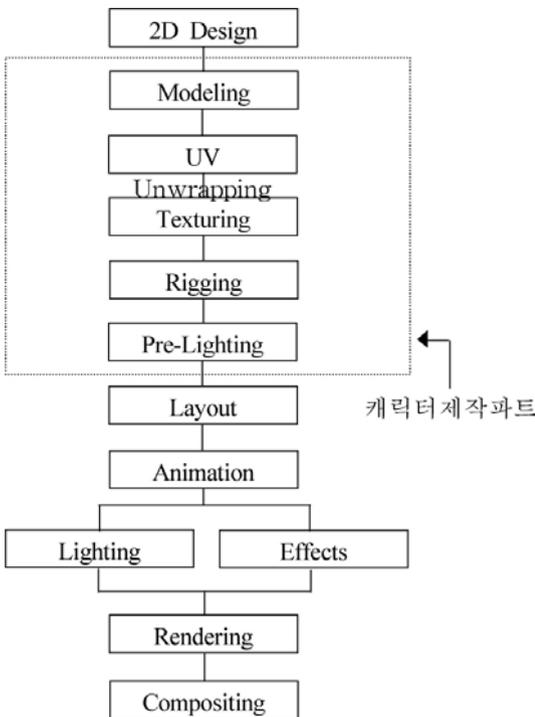
3. 제작 사례 파이프라인

미국의 메이저 프로덕션 중의 하나인 니클레디온(Nickelodeon)은 ‘원시소년 탐과 마법사 주주’를 제작하면서 자체 프로덕션 이외의 해외 프로덕션에 작업을 의뢰할 때 새로운 통일된 방법과 파이프라인을 가지고 모든 프로덕션의 공정절차를 발전시키고 작업흐름을 원활하게 하였다. 이 파이프라인은 소프트웨어, 스크립트와 플러그인을 통일하고 프로젝트를 위해 개발한 기술을 각 스튜디오 간에 공동으로 사용하였다. ‘원시소년 탐과 마법사 주주’는 마야(Maya)라는 소프트웨어

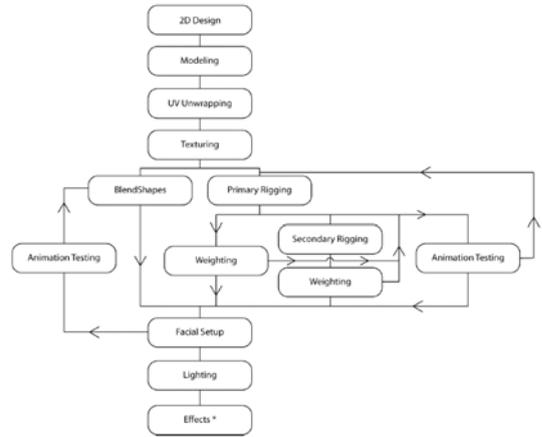
6) 나즈카라이너: 나즈카평원의 불가사로 불리는 고대 새 모양의 형체 평원에서는 알아볼 수 없는 형체를 하늘의 고도에서는 새 모양의 형체를 발견할 수 있는 의미로서 인디펜던스에서 개발한 제작공정 모니터링시스템으로 각각 모듈화된 제작 파이프라인을 동시에 관찰할 수 있다.

를 사용하였는데 파일은 레퍼런스(Reference)를 이용하였으며 이것은 각 스튜디오에서 업데이트한 자료를 자동으로 매 씬에 즉각적으로 변환되어 사용할 수 있었다. 이를 위해서는 정확한 파일 이름을 지정하고 자료를 저장하는 디렉터리의 표준화가 필요하였다. 또한 편집을 위해서도 컴퓨터 드라이브의 이름과 디렉터리도 통일시켰다. 다음은 ‘원시소년 탁과 마법사 주주’의 전체 파이프라인이다.

이 파이프라인에 관한 고찰에서 캐릭터제작파트의 부분을 살펴보면, ‘원시소년 탁과 마법사 주주’의 제작할 때 캐릭터제작파트의 부분은 공동으로 사용하는 파일의 대부분을 제작하는 단계이며 후에 애니메이션에서 편집에 이르기까지 사용되는 대부분을 제작하게 된다.



(그림 3) 전체 파이프라인



(그림 4) 캐릭터제작 파이프라인

2D 디자인이 승인되면 3D 모델링과 렌더 이미지를 모델셋트에 포함시켜 니클레디온에게 보내져 승인절차를 받게 된다. 그 후에 UV레이아웃과 텍스처가 모델링에 입혀지게 된 후 애니메이션부분으로 넘어가기 전에 리깅이 시작됨과 동시에 블랜드쉐입(Blend shape)이 만들어진다. 일단, 기본 리깅이 만들어지게 되면 모델링에 결합(Skin)을 시키게 되며

테스트 애니메이션을 거친다. 이때 테스트 애니메이션은 기본 리깅과 이차적 리깅을 점검하게 되고 후에 얼굴 셋업을 하게 된다. 위의 그림은 캐릭터제작파트의 파이프라인이다. ‘원시소년 탁과 마법사 주주’의 제작에 있어서 오브젝트는 고유의 파일이름으로 독립적으로 저장을 하였다. 예를 들면 캐릭터, 바위, 나무, 언덕 과 식물 등을 각자 저장하고 이것들을 참조파일로써 각 씬에서 구성하고자하는 오브젝트를 참조하여 세트를 구성하도록 하였다.

7) 블랜드쉐입: Blendshape은 보통 캐릭터의 얼굴표정을 애니메이션하기위한 기본 모델링 작업이다.

4. 구조적 파이프라인의 실제 규정

4.1 파일 및 디렉터리 규정

애니메이션 제작 시 파일의 크기는 세트에 등장하는 오브젝트의 수와 폴리건수 등에 의해 무거워 질 수 있다. 이러한 것을 해결하는 방법은

참조파일을 이용함으로써 파일의 크기를 줄일 수가 있다. 하지만 중요한 것은 작업파일에서 참조파일을 사용한다면 프로젝트를 수행하는 모든 스튜디오들은 같은 파일 디렉터리를 유지하고 있어야 한다. 파일의 이름을 규정하는 방법은 다음과 같을 수 있다.

〈표 2〉 파일규정 방법

A. 파일 이름 규정	
1.	모든 파일의 첫 자는 대문자로 시작한다.
2.	띄어쓰기를 하지 않고 띄어쓰기표현은 '_' 를 사용한다.
3.	참조파일(reference file): 바꾸지 않는다.
4.	작업파일 : 목적에 따라 파일이름이 세분화와 증가시킨다.
B. 파일 종류는 16가지로 세분화한다.	
1.	Character files 프로젝트제목_캐릭터이름_단계_버전_스튜디오이름.ma 예)TK_Tak_Rig_v24_NK.ma (TK: Tak, Rig: Rigging, NK: Nickelodeon)
2.	Prop/BG Asset files 프로젝트제목_오브젝트형태_오브젝트종류_단계_버전_스튜디오이름.ma 예) TK_Tree_Bamboo_Tex_v01_NK.ma (Tex: Texture)
3.	Set/Location files 프로젝트제목_로케이션_로케이션지역_룸_버전_스튜디오이름.ma 예)TK_JibolbaHut_TescpoeRoom_Interior_v12_NK.ma (룸:Interior 또는 exterior, 단계:Layout, Lights, 또는 Render)
4.	Texture Image files 프로젝트제목_오브젝트이름_오브젝트부분_버전_스튜디오이름.psd 예)TK_Tak_Body_v03_NK.ma, TK_Hut_ThatchedRoof_v04_NK.psd 프로젝트제목_오브젝트이름_오브젝트부분_map.iff 예)TK_Tak_Body_S.iff (B: Bump, C: Color, D: Diffuse, N: Normal Map S: Specular, T: Transparency)
5.	Animation scene files / 6. Animation import/export files 프로젝트제목_에피소드순서_씬번호_버전_스튜디오이름.ma 예)TK_Ep101_Sc135_v04_NK.ma
7.	Animation cycles 프로젝트제목_캐릭터이름_액션_감정.ma 예)TK_Tak_Run_Hysterical.ma
8.	FX scene files 프로젝트제목_에피소드순서_씬번호_Fx_종류_장소_버전.ma 예)TK_Ep102_Sc174_Fx_Fire_TakHair_v08.ma
9.	FX rig/preset scene files 프로젝트제목_Fx_종류_행위_장소.ma (행위: Transport, Explode, Pour 등) 예)TK_Fx_Magic_Transport_JujuBazaar.ma
10.	Lights rig scene files 프로젝트제목_rig종류_rig의 스타일 또는 장소_Llights_버전_스튜디오.ma 예)TK_Sets_Forest_Lights_v06_NK.ma (rig종류:Character, Set, Magic등)
11.	Rendered stills 제목_오브젝트타입_오브젝트종류_뷰포인트_단계_버전_스튜디오.jpg 예)TK_Hut_Jibolba_Side_Tex_v04_NK.jpg
12.	Rendered turnarounds 제목_오브젝트타입_오브젝트종류_단계_버전_스튜디오.###.jpg 예)TK_Hut_Jibolba_Side_Tex_v04_NK_0108.jpg

8) 'CG Pipeline and Technical Standards Document', Nickelodeon, 2007

B. 파일 종류는 16가지로 세분화한다.	
13. Playblast/preview Quicktime	제목 에피소드### 씬### 렌더Layer_단계_버전_스튜디오.mov 예)TK_Ep101_Sc112_Tak_Anim_v03_NK.mov
14. Rendered element image sequences	제목 에피소드### 씬### LayerName_버전###.iff 예)TK_Ep103_Sc146_Backgroud_v01.0042.iff
15. Compositing projects	제목 에피소드### 씬### 버전#.aep 예)TK_Ep101_Sc135_v04.aep
16. Final composited frames	제목 에피소드### Sc### 버전###.tga 예)TK_Ep101_Sc103-v01.0120.tga
17. Notes for overseas	제목_캐릭터이름_단계_Pack_버전#_스튜디오.psd 예)TK_Chief_Model_Pack_v03_NK.psd

폴더 디렉터리는 마야라는 소프트웨어를 사용하였을 경우 소프트웨어에서 제공하는 기본 프로젝트폴더를 이용하기로 하며 프로젝트 폴더 명을 ‘소프트웨어_프로젝트제목’으로 정한다. 씬을 담고 있는 폴더는 오브젝트의 이름을 사용하고 최

신 버전만을 남겨놓으며 이전 버전은 ‘old’라는 폴더를 만들어 저장하도록 하였다.

4.2 모델링 및 텍스처 규정

모델링은 파이프라인에서 가장 중요한 공정 중에 한 부분이다. 그 이유는 제작된 모델링으로 모든 스튜디오들이 자신이 맡은 공정을 수행하기 때문이다. 그러므로 통일된 규정과 정확한 이해가 동반된다. 다음은 스튜디오마다 다소 차이가 있지만 모든 모델링을 제작할 때 고려해야 할 체크리스트이다.

모델링은 보통 리깅하기 전에 소프트에지를 적용하게 된다. 또한 폴리건은 쿼드상태⁹⁾이며 폴리

```

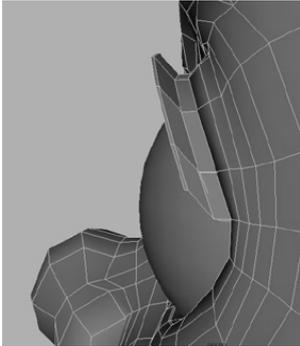
Tak*
  Tak*
    TK_Tak.ma
    Old*
      TK_Tak_Mod_v01_NK.ma
      TK_Tak_Mod_v02_NK.ma
      TK_Tak_Mod_v03_NK.ma
      TK_Tak_Tex_v04_NK.ma
      TK_Tak_Tex_v05_NK.ma
      TK_Tak_Rig_v06_NK.ma
      TK_Tak_Rig_v07_NK.ma
      TK_Tak_Rig_v08_NK.ma
      TK_Tak_Rig_v09_NK.ma
  Tak_Lobster*
    TK_Tak_Lobster.ma
    Old*
      TK_Tak_Lobster_Mod_v01_NK.ma
      TK_Tak_Lobster_Mod_v02_NK.ma
      TK_Tak_Lobster_Mod_v03_NK.ma
      TK_Tak_Lobster_Tex_v04_NK.ma
      TK_Tak_Lobster_Tex_v05_NK.ma
      TK_Tak_Lobster_Rig_v06_NK.ma
      TK_Tak_Lobster_Rig_v07_NK.ma
      TK_Tak_Lobster_Rig_v08_NK.ma
      TK_Tak_Lobster_Rig_v09_NK.ma
JibolbaHut*
  TK_JibolbaHut_Int.ma
  TK_JibolbaHut_Ext.ma
  Old*
    Interior_Main*      * 는 폴더를 나타냄
    Exterior*
      TK_JibolbaHut_Interior_v12_DQ.ma
      TK_JibolbaHut_Interior_v13_NK.ma
    
```

(그림 5) scene folder 예시

〈표 3〉 모델링 체크리스트

체크리스트 항목
1. 캐릭터디자인대로 모델이 완성되었는가?
2. 텍스처와 셰이더가 모델에 적용되었는가?
3. 라이트리깅과 관련된 라이트가 모델에 적용되었는가?
4. 모든 아이টে들(배경, 셰이더, 그룹)들이 네이밍이 되었는가?
5. 필요 없는 노드들이 씬에서 제거되었는가?
6. 오브젝트들이 그룹과 조직화 되었는가?
7. UV가 제대로 작업되어있는가?
8. 72프레임의 모델회전 무비파일이 있는가?
9. Front, Side, Top, Perspective의 스틸 샷이 있는가?

9) 쿼드(Quad): 네 개의 버텍스(Vertex)를 가지고 이루어지는 면



(그림 6) 눈썹제작

건 수는 스튜디오의 사정에 따라 달리 정해지게 되는데 스무스(smooth)를 하기 전에 약 6,000에서 12,000개의 폴리건 수이다. 각 스튜디오에서는 자주 사용하는 폴리그인 소프트웨어들이 있는데 이러한 것도 제한사항에 속하기도 한다. 보통 모델링은 머리카락을 제외한 모델이 한 오브젝트를 지향하고 있으며, 필요 없는 노드나 히스토리는 지우고 모델의 축은 지형(geometry)의 중심¹⁰⁾에 위치시키도록 한다. 눈썹은 모델링을 하는데 폴리건의 에지(edge)를 이용해서 익스트루드(extrude)를 한 후 텍스처는 투명도(transparency) 맵을 이용하여 작업을 한다. 모든 폴리건은 버텍스(vertex)가 합쳐져 있어야 한다.

또한, 가장 중요한 얼굴의 표정은 주인공들과

나머지 캐릭터들을 구분하여 제작하도록 한다. 희로애락 역시 차이를 두고 작업하며 립싱크를 위한 모음과 자음 구성도 차이를 두도록 한다.

다음은 얼굴표정을 위한 기본적 작업 가이드라인이다.

5. 결론

본 원고는 국내의 3D 컴퓨터애니메이션이 열악한 제작환경인 것이 현실이라는 인식을 기반으로 쓰였다. 이러한 현실 속에서 할리우드식 제작 공정과 기술적 논의를 통해서 국내시장의 제품기술과 공정기술이 차용의 단계를 넘어서 새롭게 개발되기를 바라는 목적이 있다. 이를 위해서 파이프라인의 개념을 비롯하여 제작공정의 두 가지 타입인 부서타입과 유닛타입을 통해서 이론적 기술을 설명하고자 했다. 이를 바탕으로 할리우드와 국내의 파이프라인의 비교점을 알아보고 그 이유를 숙지하고자 했으며, 마지막으로 이들의 큰 차이점 중 하나인 모델링 제작 단계에서 네이밍 공동화 작업을 할 때 필요한 규정과 모델링 규정을 제작사레인 ‘원시소년 탁과 마법사 주주’를 통해서 알아봄으로써 할리우드식 제작공정을 소개하고자 하였다.

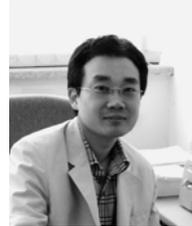
〈표 4〉 얼굴표정 가이드라인

구분	Main Character	Minor Character
립싱크 제작	E, F, L, M, O, Th, U	E, F, L, M, U
눈썹	기쁨, 슬픔, 공포, 역겨움, 놀람, 화남, 눈썹(위, 아래, 안, 밖)	기쁨, 슬픔, 놀람, 화남
눈	기쁨, 슬픔, 공포, 역겨움, 놀람, 화남, 결눈질, 크게 뜸	깜박임, 결눈질
코	트위스트(오른쪽, 왼쪽), 훌쩍거리림	
입	기쁨, 슬픔, 화남, 양쪽 끝(안, 밖), 냉소, 환한 웃음	기쁨, 슬픔, 혀내밀

10) 지형의 중심: 마야에서는 world 축, 그리드(grid)의 중심 위를 말한다.

국내의 제작공정은 할리우드식의 세분화된 모듈과 제작공정을 그대로 전수받는 것 보다 하청 제작을 통해서 이룩한 노하우에 내부적 모듈의 통합을 토대로 전략을 극대화시켜야 한다. 하지만, 이제 국내의 애니메이션이 하청이 아닌 생산에 기반을 둔 공정으로 전화되고 있기에 기존의 CG 파이프라인에서 OEM 주문 제작을 염두에 둔 파이프라인의 연구가 필요한 이유인 것이다. 그러한 시점에서 이 연구는 ‘원시소년 탁과 마법사 주주’라는 OEM 제작을 통해서 나타나는 효율적인 파이프라인과 정확한 제작공정에 대한 고찰을 통해 향후 CG제작의 메인 프로덕션으로 성장하는 한국이 제 3국에 OEM 발주를 하는 위치에서 이 원고가 도움이 되기를 바라는 마음이다.

저 자 약 력



이 준 수

이메일 : junlee@kdu.ac.kr

- 1996년 송실대학교 전자계산학과(학사)
- 2000년 Savannah College of Art and Design Computer Art(석사)
- 1996년 LG 정보통신(현 LG유플러스)
- 2001년-2002년 Issen Studio (3D Artist)
- 2003년-현재 극동대학교 미디어콘텐츠학과 만화애니메이션전공 교수
- 관심분야 : 3D애니메이션, 입체영상, VFX

참 고 문 헌

- [1] 김필중, '3D 컴퓨터애니메이션 제작 파이프라인에 관한 연구', 세종대학교 영상대학원, 2005
- [2] 한국문화콘텐츠진흥원, '인디펜던스, 애니메이션 프로젝트 매니지먼트 시스템, 나즈카 라이너', 한국문화콘텐츠진흥원, 2005
- [3] 한국문화콘텐츠진흥원, '이달의 CT 3D 애니메이션 기술', 한국문화콘텐츠진흥원, 2008
- [4] 한창완, '산학협력모델의 제작 파이프라인 구축 공유 사례연구', 문화콘텐츠 제작의 활성화를 위한 산학협력 모델개발 세미나, 2003
- [5] 한창완, '디지털 애니메이션 제작 파이프라인의 시스템 적합화에 관한 연구', 서강대학교, 2006
- [6] Autodesk, 'Maya2009 Document', Autodesk, 2009
- [7] Nickelodeon, 'CG Pipeline and Technical Standards Document', 2007