



저작자표시-비영리-동일조건변경허락 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.
- 이차적 저작물을 작성할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



동일조건변경허락. 귀하가 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공했을 경우에는, 이 저작물과 동일한 이용허락조건하에서만 배포할 수 있습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

서 동 수 교수지도

박사학위 청구논문

예술과 공학의 융합을 통한 시각 예술
양식 재현에 대한 연구
(모자이크와 회화적 렌더링 중심으로)

2010

성신여자대학교 대학원

전산학과

박진완

예술과 공학의 융합을 통한 시각
예술 양식 재현에 대한 연구

서 동 수 교수지도

이 논문을 박사학위논문으로 제출함

2009년 11월

성신여자대학교 대학원

전산학과

박진완

인 준 서

박진완의 박사학위 논문으로 인준함.

심사위원 _____ 인

심사위원 _____ 인

심사위원 _____ 인

심사위원 _____ 인

심사위원 _____ 인

성신여자대학교 대학원

논문 개요

예술과 공학의 융합에 대한 복합학 연구는 컴퓨터의 발달로 인해 전성기를 맞고 있다. 본 논문은 컴퓨터의 계산 능력을 활용하지 않고는 탄생 불가능한 알고리즘 아트 기반의 예술 작품 제작을 진행했던 일련의 연구 과정과 결과를 담고 있다. 2004년에서 2009년까지의 본 연구 결과물은 ‘회전 가능한 물체를 사용한 중첩 모자이크’ 기법(Stackable Mosaics with Rotatable Objects)과 그 위에 의도적 불완전성을 더한 ‘의도적 미완(未完) 디자인을 사용한 회화적 렌더링’(Painterly Rendering with Designed Imperfection)까지의 과거 논문 발표 기록을 포함하고 있다. 이 알고리즘들은 인간의 감성에 호소하는 미술 작품 제작 기법에 영감을 얻은 컴퓨터 그래픽스 분야의 응용 연구인 동시에 예술적 완성도를 추구한 작품 제작 활동의 일환이다. 인간적, 감성적인 작품을 만들기 위해 컴퓨터의 도움을 받는 역설이 존재하는 본 연구는 공학적 연구를 기반으로 인간 감성적인 작품이란 어떤 것인지를 규정하는 인문학 연구이며, 또한 예술 공학 기반의 작품 제작의 기록으로 기술적인 구현 방법과 예술적 비평을 동시에 접근하는 복합학 연구의 기록이다.

목 차

논문개요

I. 서론	1
1. 연구의 배경	1
2. 연구의 목적 및 내용	2
3. 논문의 구성	6
II. 관련 연구	7
1. 공학, 예술 융합 출현	7
2. 테크놀로지 아트의 확장	10
2.1. 알고리즘 아트와 프로시듀럴 기법	10
2.2. 애니메이션 중심으로 본 알고리즘아트	11
2.2.1. 수동 프로시듀럴 회화, 실험 애니메이션	11
2.2.2. 자동 프로시듀럴 렌더링, 애니메이션	16
2.3. 애니메이션/특수효과의 프로시듀럴 기법 응용	18
2.3.1. 캐릭터 애니메이션의 프로시듀럴 구현	18
2.3.2. 이펙트 애니메이션의 프로시듀럴 구현	20
3. 컴퓨터 그래픽스와 시각 예술의 융합	23
3.1. 비사실적 렌더링 출현	23
3.2. 비사실적 렌더링의 확장	27

III. 예술 양식 재현을 위한 규칙 고찰	29
1. 예술 공학의 중첩 영역	29
2. 비사실적 렌더링의 미적 판단 기준 문제	31
3. 표현 양식 재현 대상 선정과 평가 기준	38
IV. 비사실적 렌더링 I: 회전 가능한 물체를 사용한 중첩 모자이크	41
1. 기술적 고찰	41
1.1 개요	41
1.2. 관련 연구	42
1.3. 회전 가능한 물체를 사용한 중첩모자이크 제작 방법	44
1.3.1 물체의 회전	45
1.3.1.1 이미지의 선택	45
1.3.1.2 물체의 회전 샘플링 각도 결정	47
1.3.1.3 회전에 적합한 물체 선정	49
1.3.2 중첩 모자이크-기울어진 격자 시스템을 통한 다중 레이어	52
1.3.2.1 기울어진 격자 시스템	52
1.3.2.2 다중 레이어는 몇 개가 적절한가?	53
1.3.3 그림자	56
2. 예술적 고찰	57
2.1. 결과	57
2.1.1 회전 물체 - 동전	57
2.1.2 물체 선정의 확장 - 무용수 데이터	60
2.2. 결론과 향후 연구 방향	63

V. 비사실적 렌더링 II: 의도적 미완(未完) 디자인의 회화적 렌더링	65
1. 기술적 고찰	65
1.1. 개요	65
1.2. 관련 연구	67
1.3. 인간의 회화 프로세스	69
1.4. 의도적 미완(未完) 디자인의 회화적 렌더링 제작 방법	71
1.4.1. 화가의 부주의한 눈 - 입력 실수	73
1.4.2. 화가의 개성적인, 혹은 실수가 있는 기술	75
1.4.2.1 실수의 의도적 활용	75
1.4.2.2 촬영된 스트로크에서 높이와 형태 추출	77
1.4.2.3 스트로크의 깊이 효과	80
1.4.3 화가의 판단	82
2. 예술적 고찰	85
2.1. 확장 가능한 유연한 시스템	85
2.2. 결론과 향후 연구	89
VI. 전시를 통한 시각예술 재현비평	91
1. 알고리즘을 사용한 현재 미디어 아트 작품의 흐름	91
2. 본 작품의 전시 - SIGGRAPH를 중심으로 복합적 인스탈레이션	98
3. 재현 과정에 대한 재현	101
VII. 결론	106
참고문헌	
ABSTRACT	
Appendix - 작품도록	

표 목 차

<표 1> 각 샘플링 조밀도에 따른 픽셀당 평균 색 거리 값	49
<표 2> 레이어의 수와 평균 색 거리 값	55

그림 목 차

[그림 1] 쇠라의 서커스	12
[그림 2] 몬드리안의 추상화의 과정	13
[그림 3] 시간의 흐름을 표현한 회화들	14
[그림 4] Motion Painting No. 1	15
[그림 5] 다양한 알고리즘 애니메이션의 예	17
[그림 6] 스팀보이의 이펙트 애니메이션	21
[그림 7] 신밧드-7대양의 전설의 워터 이펙트	21
[그림 8] 반지의 제왕의 군중 시뮬레이션	22
[그림 9] 비사실적 렌더링의 예: Designed Imperfection 이미지	24
[그림 10] 비사실적 표현 기술 분류	25
[그림 11] 회화적 표현 구현	26
[그림 12] Colorist wash와 Pointillist 점묘법 비교	30
[그림 13] 샤갈의 스테인드글라스, UN	32
[그림 14] 자동 생성된 모자이크와 실제 작품 비교	33
[그림 15] 데이빗 몰드의 스테인드 글라스	36
[그림 16] 회전 가능한 물체를 사용한 중첩 모자이크의 알고리즘 흐름도 ..	44
[그림 17] DB 샘플	47
[그림 18] 샘플링과 품질	48
[그림 19] 사진의 회전에 따른 데이터의 왜곡	50
[그림 20] 회전 샘플링 30도로 생성된 12개 이미지	50

[그림 21] 회전에 대한 강건함	51
[그림 22] 싱글 레이어	53
[그림 23] 이중 레이어	54
[그림 24] 다중 레이어	54
[그림 25] 기울어진 격자 시스템	54
[그림 26] 레이어에 그림자 효과를 주기 전과 후	56
[그림 27] 그림자 효과 적용 전과 후(세부도)	56
[그림 28] 200개의 동전 데이터베이스로 제작한 위스키의 이미지	58
[그림 29] 백을 든 여학생의 모자이크	59
[그림 30] 다양한 빈 공간의 예	60
[그림 31] 무용수 데이터로 제작한 작품	62
[그림 32] 제안된 알고리즘을 통해 제작된 페인팅	67
[그림 33] 후보군의 수에 따른 품질	74
[그림 34] 스트로크를 통한 수정 절차	76
[그림 35] 높이 값 추출 과정	78
[그림 36] 재료 표현	78
[그림 37] Skill-set 과 품질	79
[그림 38] 높이 값 처리 과정	80
[그림 39] 양각과 음각 (embossed, engraved), 혼합 렌더링 효과	81
[그림 40] 플로어 플랜	84
[그림 41] 연못을 그린 모네의 작품들	85
[그림 42] 애니메이션 적용	87
[그림 43] 각 실수 생성 모듈과 다양한 회화 스타일	88

[그림 44] Renkan, conspiracy group의 chaos theory (좌,우)	92
[그림 45] 케네트 허프(Kenneth A. Huff)의 Elemental series	93
[그림 46] 타카히로 하야가와(Takahiro Hayakawa)의 추상 애니메이션	94
[그림 47] smoke water fire, 2BTextures (좌, 우)	95
[그림 48] Spacequatica, The Sancho Plan	96
[그림 49] 쿠미코 쿠시아마(Kumiko Kushiyama)의 tactile hand display	97
[그림 50] 인터랙션이 가미된 설치 작품들	97
[그림 51] 시그래프 전시 장면	99
[그림 52] 조지프 쿠수스(Joseph Kosuth), One and Three Chairs.1965	102
[그림 53] 역의 음악의 노트	102

I. 서론

1. 연구의 배경

예술과 공학의 융합에 대한 화두는 컨버전스, 통섭 등의 다양한 주제어로 확장되어 현대 복합학의 경향을 정의하는 담론이 되고 있다. 현대 테크놀로지 발달로 출현된 신기술에 어울리는 새로운 방향의 예술적 표현양식이 나타난 것은 자연스러운 일이다. 동시대를 관통하여 사회를 변화시킬 담론은 예로부터 예술가들이 작품의 재료로 빈번히 사용되어 왔기 때문이다.

유화물감에서부터 컴퓨터의 발명까지, 모든 재료는 예술가의 새로운 도구이며 동시에 메시지를 담는 매체로의 역할을 하고 있다. 특히 현대 예술의 대표성을 띄고 있는 미디어 예술과 테크놀로지 예술의 경우 사회 전반의 기술적 발전과 맥락을 같이 한다. 이러한 기술 혁신을 재료로 그동안 본 연구자가 수행한 연구와 창작활동은, 공학적인 접근 방법을 기반으로 개념 예술을 실체화 시키는데 중점을 둔 것이었다. 이 일련의 연구는 시각 예술 분야와 밀접한 관계가 있는 컴퓨터 그래픽스 기술에 기반한 작품 제작을 중심으로, 예술과 공학의 융합에 대한 하나의 가능성을 제시하였다고 생각한다. 이 과정을 구체적으로 기록하고 분석한 내용이 본 연구의 주제가 될 것이다.

구체적으로 언급하자면 본 연구는 회전 가능한 물체를 사용한 중첩 모자이크 (Stackable Mosaics with Rotatable Objects)[1]와 의도적 미완(未完) 디자인을 사용한 회화적 렌더링 (Painterly Rendering with Designed

Imperfection)[2]의 기술적, 예술적 연구 기록을 중심으로 풀어나가려 한다.

본 연구에서 반복적으로 언급할 비사실적 렌더링(Non-Photorealistic Rendering)은 예술, 공학, 통계, 인지심리학, 순수예술 등의 다양한 전공의 접점에 있는 연구 분야이다. 자연히 협동 연구로 진행되는 이 복합학은 공학과 예술 간 끊임없는 협조와 이해, 그리고 존중의 기술이 필요한 연구로, 이종 전공 융합에 관한 문제점과 가능성을 모두 살펴 볼 수 있는 분야이다. 본 연구자의 연구들은 비사실적 렌더링 프로젝트를 중심으로 기술과 예술, 각각의 연구 결과의 발표를 1차적 목표로 하되, 학제간 협동 연구, 즉 다양한 전공의 이종 집단의 연구에서 발생하는 문제점에 대한 고찰 역시 본 논문의 기술(記述) 대상이 될 것이다. 다시 말해 작품의 표현 방식에 대한 공학과 예술 분야가 주된 연구 대상이 되겠지만 나아가 효과적인 협업 과정의 조건을 제안 하는 경험자로서의 역할 역시 중요한 논점이 될 것이다.

2. 연구의 목적 및 내용

융합이 화두로 떠오르고 있는 현재, 예술 전공자와 공학 전공자를 구성원으로 하는 복합 연구팀을 보는 것은 그리 어렵지 않다. 융합 프로젝트 수행 경험이 없는 일부 이론가들은 기술의 발달에 따라 당연하고 자연스럽게 공학과 예술의 융합이 이루어 질 것이라고 낙관적 미래를 예상하기도 한다. 그러나 기술의 발달과 이종 연구 분야의 융합이 항상 긍정적으로 연계되지는 않는다. 외면적으로 자연스러워 보이는 학제간 융합은 결코 자동적으로 진행되는 것이 아니라 구성원들의 부단한 협업의 노력이 필요하다.

실제 공동작업 과정을 위한 이질적 전공 구성의 학제 간 융합은 통합의

장점을 이끌어 내기 위해 다양한 사전 조건들을 만족해야 한다. 특히 공학과 예술의 협업은 각 전공 고유 연구 방식의 경직된 습관을 타파하기 위한 노력이 필요하며 또한 상이한 타 전공에 대한 이해가 필요하다. 구성원이 서로 적응하며 통합되어 가는 과정에 대해 진지하게 고찰하는 관심과 여유 역시 필수적이다.

본 논문에서는 모자이크 기법에서부터 회화적 렌더링 기법까지의 기술적인 구현에 대한 내용과 더불어 예술적 연구와 전시 결과를 소개한다. 그리고 동시에 공학과 예술의 융합과정 중 생기는 문제점들을 살펴봄으로써 각 분야의 연구 방법론의 차이점을 살펴보고자 한다. 또한 협업을 위한 효과적인 각 분야의 태도에 대해, 즉 공학자와 예술가의 역할에 대해 연구하고자 한다.

앞으로 언급할 비사실적 렌더링이라는 컴퓨터 그래픽스 기술은 융합을 전제로하는 복합학의 주요 분야 중 하나로 단일 전공이 해결할 수 없는 문제를 해결하고자 노력하고 있다. 이종 분야 간의 협업 연구는 각 역할 고유의 연구 방법론과 연구 대상을 응시하는 고착된 습관으로 인해 소통의 벽에 부딪치곤 한다. 비사실적 렌더링은 다양한 전공 연구가 복합적으로 구성되어 있는 연구 분야이다. 특히 공학과 예술 간 끊임없는 협조와 이해, 그리고 존중의 기술이 필요한 프로젝트로, 이종 전공 융합에 관한 문제점을 살펴 볼 수 있는 좋은 실례가 될 것이라 생각한다.

본 논문은 다양한 표현 양식을 공표하며 이종 복합 연구에서 발생하는 독특한 문제들을 해결해 나간 기록이라고 볼 수 있다. 따라서 효과적인 협업 과정의 필요성에 대해 고민해 볼 계기가 되기도 하였다. 이상 언급한 연구 방향의 구체적인 내용은 다음과 같다.

첫째, 회전 가능한 물체를 사용한 중첩 모자이크와 의도적 미완 디자인을 사용한 회화적 렌더링이라는 두 가지의 비사실적 렌더링 기법에 대한 기술적 내용을 언급한다.

위 두 개의 기법은 본 논문의 핵심으로, 비사실적 렌더링 분야의 하나인 모자이크 기법을 기반으로 개발하고 발전시킨 알고리즘들이다. 이 기법들은 기존 비사실적 기법의 한계라 볼 수 있는 공학자들의 자의적인 해석을 배제하기 위해 다양한 예술적 연구 방법을 첨가하여 구현했다. 따라서 공학적 연구의 내용을 일부 담고 있으나 그보다는 오히려 미적 가치에 대한 담론을 제공하는 아티스트 스테이트먼트(Artist's Statement)에 대한 연구라 볼 수 있다.

둘째, 위의 기법을 통해 완성된 작품을 전시하고, 그 과정을 개념 예술로 완성한다. 결과에 대한 예술적 피드백을 기술한다.

기술 자체에 대한 연구보다 예술적 응용에 대해 더 집중하고 있는 본 연구는, 그 결과물에 대한 정량적 평가 시스템을 제시하는 것이 어렵다. 이 경우 부득이 기존 예술 분야의 피드백의 원천인 대중과 평론가의 반응을 주시하게 되는데, 이를 실체화 하는 수단은 전시가 거의 유일하다. 따라서 다양한 전시에서 선보인 본 연구의 결과물에 대한 피드백을 바탕으로 전시의 성공 여부를 살펴본다. 이를 통해 상대적이고 모호할 수밖에 없는 평가를 지양하고 전통적인 미적 담론 형성의 절차인 예술가의 작품론으로 검증

을 대체하고자 한다. 또한 학술지를 통한 연구논문의 발표는 기술적, 예술적 완성도를 보여줄 수 있는 객관적 평가 수단으로 유효하므로 연구 결과의 발표를 지속적으로 수행하고 그 결과를 기술한다.

셋째, 위의 연구를 통해 얻은 융합 연구에 대한 경험을 서술하고 미래 복합학 연구 방향에 도움이 되는 초석으로 삼는다.

미디어 아트 분야의 융합 연구는 양질의 기록이 흔치 않다. 전시를 통해 일정기간 평론가와 대중에게 공개된 이후에는 사진과 같은 단편적인 증거 자료만이 남을 뿐이다. 일반적으로 예술 작가들은 기술적 완성 과정의 기록에 심각한 고민이 없으므로 그들에게 세부 내용이 기술된 문서를 기대할 수는 없다. 반면 작품 결과에 대한 자료라는 관점에서 보면, 조각이나 회화 처럼 작품을 전시 한 후 판매하는 과정이 자연스럽게 이루어진다면 개인 소유, 또는 영구전시를 통해 작품의 보존이 보장되기를 기대할 수 있을 것이지만 미디어 작품에서는 이와 같은 전시 판매 보존의 과정이 드물게 일어나는 편이다. 미디어 작품의 경우 기성 소비자 전자제품을 사용하는 특성에 따라 보통은 작품의 전시 후에는 작품을 해체하여 후속 작품의 부품으로 재활용하는 경우가 많다. 따라서 전시를 통해 남겨지는 모든 기록들은 매우 소량이고 이마저도 원 작품의 개념을 온전히 전달하기에는 부족한 현실이다. 또한 남겨진 정보들도 작가의 의도적인 선택에 의해 왜곡되기 쉬운 까닭에 실제 제작에 도움이 될 만한 내용을 접하는 것은 쉽지 않다. 따라서 본 연구에서는 전시의 결과물과 함께 충실한 제작 기록을 중점적으로 다루어 관련 연구자에게 충분한 정보를 제공하고자 한다.

3. 논문의 구성

1장 서론에 이어 2장에서는 선행연구, 즉 예술과 공학의 융합의 역사에 대해 알아보고 기술의 발전에 따른 융합의 다양한 관점을 고찰한다. 특히 컴퓨터를 통해 발견된 예술 장르인 알고리즘 아트에 대해 살펴본다.

3장에서는 본 연구자가 진행한 일련의 비사실적 렌더링 표현 기법을 연구 대상으로 선택한 과정을 기술한다. 또한 인간감성적인 회화를 이루기 위한 근본적 규칙에 대해 살펴본다.

4장에서는 회전 가능한 물체를 사용한 중첩 모자이크의 이론과 작품에 대해 논한다. 세부적으로 나누어 제작방법과 기술 적용에 이르는 모든 과정을 제시한다. 또한 작품에 대한 예술적 의미를 논의, 또는 주장한다.

5장에서는 의도적 미완 디자인을 사용한 회화적 렌더링의 기술적 이론과 예술적 작품에 대해 논한다. 세부 제작방법과 기술의 응용 등 모든 과정을 제시한다. 또한 작품에 대한 예술적 의미를 논의, 또는 주장한다.

6장은 구현하고 전시한 작품들의 피드백을 언급한다. 또한 총체적인 유사 작품들의 경향을 살펴보고 본 연구자가 구현했던 작품에 대한 문제점 및 결과에 대해 기술하고, 향후 과제에 대해서도 살펴본다.

7장에서는 결론과 미래 융합 연구에 대해 방향을 제시한다.

II. 관련 연구

1. 공학, 예술 융합 출현

예술과 기술의 분리는 인류 역사 전체에서 비교적 최근에 일어난 현상이다. 주술과 예술행위의 구분이 불분명하던 시기에 과학자의 역할은 철학자의 역할과 다름없었고, 많은 철학자들은 예술의 방향을 지시하는 이론가이기도 했다. 르네상스시대까지만 하더라도 불분명했던 둘 사이의 경계는 산업 혁명을 거쳐 연구 분야가 세분화되고 합리성이 사회를 지배하게 된 이후에 차이가 두드러지게 되었다.

일찍이 명확한 경계가 무의미하다고 믿어왔던 예술과 기술은 필요에 의해 현재 서로 분리되었지만 여전히 우리 일상에서는 둘 사이의 결합의 증거를 볼 수 있다. 특히 실용적 측면에서의 기술, 즉 공학에 집중해 볼 때, 제품의 생산성에 대한 연구와 인간이 받아들이는 편리성에 대한 연구가 결합된 디자인, 건축, 공예 등이 그 예라 할 수 있다. 또한 이보다 현대 사회에 있어서 더 피부로 닿는 융합의 증거들은 컴퓨터의 발달로 인한 콘텐츠 결과물, 즉 컴퓨터 그래픽스를 이용한 영화, 애니메이션 컴퓨터 게임을 통해 발현됨을 알 수 있다. 특히 컴퓨터의 발달은 순수 예술 영역에서 민감하게 받아들여, 테크놀로지 아트와 근간을 이루는 주요 매체로 확장하게 된다.

일견 예술과 기술의 분리는 매우 최근의 일인지라 컴퓨터의 발달로 인해 이 둘이 다시 결합하게 되는 예술 사조를 본다는 것이 그리 신비한 일은

아닐지도 모른다. 그러나 이는 일부 예술가가 컴퓨터의 독특한 매체로서의 능력을 활용한 결과일 뿐, 전반적으로는 여전히 현대 사회는 통섭의 시대라기보다는 분화의 시대라 보는 것이 맞을 것이다. 그럼에도 불구하고 여전히 통섭, 융합, 컨버전스라는 화두가 지속적으로 대두되고 있는 것은 컴퓨터라는 매체가 현 시점에 현대 사회를 지시하는 키워드이며 무한한 가능성이 아직 충분히 발휘되지 않았다고 보기 때문일 것이다.

컴퓨터 그래픽스의 태동기에 예술가, 심리학자 등 비공학전공자들과 공학자들의 협업에 대한 다양한 실험을 진행한 예가 있다. NYIT(New York Institute of Technology)의 Computer Graphics Lab이 진행한 The Works[3,4] 프로젝트와 같은 초기의 공학과 예술의 협동, 무한한 가능성을 제한하지 않았던 PARC(Xerox Palo Alto Research Center)의 예술, 공학, 그리고 인문, 심리학자들의 공동 작업은 이후 WYSIWYG의 정립, 그래픽칼 유저 인터페이스의 개념을 도출하는 등 컴퓨터 전반에 선도적인 역할을 하였다[3,4]. 이렇듯, PARC을 기점으로 1980년 이후 Silicon Graphics, Microsoft, Cisco, NVIDIA 등으로 확산된 다양한 융합 시도는 기존 프로젝트의 개념을 혁신하는 아이디어의 산실이 되었다. 다양한 전공자의 융합은 그 과정이 순탄하기만 했던 것은 아니지만 컴퓨터라는 새로운 매체의 무한한 가능성을 이끌어 내는데 결정적인 역할을 했다. 그 융합을 통한 혁신의 전통은 현재에도 지속적으로 전승되고 있다.

빌 벅스턴(Bill Buxton)은 그의 논문 'The Role of the Artist in the Lab'[4]에서 예술과 과학의 애증의 역사에 대해 서술하며 공학연구소에서 동료로서 작업하는 예술가들을 위해 조언하였다. 일반적으로 연구소에서 예술가의 위치는 일방적으로 기술지원을 받는 수동적인 역할에 머무르는 듯

보이지만, 실제로는 예술가들의 창의적 입력을 바탕으로 타 학문과의 융합을 도모하여 예술가와 공학자들 서로에게 긍정적인 영향을 미칠 수 있다고 주장했다. 과거 위대한 예술가였던 레오나르도 다빈치는 예술과 과학의 합일을 주장했으며, 또한 위대한 과학자였던 갈릴레이 갈릴레오는 음악에 관한 과학적 실험을 한 것을 살펴볼 때 이러한 주장은 일리가 있는 것이다.

근대의 긍정적인 융합에 관한 예 역시 쉽게 찾을 수 있다. 빌리 클뤼버(Billy Klüver)의[5] 예는 현대 복합학자들의 표본이다. 그는 스톡홀름의 Royal Institute of Technology에서 전기공학(Electrical Engineering) 전공하고 1957년 미국 UC, Berkeley에서 박사를 취득하였다. Bell 연구소에서 관련 연구를 진행함과 동시에, 그는 당대의 많은 예술가들 - 진 텅겔리(Jean Tinguely), 존 케이지(John Cage) 그리고 앤디 워홀(Andy Warhol) 등 - 과 창조적인 작업을 진행하였다. 또한 Bell 연구소에서 켄 놀턴(Ken Knowlton)이 진행했던 애니메이션 프로젝트는 이후에 영화에서 진보된 기술로 현실화 되었고 이후 현대 디스플레이 장비의 발전에도 영향을 미쳤다. University of Pennsylvania 와 Simon Fraser University의 춤 동작의 기록에 관한 연구는[6] 컴퓨터 공학자와, 안무가 그리고 조각가 등 다양한 전공자들이 참여했다. 이 연구의 성과는 안무 기록 자체보다는 인간 동작에 관한 보다 근본적인 고찰을 할 수 있는 생물 역학 연구 분야를 도출했다는 것에 더 비중을 둘 수 있다.

이와 같이 이종 집단의 융합에 의한 새로운 연구 분야의 창출은 기존에 시도할 수 없었던 신선한 주제의 발견과 이를 구현하기 위한 기술적 숙제를 내주곤 한다. 그러나 위의 예로 든 타 분야의 협업은 매우 다양한 분야에서 일어나고 있음에도 불구하고 그 접근이 지속적이고 안정된 형태의 것

은 아니다. 보다 상설화된 융합 연구 환경은 목표가 상업적 가치를 동반하는 분야에서 쉽게 이루어 졌고, 이는 콘텐츠와 R&D라는 방식으로 흔히 나타나곤 한다. 그 지류 중 하나가 바로 최근 주목 받고 있는 비사실적 렌더링 기술과 콘텐츠이다.

2. 테크놀로지 아트의 확장

2.1. 알고리즘 아트와 프로시듀럴 기법

알고리즘 아트가 주목 받게 된 것은 절차적 연산이 특성인 컴퓨터가 예술 작품, 또는 애니메이션의 도구로 사용된 이후이다. 규칙의 설립과 준수라는 절차적 제작 기법은 컴퓨터의 실용화와 함께 예술가, 디자이너의 주목을 받게 되었고 순수예술 혹은 상업적 작품 제작을 통해 존재가 부각되었다.

이 제작 기법에서는 예술 작품이나 애니메이션을 수행하기 위한 정형된 규칙이 존재하는데, 그 규칙들은 단순한 연산을 통한 동작의 반복에서부터 인공 지능을 기반으로 캐릭터의 변화까지 결정하는 등 그 표현 범위는 매우 넓다. 이러한 작품들을 알고리즘 아트, 프로시듀럴 아트(Procedural Art), 즉 절차적 기법을 사용한 예술작품이라 부르는데, 구체적으로 예술계에서는 프로그래밍을 사용하는 모든 예술 작품을, 애니메이션 산업계에서는 통상적으로 애니메이션의 키(key) 작업을 사람이 아닌 컴퓨터가 주관하는 애니메이션을 전반적으로 아우르는 말로 쓰이곤 한다.

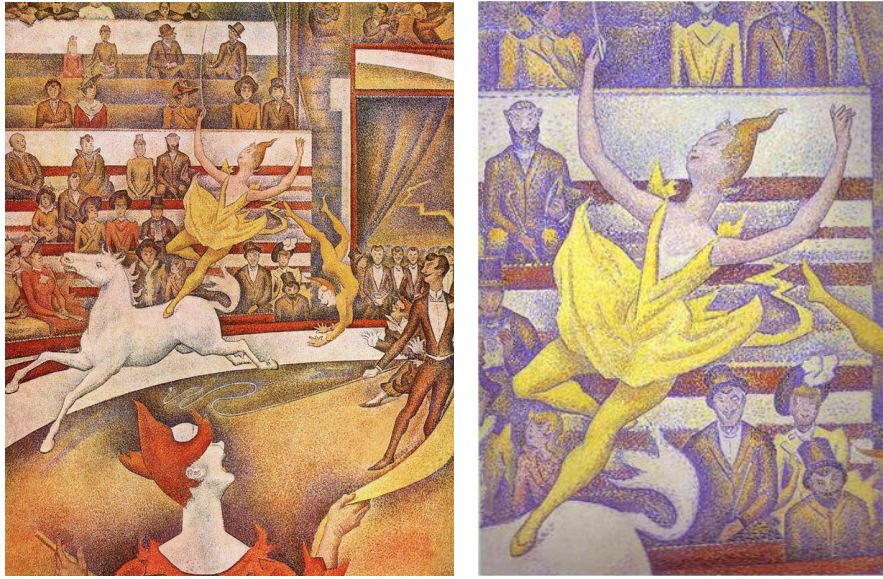
이러한 프로시듀럴 기법의 범용적인 특성은 다양한 형태의 응용 분야가

존재한다. 대중에게 친근한 상업적 애니메이션에서부터 영화 특수효과, 실험 영상, 그리고 인터랙티브 예술 작품 등이 그 대상이다. 최근에는 퍼포먼스와 복합 미디어 아트, 그리고 게임 분야에까지 적극적으로 응용되는 등, 범위를 한정하기 힘들다. 특히 미디어 아트 관련 최대 행사인 시그래프(SIGGRAPH)와 아스 일렉트로니카(Ars Electronica)의 최근 작품 경향에서 볼 수 있듯이 프로시듀럴 기법의 응용 분야 확장은 그 예가 풍부해지고 있다. 본 장에서는 본 연구의 기초가 되는, 즉 알고리즘 아트를 구성하는 프로시듀럴 기법의 다양한 응용의 예를 분류하고 최근의 응용 분야에 대한 예시를 들어 미래 융합 장르에 대한 가능성을 재조명하고자 한다.

2.2. 애니메이션을 중심으로 본 알고리즘 아트

2.2.1. 수동 프로시듀럴 회화, 실험 애니메이션

프로시듀럴 기법은 주로 컴퓨터를 통해서 실현되지만, 인간 역시 절차적으로 판단하고 행동한다는 면에서 수동적인 프로시듀럴 기법 역시 존재한다. 이미 순수회화에서는 다양한 형태로 선구 예술가들을 통해 실험이 진행된 바 있다. 특히 광학 연구를 회화의 방법론으로 삼은 쇠라의 그림은 인상파의 회화의 광학적 특색이 많은 그림들 중 단연 눈에 띄는 절차성을 보여준다[그림 1].



[그림 1] 쇠라의 서커스 1)

자신이 정한 규칙들, 즉, 대상을 가상의 작은 단위로 나누고 색 분할을 한 후 이를 팔레트에서 미리 정한 순수한 색의 집합의 점묘 스트로크를 사용해 표현한다는 점, 이것은 단순 반복 작업을 하는 듯 한 질차성을 보여준다.

추상 예술에서도 이러한 경향은 나타나는데, 특히 초기의 몬드리안의 작품에서 후기의 몬드리안의 형식으로 변해가는 과정은 하나의 프로시듀럴 애니메이션을 보는 듯하다. 간결, 생략을 통한 대상의 추상화, 비록 창조적인 작가의 생각을 컴퓨터가 이해 가능한 알고리즘으로 표현하는 것은 어렵겠지만, 작가가 정한 규칙 자체만을 놓고 보자면 그 과정은 곧 알고리즘의

1) 쇠라의 점묘법의 제작 과정이 극명히 들어나고 있는 서커스, 그의 마지막 유작으로 오른쪽 상세 부분을 보면 점묘 스트로크가 확연히 드러난다. (1891년작, 캔버스에 오일, 프랑스 파리, 오르세 미술관 소장) [7]

생성과 크게 다를 바 없는 절차성을 가진다[그림 2].



[그림 2] 몬드리안의 추상화의 과정

정지된 한 장의 그림에서 동작을 표현하기 위한 많은 노력이 과거로부터 회화의 역사에서 존재해 왔다. 예를 들자면 [그림 3-좌] 처럼 낭만주의 회화의 거장인 제리코(Theodore Géricault)가 *에프손의 경마*(The Derby at Epsom, 1821)에서 묘사한 말은 전혀 현실적이지 못하다. 말의 길이가 왜곡되어 있고 보법 역시 실제와 차이가 있다. 그러나 한 순간의 정지 화면을 화폭으로 옮기는 것이 아닌 경마의 속도감을 전달하기 위한 표현을 목표로 한다면 매우 독특하고 효과적인 선택이었다고 볼 수 있다. 그의 대표작 *메두사호의 뗏목*(The Raft of the Medusa, 1819)에서 볼 수 있는 극적 요소를 떠오르게 하는 작법이다.

[그림 3-중] [그림 3-우]에서 보듯 다다이즘의 창시자 중 한명인 뒤상(Marcel Duchamp)의 *계단을 내려오는 나부*(Nude Descending a Staircase, No. 2)의 환영, 발라(Balla)의 *쇠줄에 묶인 개의 역동감*(Dynamism of a Dog on a Leash, 1912)의 잔상 역시 연속적인 동작을 한 장면에 담기 위한 노력의 예이다. 이러한 다양한 실험에서 볼 수 있듯 시간의 축적을 한 장의 그림에 나타내는 것은 결코 쉬운 일이 아니다. 이를 위한 가장 효과적이면서도 당연한 해결 방법은 실제로 자신의 작품을 움직이도록 하는 것이다.

칼더(Alexander Stirling Calder)의 오브제 모빌처럼 3차원의 조형물로 탄생한 작품들도 있었으나, 2차원 공간에서 영상으로 구현하는 것 역시 훌륭한 해법이 된다. 이때에 프레임에서 프레임으로 넘어가는 과정을 철저한 규칙에 의해 재현할 경우 동작의 왜곡이 없이 목적을 달성할 수 있다. 예술가 자신을 최대한 숨기고 일정한 논리를 따르는 작법은 애니메이션에는 오스카 피싱어(Oskar Fischinger)를 통해 뚜렷하게 나타난다.



[그림 3] 시간의 흐름을 표현한 회화들 2)

오스카 피싱어의 작품은 아방가르드에서도 매우 독특한 존재이다. 그의 애니메이션을 알고리즘 아트로 볼 것인가는 프로시듀럴 애니메이션의 범주를 어떻게 규정하느냐에 따라 다를 것이다. 그러나 그의 대다수의 작품은 분명 특정한 규칙을 가지고 있고 이는 현재 컴퓨터가 제공하는 프로시듀럴 기법과 매우 유사하다.

2) 왼쪽부터 테오도르 제리코(Théodore Géricault)의 에프손의 경마(The Derby at Epsom, 1821), 뒤샹의(Marcel Duchamp) 계단을 내려오는 나부 (Nude Descending a Staircase, No. 2, 1912), 발라(Balla)의 쇠줄에 묶인 개의 역동감 (Dynamism of a Dog on a Leash, 1912)



[그림 4] Motion Painting No. 1 ³⁾

피싱어의 영상을 보자면 전통적인 캐릭터 애니메이션보다는 추상화가의 그림을 연속적으로 보는 느낌이다. [그림 4]에서와 같이 그의 작품은 영상을 회화의 연장선상에 있는 존재로 가정하고 실험을 진행했다. 그의 *Muntz TV commercial*과 같은 몇몇 작품들은 캐릭터 애니메이션, 또는 상업용 애니메이션의 성격을 띠지만, 대부분은 갤러리에서 상영되는 것이 당연하다고 여길 정도로 미적 가치를 목표로 제작된 율동의 기록이라 할 수 있겠다. 연속적인 기하학적 문양의 움직임을 기록한 영상은 화면 속의 비구상적인 물체들을 살아있는 생명체로 인식하게 한다는 점에서 현대 컴퓨터를 이용한 파티클 알고리즘과 매우 흡사하다. 또한 음악에 맞추어 춤추는 작은 생물체들의 군무 형태의 표현은 현대의 컴퓨터로 구현되고 있는 소리 시각화(sound visualization)의 원형이라 할 수 있다. 또한 시간적인 구성을 다시 공간적인 구성으로 치환하고 있는 그의 작품들은 데이터라는 추상적인 존

3) 오스카 피싱어(Oskar Fischinger, 1947)

재를 규칙을 찾아 가시화하는 정보시각화(information visualization)라는 학문과도 연결된다.

2.2.2. 자동 프로시듀럴 렌더링, 애니메이션

자동 프로시듀럴 기법을 회화의 영역에 적용한 것은 컴퓨터를 사용한 렌더링 알고리즘 전반에서 볼 수 있다. 실사, 비실사 렌더링 모두 알고리즘 아트 영역으로 묶을 수 있겠지만, 그 중 비실사 렌더링은 카툰 렌더링, 수묵화 렌더링, 수채화 렌더링, 유화 렌더링, 찻콜 렌더링, 해칭 렌더링, 캐리커처 렌더링 등, 다양한 형태의 회화에 대한 프로시듀럴 기법이 존재한다 [3]. 또한 상업적인 분야에서 두각을 나타내고 있는 프로시듀럴 기법, 즉 애니메이션, 특수효과, 3차원 그래픽 아트, 모션그래픽 등의 분야는 보다 다양하고 적극적인 콘텐츠를 생산하는데 기여하고 있다.

예술가의 개인의 능력에 의지하는 수동 프로시듀럴 작업은 컴퓨터의 발달로 인해 본격적인 그래픽 작업 수단으로 인정받기 시작한다. 절차적이라는 용어가 의미하듯 수학과 전자계산학의 연구를 바탕으로 그 용례가 풍부해지고, 특히 자연현상 시뮬레이션과 이를 시각적으로 실체화하는 렌더링 연구가 결합하여 다양한 응용분야를 양산하게 된다. 영화의 특수효과와 3차원 애니메이션은 그 혜택을 가장 많이 받은 분야이다. 많은 과학자들의 연구로 이러한 시뮬레이션은 애니메이션이나 영화에 적용 가능하게끔 범용화되었고, 프로시듀럴 제작 기법은 표현의 수단으로 3차원 소프트웨어 패키지의 일부 기능으로 흡수되기도 한다.



[그림 5] 다양한 알고리즘 애니메이션의 예 4)

컴퓨터의 도움을 받아 공학적인 연구를 통해 제공되는 기술 애니메이션은 각 표현방법마다 고유의 연구 분야가 존재한다는 점에서 통합 구현이 쉽지 않다. 예를 들자면 [그림 5-좌상]의 파티클 시스템은 그래픽스 선구자 중 하나인 칼 심즈(Karl Sims)가 작은 입자들의 운동을 표현하기 위해 수학적 모델을 제공하고 구현한 결과이다[8]. 입자, 또는 모델들의 충돌과 반작용을 계산하기 위해 로버스트 충돌(robust collision) 계산 방법 [그림 5-우상][9], 딱딱한 물체간의 충돌과 움직임을 계산하기 위한 강체 시뮬레이션(rigid body simulation), 어느 한 부분이 땅과 붙을 경우 계산 모델을 세우기 위한 콘스트레인트 동역학(constrained dynamics), 복잡한 모델간의 충돌과 변형을 계산하기 위한 셰이프 매칭 기법(shape matching methods), 유체를 계산하기 위한 유체 애니메이션(fluid animation) [그림 5-좌하][10],

4) 왼쪽 위부터 파티클(particle) 폭포, 다이내믹스(Dynamics)와 충돌 디포메이션(collision deformation), 유체 시뮬레이션(fluid simulation), 연기 시뮬레이션(smoke simulation)

연기의 생성과 소멸을 재현하기 위한 연기 제어(smoke control)[그림 5-우하][11] 등, 각 표현 방법마다 다른 해결 방법이 존재하고 있다. 이러한 연구의 결과는 일반 예술가들이 과학적 지식 없이도 쉽게 사용할 수 있도록 단순화되어 3D 혹은 편집 어플리케이션으로 제공된다. 현재 SIGGRAPH 등을 통해 매년 발표되는 새로운 기술들은 대형 애니메이션 스튜디오가 주도적으로 기술을 생산에 접목하기 위해 노력하고 있다.

2.3. 애니메이션/특수효과의 프로시듀럴 기법 응용

2.3.1. 캐릭터 애니메이션의 프로시듀럴 구현

애니메이션 제작자는 비용절감과 제작 품질의 항상성 유지에 대해 고민한다. 두 목표는 어느 정도 상충되는 면을 가지고 있어서 한 가지 목표를 달성하기 위해 다른 하나의 목표를 희생하게 되는 상충관계(trade off) 상황이 일어나게 된다. 애니메이션 산업은 이와 같은 문제점을 원만하게 해결하기 위해 애니메이션 제작 공정(pipeline)에 대한 연구를 수행했고, 또 이를 기술의 발달과 함께 개선시켜 나가는 과정을 반복해 왔다. 이 과정에서 태어난 제작 기법 중 하나가 바로 인비트윈(in-between) 애니메이션의 제작 표준 공정화이다.

전통적 애니메이션은 모든 이미지를 인간의 손으로 한 장씩 처리해야 하는 노동 집약 산업이다. 이러한 시간 소비가 극심한 작업을 리드 애니메이터(lead animator)에게 전적으로 맡긴다면 결국 제작비의 증가는 물론 인력 구성의 불균형으로 귀결된다. 대형 프로젝트일수록 이 문제는 심각해지는데

이를 방지하기 위해 탄생한 것이 키와 인비트윈(in-between) 작업의 분할이다. 숙련된 리드 애니메이터가 일정 간격의 프레임 또는 가장 중요하다고 생각되는 동작의 주요 프레임을 중심으로 작업하고, 다른 애니메이터들이 키 애니메이션의 중간을 채우는 작업을 하게 된다. 결국 단순 노동에 가까운 작업인 인비트윈 애니메이션에 대해 비교적 적은 지출로 제작비를 줄인다는 것이 바로 이 제작 방식의 요점이다. 일반적으로 대형 프로젝트가 아닌 경우에는 인비트윈 애니메이션 작가와 키 애니메이션 작가가 다를 필요가 없다. 오히려 같은 애니메이터이어야 작업의 일관성을 유지하기 좋다. 그러나 대형 프로젝트의 경우 이러한 제작 공정에 명시되어 있는 분업을 따르는 것이 효율적이고 제품 품질을 보장하는 쉬운 수단임에 틀림없다.

애니메이션에서 제품 품질의 항상성(恒常性) 보장은 쉽지 않은 문제이다. 드물게 주로 단편에서 존재하는 1인 제작 애니메이션의 경우 애니메이션의 전반적 품질 균일성, 예를 들자면 캐릭터의 동일성이나 색채의 전반적 조화 등을 유지하는 것은 어렵지 않을 것이다. 그러나 대형 프로젝트의 경우 참여 인원이 많기 마련이고 작가의 개인적 버릇에 의해 캐릭터가 개성화될 가능성이 존재하기 때문에 캐릭터의 일관성 보장을 위한 노력 등이 필요하다. 이 문제는 앞서 언급한 키 애니메이션 감독을 통해 극복 가능하다. 리드 애니메이터가 중심이 되는 키 동작을 간헐적으로 고정할 경우, 시간에 따른 캐릭터의 변화나 인비트윈 사이의 변화 역시 상당부분 보정 가능하다.

이러한, 2D 제작 방식의 전통은 3차원 애니메이션에 들어오면서 개념을 확장하여 재사용 하게 된다. 3차원 그래픽 소프트웨어에서의 리드 애니메이터, 즉 키 애니메이터의 역할은 애니메이터, 즉 인간이 담당한다. 그 나머지 부분은 지능화된 인비트윈 애니메이터, 즉 컴퓨터가 이를 대신한다. 지능화

되었다는 점은, 3차원 소프트웨어가 키 사이의 등속 동작을 재생해 주는 단계를 넘어, 애니메이터가 요구하는 바를 추측하고 적용하여 유연한 중간동작을 생성하는 방향으로 발전한 것을 의미한다. 모션 커브의 다양한 옵션들이 그 발전의 증거 중 하나이다.

이러한 키 프레임 사이의 애니메이션은 알고리즘에 의한 자동적, 절차적 구현이다. 방법론으로는 프로시듀럴 애니메이션이라 할 수 있겠지만, 이러한 기술은 애니메이션의 표면에 나타나지 않도록 설계되어 있다.

2.3.2. 이펙트 애니메이션의 프로시듀럴 구현

현재는 3차원 소프트웨어에서 이를 담당하는 경우가 많지만 전통적 수작업 애니메이션에도 이펙트 애니메이션은 존재했고 또한 중요히 여겨졌다. 렌더링의 특질에 따라 실사영화에도 특수효과로도 사용되는 이 기법은 보통은 영상을 풍부하게 만들기 위한 부수적인 기법으로 사용되지만 때로는 오토모 가츠히로(Katsuhiko Otomo)의 *스팀 보이*(Steamboy, 2003)처럼 이펙트 애니메이션이 주연에 가까운 역할을 하기도 한다.

전통적 이펙트 애니메이션은 캐릭터애니메이션과 다른 종류의 애니메이터의 능력이 필요하다. 밤하늘에 내리는 셀 수 없는 눈송이들의 움직임을 애니메이터가 키로 잡기는 불가능함에도 불구하고 과거 이펙트 애니메이터들은 숙달된 눈속임으로 이러한 효과를 내곤 했다. 다시 말해 과거에는 이펙트 애니메이터의 개인적 재능에 의지하여 이펙트가 창조되었다. 현재에도 변함없이 이펙트 애니메이션은 존재하지만, 컴퓨터의 발달로 인해 자연현상을 재구성하는 규칙으로의 이펙트 애니메이션이라는 개념이 등장하게 된다.

자연현상의 해석과 시각적 재구성은 곧 시뮬레이션을 위한 수학적 모델을 세우는 것으로 귀결된다. 파티클로 불리는 개념은 이러한 자연현상의 모델을 수학적으로 재구성한 현상 재현 시스템의 좋은 예이다.



[그림 6] 스팀보이의 이펙트 애니메이션⁵⁾



[그림 7] 신밧드-7대양의 전설의 워터 이펙트⁶⁾

5) スチ-ムボ-イ: Steamboy, 2003

6) Sinbad: Legend of the seven seas, 2003

수학적 규칙을 세우고, 이를 알고리즘으로 만들어 컴퓨터가 계산하고 키를 자동으로 잡는 것, 이러한 비캐릭터 애니메이션 기법은 상업 캐릭터 애니메이션 작품 내에서 빈번히 발견할 수 있다. [그림 7]에서 보는 *신밧드-7대양의 전설*(Sinbad: Legend of the seven seas, 2003)의 바닷물의 재현은 계산에 의해 물의 물리적 상태를 예측한 것이다. 유체 시뮬레이션이라 불리는 이 계산 방법은 전적으로 공학, 수학적 연구의 결과물이다. 역학 계산을 필요로 하는 선박, 치수(治水)와 같은 전통적인 제조, 토목, 건축 산업에서 시각적 효과를 위한 엔터테인먼트 사업으로까지 그 영역을 넓혔다고 할 수 있다.



[그림 8] 반지의 제왕의 군중 시뮬레이션 7)

앞서 캐릭터 애니메이션과 프로시듀럴 애니메이션에 대해 비교했듯이 두 선택은 제작 기법으로는 양립 가능한 독립적인 축을 가진 개념이다. [그림 8]을 보면 *반지의 제왕*에서 대군이 서로 싸우는 장면은 미리 규정된 전투

7) The Lord Of The Rings: The Fellowship Of The Ring, 2001, Massive Software를 사용한 군중 시뮬레이션이 사용되었다.

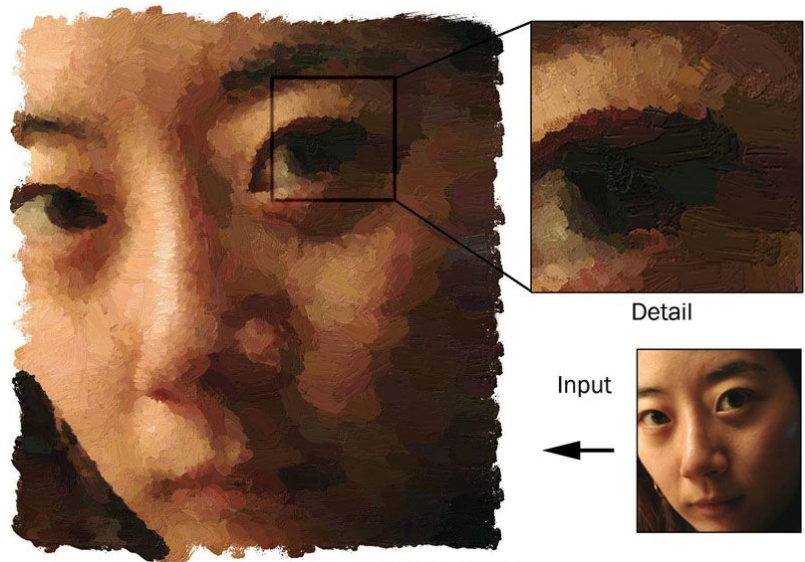
의 규칙을 준수하도록 설계된 인공지능에 의해 동작하는 디지털 액터(digital actor)들의 군집을 렌더링 한 것이다. 다수 객체의 움직임을 조절하는 이러한 작업은 상업영화에서 유용하게 사용하는데, 300(300, 2006), 트로이(Troy, 2004)에서의 전투 장면 역시 이러한 군중 시뮬레이션의 결과이다. 키 작업을 사람이 하지 않았고 계산에 의한 자동 애니메이션이라는 점에서 프로시듀럴이며, 동시에 캐릭터성을 가지고 있으므로 캐릭터 애니메이션 역시 성립한다고 하겠다. 그러나 위의 예는 기법의 하나로 프로시듀럴이 사용되는 경우이며 질차성이 주제 자체로 쓰이는 예는 상업 영화에서는 쉽게 볼 수 없다.

3. 컴퓨터 그래픽스와 시각 예술의 융합

3.1 비사실적 렌더링의 출현

컴퓨터를 통해 생성된 이미지는 우리가 모르는 사이에 우리 주위를 채우고 있다. 영화, 애니메이션의 콘텐츠는 물론 광고에 이르기까지 컴퓨터 그래픽스의 손길을 거치지 않는 영상 분야는 없다고 해도 과언이 아니다. 눈에 보이는 특수효과로 가득 찬 SF 분야의 영화뿐 아니라, 일반적으로 CG가 쓰이지 않은 듯 보이는 드라마 장르의 영화조차도 대부분의 보정작업은 컴퓨터 그래픽스와 이미지 프로세싱 기술을 사용하고 있다. 이렇듯 컴퓨터 처리는 현대 엔터테인먼트 산업 전반에 자연스럽게 녹아들어가 있다. 이들 분야에서는 사실적 표현 중심의 렌더링 기술의 구현이 최대 목표이다. 보다 더 자연스러운 가상의 영상을 창출하는 극사실적 렌더링 기술은 시장 요구

에 따라 진보를 거듭하고 있다. 그러나 극사실적 표현을 목표로 하는 렌더링 기술로는 만족할 수 없는 형태의 영상도 존재한다.



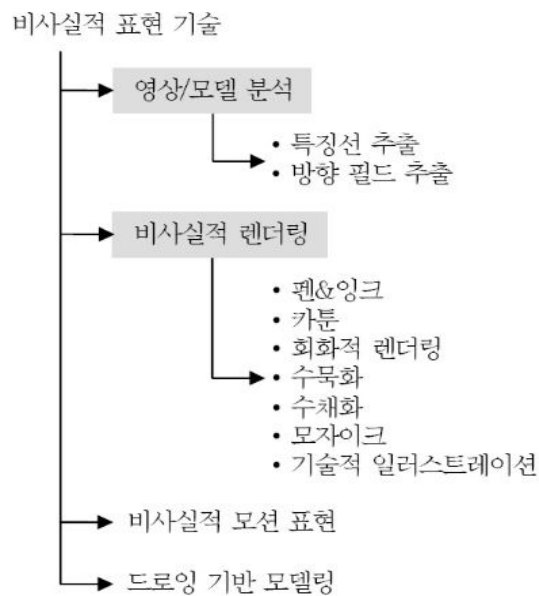
[그림 9] 비사실적 렌더링의 예: Designed Imperfection 이미지 8)

최근에 새로운 연구주제로 부각되고 있는 비사실적 렌더링 (Non-Photorealistic Rendering, 약어: NPR)은 컴퓨터 그래픽스의 렌더링 세부 연구 분야 중 하나이다[12]([그림 9]). 비사실적 렌더링이란 사람이 직접 손으로 그린 듯한 느낌의 영상을 만드는 컴퓨터 그래픽스 기술로 사물의 사실적 표현과는 달리, 주제를 부각시키기 위하여 일부를 과장하거나 중요하지 않은 것들은 과감히 생략하여 표현한다.

비사실적 렌더링 이전의 렌더링은 극사실적 표현, 즉 가상의 사물에 대한

8) SIGGRAPH 2006 (Sketch/G-Studio Special Project), 알고리즘을 사용하여 원본 그림으로부터 자동 생성된 비사실적 렌더링 이미지. 비교적 인간적인 페인팅 스타일을 재현한다.

원래 모습 그대로의 재현을 목표로 하였다. 이러한 접근은 영화와 같은 현실을 대체해야 하는 특수효과 부분에 있어서 매우 효과적이다. 그러나 사실적인 그래픽으로 해결할 수 없는 다양한 형태의 이미지 역시 우리 주변에서 쉽게 발견할 수 있다. 예를 들자면 화가들의 작업들은 대부분 극사실적 표현을 목표로 두지 않고 있다. 나아가 과장과 생략을 중심으로 하는 장르인 만화, 애니메이션 등의 양식은 애초에 극사실과는 정반대의 접근방향을 가지고 있다. 이러한 인간감성적 표현 방식의 재현을 위해 기존의 컴퓨터 그래픽스의 연구방법과는 차별화된 새로운 개념이 필요했다.



[그림 10] 비사실적 표현 기술 분류

비사실적 렌더링 기술은 현실을 재현하는 사실적 영상을 목표로 하지 않는다. 이 기술이 목표로 하는 비사실적 영상은 인간 친화적인 영상이라 불

리기도 하는데 그 이유는 대상을 사실적으로 표현하는데 얽매이기 보다는 영상의 주요 특징을 잘 표현하여 그 의미와 느낌을 효과적으로 전달하는 것을 목표로 삼기 때문이다. 이러한 특징들로 인해 비사실적 렌더링은 객관적인 평가 보다는 인간의 주관적 평가가 품질을 결정하는 주요 요소가 된다.

[그림 10]에서 보는 것은 비사실적 렌더링 기술을 표현 방식 기반으로 분류하는 일반적 방법 중 하나이다. 관점에 따라 통일된 분류는 어렵지만 현 시점에서 인정되는 일반적인 기반 기술 분류 방법으로 통용되고 있다. 그 밖에 비사실적 모션 표현에 의한 방법으로 정지 영상을 넘어서는 과장과 생략의 표현 양식에 대한 기술, 드로잉으로부터 모델을 제작하는 드로잉 기반 모델링 등 다양한 연구 분야가 존재한다. 본 논문에서 주로 언급하고자 하는 비사실적 렌더링은 예술가의 관점을 중시하는 표현 방식을 목표로 한다(예:[그림 11]). 이는 미적 평가가 필요한 예술적 경험에 의한 분류라 볼 수 있다.



[그림 11] 회화적 표현 구현 (Meier, 1996)

3.2 비사실적 렌더링의 확장

컴퓨터의 발달과 프로시듀럴 기법의 범용성 확보는 앞서 언급한 전통적인 예술 분야에서부터 상업 예술 분야까지 다양한 형태로 응용되었다. 이를 조금 더 범위를 좁혀 보자면 절차적 기법이 기계적이라고 볼 수 있다는 선입견에 반하는 표현 방법을 발견할 수 있다. 그것은 바로 비사실적 렌더링이라는 매우 넓은 정의를 가지고 있는 컴퓨터 그래픽스의 연구 분야이다.

인간 친화적인 영상을 제작하기 위해서는 사실성을 추구하던 전통적인 물리기반의 컴퓨터그래픽스 기술과는 달리 감성적, 예술적 요구를 충족하는 새로운 개념의 컴퓨터 기술이 요구된다. 이것이 바로 재료나 스타일에 따라 스타일 표현법(Stylized Depiction), 회화적 렌더링(Painterly Rendering), 펜과 잉크 렌더링(Pen & Ink Rendering), 카툰 렌더링(Cartoon Shading) 등으로 불리는, 그리고 종합적으로는 비사실적 렌더링이라고 범주 짓는 연구 분야이다[12, 13]. 결국 비사실적 렌더링이란 2D영상 또는 3D 기하학적 정보를 바탕으로 유화, 연필화, 수묵화, 수채화, 모자이크 그리고 만화와 같은 느낌의 영상 결과물을 제작하는 기술이며, 연구 범위와 목표는 인간이 느끼는 미적 감성 생성 및 전달체계를 인지 심리학적 분석부터, 컴퓨터 그래픽스의 알고리즘을 이용한 인간 친화적인 디지털 영상 제작까지 다양한 영역을 포함한다.

지금까지 언급한 비사실적 렌더링의 목표를 볼 때 쉽게 추측할 수 있듯이 분야는 예술적 결과물에 영감을 받아 시작된 연구라 할 수 있다. 공학과 예술의 전통적인 연구 분야와 구별되는 특이점은 예술적 표현을 과학 연구 방법론으로 증명, 구현하려 한다는 점이다. 예술의 입장에서는 화가로서 영

향을 준 거장, 혹은 선배화가의 작품을 그대로 복사하고 모작하는 것은 일반적인 창작 작품 활동이라 볼 수 없다. 때에 따라서는 화가는 타인의 예술관을 참고하여 분석하고 재해석하기도 하지만 이 역시 또 다른 창작의 영역이기 때문에 단순 복사나 모작과는 거리가 있다. 그러나 공학자는 목표로 하는 대상으로부터 객관화된 규칙을 뽑아내고 재생하여 항상 같은 결과물이 생성되길 원한다. 대상을 회화로 한정하자면 그림의 특정한 표현의 느낌을 똑같이 재현하기 위한 과학적 절차를 연구한다고 볼 수 있다. 이러한 일견 창조적이지 못한 접근 방법은, 공학자들이 예술적 감정이 없기 때문이 아니라 문제의 해결방식이 과학적이어야 하기 때문에 취해진다. ‘어떻게 그것을 재현할 것인가’, 이 부분이 주요한 의문이라면 공학의 질문의 영역에 포함될 것이고, ‘그는 왜 그렇게 그렸는가’, 이것이 더 중요하다면 예술의 질문에 가까운 것이다. 의문의 중심을 두는 가치관이 다르므로 이를 해결하기 위한 방법 역시 차이가 나는 것이 당연하다.

III. 예술양식 재현을 위한 규칙고찰

1. 예술 공학의 중첩 영역

호기심으로 세상을 볼 때 세상 모든 것은 과학자들의 연구 대상이 된다. 구름, 산, 눈 등의 자연 패턴과 프랙탈 수학, 나뭇잎이 생성되는 과정에 대한 함수, 물의 흐름, 연기의 흐름, 불의 움직임에 관한 역학 등 자연에서 영감을 얻은 수학적 연구의 예를 쉽게 찾을 수 있다. 이러한 연구방법은 자연 현상 그 자체에 대한 절대적 비밀을 밝혀내는 경우도 있지만, 그것보다는 자연현상을 모사(模寫 - copying)하는 또 다른 가상 세계의 수학적 모델을 제안하는 것, 그리고 이를 구현하는 구체적인 절차를 발견하는 것에 중점을 두고 있다. 이러한 연구는 때로는 다양한 분야에 응용되기도 하여, 실례로 수학적인 결과물을 나타내는 수식이 공학의 영역에서 벗어나 예술 작품으로 구현되기도 했다. 조지 워싱턴 대학(George Washington University)의 교수였던 켄턴 머스그레이브(F. Kenton Musgrave - 현재는 CEO/CTO of Pandromeda, Inc)의 프랙탈을 주제로 작품 활동을 그 예로 들 수 있다[14].

이렇듯 때로는 예술과 공학의 경계가 모호하여 연구 영역이 중첩되는 응용 사례가 있기도 하지만, 공학의 일반적인 입장에서는 수많은 의문 중 예술작품을 구현하는 규칙의 발견이 연구 분야가 되었을 뿐, 애초에 아름다움의 정량화와 같은 소프트 사이언스(soft science)⁹⁾의 이해와 증명은 순수

9) 인간과 사회현상을 포함한 폭넓은 대상을 학제적으로 연구하여, 현대사회에서의 복잡한 정책과제를 해명하려고 하는 종합적인 과학기술

공학에서는 우선 고려대상이 아닌 것이다. 이러한 관점의 차이로 비롯된 잘못된 가정, 즉 예술적 결과물을 공학자들이 정확히 이해할 수 없기에 생기는 오판 때문에 예기치 못한 연구 오류가 발생하기도 한다.



[그림 12] Colorist wash와 Pointillist 점묘법 비교 10)

2004년 SIGGRAPH 스케치(Sketch) 에서 스트로크의 표현 기법과 구현에 대해 언급한 임파스토(Impasto)와 [15] 같은 논문 또는 응용 프로그램을 보고 회화에 대한 비밀을 풀렸다고 믿는 화가들은 없을 것이다. 공학자들이 생각하는 컴퓨터 그래픽스의 비사실적 렌더링은 예술적 표현의 모사(模寫)가 목표이지만 예술가와 다른 관점을 가지고 대상을 본다[16]. [그림 12]에서 볼 수 있듯 공학자들이 연구 방식은 가정(假定)을 제시하고 이를 과학적 수단을 사용해 증명하는 것이다. 예술적 작품을 대상으로 하는 비사실적 렌더링과 같은 분야도 과학, 공학연구 방법론의 예외는 아니어서, 예술 작품 중에 수학적 문제가 될 부분을 선택하고 이를 수학적으로 증명하고, 공학으

10) 왼쪽은 Aaron Hertzmann의 1998년도 "Colorist Wash" 스타일 알고리즘으로 구현된 이미지, 오른쪽은 "Pointillist"로 점묘법을 재현한 이미지 - 논문의 알고리즘은 각기 의미가 있지만 전통적인 점묘법의 느낌과는 차이가 있다.

로 구현하는 방법에 대해 고찰한다. 이 과정을 통해 실험 결과물이 가정에 부합하면 연구로서의 가치를 인정받는 것이 바로 과학적 연구이다. 2002년 SIGGRAPH를 통해 발표된 ‘Jigsaw image mosaics’[17]를 살펴보면 공학자들의 접근 방법을 쉽게 이해할 수 있다.

2. 비사실적 렌더링의 미적 판단 기준 문제

비사실적 렌더링의 품질 평가는 추구하는 목표에 따라 가변적이고 또한 모호하다. 때로는 일부 공학자들의 자의적인 판단에 의해 품질 목표를 가정하곤 하는데, 문제는 가정에 부합하는 효율적인 알고리즘을 개발한다 하더라도 가정 자체에 대한 신뢰가 보장되지 않기 때문에 최종적인 연구의 신뢰까지 의심받기 쉽다. 그 예로 최근에 연구된 모자이크나 회화적 렌더링에 대한 일련의 연구를 살펴보도록 하자.

모자이크는 많은 사람이 쉽게 접할 수 있는 오래된 회화 표현 방법의 하나이다. 작은 돌이나 유리와 같은 사물을 사용하여 큰 그림을 만드는데 적합한 방법으로 역사적으로 오래된 기법이다. 타일을 배치하는 방법은 정형화된 모자이크 양식이 존재하긴 하지만, 오랜 경험에서 우러나오는 장인, 화가의 역량에 따라 자유로이 변화하기도 한다. 이에 따라 [그림 13, 14의 우]에서 보듯 때로는 샤프트르 대성당(Cathédrale de Chartres)의 스테인드글라스처럼 규칙적이고 또 때로는 샤프트의 작품처럼 개성이 묻어나는 비정형적인 표현까지 다양한 스타일의 모자이크방식을 주위에서 쉽게 찾을 수 있다.



[그림 13] 샤갈의 스테인드글라스, UN

그러나 알고리즘으로 구현되는 Jigsaw image mosaics는 전통적인 방법이 아닌 새로운 형태의 모자이크를 제안하고 있는데, 기본적인 모자이크를 만들기 위한 조건을 이렇게 정의하고 있다. "비정형적인 공간에 비정형적인 타일을 약간의 형태 보정을 거쳐 색을 통일하여 최대한 빈틈없이 채워 넣는 것([그림 14의 좌])". 더 구체적으로 언급하자면 Jigsaw 이미지 모자이크는 임의의 모양을 가진 물체들의 이미지를 모자이크해서 새로운 최종 이미지를 만들어 내는 새로운 모자이크 방법이다. 임의의 모양을 가진 여러 장의 타일 이미지와 최종 결과를 담은 컨테이너 이미지가 주어졌을 때 컨테이너 이미지와 가능하면 비슷한 모양의 모자이크 이미지를 타일 이미지를 최대한 빈자리가 없도록 채워 넣어 결과를 생성한다. 타일 이미지는 임의의 방향을 가질 수 있고 더욱 결과를 향상시키기 위해서는 형태가 약간 변형될 수도 있다. 이 문제는 모자이크의 품질을 나타내는 에너지 함수를 최소화 하는 문제로 해결될 수 있다. 그 과정은 논문에서 매우 충실히 연구

되어 공학의 입장에서는 이 연구의 결과물의 증명과 구현 부분에 이의를 제기할 필요가 없다. 그러나 문제는 이것을 전통적 모자이크라는 예술 양식으로 받아들일 수 있는가 이다.

앞서 언급한 가정, 즉 Jigsaw 모자이크가 제시한 최소 공간에 최대한의 타일을 조밀하게 집어넣으면서 외곽선을 지켜주는 것을 모자이크의 한 특성으로 정의한 것은 모자이크의 전통적이고 일반적 정의라기보다는 수학적 가정을 위한 문제 선언으로 보아야 한다. 이 수학적 의문을 푸는 과정이 바로 공학이 예술을 이해하는 독특한 방식의 핵심이다. 따라서 비사실적 렌더링과 같은 예술과 관계된 분야에서도 공학적인 연구의 의의는 연구 결과물의 예술성에 독립적이고 무관하며, 이에 예술가와 공학자들의 의사소통의 장벽이 생기기도 한다.



[그림 14] 자동 생성된 모자이크와 실제 작품 비교 11).

비사실적 렌더링을 연구하기 위해 접촉했던 다방면의 전문가들은 서로의

11) 이미지 좌 - Jigsaw image mosaics로 만든 알고리즘에 의해 생성된 모자이크 이미지, 우 - Cathédrale de Chartres (샤르트르 대성당)의 스테인드글라스 장식. 논리적으로 유사하나 표현의 차이점이 쉽게 들어난다

연구 방법론에 대해 어느 정도 이해가 있는 예술가와 공학자들로 구성되어 있으나 여전히 의사소통의 벽이 존재했다. 특히 예술가들은 공학자들의 다양한 그래픽스에 관련한 논문들을 접하면서 결과물의 조악함을 느끼고, 그 근원이 되는 공학적 접근 방법에 수긍하지 못하는 경우가 빈번히 발생했다. 앞서 언급한 모자이크의 예제는 가정된 문제점을 수학적으로 정확하게 해결했음에도 불구하고, 선조들이 직관에 상당부분 의지해 만들었던 모자이크에 비해 나은 점을 발견하기 힘들다. 아마도 예술가들로서는 공학 논문의 모자이크는 실물의 아름다움에 다가설 수 없는, 무의미한 결과물로 받아들이기 쉬울 것이다. 이와 같은 충돌의 주요 원인은, 비사실적 렌더링이 예술적 결과물 도출이 목표가 아닌 수학 연구의 한 분야라고 인정 하더라도, 아름답지 못한 비사실적 렌더링의 존재 의미가 쉽게 다가서질 않는다는 점에서 비롯된다.

이 분야가 수학적 난제에만 머물러 있었다면 현재의 대중적인 관심은 불가능했을 것이다. 콘텐츠 업계, 예를 들자면 애니메이션 제작기법과 영화의 특수효과와 같은 일반인이 생활을 통해 접하는 분야가 비사실적 렌더링의 주요 응용 분야라는 점을 보면 현재의 대중적 관심은 쉽게 설명된다. 이것은 모든 융합형 연구를 진행하는 공동체의 공통된 문제이기도 하다. 세계 최대의 컴퓨터 그래픽스 행사인 SIGGRAPH(Special Interest Group for Computer GRAPHics) 컨퍼런스에서도 이 융합과 절충에 대한 고민이 확연히 보인다.

SIGGRAPH는 ACM 협회의 그래픽스 분과의 이름이기도 하지만 그보다는 매년 열리는 세계 최대의 그래픽스 관련 컨퍼런스의 이름으로 잘 알려져 있다. 1974년에 소규모의 분과의원들로 출범한 이 행사는 현재에는 3만

명 이상이 참여하는 대형컨퍼런스로서, 높은 수준의 논문 발표와 참신한 아이디어가 충만한 스케치(Sketch) 발표, 그리고 아트 갤러리(Art Gallery)와 이머징 테크놀로지(Emerging Technology) 라는 예술과 기술의 융합을 목표로 하는 전시 프로그램 등이 존재한다. 또한 주목 받는 애니메이션페스티벌에서는 전 세계에서 제작된 CG 애니메이션과 영화 특수효과의 정수를 볼 수 있다. 이렇듯 컴퓨터 그래픽스와 인터랙티비티에 관련된 모든 분야를 포함하는 이 행사는 공학자들과 예술가들, 애니메이터 등 다양한 전공자들이 어울려 작품의 발표와 함께 최첨단 기술의 경향을 공개하는 자리이다.

과거 기술 중심 공학자들의 소규모 컨퍼런스였던 것이 현재와 같은 대형 컨퍼런스로 커 나가게 된 이유는 공학자가 참여하는 SIGGRAPH의 논문 발표 때문이 아니다. 그 인기는 비공학자들도 참가하는 애니메이션 페스티벌과 이머징 테크놀로지(Emerging Technology) 등 새로운 기술의 가시적 전시라는 대중적인 주제를 표면에 내세우면서부터이다. 공학적으로 발표된 많은 렌더링 기술, 예를 들자면 폴 듀버벡(Paul E. Debevec)의 영상 기반 렌더링(Image Based rendering)[18]의 수학적 풀이를 이해하며 또한 즐길 수 있는 사람에 비해, 스파이더맨의 특수효과의 메이킹 필름[19]을 보고 즐기는 대중이 더 많음은 당연한 것이다. 결과적으로 컴퓨터 그래픽스의 첨단 기술은 응용을 통해 일반 대중들이 쉽게 다가설 수 있는 콘텐츠 제작에 기여하며 또한 이것이 바로 특히 렌더링 분야의 성장에 기틀이 되었다. 마찬가지로 현재의 이 페스티벌은 첨단 그래픽 기술의 결정체라는 컨퍼런스의 원형을 유지하면서, 동시에 대다수의 비 공학계열 참여인원을 위한 다양한 프로그램을 제공하여 매우 자연스러운 규모의 성장을 이루었다. 공학에 대한 이해가 없는 사람을 제외한다면 지금 현재의 SIGGRAPH와는 전혀 다

른 모습일 것이며 대중적 명성 역시 불가능할 것이다.

이렇듯, 융합이 이루어지는 모든 곳에서는 다른 관점의 평가 기준이 존재하기 마련이다. 흥미를 이끌어내는 콘텐츠를 중심으로 하는 대중의 평가 기준, 개념의 새로움과 결과의 미적 완성도를 중심으로 하는 예술가들의 평가 기준, 그리고 기술의 새로움과 함께 다시 재사용하고 확장할 수 있는 공학적 기여도를 중심으로 하는 공학자들의 평가 기준, 이러한 각자의 관점에서의 평가 기준은 결코 하나의 공통된 범주로 묶을 수 없는 다양함을 가지고 있다. 비사실적 렌더링은 이러한 복합적인 평가 기준의 중심에 있는 대표적인 연구 분야이다. 비사실적 렌더링의 미적 평가는 정량적일 수 있는가, 이 부분이 바로 공학자들이 가진 가장 큰 의문이지만, 달리 생각하자면 예술가들과 철학자들이 역사를 통해 추구해 왔던 절대 미를 찾는 여정이 아직도 진행중임을 볼 때 결코 해답을 쉽게 찾을 수 없음을 짐작할 수 있다.



[그림 15] 데이빗 몰드의 스테인드 글라스

비사실적 렌더링의 결과물의 아름다움은 어떻게 증명할 것인지는 여전히 의문으로 남는다. 그렇다고 공학적 논문을 예술가들이 평가하는 비정상적인 방법은 해결책이라 볼 수 없다. 예로 데이빗 몰드(David Mould)의 A stained glass image filter[20]라는 스테인드글라스(Stained Glass)에 관한 논문을 참고한다.

[그림 15]에서 보듯 결과물이 스테인드글라스의 특징을 일부 가지고 있지만 결코 자연스럽게 못하다. 일반 공학자는 규칙을 찾는 부분에 있어서 훈련된 전문가이긴 하지만, 스테인드글라스 기법을 그 대상으로 삼을 때, 이미 오랜 기간 동안 해당 표현을 연구해 왔던 미술사가, 미술 이론가, 작가들의 도움이 필요 없다고 말하는 것은 오만이다. 스테인드글라스 자체의 표현만이 아닌 스테인드글라스를 만들기 위해 존재하는 인간의 미적 행동 양식의 분석이라는 근본적 관찰 없이 현상의 구현에 직접 접근한다면 전통적 스테인드글라스적 표현을 재현, 창조할 확률은 희박할 것이다. 실제로 스테인드글라스의 규칙은 해당 지방의 유리 제조 기술과 건축기술, 그리고 종교적 페인팅 기법 등과 밀접한 관계를 가지고 있으며 이 모든 것은 과학적인 규칙으로 해결하기에는 무리가 따른다[21]. 이와 같이 공학적인 결과물이 인간이 수행하는 예술적 표현의 완성도에 미치지 못하는 이유는 공학 연구의 구현에 관한 문제라기보다는 도달하고자 하는 목표 설정의 오류, 즉 잘못된 가정과 문제점 도출에서 비롯된다[20,21].

결론적으로 비사실적 렌더링, 특히 과거 예술 양식의 재현에 초점을 맞춘 해당 연구의 경우에는 공학적 판단만으로 목표를 설정하는 것이 바람직하지 못하다. 모든 예술적 표현 양식은 표면상에 나타나는 정보 이면에 예술가들이 오랜 시간에 걸쳐 도달한 아름다운 표현을 위한 효율적인, 또는 미

학적인 규칙과 원리들이 숨어 있다. 복합학 연구 대상으로 본 논문에서 다룰 내용이 공학적인 내용과 함께 예술 철학을 동시에 지향하는 것은 잘못된 가정의 실수를 막기 위해서이다.

3. 표현 양식 재현 대상 선정과 평가 기준

공학적으로 옳은 방법론일지라도 실제 예술적인 가치가 보장되길 원하는 것은 융합 연구를 추구하는 연구자로서 당연한 일이다. 본 연구자는 앞선 의문점들을 되풀이 하지 않도록 주의하며 비사실적 렌더링에 속하는 두 가지 표현 방법을 연구 주제로 삼았다. 비사실적 렌더링의 재현 대상으로 독특한 표현 방법으로 이들을 택하고 연구한 이유는 다음과 같은 질문에서 출발한다.

첫째, 대상을 잘게 쪼개는 모자이크의 세부 규칙을 그림 전체에 확대 시킬 경우 형태심리학(Gestalt psychology)에서 언급하는 주요 개념 중 하나인, 전체는 부분의 총화(總和) 이상, 다시 말해 게슈탈트 복잡계(complex system)의 특성인 부분에 있지 않은 특성이 전체가 되면서 나타나는 현상을 반복적인 프로시듀럴 알고리즘으로 처리하여 부분은 공학적인 문제로, 전체의 예술적 가치는 인간적인 시점으로 바라볼 수 있는가?

둘째, 인간의 손을 거친 듯한 표현법이 감동을 주는 이유는 작품을 인간의 노력으로 완성했다는 믿음에서부터인가? 또는, 인간이 직접 손으로 작업하지 않은 컴퓨터 예술이 사람에게 감동을 준다면 작품을 구현하기 위해

많은 사람이 수고한 노력의 흔적이 깃들여 있다는 관객의 느낌 때문인가?

셋째, 인간의 장인에 가까운 노력을 컴퓨터가 대신한다면, 인간을 대체할 컴퓨터를 통한 기존 예술과 예술가의 부정이 가능하다. 이 과정은 하나의 개념예술로 적합한 주제인가?

이러한 복합적인 개념을 중심으로, 공학적인 연구의 성격을 띠지만 구체적으로는 개념예술의 연구 방향을 가지고 본 연구를 추진하였다. 기본적으로는 일반 예술가의 작품 제작의 과정과 크게 다르지 않다. 개념을 세우고 이 개념을 뒷받침할 만한 작품을 만들되 필요한 경우에 새로운 표현 방식과 재료를 사용한다. 그 구체적인 대상은 다음과 같다

1) 회전 가능한 물체를 사용한 중첩 모자이크(Stackable Mosaics with Rotatable Objects) - 인간의 시간을 축약시킨 모자이크

회전 가능한 물체를 사용한 중첩 모자이크는 회전된 오브젝트를 이용하여 다중 레이어 방식으로 물체를 쌓아서 표현하는 모자이크 표현 기법이다. 회전을 통해 데이터베이스를 풍족하게 만들고 포토 모자이크 기법을 다중 레이어에 적용하여 과거에 볼 수 없었던 새로운 표현 양식을 제공한다. 기술적으로는 본 알고리즘은 크기가 작은 포토모자이크 데이터베이스를 효율적으로 사용할 수 있게 만들어서 상업적인 라이선싱에 대한 문제를 감소시킨다. 그러나 결국 이는 상업적이고 부차적인 목표일 뿐, 결국 표현 방법의 발견이 본 연구의 가장 중요한 목표이다. 물체가 쌓이면서 나타나는 새로운

표현 방법은 예술가의 표현 도구가 될 수 있으며 따라서 본 연구의 결과물은 전통적인 예술적 평가 방법을 거친다. 그 평가의 피드백과 의견들 역시 본 연구의 주요 쟁점이 될 것이다.

2) 의도적 미완 디자인을 사용한 회화적 렌더링 (Painterly Rendering with Designed Imperfection) - 인간의 의도를 재현

의도적 미완 디자인을 사용한 회화적 렌더링은 회화적 표현을 재현한 다기 보다는 예술가의 행동 양식을 재현하는 렌더링 방식이다. 화가의 그림들은 다양한 요인에 의해 영향을 받는다. 때로는 화가가 대상을 살펴보는 방식에 의해, 화가가 선택하는 재료에 의해, 도구에 의해, 경험에 의해, 숙련도에 의해 등등 다양한 요인이 결과에 영향을 미친다. 때로는 화가가 처음 의도한 것과는 다른 실수를 범하게 되는데 이 불완전한 요소들은 회화를 사진과 구별해 주는 하나의 특성이 되기도 한다. 그러나 이러한 불완전 요소는 회화의 가치를 낮추기 보다는 때로는 자연스러운 회화의 특성으로 여겨진다. 인간이라는 존재가 불완전한 것과 같이 화가의 회화 역시 모든 것이 의도대로 진행된다고 보기 힘들다. 대상을 그대로 담는 사진과 비교할 때 이러한 회화의 묘사 능력의 한계는 창조적 작업의 근본적인 영감을 주는 존재라 생각된다. 화가의 일련의 예측가능한, 예측할 수 없는 실수 - 일탈, 과격 - 프로세스를 재현하고 이 과정을 극복하는 것을 다시 재현하는 방식의 표현 기법이라면 한계를 창조적 영감으로 승화해 온 화가들의 오랜 노력을 재현하는 것이라 믿는다.

IV. 비사실적 렌더링 I: 회전 가능한 물체를 사용한 중첩 모자이크

1. 기술적 고찰

1.1 개요

모자이크는 매우 독특한 예술분야이며 컴퓨터 그래픽스 분야에서 자주 언급되는 연구 분야이기도 하다. 과학적 사고와 예술적 감성을 동시에 발휘해야만 제작 원리를 이해할 수 있기 때문이라 짐작한다. 전통적인 모자이크 제작 방식은 전적으로 예술가들의 시각 지각력에 의존한다. 통일된 작업 알고리즘이 없다고 하더라도 모자이크의 제작과정은 매우 규칙적이며 기계적인 시스템의 특징을 가지고 있다. 최근 비사실적 렌더링 분야에서는 2차원 자유 타일을 이용한 모자이크 제작 방식에 대한 연구가 빈번히 이루어졌다. 1996년에 발표된 로버트 실버의 포토모자이크[22] 역시 그 범주의 하나로 볼 수 있다. 포토 모자이크의 주요 개념은 작은 사진들의 조합으로 큰 사진을 완성하는 것이라 볼 수 있다. 기존의 모자이크와 다른 점은 작은 사진들 하나 하나는 전통적인 타일과는 다르게 의미 있는 지각 대상이라는 점이다. 실제 사진이 타일로 사용될 때 지각의 범위는 전체 사진으로부터 작은 타일에 까지 혼란스럽게 진동할 수밖에 없다.

포토모자이크의 문제점 중 하나는 해당 타일 부분에 적합한 사진을 넣기

위해 대량의 사진 데이터베이스를 운영해야 한다는 것이다. 때로는 이것은 사진의 저작권 문제가 발생하기도 하는데, 과학적으로는 무의미한 문제점일 수 있으나, 현실 세계에서는 이러한 작은 문제가 창작의 큰 걸림돌이 되기도 한다.

본 연구자가 선보이려 하는 새로운 모자이크 타입은 물체를 돌리고 쌓아서 만드는, 모자이크와 아닌 것의 경계에 있는 표현 방식이다. 구현에는 분명 공학적인 노력이 필요하지만 그보다는 새로운 표현 양식의 개발에 초점을 맞추고 있다. 이 알고리즘을 통해 제한된 사진이라는 한계 속에서 예술적인, 정확히 말하자면 조형적으로 완성도가 있으며 동시에 예술가의 노력을 흉내 내는 감동이 있는 표현 방법을 찾을 수 있으리라 믿는다. 중첩모자이크를 설명하는 기술적 고찰에서는 기술적인 제작 방법에 대해서 이야기할 것이며, 예술적 고찰에서는 예술적인 의의에 대해 설명할 것이다.

1.2. 관련 연구

모자이크는 인간의 역사에서 초기부터 발견되는 오래된 표현방법임에 틀림없다. 모자이크는 기본적으로 작은 조각들을 모아서 큰 그림을 만드는 제작 방법인데 각 타일의 조각의 종류와 조각을 붙이는 규칙에 따라 다양한 종류로 나뉘고 있다[23, 24].

그 중 독특한 모자이크의 형태로는 실제로는 타일을 사용하지 않은 회화 작품이지만 16세기 화가였던 아킴볼도 (Giuseppe Arcimboldo)[25]와 20세기 예술가인 척 클로즈(Chuck Close)[26]의 작품을 언급하고 싶다. 이들의 작품은 각 각의 조각 요소(엘레먼트-element)들이 의미를 가진다는 점에서

매우 독특한 형태의 모자이크 기법이다. 이러한 기법은 로버트 실버를 통해 포토모자이크로 재탄생된다. 사각형의 격자에 작은 이미지들을 붙여 넣는 형태의 모자이크인 포토모자이크는 멀리서 봤을 때의 인지 대상과 가까이서 보았을 때의 인지 대상이 변하는 독특한 표현 기법이다. 이러한 강력한 표현력은 기본적으로 포토모자이크에 쓰인 이미지가 사진들로, 이미 다양한 작가의 시점으로 촬영된 완성품이라는 데서 출발한다. 조형적으로 완성되어 있는 엘레먼트를 사용하여 다른 조형물을 만든다는 것은 감상의 범위를 전체로 보느냐 부분으로 보느냐에 대한 혼란을 불러일으킨다. 다행스럽게도 이것은 일종의 즐거운 도전이라 볼 수 있을 만큼 관람자들에게는 인지 유희 행위로 귀결된다.

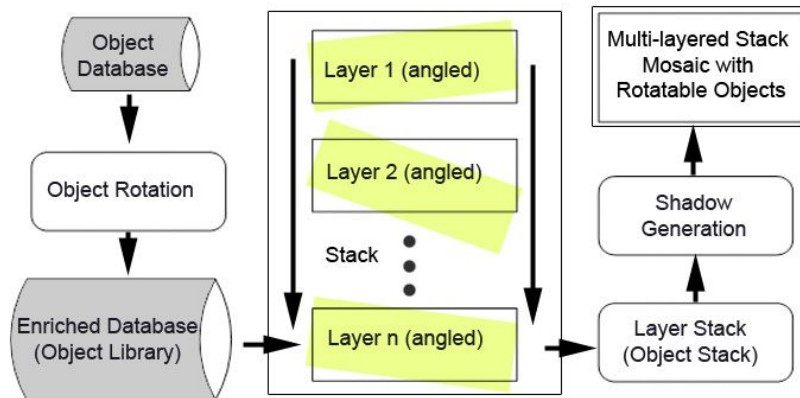
포토모자이크는 외곽선에 따라 타일을 붙이는 방식을 취하고 있지 않다. 대신 사진 내에서 스스로 분할을 하는 것처럼 보이도록 격자 안 원본과 가장 가까운 사진을 찾아야 하는데, 이때에 얼마나 근접한 사진을 찾을 수 있는가가 바로 품질에 결정적 영향을 미친다. 가장 쉽게 이 조건을 만족시키기 위해서는 풍부한 사진 데이터베이스를 운영해야 하는데, 이는 결코 쉽지 않은 일이다. 이를 극복하고자 좌우를 바꾸거나 사진의 크기를 조절하거나 색 값을 원본에 비슷하도록 조절하는 등, 다양한 이미지 변환 방법을 쓰기도 하는데 근본적인 해결이라 보긴 힘들다. 더구나 이러한 엘레먼트의 변환 기법은 근본적으로 포토모자이크의 주요 조건 중 하나인, 엘레먼트의 의미를 파괴할 염려가 있다. 각 엘레먼트는 이미 완성된 사진이라는 점을 기억한다면 좌우를 바꾼 사진이 얼마나 의미가 왜곡될지 쉽게 짐작할 수 있다. 따라서 기존의 포토모자이크 기법으로 해결할 수 없는 새롭고 효과적이며 엘레먼트의 변화가 전체 조형미를 훼손하지 않는 방법을 찾아야 한다.

1.3. 회전 가능한 물체를 사용한 중첩모자이크 제작 방법

이 표현 기법은 두 개의 주요 제작 과정으로 이루어져 있다.

단계 1) 근접한 이미지를 찾을 확률을 높이기 위해 물체를 회전한다. 회전에 따른 두 가지 오류, 즉, 무의미 데이터와 원본의 손실을 방지하기 위한 조치를 취한다.

단계 2) 모자이크를 만든다. 빈 공간을 위에서 처리한 오브젝트로 하나씩 채우는데, 하나의 레이어에서 메울 수 없는 빈 공간은 레이어를 반복하여 쌓으며 처리한다.



[그림 16] 회전 가능한 물체를 사용한 중첩 모자이크의 알고리즘 다이어그램

각 제작 단계는 선택을 강제로 제한하는 규칙을 제공하는데 이 과정 자체가 새로운 시각 표현 양식을 만드는 중요한 요건이 된다. 데이터의 확장

과 레이어의 중첩 기법을 사용할 경우에 처리된 이미지가 이전 보다 원본에 더 가깝도록 만드는 것은 사실이지만, 그보다 더 중요한 것은 포토모자이크와는 전혀 다른 형태의 미적 표현 방법을 제공한다는 점이다. 또한 결과물은 예술가의 수작업의 노력을 재현하는 착각을 불러일으키는데, 이는 본 논문이 목표하는 예술 표현의 재현이 아닌 예술가를 재현한다는 개념에 부합한다.

1.3.1 물체의 회전

1.3.1.1. 이미지의 선택

포토모자이크의 경우에는 데이터베이스 관리와 이미지의 선택에 관한 알고리즘을 사용한다[27]. 그 과정을 보자면 물체의 외곽선이나 모양과는 관계없이 간단하게 해당 픽셀의 Red, Blue, Green 값을 정량적으로 비교하여 최소 오차를 가지는 사진을 선택한다[28]. 원본 이미지를 격자모양으로 분할하고 각 격자 블록을 하나씩 선택하고 이 블록에 가장 가까운 사진을 데이터베이스에서 찾아 대치하는 것을 블록이 남지 않을 때까지 진행한다. 이러한 최적의 이미지를 찾는 과정은 이미지의 개수, 즉 데이터베이스의 크기에 따라 더 시간이 걸릴 수밖에 없다[29]. 이에 따라 로버트 실버는 검색 속도를 높이기 위해 대상 이미지의 수를 줄일 수 있도록 인덱스 시스템을 제안하였다. 색의 왜곡을 거치지 않은 전통적인 포토모자이크 기법은 이러한 과정을 거쳐 하나씩 대상 사진을 찾는 일을 반복한다. 물론 인간의 힘으로는 매우 지루하고 단순 반복 작업이 될 것이지만, 컴퓨터의 연산 능력의

발달에 따라 시간은 큰 문제가 되지 않는 듯 보인다.

<수식 1>에서 A_{wxh} 는 이미지의 매트릭스 격자의 블록을 말한다.

T_{wxh}^k 는 매트릭스의 타일 k이다, $A_r(i, j)$ $A_g(i, j)$ $A_b(i, j)$ 는 각 픽셀에 해당하는 빨강, 초록, 파랑의 값이다. 포토모자이크 알고리즘은 라이브러리에 있는 대상 이미지 중 색거리(color distance)가 가장 작은 타일을 찾는다.

$$d = \min_k \sum_{i=1}^w \sum_{j=1}^h |A_r(i, j) - T_r^k(i, j)| + |A_g(i, j) - T_g^k(i, j)| + |A_b(i, j) - T_b^k(i, j)| \quad \text{<수식 1>}$$

상업화된 포토모자이크는 보통은 품질을 높이기 위해 두 가지 정도의 규칙을 추가한다. 첫째는 동일한 사진이 타일의 재료로 자주 선택되는 것을 피해야 하며, 또한 바로 옆 타일에 동일한 사진이 오는 것도 막아야 한다. 이 점이 보장되지 않으면 모자이크는 각 사진이라는 블록 엘리먼트가 독립적인 인지 대상이라는 포토모자이크만의 특성을 잃게 되고 계슈탈트의 특징대로 동일 사진 간에 그룹핑이(grouping) 인지된다. 이를 수정하기 위해서는 데이터베이스에서 각 이미지의 선택된 숫자를 기록하고 놓인 위치 역시 기록해야 한다[27].

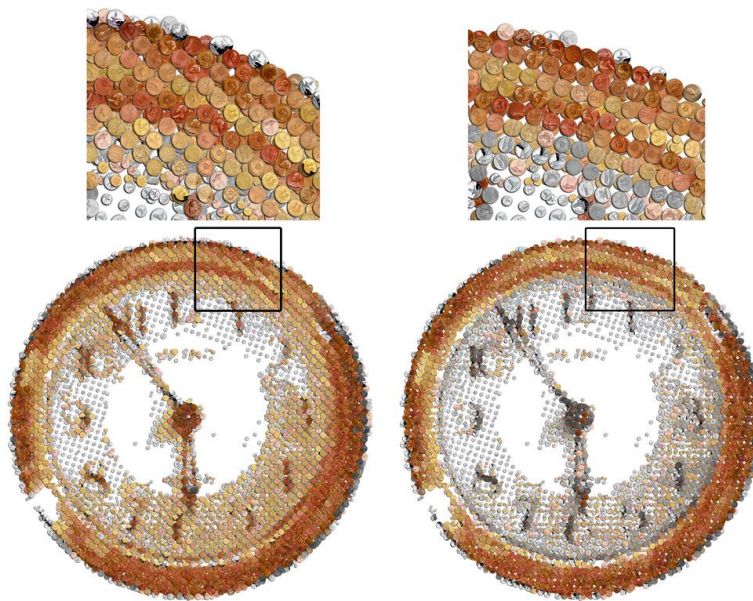
1.3.1.2. 물체의 회전 샘플링 각도 결정

전통적인 포토모자이크는 이미지 데이터베이스에 어떤 조작도 하지 않기 때문에 데이터베이스의 크기가 곧 품질에 영향을 준다. 한정된 데이터의 크기를 극복하기 위해 제안하는 방법은 데이터베이스를 구성하는 물체를 회전시킴으로써 라이브러리를 풍족하게 하는 것이다. 이론적으로는 회전에 의한 이미지의 재생산은 무한대로 가능하겠지만 회전된 이미지는 사실 많은 부분이 색과 형태에 있어 유사한 데이터를 공유한다. 특히 회전각이 작을 때는 이러한 현상은 더 두드러져 데이터베이스를 풍족하게 하기보다는 검색 시간만을 늘리는 역효과를 볼 수 있다. 따라서 회전 조밀도에 의한 데이터베이스 풍족화와 늘어난 데이터에 의한 데이터베이스 검색간의 트레이드 오프를 이해하고 적절한 선에서의 타협점을 결정해야 한다. 결국은 속도와 품질이라는 전통적 선택의 문제가 남게 되는데 추진하고 있는 프로젝트의 종류에 따라 추구하는 선호도가 다를 수 있으니 일률적으로 결정할 문제는 아니다. 조밀한 회전 샘플링이 라이브러리를 풍족하게 만드는 것은 사실이지만 그 향상의 정도는 선형적, 정량적이지 않다. 따라서 샘플링의 조밀도와 품질 향상에 관한 실험이 필요하다.



[그림 17] DB 샘플 12)

[그림 18]과 <표 1>의 테스트에서 보듯 샘플링 조밀도의 세분화에 맞추어 점진적으로 원본 이미지를 닮아가던 테스트 결과가 이후에는 거의 무시해도 될 정도로 혜택을 못 보고 있다. 테스트는 일반적인 포토모자이크로서는 매우 열악한 조건이라 볼 수 있는 단 100개의 이미지 데이터베이스, 그것도 비슷한 종류의 미국 조폐국이 생산한 동전만을 가지고 실험했다. 동전과 같은 원형의 데이터를 반드시 쓸 필요는 없지만 중첩된 레이어를 통해 빈 공간을 균일하게 남기는, 본 알고리즘의 특성을 잘 살펴볼 수 있는 균일한 형태의 물체이므로, 실험을 수행하기에 적합한 동전들을 실험 대상으로 선택했다.



[그림 18] 샘플링과 품질 13)

12) 테스트에 사용된 이미지 데이터베이스 중 일부 동전들. 반복적 패턴을 만들지 않게 하기 위해 크기가 약간씩 다른 동전이 섞여 있다.

샘플링 조밀도 (Sampling Rate)	평균 색 거리값 (Avg. distance)
$2\pi/1$	34.994
$2\pi/2$	32.466
$2\pi/4$	31.659
$2\pi/8$	31.018
...	...
$2\pi/64$	30.105
$2\pi/128$	30.103

<표 1> 각 샘플링 조밀도에 따른 픽셀당 평균 색 거리 값

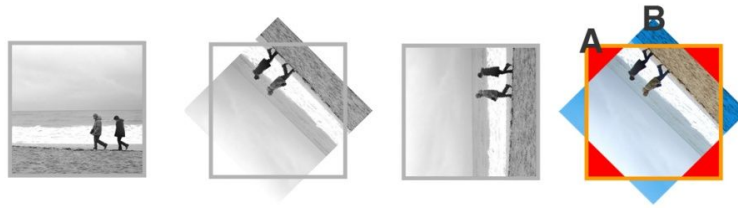
위의 <표 1>에서 보듯 이미지의 종류에 따라 결과 값은 차이가 나지만 기본적으로 조밀도의 증가분에 대한 이익이 점점 줄어드는 것은 명백하다. 좋은 품질이라는 것은 현재 시점에서는 심미적 판단을 제외한 원본과 색 오차 값, 즉 원본과 데이터베이스 이미지 사이의 각 해당 픽셀의 Red, Green, Blue의 차이 값의 합이 가장 작은 결과를 말한다.

1.3.1.3. 회전에 적합한 물체 선정

사진을 돌린다는 것은 데이터의 변형을 야기한다. 회전한 사진이 정형 격자에 들어간다고 가정할 때 형태와 색 외에 의미가 없는 단색 돌 조각을 사용하는 대신에 조각 자체가 하나의 인지 대상인 사진을 타일로 사용하면 과거 포토 모자이크에서 볼 수 없는 새로운 제작 방법의 문제에 직면하

13) $2\pi/N$ 샘플링 (N=1 왼쪽), (N=128 오른쪽), 오른쪽의 품질이 더 좋다.

게 된다. 사진의 회전은 크게 두 가지 문제를 발생시킨다. 첫째, [그림 19]에서 볼 수 있듯 회전은 사진의 내용물의 의미를 왜곡시킨다. 둘째 데이터의 왜곡이 일어난다. 데이터의 왜곡에는 세부적으로 두 가지 타입의 문제가 있는데, 먼저 붉은 색 A 부분에서 보듯, 무의미(無意味) 정보 혹은 쓰레기 정보공간이 존재하며, 다음으로는 절단을 통한 데이터의 상실 B 부분을 예로 들 수 있다.



[그림 19] 사진의 회전에 따른 데이터의 왜곡 14)

대부분의 사진들은 약간의 회전에도 민감하게 반응할 수밖에 없다. 즉 관찰자는 회전된 사진을 의미 있는 인지 대상으로 파악하는데 어려움을 겪는다. 이러한 회전에 있어 강건한 조건을 가진 이미지들이 있다[그림 20].



[그림 20] 회전 샘플링 30도로 생성된 12개 이미지

14) 사진의 회전은 사진의 의미를 파괴한다. 이미지의 회전은 원하지 않는 데이터를 만들기도 하고 (A), 필요한 데이터를 지우기도 한다. (B)

회전에 영향을 받지 않는 이미지의 첫 번째 조건은 피사체를 회전에 익숙한 물체로 정하는 것이다([그림 21-좌]). 사각형의 프레임 안에 위치하는 일반적인 사진에 대한 선입관을 배제하고 탁자 위에서 쉽게 발견할 수 있는 독립적인 물체를 촬영한 이미지를 데이터의 대상으로 삼는다. 이 물체들은 위와 아래에 대한 정의가 없거나 또는 인간의 경험상 회전된 상태로 접했을 확률이 높은 물체들이다.



[그림 21] 회전에 대한 강건함 15)

두 번째 회전에 강건한 이미지의 조건은 [그림 21-우] 에서와 같이 회전에 강건하도록 피사체의 크기를 적절히 수정하는 것이다. 요컨대 원치 않는 무의미(無意味) 데이터를 줄이는 것과 필요한 원본 데이터의 손실을 막는 것이다. 제안된 방법은 그림에서처럼 회전 시에 데이터의 손실을 막기 위해 의미 있는 데이터를 사각형의 내접원 안에 위치하도록 하는 것, 그리고 물체를 제외한 데이터를 처음부터 의미 없는 데이터로 마스킹 하는 것이다. 이 두 가지 방법으로 회전에 강건한 이미지의 조건이 만족된다.

예를 들자면 위에서 언급한 동전은 바로 두 조건들을 모두 만족하고 있다. 생활 속에서 위아래가 정해진 상태로 접할 수 있는 물건이 아니며, 회

15) 회전에 강건한 물체, 오른쪽은 이미지를 회전에 강건하도록 수정한 예

전 시에 내접원 안에 의미 있는 데이터를 모을 수 있고, 또한 회전으로 인한 데이터의 손실이 없다. 이 때 내접원 내의 내용물이 의미 있는 데이터가 되므로 모자이크의 격자가 정사각형일 때 이미지의 손실은 최소가 된다.

1.3.2 중첩 모자이크 - 기울어진 격자 시스템을 통한 다중 레이어

1.3.2.1 기울어진 격자 시스템

앞서 이야기한 회전은 오류 데이터를 생성하지만 정사각형 안의 내접원 데이터는 믿을 수 있다. 내접원을 제외한 부분은 빈 공간으로 정의하더라도 전체 대상 인지에는 큰 문제가 없다[30]. 현 상태에서 이 모자이크의 품질을 향상시킬 방법이 있는데, 그것은 빈 공간을 다른 레이어의 정보를 통해 적극적으로 메우는 것이다[31]. 이 때 기울어진 격자 시스템이 매우 유용하다[그림 25].

전통적인 포토모자이크는 수평과 수직으로 나뉘는 격자를 사용한다. 따라서 모든 사진들은 정방향으로 정렬되고 타일의 구조는 규칙적으로 보이게 된다[그림 22]. 반면 제안하는 기울어진 격자 시스템은 크게 두 가지 이점이 있다. 첫 째, 위에 언급한 빈 공간을 매우 효과적으로 메울 수 있다는 것, 그리고 둘째, 반복적인 패턴을 줄여서 비기계적인 방법으로 하나씩 쌓았다는 느낌을 자연스럽게 줄 수 있다는 것이다. 격자의 기울기는 패턴을 생성하지 않는 각도라면 어떤 것도 상관없으나 전통적으로 효과 있다고 검증된 인쇄 시에 사용되는 도트 레이어의 각도 역시 - 108도, 162도, 90도, 45도 등 - 효과적인 예로 사용할 수 있다. [그림 23, 24] 에서 볼 수 있듯,

기울어진 격자([그림 25])를 통해 채워진 물체의 사진은 빈 공간을 효과적으로 메울 뿐만 아니라 물체들이 불규칙하게 쌓여있다는 느낌을 주고 있다.

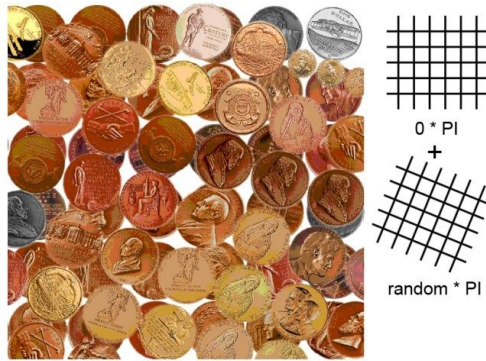


[그림 22] 싱글 레이어 16)

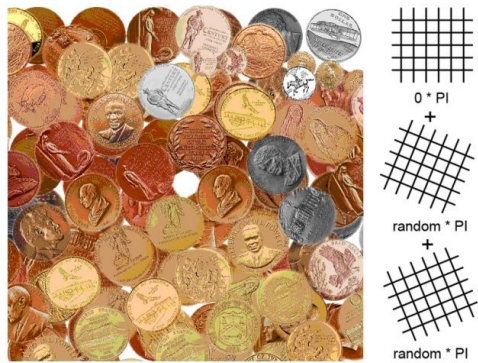
1.3.2.2 다중 레이어는 몇 개가 적절한가?

중첩된 다중 레이어는 두 가지 중요한 역할을 하고 있다. 먼저 모자이크의 품질, 즉 원본과의 유사성을 향상시키고 또한 물체의 중첩이라는 시각적 표현을 효과적으로 보여준다. [그림 23, 24] 에서 보듯 그 다중 레이어의 효과는 명백하다. 문제는 적절한 레이어의 개수를 결정하는 것이다.

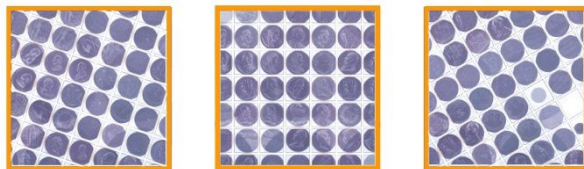
16) 싱글 레이어, 흰 공간(동전이 없는 공간)은 빈 공간으로 정의한다.



[그림 23] 이중 레이어



[그림 24] 다중 레이어



[그림 25] 기울어진 격자 시스템

레이어의 수 Number of layers	평균 색 거리 값 Avg. distance
1	29.673
2	27.318
3	26.066
4	25.535
5	25.206

<표 2> 레이어의 수와 평균 색 거리 값

위의 <표 2>는 <표 1>의 결과와 유사하다. 회전의 조밀도가 높으면 원본과의 유사성이 증가했지만 그 향상은 점차 비효율적이 되었던 것처럼 더 많은 레이어가 중첩될수록 원본과의 유사성이 증가했지만 그 효율성은 점점 줄어들고 있다. 이 실험에서는 세 개 이상의 레이어는 그다지 큰 이익이 되지 않는다.

사실 하나의 레이어가 아무리 원본과 가깝다고 하더라도 회전된 사진의 믿을 수 있는 공간은 $(\pi/4)$ 에 불과하고 유사도 역시 $(\pi/4)$ 보다 작을 수밖에 없다. 결국 빈 공간을 막아서 향상시킬 수 있는 부분은 $(\pi/4)$ 를 제외한 부분이다.

1.3.3 그림자

다중 레이어는 공간상에 깊이를 정한다. 그림자 효과를 각 레이어의 물체에 적용할 때 매우 강력한 깊이 효과를 줄 수 있다. 실제 깊이가 있는 물체를 쌓은 것은 아니지만, 투명한 필름에 인쇄된 물체의 테두리의 음영을 강조하여 깊이 효과를 주었다. 인간의 시지각의 특성은 상향의 자연광을 기본

광선으로, 또한 이에 다른 그림자를 깊이의 환영으로 인식하는 경향이 있다. 각 레이어의 마스크(mask)를 외곽선으로 삼아 상향 조명의 반대 방향으로 그림자를 드리우도록 검은색으로 모션 블러(Motion Blur)를 적용한다. 이 방법으로 깊이가 없던 이미지들은 각 레이어가 가지고 있는 가상의 두께를 표현하게 된다. 두께는 동전의 경우 평균적인 동전의 깊이에 어울리는 값을 빛의 방향을 감안하여 블러링의 범위를 결정한다.



[그림 26] 레이어에 그림자 효과를 주기 전과 후



[그림 27] 그림자 효과 적용 전과 후(세부도)

2. 예술적 고찰

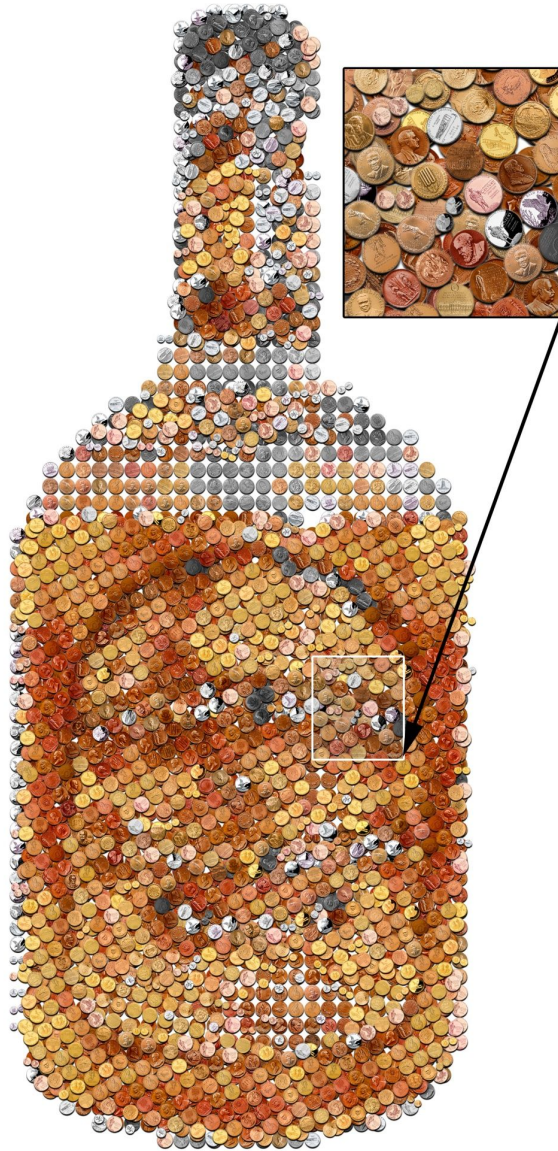
2.1. 결과

2.1.1 회전 물체 - 동전

[그림 28, 29] 는 제안된 알고리즘을 사용해서 제작된 그림이다. 200개의 동전 데이터베이스만을 사용해서 3중 레이어로 제작된 이 작품은, 물체를 쌓는다는 환영의 효과를 적절히 표현한 작품이다. 이 작품들은 다양한 전시회에 선보였지만 가장 독특한 전시는 역시 Epson Color Imaging Contest 일 것이다. 이 전시는 엡슨(Epson)에서 주최하는 국제 사진 콘테스트로 총 10만장의 사진 중에 단 100 작품만이 선정될 정도의 매우 경쟁이 치열한 디지털 실사 대회이다. 2004년에 열린 Epson의 국제 전시회에 위의 작품이 선정된 것은 심사위원들이 본 작품에 대해 충분히 실사의 환상을 느꼈기 때문이거나, 또는 본 연구자의 알고리즘이 그들을 설득하는데 성공했기 때문이다. 심사위원들에게 작가가 동전을 하나씩 쌓아서 이미지를 만들고 이를 실사 촬영한 것이라는 환영을 설득하는 것, 이 과정은 작품의 가치를 떠나 작가로서는 매우 특별한 경험이다.

전통적인 작품론에서는 이미지를 제작하는 데에 얼마나 많은 작가의 노력과 작품의 미적 완성도는 상호 연관 관계가 부정된다. 그러나 수용미학의 입장에서 보자면 작품을 수용하고 판정하는 감상자를 매개로 소통 과정을 설명하곤 한다. 굳이 미학적인 수용의 역사를 언급하지 않더라도 결국 그림을 평가하는 것은 역시 불완전한 인간이다. 감상자는 감정이입을 통해 제작

에 소요된 작가의 노력을 느끼게 되고 그 시간의 무게를 쉬이 무시할 수는 없게 된다.



[그림 28] 200개의 동전 데이터베이스로 제작한 위스키의 이미지



[그림 29] 백을 든 여학생의 모자이크

2.1.2 물체 선정의 확장 - 무용수 데이터

물체를 회전할 때 의미 있는 공간은 내접원 내부라 했지만, 그렇다고 이 내접원을 모두 사용할 필요는 없다. 동전의 경우가 바로 이 내접원 영역을 온전히 사용하는 예일 테지만, 그 외의 물체들 역시 내접원을 벗어나지 않는다면 본 알고리즘을 적용하는데 문제가 없다[그림 30 A].

비록 원형의 동전 같은 물체들이 가장 넓은 의미 공간을 차지하고 있기는 하지만 그것이 모자이크의 원본 유사성을 보장해 주지는 않는다. 앞서 언급했듯, 이 알고리즘의 핵심은 하나의 레이어에서 모든 문제를 해결할 필요가 없다는 것이다. 빈 공간은 다른 레이어에서 충분히 도움을 줄 수 있다. 더 많은 레이어가 있으면 빈 공간은 점점 줄어들 수밖에 없다.



[그림 30] 다양한 빈 공간의 예 17)

[그림 30] 은 비정형 물체의 예이다. 내접원이라는 유의미(有意味) 공간을

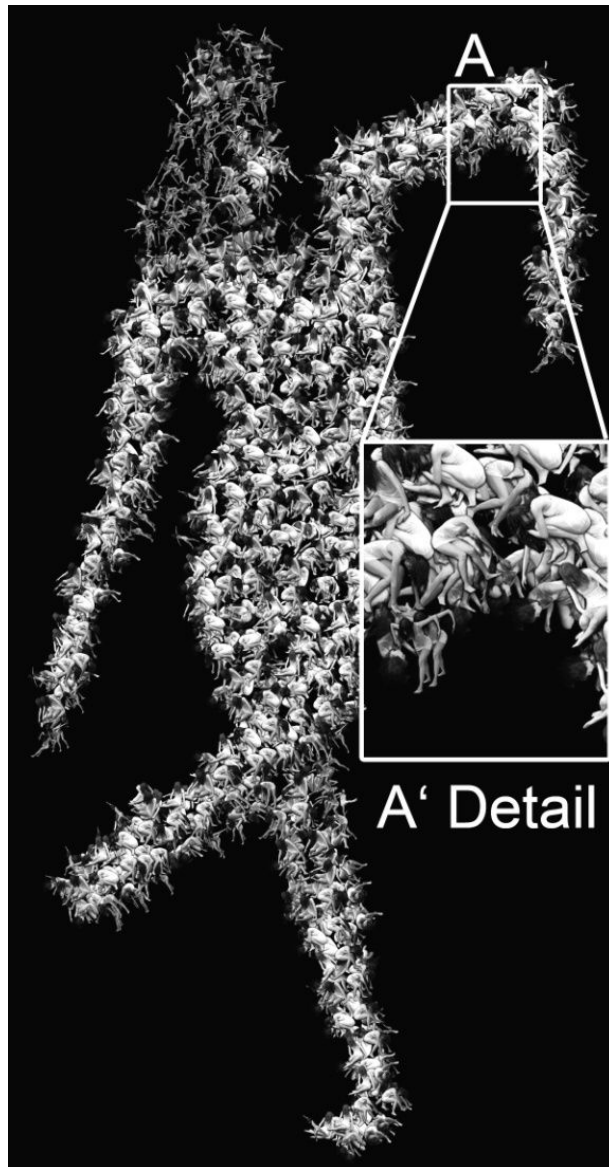
17) B, C, D 는 각기 다른 형태의 빈 공간을 가지고 있다. 붉은색이 빈 공간이다.

가득 채운 원형의 물체와는 달리 ([그림 30 B]), 비정형물체의 빈 공간은 내접원을 침투하여 영역을 차지하고 있다. 유의미한 부분은 물체를 제외한 나머지 영역, 즉 붉은 비정형 공간이다([그림 30 C, D]).

[그림 31]은 비정형 재료를 사용하여 제안된 알고리즘으로 제작된 작품이다. 본 작품은 2004년도 하이 서울 페스티벌 중 신촌-서울 미디어 아트 페스티벌의 포스터로도 사용되었다. 본 작품에 사용된 비정형 데이터는 특별히 제어된 블루 스크린 촬영공간에서 현대 무용 전문가를 대상으로 촬영된 동영상에서 추출하였다.

같은 알고리즘을 사용했으나 재료의 특성에 따라 작품의 느낌은 전혀 다르다. 일반적으로 기법이 같을 경우 재료의 선택이 작품의 특성을 정의하는 경우는 드물지만, 본 알고리즘은 데이터베이스의 변환이 곧 작품의 성격을 규정한다. 따라서 본 표현 방식에서는 데이터베이스의 수집 자체가 작품의 주제가 되는 독특한 현상이 일어나고 있다. 마노비치가 규정한 뉴미디어의 성질¹⁸⁾처럼 본 알고리즘은 재료에 의해 결과물이 재배치되고 재사용된다. 수적 부호화, 모듈성에 의해 파생되는 모듈성, 자동화, 가변성을 사용하여 기존 모자이크에서 보기 힘든 표현 영역을 개척한다.

18) 마노비치(Lev Manovich)는 뉴미디어의 특질을 수적 재현 / 모듈성 / 자동화 / 가변성 / 부호 변환으로 정의하였다.



[그림 31] 무용수 데이터로 제작한 작품 19)

19) 상세 부분 A 에서 보듯, 비정형 무용수의 모습을 재료로 사용하여 중첩시킬 경우 하나의 레이어로 나타낼 수 없는 유연한 외곽선을 만들 수 있다.

2.2. 결론과 향후 연구 방향

중첩 모자이크는 분명 원본과 더 닮은 최종 결과물을 생산한다는 점에서 이미지의 품질을 향상했다고 할 수 있지만, 문제는 공학적 연구로의 가설과 검증의 과정 두 부분에 모두 의문이 든다는 점이다. 피사체와 완전히 합일하는 모자이크 이미지만 있을 수 없다. 이런 일이 일어난다면 픽셀 단위의 엘리먼트로 인간이 모자이크의 조각으로 인지하지 못할 정도로 작아졌다는 뜻인데, 이는 타일을 부정하여 모자이크의 정의에 위배되는 모순에 빠진다. 따라서 본 논문에서 말하는 품질 향상이라는 것은 특정한 목표, 예를 들자면 원본과 일치하는 영상은 분명 아니다. 원본과 닮아야 하지만 너무 똑같아서는 안 된다면 목표는 매우 가변적일 수밖에 없다. 목표는 전통적인 인간의 모자이크의 느낌을 주도록 하는 것이라면 더 더욱 문제는 심각해진다. 목표도 검증도 모호한 감성의 영역으로 넘어가게 되는 까닭이다.

간결한 검증을 위해서 과거로부터 내려오던 전통적인 갤러리의 전시를 선택했으나 대중의 직접적 평가를 받는 대중예술이 아닌 다음에야 피드백의 진실성은 신뢰할 수 없다. 그러나 감상자가 해석을 담당한다는, 재현에서 발견으로 관점이 옮겨가는 근래의 해석이론에 동조하듯[32], 다양한 전시의 경험은 분명 이 표현에 대한 예술적 감흥의 일관성을 유지하는 기술의 축적을 제공했다. 다시 말해 본 작가의 의도와 별도로 작품 자체에 경험이 쌓이고 있는 것이다.

본 표현이 전시된 곳은, 2004년도 SIGGRAPH 스케치(SIGGRAPH 2004 Sketch), 2004년 GRAPHITE, 2005년도 엡슨의 칼라 이미징 콘테스트(Epson Color Imaging Contest), 2008년도 AFRIGRAPH, 2008

ASIAGRAPH 등 이었다. 동일한 알고리즘으로 각기 다른 작품을 전시하여 일관된 작가의 스타일을 재현하듯 선보인 이 표현 방법은 알고리즘 자체가 작품 제작에만 관여하는 것이 아니라 가상 작가의 생성에도 영향을 줄 수 있다는 생각을 하게 만들었다.

전시에서 많은 관객의 긍정적인 피드백을 확인했지만, 그 성공 여부와는 관계없이 자신의 스타일을 만들어가고자 노력하는 작가를 시뮬레이트한다는 점에서 오히려 탈 전통적인 레디메이드의 가능성을 확인했다. 그것은 바로 작품의 범용화를 바탕으로 한 작가의 재현이다. 작품의 범용화는 2007년 삼성과의 협의를 통해 본 알고리즘을 휴대폰에 이식하는 작업을 수행함으로써 실험을 지속하고 있고, 작가의 재현, 즉 작가의 의도와 재능조차 레디메이드가 될 수 있다는 가정을 통해 다음 작업의 목표가 구체화 되었다. 이 작업이 바로 다음 장에 언급할 의도적 미완 디자인을 사용한 회화적 렌더링(Painterly Rendering with Designed Imperfection)이다.

V. 비사실적 렌더링 II: 의도적 미완 (未完) 디자인의 회화적 렌더링

1. 기술적 고찰

1.1. 개요

비사실적 렌더링이 재현하고자 하는 대부분의 대상은 미적 가치를 가지고 있는 인간의 회화나 디자인 결과물이다. 대상의 본질을 알지 못하고 재현 과정만을 연구하는 것이 과연 타당한 일인가 질문한다면 누구도 쉽게 답할 수 없을 것이다. 역사적으로 많은 화가들이 찾고자 했던 진실한 미의 정수(精髓)를 공학자들만의 힘으로 찾을 수 있진 않을 것이다. 무엇 보다 화가들의 생각에 흥미를 가지고 진실을 찾고자 하는 것은 공학적 연구 범위를 넘는다고 볼 수 있다.

아리스토텔레스의 모방으로서의 예술을 벗어나 예술가의 자발성, 창의성의 요소에 중점을 두는 성격이론에 이르면 모든 재현으로의 회화는 화가의 고유 관점에 의거한 대상의 해체와 재구성을 제외하고는 생각할 수 없게 된다. 즉, 회화란 화가 개인의 예술적 필터링에 의해 화폭에 표출되는 결과물로 정의될 수 있다. 피사체를 있는 그대로 옮긴다는 것은 사진에서나 기대할 수 있는 일이다. 회화에서는 화폭에 피사체를 화폭에 옮기는 과정 속에 대상의 변형이 상존한다. 변형, 파괴, 때로는 복구 등의 변화가 자연스럽게

게 일어난다. 이것은 극사실주의 회화에서도 예외는 아니다. 이러한 변화는 추상화와 같이 의도적일 때도 있다. 예를 들자면 피카소의 원본을 확인하기 어려운 대상의 변형, 마티스의 극도로 자제된 단순하며 강력한 색채, 또는 폴록의 표현만 남아있는 스트로크의 집합들을 생각할 수 있다.

대상의 의도적 변환은 화가 개인의 창조성과 연계되므로 하나의 알고리즘으로 시스템화 하기는 불가능하다. 그러나 인간이 반복하여 실수, 또는 일탈하는 습관들을 하나의 알고리즘으로 표현할 수 있다면 그 내용이 특정 회화의 표현 양식과 연계될 가능성이 있다는 가정을 한다. 이러한 접근은 과학적으로는 분석하기 힘든 감상의 표준화에 비해서는 보다 연구 가능한 주제인데, 그 이유는 해석학의 입장에서 보자면 작가 중심의 성격이론의 창조성은 정의하기 힘들며, 해석학적 보편주의를 벗어난 감상자의 자의적 입장에서 볼 때에도 언제나 주관적 해석만이 남기 때문이다. 그러나 인간의 습관이 연구의 대상이라면 충분히 과학적으로 분석 가능한 패턴을 찾을 수 있을 것이다. 재현으로서의 예술의 관점에서 대상을 충실히 화폭에 재현한다는 것이 회화의 목적이라는 매우 좁은 의미의 모방과 재현으로서의 예술을 목표로 가정할 때 원본을 화폭에 옮기는 과정에서 빈번하게 일어나는 실수들, 또는 버릇들을 찾아내고, 그 변환을 알고리즘화 하여 재현하는 것, 이것이 바로 본 연구의 목표이다.

흥미로운 점은 모방과 재현으로서의 예술은 대상을 화폭에 재현하는 것이 목적이라면, 본 연구는 화가의 재현 과정을 재현하는 것이라고 할 수 있겠다. 이미 레디메이드를 통해 예술 작품의 편견을 지울 수 있다는 것이 증명되었다면, 그리고 복제 예술로 작품의 고유의 분위기를 나타내는 아우라를 지우는 것이 디지털을 통해 용이해 졌다면, 화가 자체에 대한 정의마저도

호리게 만들 본 프로젝트는 전통적 제작 방식의 부정이라기 보다는 아도르노(Adorno)[33]가 말한 것처럼 체계성을 거부하는 진정한 예술가의 전통에 충실하다고 할 수 있겠다.



[그림 32] 제안된 알고리즘을 통해 제작된 페인팅

1.2. 관련 연구

구체적인 기술의 적용 카테고리를 중심으로 세부 분석하자면 회화적 렌더링에 대한 연구는 표현 방법에 따라 사용자의 상호작용에 의한 물리적

회화 시뮬레이션 방법 [34, 35], 3차원 오브젝트에 직접 스트로크를 매핑하는 오브젝트 기반 방법과[36, 37], 2차원 영상으로부터 스트로크를 생성하는 이미지 기반 방법으로 구분할 수 있다[38, 39]. 그 외 연구로는 브러시의 가변적 크기를 적용하거나 인터랙션을 가미한 연구[40], 비디오를 사용한 입력 값에서 스트로크를 효율적으로 생성하는 연구[41, 42] 등 기존의 이미지 기반 회화적 렌더링 연구들은 2차원 입력영상을 바탕으로 스트로크의 위치, 모양, 크기 및 방향등을 자동으로 검출하는 방법에 주안점을 두었다. 최근에는 비디오 입력영상에서 프레임간의 유사성을 유지하는 연구가 진행되고 있다. 또한, 이미지 기반 표현방법의 한계점을 벗어나고자 회화적 질감 표현을 위한 연구가 진행되고 있다.

국내에서는 정보통신부의 선도기반과제로 진행한 비사실적 애니메이션 기술 개발 프로젝트²⁰⁾의 결과물로 발표된 회화적 렌더링과 모자이크에 대한 연구가 대표적이며, 과학재단의 비사실적 콘텐츠 제작을 위한 모자이크 렌더링 기술 연구를 통해 개발된 모자이크 기술을 공학적 알고리즘으로 회화적 표현을 이루는 예로 들 수 있다.

모리스 그로세(Maurice Grosser)가 언급하길 19세기 후반의 많은 화가들은 과거 전통적인 촉각적 느낌에서 벗어나 시각적 표현만 집중하였다고 한다. 분명 우리의 눈은 카메라와 같아서 경험에 대한 저장 장소도 없고 망막에 맺혀진 이미지 자체는 깊이에 대해 무관심하다. 이러한 카메라의 기계적 작동의 과정을 광학이론과 함께 페인팅 스타일에 접목시킨 결과물들은 후기 인상파에게 계승되어 발전되었고, 그 스타일은 모네(Monet), 피사로(Pissaro), 뷔야르(Vuillard) 와 같은 작가에게서 완성되었다. 이러한 표현법

20) 2005년 정보통신부 선도기반과제 비사실적 렌더링 기술 - ETRI, 중앙대학교 등의 합동 연구를 통해 다양한 비사실적 렌더링 기술을 개발하고 실용화 하였다.

은 비사실적 렌더링, 그 중 회화적 렌더링에서 큰 관심을 가지고 접근하게 되는데, 그 이유는 이 화가들의 회화에 대한 접근 방법이 매우 알고리즘적 이라는데 있다[43].

1.3. 인간의 회화 프로세스

본 논문은 인문학의 미학적 의견을 언급하고 있으나 미추에 대한 근본적 감성학에 대한 근원을 찾는 미학 연구를 주요 목표로 두고 있지는 않다. 구체적이고 좁은 목표를 말하자면 인간의 회화과정에 대한 논리적 절차를 제안하고 이를 컴퓨터가 재현하도록 하여 인간이 제작한 회화의 결과물과 닮은 결과물을 생성하는 것이다. 앞서 말했듯, 본 연구에 등장하는 가상의 화가를 의뢰자의 훈련되지 않은 미적 감성에 맞도록 대상을 충실한 재현하는 것에 모든 노력을 기울이는 사람으로 가정하였다. 이 화가가 그리고자 하는 목표는 화가의 개성이 들어간 독특한 표현의 결과물이 아니라 대상을 화폭에 복사하는 것 뿐이다. 물론 충분한 시간이 있다면 그는 사실주의 회화와 같은 결과물을 낼 수 있겠지만, 그것은 의뢰자의 일반적 기대를 넘는 시간의 낭비일 뿐이므로 그는 짧은 시간에 목표를 묘사하기 위해 노력을 한다. 그러나 그의 회화 과정에는 분명 처음에 의도하지 않았던 다양한 실수들이 나오게 되는데, 이는 회화, 예를 들면 유화에서 모든 스트로크가 언제나 완벽하게 유의미하지 못하다는 것과 일치한다. 이러한 현상이 이유는 아무리 신기의 기술을 가진 화가일지라도 어김없이 일어나는데, 이것은 선택과 실행 과정에서 스트로크의 적용이 약간씩의 오차가 생기기 때문이다. 그 오차는 화가의 눈에서도 일어나고, 손에서도, 또한 머리 속에서도 일어나고 있

다. 이러한 오차의 함은 한계라기보다는 오히려 회화의 특성, 특히 사진과 다를 수밖에 없는 특성을 규정짓는 표현 자체가 되기도 한다. 만약 이 가정이 사실이라면 이러한 실수들이 어떠한 것인지를 규정하는 것이 중요하다.

피사체와 그것을 화폭에 그린 이미지 사이에 생긴 괴리가 생기는데, 이 과정을 재생해 보자. 먼저 화가는 캔버스 앞에 앉아서 빈 캔버스에 그림을 그리고자 하기 전에 대상 물체를 관찰할 것이다. 그리고 붓을 들어서 대상과 닮게 그리기 위해 물감을 묻혀 이것을 붓을 통해 화폭에 옮길 것이다. 그리고 그리는 도중 자신이 옳은 방향으로 진행하고 있는지를 매번 확인하며 수정할지 말지를 결정할 것이다. 가끔은 화가의 불완전한 기술 때문에 실수가 날 수도 있지만, 완벽하게 조절할 수 없는 매체, 예를 들자면 수채화의 물이 번지는 모양과 같은 우연에 의한 결과물에 의해 일어나기도 한다. 그렇다면 화가가 어쩔 수 없이 실수를 범하는, 이를 일탈과 과격으로 승화하는 시기는 언급한 프로세스중 어느 부분일까 알아보자.

일단 첫째로 의심이 되는 일탈 생성 프로세스 과정은 화가의 눈이다. 편 의상 눈에서 일어난다고 가정했지만 사실은 입력 프로세스를 모두 거친 후 뇌에서 일어나는 현상이다. 하지만 컴퓨터의 입장에서 이 일탈을 실험하려면 입력 자체에 실수가 있다고 해석하는 편이 이해하기 쉬울 듯하다. 입력 실수는 애초에 대상에 대한 잘못된 해석에서 비롯되거나, 입력장치의 왜곡에서 비롯된다.

두 번째로 의심해 볼만한 부분은 화가의 손이다. 손이라는 것은 캔버스에 출력하는 과정이라고 보면 된다. 화가의 입장에서는 재료를 선택하고 화폭에 스트로크를 그리는 기술적 과정을 모두 포함한다. 또한 재료의 불균일성, 우연성 모두 이 부분에 포함된다.

세 번째로, 화가의 머리이다. 사실 위의 두 과정 역시 화가의 뇌에서 일어나는 현상이라 볼 수 있겠지만, 세 번째 부분을 세세히 구별하자면 자신이 계획대로 그리고 있는지 여부를 평가하는 과정에서 판단의 실수를 일으킬 수 있다는 가정이다. 화가의 오판에 의해 스트로크가 잘 못 칠해지는 경우, 예를 들면 대상과 비슷하게 그려야 함에도 불구하고 오판에 의해 잘 못 그렸을 뿐만 아니라 이것이 잘못된 것인지 평가하는데 실패한다면 화가의 그림은 최초의 의도대로 진행될 수 없다.

이렇게 세 가지 실수 또는 일탈, 파격 생성 지점을 지정한 것은 이것이 진실이라는 확신이 있기 때문이라기보다는 컴퓨터가 이를 시뮬레이션 하는 것이 어렵지 않기 때문이다. 컴퓨터가 만들어 내는 실수의 합이 인간적 회화와 비슷한 실수를 생성한다면, 그리고 그 결과물이 서로 닮아 있다면 목표를 이루는 것이다. 따라서 연구자가 제안하는 알고리즘은 다음과 같다.

1.4. 의도적 미완 디자인의 회화적 렌더링 제작 방법

아래 알고리즘을 보면 Designed imperfection이 의미하듯 이 알고리즘의 핵심은 회화에서 생길 수 있는 인간적 실수를 의도적으로 재현하자는 것이다. 인간의 실수는 앞서 언급한 것처럼 세 부분에서 일어난다고 가정하는데, 아래 알고리즘에서 각각 화가의 부주의한 눈과, <E1> 화가의 불완전한 회화 기술 <E2>, 그리고 화가의 경험 부족에 따른 불안정한 판단력이 그 지점들이다. <E3> 한 가지 짚고 넘어갈 것은 실수가 적다는 것이 훌륭한 회화를 완성하는 조건이 아니라는 점이다. 여기서 공학적으로 실수를 에러(error)로 번역해서는 안 된다. 화가에게 있어 실수란 스타일의 작법을 위해

스스로 허용하는 일탈, 파격인 경우가 많기 때문이다. 즉, 예측 가능하고 의도에 부합하는 강제된 실수의 가능성을 염두에 두어야 한다.

Algorithm: // Designed imperfection 알고리즘

Function Designed Imperfection (Subject): // 대상을 입력 한다

Loop Until(Painter Satisfied or does not have enough resources, time, etc.)

(1). Set where to draw - E-Generation Point 1 <E1>

1-A. Define brush size and set candidate block areas ‘recklessly’

1-B. Compare the blocks in canvas and the reference blocks in subject

1-C. Set the worst block as ‘Uncomfortable area’

// 후보군을 골라 그 중 어느 부분을 고칠 것인지를 결정 한다.

(2). Get the Best matching stroke - E-Generation Point 2 <E2>

2-A. Compare ‘Uncomfortable area’ and ‘imperfect’ skill set database to get the best match

2-B. Decide color, stroke shape, and add depth effect

// 데이터 베이스에서 가장 근접한 스트로크를 찾는다.

(3). Add Stroke or Not - E-Generation Point 3 <E3>

If (difference of ‘Adding stroke’ < ‘Not Adding stroke’ with subject)

then { Add one stroke from ‘(2) Get the Best matching stroke on the area’ of ‘(1) Set where to draw’ }

// 행동에 옮기기 전에 원하는 스트로크인지를 판단한다.

1.4.1 화가의 부주의한 눈 - 입력 실수

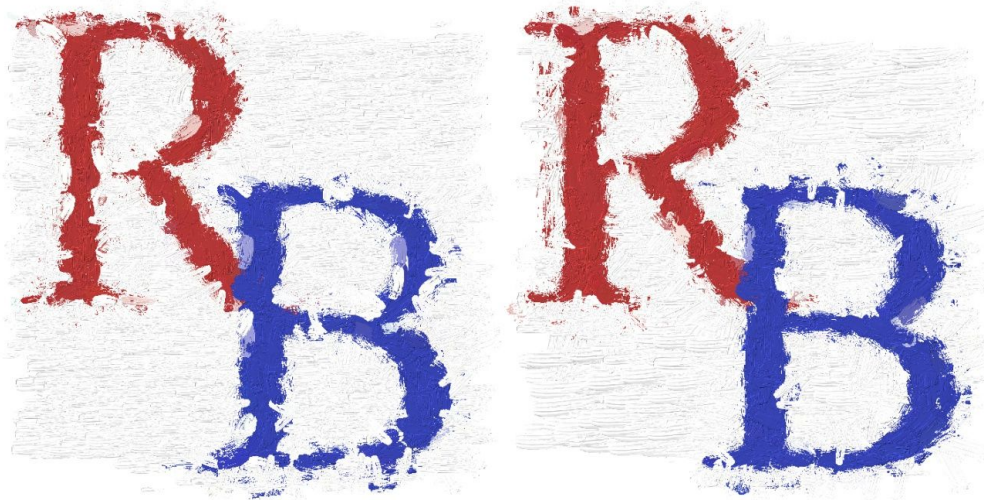
첫 번째 실수 - 혹은 일탈 - 생성 과정은 눈이다. 이곳에서 눈이라 말함은 입력의 전반적인 처리들, 즉 의도적인 변환, 의도하지 않은 습관에 의해 실사의 대상이 화가 자신이 생각하는 이미지로 치환되는 과정을 총괄하여 이른다. 또한 그림을 그리는 과정에서도 화가가 생각하는 중요한 곳에 좀더 노력을 하여 채워나가는 경향을 볼 수 있다. 이것은 이미 화가의 분석에 의해 특징을 잡아냈다는 뜻이고[43], 어느 부분에 더 정성을 기울여야 정해진 시간에 최대의 효과를 낼 수 있겠다는 판단을 내린 상태이다.

완벽한 실사가 목표인 경우에는 오히려 대상에 대한 인지가 방해가 되는 경우도 있다. 극사실 주의 회화의 경우 회화 대상을 최소 픽셀 단위의 복사라고 생각하고 대상에 대한 화가 개인의 감정을 자제하려는 회화 스타일을 종종 볼 수 있다. 이러한 선택조차도 화가의 완성품에 대한 이미지를 만족시키기 위한 사전 작업이라고 생각한다면, 언급하고 있는 입력 실수, 혹은 선택의 영향이 상당하다는 점을 알 수 있다[44].

입력 실수가 취할 수 있는 다양한 회화의 관점을 모두 구현하는 것은 불가능 할 것이다. 본 연구에서는 최소한의 효과로, 인상파 회화에서 자주 쓰였던 그림자 부분의 보색 변환, 대비 향상과 같은 작업을 사전에 진행하였다. 이 부분은 회화 스타일에 따라 또 다른 구체적인 연구가 필요한 분야이므로 추후 연구로 기대하고 있다.

사전 판단 뿐 아니라 그림을 그리는 도중에 일어나는 동적 판단 역시 이러한 영역에 포함된다. 캔버스 위의 이미지와 화가가 생각하고 있는 완성된 이미지 사이의 간극을 정확히 평가해야 그 부분을 고칠 수 있는데, 스트로

크할 부분의 선택 역시 화가의 개인적 습성에 따라 다르겠지만, 제안된 알고리즘에서는 기본적으로 무작위성을 가미하여 진행했다. 몇 개의 블록 후보군을 제안하고 이 중 화가의 눈을 괴롭히는, 즉 고치고 싶게 만드는 부분을 선택하도록 하였다([그림 33]).



[그림 33] 후보군의 수에 따른 품질 21)

가장 고치고 싶어 하는 부분을 선택하는 과정은 다음의 수식으로 나타낼 수 있다.

21) 만약 하나 이상의 후보군이 있다면 새로운 브러시의 스트로크는 가장 문제가 되는 부분에 얹어질 것이다. 평균 색의 거리는 그림 33의 왼쪽은 14.214691이고 오른쪽은 12.076705 이다. 두 그림의 차이는 후보 군의 크기, 즉 화가가 얼마만큼 캔버스 속의 이미지를 눈 여겨 보는데에 대한 차이이다. 왼쪽은 3개의 후보군, 오른쪽은 10개의 후보 군으로 동일 조건 하에서 페인팅 한 결과이다.

$$B \leftarrow \max \left\{ \sum_{x=0}^M \sum_{y=0}^N |T(I_x, I_y) - C(I_x, I_y)| \text{ for candidate blocks} \right\} \quad \langle \text{수식 2} \rangle$$

단, B는 최종 선택된 수정을 원하는 블록, M은 블록의 넓이, N은 블록의 높이, 그리고 candidate blocks는 수정 블록 후보군

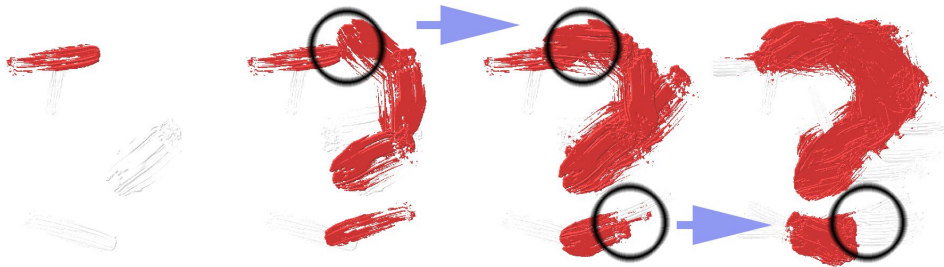
<수식 2>를 보면 문제가 되는 부분을 고치기 위해 가장 차이가 많이 나는 블록을 사이즈가 (M, N)인 후보군 블록으로부터 선택한다. 이때에 T는 화가의 가상의 의도하는(intention) 목표 이미지이고 C는 캔버스 위에, 즉 현실에서 존재하는 이미지이다. 그렇게 선택된 곳은 새로운 스트로크가 칠해지는 블록 B가 된다. 당연하겠지만 후보 블록의 수가 많다면 시간은 오래 걸리겠지만 원본과 현재 회화 과정과의 간극에 대한 자세한 통찰이 가능하다.

1.4.2 화가의 개성적인, 혹은 실수가 있는 기술

1.4.2.1 실수의 의도적 활용

회화에서 생성되는 다양한 실수는 화가의 순발력에 의해 기술적으로 극복된다. 화가가 다양한 동작을 하는 듯하지만, 실은 그의 몸에 배어 있는 몇 가지 동작의 조합을 그의 판단에 의지해 반복하고 있다. 몸에 배어 있는 동작을 화가의 기술이라 가정해 본다면, 기술이 풍부한 화가의 경우에는 보다 다양한 스트로크를 처리할 능력이 있을 것이고, 대상을 표현하는데 최소한의 스트로크의 사용이 가능할 것이다.

완벽한 비유는 아니지만, 실제 짧은 시간에 크로키를 완성하는 모습을 볼 때, 연습이 충분히 된 화가의 경우 몇 개의 선으로 처리할 수 있는 인체의 모습을 초보 화가들은 작고 짧고 지저분한, 그리고 지우개를 사용해서 수정이 필요한 다수의 선으로 표현해야만 하는 경우가 생긴다. 이러한 다수의 선, 그리고 지우기의 반복은 - 물론 완성된 화가의 과정은 아니겠지만, 그리고 훌륭한 작품의 조건도 아니지만 - 기계적인 프린팅(판화를 제외한 자동적 인쇄)에서는 찾을 수 없는 인간적 회화만의 특징 중 하나인 것은 부인할 수 없다.



[그림 34] 스트로크를 통한 수정 절차 22)

주목할 만한 것은 화가가 캔버스에 그림을 그리는 과정과 매우 닮아 있다는 것이다. 특히 화가의 재료, 즉 매체에 익숙하지 않은 경우 더더욱 이러한 수정 과정은 빈번히 일어난다. 매번 진행하는 스트로크는 항상 실수를 포함하고 있으며 이러한 실수는 또 다른 스트로크로 수정되어야 하는데, 이

22) 왼쪽에서 오른쪽 그림으로 순차적으로 진행된다. 문제가 되는 부분은 새로운 브러시의 스트로크로 고쳐지는데, 이 고쳐진다는 개념은 실수를 제거한다기 보다는 또 다른, 그러나 이전 보다는 작은 실수로 대체한다고 봐야 한다. 위쪽 원으로 표시한 새로 칠하여, 정보를 더해 실수를 수정하는 것이라면 아래 사례는 정보를 삭제해 실수를 지워낸다고 할 수 있다.

새로운 스트로크조차 내재된 실수에서 자유롭지 못하다. 다만 이전보다 실수의 정도가 작을 뿐이다([그림 34]).

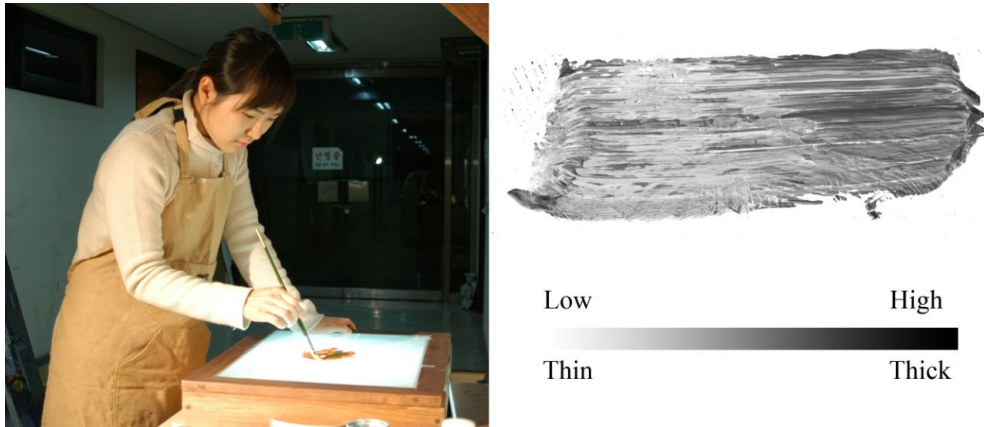
스트로크는 허츠만(Hertzmann)의 논문[42]의 방법과 같이 미리 지정된 브러시의 텍스처를 사용하여 자동 생성되도록 하였다. 다만 그의 방법과 다른 점은 화가가 선택을 제한하여 실수를 강제로 생성하게 했다는 점이다. 또한 스트로크 개개의 품질 역시 실사적인 표현에 적합하도록 실제 유화의 스트로크를 촬영하여 데이터로 저장하였다. 텍스처를 충실히 재현하도록 특별한 방법으로 촬영된 스트로크의 집합은 알고리즘이 의도하는 바에 따라 기술의 모음, 즉 Skill-Set 으로 명하였다.

1.4.2.2 촬영된 스트로크에서 높이와 형태 추출

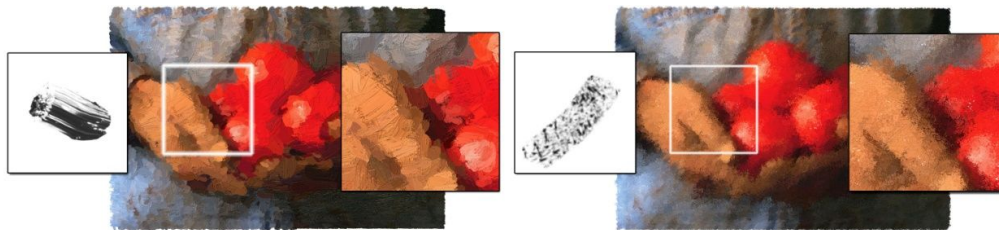
이전 허츠만(Hertzmann)의 방법은 높이 지도와(height map) 투명도 지도를(opacity map) 사용하는 예제를 보여준다. 본 논문에서는 하나의 스트로크로 촬영으로 부터 스트로크의 형상과 투명도, 그리고 높이 값을 뽑아내는 방법을 제안한다.

좋은 스트로크의 데이터를 만들기 위해 몇 가지 촬영 방법을 고안하였다. 첫 째는 애니메이션에서 주로 사용하는 반투명한 유리에 반투명 물감으로 스트로크를 칠하고 백라이트를 비추어 두께에 의한 빛의 통과와 차이를 이용하여 높이 지도를 완성하는 것이다. 또 다른 방법으로는 흰색으로 바탕이 채워진 캔버스에 검은색 유화물감에 용매를 충분히 묻혀 스트로크를 칠하면 앞 재료의 색과 위 재료의 색이 불규칙적으로 섞이는 것을 볼 수 있는데, 이는 매우 사실적인 스트로크의 맵으로 치환하기에 적합하다. 촬영 시

에 주의할 점은 유화 특유의 반사를 줄이기 위한 라이팅 셋업(lighting setup)을 해야 한다는 것이다. 결과물에서 보듯 ([그림 36]) 이러한 형태로 데이터베이스를 촬영할 수 있다면 재료가 회화의 결과물에 곧바로 영향을 미칠 수 있도록 조정할 수 있다.



[그림 35] 높이 값 추출 과정 23)



[그림 36] 재료 표현 24)

- 23) 검은색과 흰색의 두 개의 유화 물감이 섞이면 그 차이를 높이 값으로 치환할 수 있다.
 24) 유화와 파스텔의 스트로크, 입력 데이터베이스의 차이가 곧 회화 형식을 결정한다.



[그림 37] Skill-set 과 품질 25)

데이터베이스에 저장된 스트로크의 자료는 화가의 목표와 닮기 위해 새로 칠해질 스트로크의 잠정적 후보에 속하게 된다. 데이터가 많으면 많을수록, 즉 화가가 선택할 수 있는 스트로크의 종류가 많을수록 보다 정교한 그림을 그릴 수 있으나, 완벽하고 실수가 없는 그림은 본 논문의 목표는 아니다([그림 37]). 이 실험에서는 두 개의 스트로크를 스캔하고 이를 회전과 밴딩(bending)을 통해 데이터베이스를 늘렸다. 관건은 제한된 데이터베이스를 만들고 화가의 스트로크 옵션을 줄이는 것이다. 그것이 바로 화가가 원하는 대로 그림을 그릴 수 없는, 즉 실수 발생 요인이 된다. 피사체와 비교하여 가장 오차가 적은 데이터베이스에 존재하는 가상의 스트로크, 즉 subject T와 닮은 strokes S가 기존의 스트로크를 대체하도록 선택될 것이다. (<수식 3>)

$$S \leftarrow \min \left\{ \sum_{x=0}^M \sum_{y=0}^N |T(I_x, I_y) - S(I_x, I_y)| \text{ for } S \in \text{strokes} \in DB \right\} \text{ <수식 3>}$$

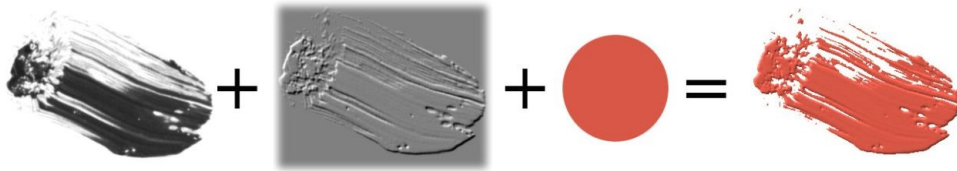
단, S는 최종 선택된 스트로크, M은 스트로크 블록의 넓이, N은 스트로크

25) 5개의 skill set과 50개의 skill set, 결국 skill set의 증가가 품질의 향상에 긍정적 연관관계가 있음이 분명하게 보인다.

블록의 높이, T는 이상적인 스트로크, S는 데이터 베이스 상의 스트로크

결국 제한된 스트로크의 데이터베이스, 즉 빈약한 skill-set은 화가의 스트로크의 선택을 제한하게 되고 회화 시에 나타나는 불가피한 실수를 컴퓨터를 통해 강제적으로 재현할 수 있게 한다.

1.4.2.3 스트로크의 깊이 효과

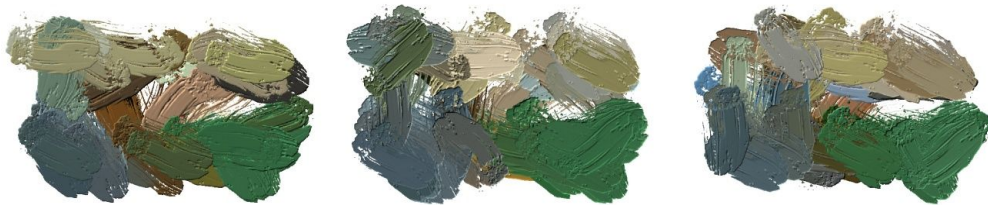


[그림 38] 높이 값 처리 과정

위의 그림을 통해 나온 엠보싱(embossing) 데이터는 원본 스트로크에 더해져 깊이의 착각을 낳게 한다([그림 38]). 일반 RGB를 이 상황에서 HSB로 바꾸고 이중 H와 S는 스트로크를 결정하는 색을 그대로 쓰고, B만 엠보싱 데이터를 참조하여 밝거나 어둡게 조절하였다. 엠보싱 필터와 스트로크 이미지의 결합을 통해 엠보싱 이미지를 생성하고 스트로크 이미지와 선택된 블록 원본의 평균 색에서 채도와 색상 값을, 엠보싱 이미지에서 깊이 효과를 얻을 수 있다.

엠보싱 데이터를 해석할 때 빛이 위에서 온다는 자연스러운 가정 하에 진행을 했다. 만약 엠보싱 레퍼런스를 반대로 적용한다면 안으로 깎여 들어

간 스트로크가 나오게 된다. 이 음각 스트로크는 일반적으로 보기에 쉽지 않을 것이라 생각하기 쉽지만, 실제 페인팅에서는 다량의 물감을 사용할 때 자주 일어나는 일이다. 특히 마르지 않은 상태에서 붓질을 수행 할 경우에는 이 현상을 피할 수 없기 때문에 이를 이용하면 빛을 이용하여 생명감 넘치는 이미지를 창조하는데 매우 소중한 기술이 될 수도 있다. 이 논문에서는 무난한 깊이 효과를 주기 위해 양각 스트로크와 음각 스트로크를 병행 사용하였다([그림 39]).



[그림 39] 양각과 음각 (embossed, engraved), 혼합 렌더링 효과

샘플링된 스트로크는 이후 실제 캔버스에 옮겨질 때에 실제 붓의 사이즈와 페인팅 순서와 유사하도록 과정을 조작 하였다. 큰 붓부터 작은 붓으로 붓의 크기가 줄어들면서 세세한 부분을 매우며 칠하게 된다. 붓의 크기는 일반적인 화가들이 많이 쓰는 붓의 크기에 맞추어 네 단계로 구분하였다. 각 붓은 일정한 규칙을 통해 화면에 더 이상 고칠 것이 많지 않다고 느낄 때, 다음 작은 붓으로 넘어가게 하였다. 이는 <E1> 에서 후보군(candidate areas)을 잡고 <E3>에서 평가 시, 반환비율(reject rates)이 높아지는 시점을 말한다. reject rates가 이전에 비해 현저히 증가한다면, 이는 현재의 붓의 사이즈는 디테일을 표현하기에 너무 크다는 뜻이므로 다음 작은 붓으로

바꾸는 것이 논리적이다.

1.4.3 화가의 판단

지금까지 후보 브러시를 골랐으니, 이 후보 브러시를 실제로 화쪽에 칠해야 할 때이다. 그러나 그 이전에 이 브러시가 과연 캔버스를 원본에 가깝게 만들고자 하는 화가의 의도에 부합하는 것인지를 판단해야 한다. 이를 판단하는 알고리즘은 아래와 같다. 새로운 스트로크를 더했다고 가정하고, 새로운 캔버스의 상태가, 스트로크를 더하지 않은 이전의 캔버스 상태에 비해 화가의 의도에 더 가까운가를 평가한다. 실제 피사체를 닮는데 - 그것이 화가의 의도라 할 때 - 오히려 방해가 되는 스트로크라면 과감하게 이 스트로크는 칠하기 전에 포기해야 한다. 그리고 알고리즘의 처음으로 돌아가 새로운 후보군을 골라야 한다. 이 과정이 생략될 경우 그림은 목표를 향해 나아가지 못하는 혼돈 상태가 될 수도 있다.

$$C_i = \begin{cases} C_{i-1} & \text{if } comp_i < 0 \\ C_{i-1} + BS_i & \text{if } comp_i \geq 0 \end{cases}$$

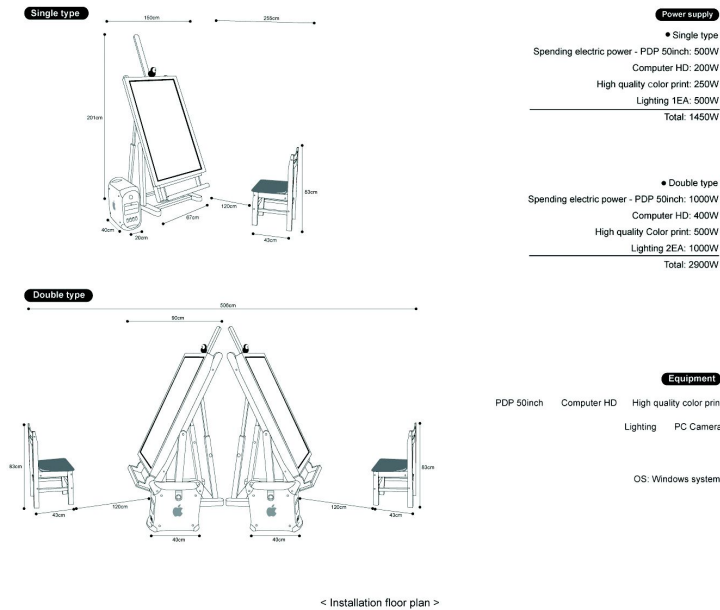
$$comp_i = f_i \times \sum_{x=0}^M \sum_{y=0}^N |I - C_{i-1}| - \sum_{x=0}^M \sum_{y=0}^N |I - (C_{i-1} + BS_i)| \quad \text{<수식 4>}$$

<수식 4>는 브러시 스트로크를 판단하는 과정을 보여준다. C_{i-1} 은 현재 캔버스를 나타내며 C_i 는 그 다음 단계를 의미한다. 다음 단계는 새로운 스

스트로크가 더해진 상태라 가정할 때, 스트로크를 더하지 않았을 경우와 비교하여 화가의 의도에 더 부합하는 상태를 화가의 목표와의 색 거리 값에 따라 판단하고, 최종적으로 스트로크를 더할지 포기할지를 선택한다.

현실의 화가들은 여기에서 원하는 결과에 도달하지 못할 가능성이 존재한다. 즉 새로운 스트로크의 이익 여부에 대해 오판할 확률이 존재한다. 이를 시뮬레이트하듯 알고리즘의 마지막 부분에 오판강제확률(misjudgment factor)로 일정량의 에러 유발요인을 장치한다면, 매우 흥미로운 결과를 얻을 수 있다. 비록 원래 목표한 사물을 사진처럼 화폭에 담고자 하는 의도에 가장 부합하는 결과는 아니지만, 보다 인간적인 일탈을 재현하는 그림이 될 수 있다. 이로 인해 대상을 그대로 화폭에 가감 없이 옮겨 놓는 작업이 회화의 목적과 일치하지는 않는다는 것을 다시 한 번 확인할 수 있다.

본 알고리즘을 효과적으로 공연하기 위해서는 전시에 효과적인 시스템을 설계해야 한다. 이 과정은 하드웨어의 설계와 함께 관객들의 동선과 행동을 예측하는 시나리오를 동시에 예측해야 한다. 이 과정을 전시 플로어 플랜과 시나리오 설계라고 할 수 있는데, 이는 일반적인 컴퓨터가 이해하는 알고리즘이 아닌 전시 기획에 있어 자주 쓰이는 절차적 시뮬레이션이다. [그림 40]과 아래 시나리오에서 과정을 살펴볼 수 있다.



[그림 40] 플로어 플랜

Gallery Program Plan : // 프로그램 플랜 - 전시 시나리오

Step 1: The program begins whenever someone sits in the designated chair. // 관객이 지정된 자리에 앉으면 프로그램이 시작한다.

Step 2: A digital camera captures one still image of the participant's face. // 디지털 카메라가 참가자의 얼굴 사진을 촬영한다.

Step 3: The program begins to "paint" the image stroke-by-stroke on a 50 inch monitor. // 페인트 알고리즘으로 이미지가 완성된다. 스트로크가 하나씩 더해지는 모습이 50인치 대형 모니터를 통해 보인다.

NOTE: The screen will be visible at some distance

// 이 대형스크린은 주변인도 볼 수 있도록 설계한다.

Step 4: The program continues until the portrait is completed.

// 프로그램은 초상화가 완성될 때까지 진행된다.

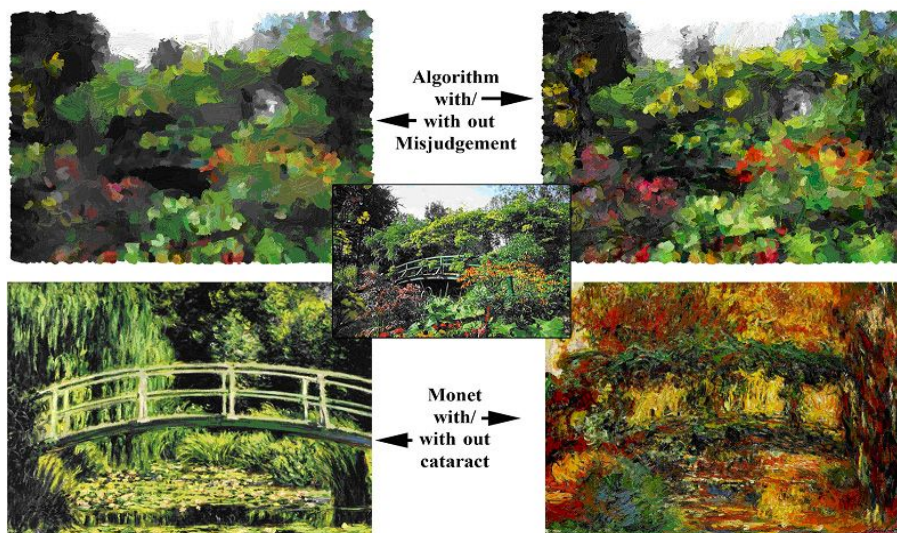
Step 5: The output is printed to (A4 size) paper via a color inkjet printer. // 결과물은 프린트물로 인쇄된다.

NOTE: The process takes less than 1 minutes.

// 이 과정은 1분 이하로 완성된다.

2. 예술적 고찰

2.1. 확장 가능한 유연한 시스템



[그림 41] 연못을 그린 모네의 작품들 26)

26) , 그의 눈은 백내장 수술을 받은 후에 다시 회복되어 사물을 정확하게 구분하게 된다. 그러나 사람에게 따라 어떤 작품이 더 감동적인가, 인간적인가 하는 판단은 다를 수 있다. 본 알고리즘에서는

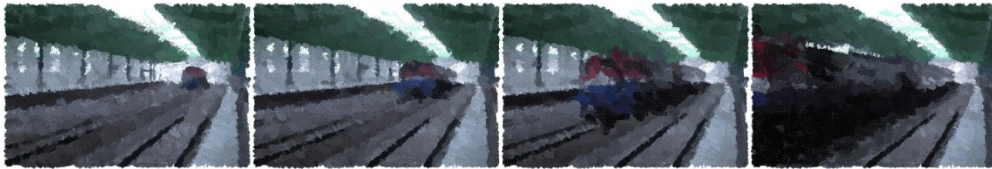
인간의 회화를 재현한다는 점은 인간의 불완전한, 그러나 창의적인 문제 해결 능력을 재현한다는 것과 마찬가지로 일 것이다. [그림 41]은 모네의 유명한 연못 연작들 중 일부이다. 모네는 말년에 백내장으로 시력이 손상되었는데 10년간 고생 끝에 수술을 받게 되었다. 수술 전 그의 그림에서는 물체가 흐릿하게 나타나고 노란 색조가 주를 이루었는데 이는 백내장 환자들이 파란색 계통을 잘 보지 못해서이다. 수술 후 그는 수련 연작 등 절정의 작품들을 완성하였다. 수술 전과 후의 그림은 형태에서도 색 배치에서도 전혀 다른 결과를 나타내는데, 분명 회화의 목적이 대상의 재현에 한정시킨다면 물체를 정확하게 페인팅하는 것이 옳겠지만, 그의 망가진 눈으로 보고 그린 오류 투성이의 그림이 수술 후의 그림보다 가치가 떨어진다고 말할 수 없다. 오히려 추상적인 듯한 그의 그림은 감상자에게 해석의 여지를 남겨주는 능력을 발휘한다[46].

지금까지 살펴본 긍정적이던 부정적이던 실수를 적극적으로 인간적인 회화의 요소로 간주한 연구 방향은 그 가치를 정량적으로 평가하기 쉽지 않다. 그러나 본 연구에서 더 중요한 것은 각 실수 생성 시점을 독립적으로 구분하여 다양한 표현을 효율적으로 재생산하는데 기여했다는 점이다. [그림 42] 에서 볼 수 있듯, <E1>에서 입력을 왜곡시키는 것과 <E2>에서 매체에 따른 스트로크의 세트를 재편하여 회화의 성격까지 영향을 주는 것, 또한 재료의 두께와 투명도를 변환시켜 회화의 느낌을 바꾸는 것, 마지막으로 <E3>에서 판단 실수에 따른 강제적 추상화, 구상화 등 회화의 스타일 자체를 결정하는 실수를 생성하는 것, 이러한 실수 생성은, 서로 다른 생성

바로 이 실수를 강제로 재현시키고자 한다. [45]

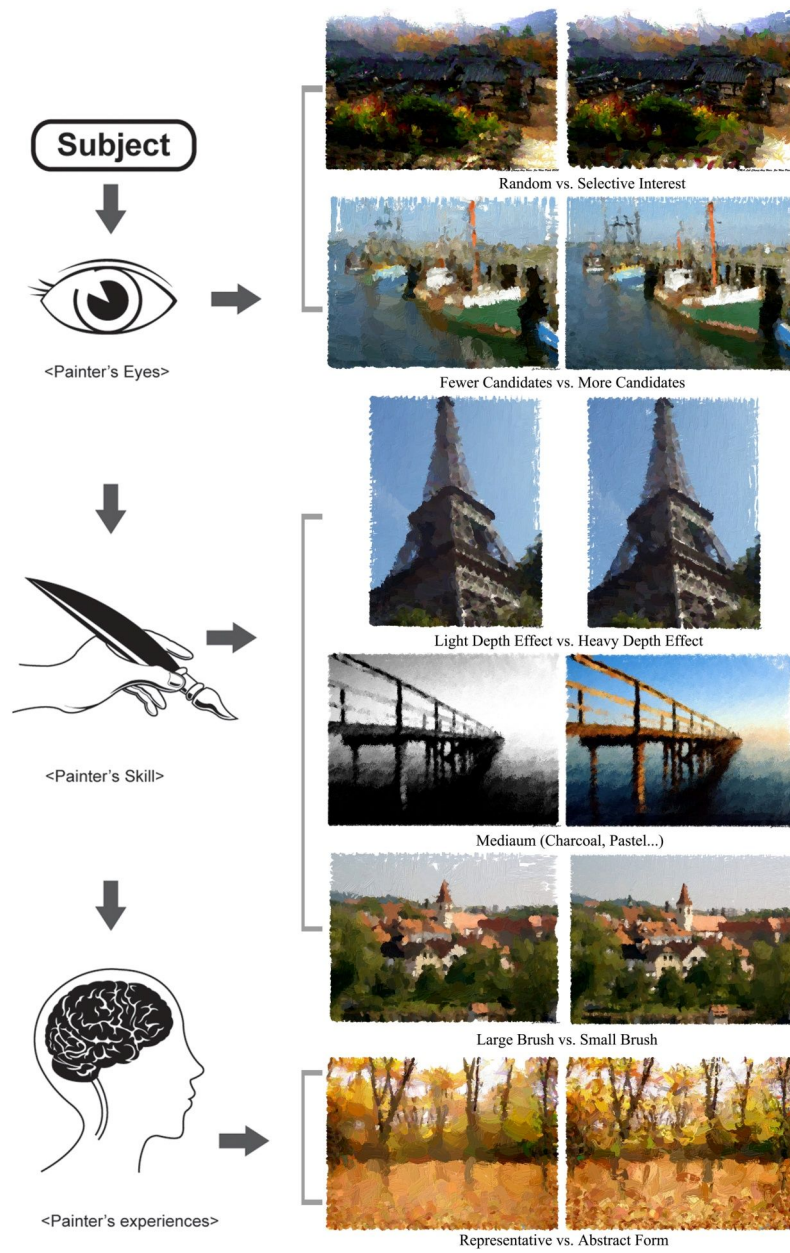
지점에 영향을 주지 않고 독립적이다. 다시 말해 각 단계의 변환은 서로 교차되어 사용될 수 있고 이를 통해 다양한 표현을 효율적으로 생성할 수 있다. 따라서 기존의 회화의 스타일을 재현하는데 뿐만 아니라 새로운 스타일의 무작위적인 실험을 위해서도 매우 편리한 시스템이 될 수 있다.

또 다른 장점은 본 알고리즘은 애니메이션에 큰 어려움 없이 적용될 수 있다는 점이다. 화가의 부주의한 눈 - 입력 실수에서 살펴본 알고리즘을 그대로 적용할 경우에 유리 위에 애니메이션 작법을 하는 전통 애니메이션 제작법인 페인팅 온 글라스(painting on glass) 기법을 재현하게 된다. 이 기법은 새로운 프레임과 비교하여 과거의 프레임에서 변환된 부분만을 새로이 칠하는 방법이다([그림 42]).



[그림 42] 애니메이션 적용 27)

27) 변환 부분만을 새로 그린다. 이 과정은 페인팅 온 글라스(painting on glass) 기법과 유사하다.



[그림 43] 각 실수 생성 모듈과 다양한 회화 스타일(28)

2.2. 결론과 향후 연구

지금까지 우리는 인간의 실수의 재현을 통해 회화 결과만이 아닌 과정을 재현하는 연구를 보았다. 실제로 본 연구의 결과물들은 예술적인 전시회를 통해 선보였다. SIGGRAPH G-Studio 2006, SIGGRAPH Sketch 2006, 인천 국제 미디어 아트 페스티벌 2009 갤러리 등의 순회전시(touring show)를 통해 다양한 디지털 페인팅 스타일을 재현하는 인스탈레이션 작품으로 평론가의 관심을 불러일으켰다. 그러나 단편적인 소품이나 애니메이션과 같은 결과물의 전시가 아닌, 예술가의 입장에 서서 하나의 결과물을 완성시키는 절차적 단계를 전시하는 것, 즉 재현과정을 재현하는 알고리즘 자체에 더 많은 주목과 반향을 일으켰다.

본 알고리즘을 무미건조하게 따라가자면 화가를 흉내 내는 것이 화가의 문제점을 표면화시키는 것에 불과하다고 생각할 수 있다. 그러나 실제로 화가의 입장에 한번이라도 선 사람은 위와 같은 불완전한 화가에 대한 문제가 오히려 화가를 위대하게 만드는 요인이라는 점에 동의할 것이다. 이미 자신의 한계를 알고 있는 화가는 자신에게 처해진 장애물을 자신만의 방법으로 극복할 계획을 세우고 있다. 이것은 재현이나 상징이나 발견이나 하는 감상과 해석의 관점이 아닌 그림을 그리는데 즐거움을 느끼는 보통 사람들의 순수한 시각에서 볼 때 더 설득력 있다.

제안된 알고리즘은 인간적인 실수의 몇 가지 조합으로 일탈을 흉내낸 것

28) 무작위로 후보군을 고르는 것과 문제가 되는 부분에서 집중적으로 후보군을 고르는 방법, 후보군의 수를 조정하는 것, 스트로크의 높이값을 변환시키는 법, 데이터베이스를 다른 재료로 바꾸는 법, 브러시의 크기를 조절하는 법, 판단에 대한 자유도를 변화시키는 법 등, 다양한 방법에 의해 회화 스타일은 변할 수 있다.

에 불과하다. 분명 많은 부분을 설명할 수 있지만 인간적인 실수는 예측할 수 없이 다양한 방법으로 일어날 수 있으며 어느 부분이 창조적인 일탈과 연결되는지는 확신할 수 없다. 특히 회화 스타일에 대한 정의는 무궁무진한 것으로 한두 가지의 가정과 실험만으로 그 스타일을 범용화 시킨다는 것은 틀림없이 화가라는 직업을 무시하는 것이다. 따라서 본 연구는 스타일 재현이라는 기존 연구의 방향 보다는 겸손하게 화가의 위대한 위기 극복과정을 재현하고자 노력했다고 보는 것이 옳을 것이다.

그럼에도 불구하고 모자이크와 회화적 렌더링을 통해 본 연구가 주장하고자 하는 요점은 위의 감정적인 입장과는 반대의 입장에 가깝다. 이미 기획되고 고정되어 있는 프레임을 탈피하는 것이 대중 예술을 넘어서는 순수 예술의 목표이어야 한다는 아도르노의 언명처럼, 이미 고정된 예술에 대한 관점을 알고리즘을 사용하여 바꾸어 볼 수 있는, 즉 화가가 그린 결과물만이 아닌 과정조차 레디메이드일 수 있다는 도전적인 질문에서 출발한다. 과정이 레디메이드라는 것은 화가의 행동 자체에 대한 아우라를 부정하는 것이다.

VI. 전시를 통한 시각예술 재현비평

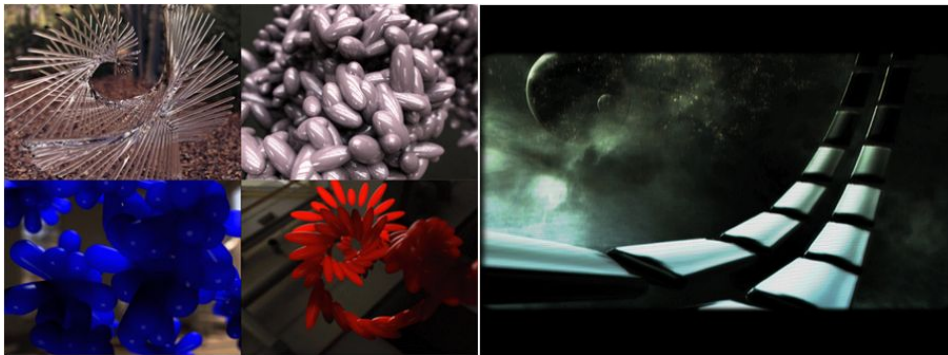
1. 알고리즘을 사용한 현재 미디어 아트 작품의 흐름

SIGGRAPH의 Art Gallery, Animation Festival 2007, 2008, 그리고 2006년 G-Studio에 전시된 본 작품을 중심으로 살펴본다면 알고리즘은 테크놀로지 아트의 수단으로, 또는 그 실체를 숨긴 채 일반 영화나 애니메이션의 일부를 구성하기도 한다. 때로는 알고리즘 아트에서 사용되는 프로시듀럴 기법 자체가 애니메이션이나 그 밖에 예술작품의 주제가 되기도 한다.

애니메이션에서는 프로시듀럴 애니메이션과 태생적으로 근접한 실험 애니메이션 장르, 즉 아무래도 상업적인 목표를 고려하지 않은 실험 영상 분야에 집중되어 있다. 영화를 연속적인 사진이라는 광의의 가정을 해보자면 애니메이션이란 회화의 연속이라는 비유를 이끌어 낼 수 있다. 재료의 특성상 애니메이션에서 회화의 실험성이 더 돋보일 만도 한데, 영화보다 오히려 다양한 실험의 기록을 쉽게 찾을 수 없다는 점은 안타까운 일이다. 이것은 오랫동안 많은 예술가들이 이동 가능한 크기의 카메라를 가지고 제작한 싱글 비디오 채널 예술, 아방가르드 영상의 기록에 비해 자료가 많지 않기 때문일 것이다. 또는 알고리즘 예술은 상영을 전제로 하기보다는 전시를 목적으로 하는 예술 작품에 집중되어 있기 때문이기도 하다.

알고리즘, 혹은 프로시듀럴 기법을 주제로 사용한 실험적 작품을 쉽게 찾

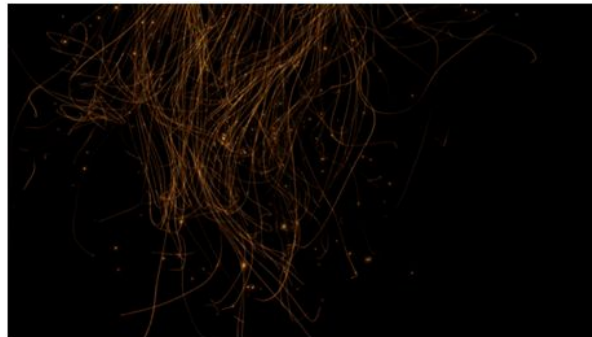
을 수 있는 방법은 디지털 기술을 전반적으로 사용한 다양한 실험 작의 초연이 집중되어 있는 SIGGRAPH나 Ars Electronica의 출품작을 살펴보는 것이다. SIGGRAPH의 경우 매년 선발을 통해 상영하는 아트 갤러리에서 알고리즘 아트를 사용한 작품을, 애니메이션 페스티벌에서 실험적 프로시듀럴 영상을 접할 수 있다. 특히 순수 실험 예술에 주제를 두고 있는 아트갤러리에서는 싱글 비디오 채널의 형식으로 프로시듀럴 영상을 빈번히 접할 수 있다



[그림 44] Renkan, conspiracy group의 chaos theory (좌,우)

Ars Electronica와 SIGGRAPH 애니메이션 페스티벌, 모두 수상한 렌칸(Renkan) ([그림 44-좌]) 같은 경우는 관객의 호응도 면에서도 성공적인 알고리즘을 사용한 프로시듀럴 작품이다. 이 작품은 프로시듀럴 기법을 작품의 아티스트 스테이트먼트(artist's statement)에서 명시하고 있는데, 애니메이션과 렌더링 메터리얼(material) 모두 알고리즘에 따라 절차적으로 변화하도록 설계했다. 이러한 작업의 결과로 무생물로부터 생명체의 율동을 느낄 수 있으며 음악과 절묘하게 동기화하는 애니메이션을 볼 수 있다.

완전한 음악과의 협연을 위해서는 미디 신호를 직접 이용하는 코딩 역시 주목할 만한데, 그 대표적 예로는 Ars Electronica에서 선보였던 conspiracy group의 카오스 이론(chaos theory)을 들 수 있다. 이 그룹은 실시간 영상 전체를 GPU 중심의 어셈블리 코딩으로 작성하여 플레이 했다는 점에서 특별하다. 전체 퍼포먼스의 실행파일은 겨우 64k에 불과하다. 특히 음악 부분은 컴퓨터 미디신호로 창조했기 때문에 플레이 환경에 따라 다른 공연이 된다는 점은 약점인 동시에 독특한 장점이기도 하다([그림 44-우]).

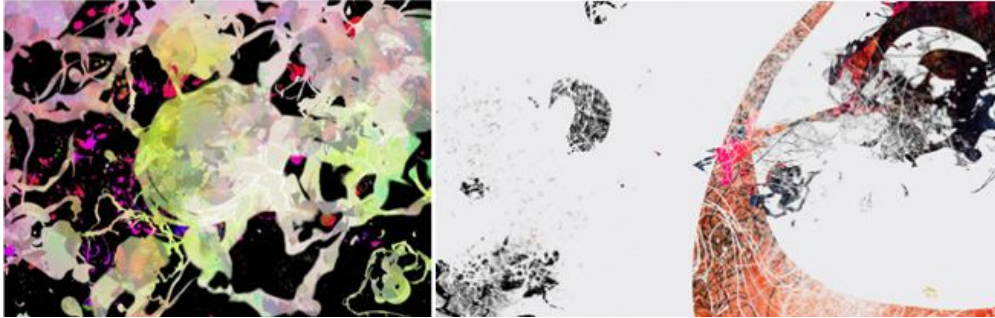


[그림 45] 케네트 허프(Kenneth A. Huff)의 Elemental series 29)

멜 스크립트를 통해 3차원 소프트웨어인 마야를 도구로 삼아 시각적으로 충격을 주는 연작을 만들고 있는 케네트 허프(Kenneth A. Huff)의 *Elemental series*도 눈에 띈다. 50여 개의 짧은 비구상 애니메이션으로 만들어진 이 연작은 시간의 흐름 속에 태어나고 죽어가는 작은 불꽃에서 영감을 얻은 작품이다. 각 연작들은 무순으로 섞여서 랜덤으로 상영되는데 불

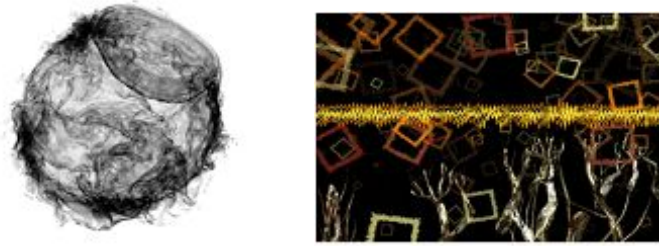
29) www.kennethahuff.com

꽃을 보면서 얻는 심적 위안을 재현하고자 만든 일종의 정신적 조각품이라고 그의 작품 설명에서 언급하고 있다([그림 45]).



[그림 46] 타카히로 하야가와(Takahiro Hayakawa)의 추상 애니메이션

타카히로 하야가와(Takahiro Hayakawa)의 작품 역시 주목할 만하다. 그는 이미 2005년도 Ars Electronica에서 추상 애니메이션으로 상영된 경험이 있는 작가이다. 2008년 slow art 부분에 제출한 그의 애니메이션 중 최종 상영작으로 선택된 Rhythms 보다는 선정되지 못한 그의 두 작품, *aun-niji* 와 *unsan-musyō* 가 오히려 실험적인 색채를 충분히 보여주고 있다. 그는 전통적인 수작업과 컴퓨터로 생성된 이미지를 합치는 독특한 시도를 했다. 이 과정에서 컴퓨터가 가지는 절차적 특성은 추상적 수작업에 의해 인간적인 무작위성을 표현하게 된다. 비록 직접 코딩으로 컴퓨터를 통제하는 방식은 아니지만 이러한 융합적 기법으로 태어난 애니메이션은 실험 애니메이션이 가지는 방대한 표현 영역을 짐작하게 한다([그림 46]). 본 연구에서 추구하는 인간적인 표현에 대한 고민을 절충을 통해 해결한 셈이다.



[그림 47] smoke water fire, 2BTextures (좌, 우) 30)

마크 스톡(Mark Stock)의 작품들 역시 눈에 띈다. 그는 이미 수차례 SIGGRAPH 아트갤러리에 작품을 선보인 적 있는 아티스트이자 프로그래머이다. 그는 자신의 코딩을 표현 주제로 삼는 예술작품을 꾸준히 진행해 왔는데, 2008년에도 *inside the bomb*를 비롯하여 *smoke water fire*를 출품하였다. 그 중 최종 선정된 *smoke water fire*의 경우는 공학적 연산을 통한 예술적 추상화를 이룬 전형적인 예제가 될 수 있는 작품이었다. 그는 이 작품을 생명체 같은 움직임을 하는 지오메트리 안에서 연기, 물, 불에 해당하는 시뮬레이션을 동시에 표현하였다. 그 결과물은 각 이펙트의 특성을 공유하고 있어 물체의 특성을 시간에 따라 변형시켜 관객의 관심을 끄는 힘이 있었다([그림 47 좌]).

역시 Ars Electronica와 SIGGRAPH의 전시 경력이 있는 보니 미첼(Bonnie Mitchell), 일레이니 릴리오스(Elainie Lillios)의 *2BTextures*는 그 역동적인 이미지와 컴퓨터 생성 음악 간의 동기가 매우 신선하다. 이 작품은 다음 해에 상영작으로 선정되었는데, 다양한 컴퓨터 생성 이미지들이 음악의 상황에 맞추어 전혀 다른 형태로 생성하고 변화하고 사라지는 과정을

30) 마크 스톡(Mark Stock)의 *smoke water fire*, 보니 미첼(Bonnie Mitchell), 일레이니 릴리오스(Elainie Lillios)의 *2BTextures* (좌, 우)

재현했다. 음악적 요소를 각 각 나뉘어, 숨결, 그리고 별들로 추상화하여 프로시듀럴 프로그래밍과 3차원 소프트웨어의 파티클 시스템을 사용하여 제작하였다. 디자인적 요소를 변주하여 발전시키는 수단으로 프로시듀럴 기법을 선택하여 주제와 부합하는 표현을 낳았다([그림 47 우]). 이러한 작가의 독특한 표현 방법을 위한 테크닉으로써의 프로시듀럴 작품을 볼 때 내러티브 작품에서 작가와 같이 호흡하며 즐거움을 느끼는 것 이상으로 작가의 무의식 속에서 같이 헤엄치고 공명하는 것을 느낄 수 있다.



[그림 48] Spacequatica, The Sancho Plan ³¹⁾

Spacequatica([그림 48])는 애니메이션과 인스탈레이션, 또는 게임의 경계에서 있다. 캐릭터가 등장하는 애니메이션이라 볼 수 있지만, 동시에 소리 시각화의 공연이기도 하다. 또한 퍼포먼스를 중심으로 보자면 인터랙티브 인스탈레이션 일 수도 있고 관객의 참여가 없다면 상영을 목표로 하는 영상작품으로도 볼 수 있다. 하나의 개념으로 설명하기 힘든 복합적인 내용이 혼재되어 있는 이러한 융합 개념의 출품작이 매년 늘어나고 있다.

31) www.thesanchoplan.com/liveperformance.html



[그림 49] 쿠미코 쿠시야마(Kumiko Kushiyama)의 tactile hand display

2004년 SIGGRAPH LA에서 *touch the drop*이라는 작품을 선보였던 쿠미코 쿠시야마(Kumiko Kushiyama)의 *tactile hand display*는 2007년도 아트 갤러리에서 비록 최종 선정되지 못했지만 매우 흥미로운 인스탈레이션 기획을 보여주었다([그림 49]). 이 작품은 2008년도 포스터에서 다시 선보이기도 했는데 OpenGL 을 사용하여 실시간으로 자라나는 눈의 결정을 관객의 참여에 의해 손에 잡을 수 있도록 설치한 작품이다. 내리는 눈 자체도 이미 프로시듀럴한 파티클 애니메이션이지만 결정 성장 알고리즘 역시 대표적인 성장 알고리즘이다. 언뜻 보기에는 기계적인 작품이 될 법 하지만, 관객의 참여라는 요소를 충분히 활용하여 흥미로운 인터랙션 작품으로 거듭났다.



[그림 50] 인터랙션이 가미된 설치 작품들 32)

과거에서부터 예에서 볼 수 있듯, 이러한 경계에 있는 작품들은, SIGGRAPH와 Ars Electronica와 같은 대형 전시를 통해 출판되고 기록되곤 한다. 그 기록들이 축적되고 있는 이때에 애니메이션을 양방향성을 가진 매체로 전환하여 관객과의 소통 장소를 고정하지 않고 대중 속으로 이동시키려는 시도가 늘고 있다. SIGGRAPH 2008의 로스 라신(Ross Racine)의 *Digital Drawing*, 커크 울포드(Kirk Woolford)와 칼로스 구에데스(Carlos Guedes)의 *Eco Location*, 아멜라 령(Armella Leung) 과 리버 오스왈드(Liver Oswald)의 *The Dreaming Pillow*, 타카히로 마츠오(Takahiro Matsuo)의 *Phantasm*, 등 많은 작품들은 상영, 전시, 공연 가능한 요소를 지닌 복합적 인스탈레이션이다([그림 50]).

2. 본 작품의 전시 - SIGGRAPH를 중심으로 복합적 인스탈레이션

본 알고리즘은 그 결과물이 전시되는 형태를 정확하게 규정할 수 없다. 먼저 알고리즘을 통해 완성된 그림을 출력하는 디지털 프린트가 첫 번째 전시 방법이라고 할 수 있고, 두 번째로 그림을 그리는 과정을 순차적으로 보여 주는 과정, 즉 프로시듀럴 애니메이션이 또 다른 전시 방법이라 할 수 있다. 위의 두 가지 방법을 혼합한 것이 바로 SIGGRAPH 2006 G-Studio

32) 왼쪽 부터 커크 울포드(Kirk Woolford)와 칼로스 구에데스(Carlos Guedes)의 *Eco Location*, 아멜라 령(Armella Leung) 과 리버 오스왈드(Liver Oswald)의 *The Dreaming Pillow*, 타카히로 마츠오(Takahiro Matsuo)의 *Phantasm*

에서 선보인 통합적 인터랙티브 인스탈레이션이다. 상호작용을 보장하는 설치 미술은 관객의 반응을 이끌어내는 것이 전시의 중요한 과정 중 하나이다. 이 방법이 성공적이었던 이유는 관객의 호응을 높일 수 있는 방법으로 전통적 전시 형태를 효과적으로 혼합 사용했기 때문이다. 실제 카메라 앞에 앉아서 촬영을 하고 있는 사람은 비사실적 렌더링의 과정을 경험하고 있지만, 뒤에서 기다리는 사람들에게는 아무런 흥미를 끌지 못할 수 있다. 이때에 대형 화면으로 화가가 그리는 과정을 재현하도록 프로시듀럴 애니메이션이 상영된다면 주변 관객들 모두 그림이 완성되는 모습을 즐길 수 있게 된다. 그러나 이것 만으로는 참가자가 끝까지 기다리게 만들 동기가 되지 못한다. 따라서 인쇄를 통해 많은 사람이 기다린 결과물을 얻을 수 있도록 배려했다. 결국 이 작품은 현장에서의 좌석에 앉은 사람과 그를 둘러싼 관객들 모두가 공연의 재료가 된다.



[그림 51] 시그래프 전시 장면

융합의 관점에서 보자면 위에 언급한, 2006년 SIGGRAPH G-Studio에서 발표한, 비사실적 렌더링 애니메이션과 퍼포먼스를 결합한 독특한 형식의 *미완 디자인을 사용한 회화적 렌더링(Painterly Rendering with Designed Imperfection)*은 주목할 만하다. 이는 애니메이션, 인스탈레이션, 그리고 공연, 즉 다양한 영역을 넘나드는 작품이다([그림 51]). 예술가를 대체하는 알고리즘은 절차적이고, 그 애니메이션 과정 역시 매우 절차적이다. 그러나 기계적일 수 있는 절차적 과정을 화가의 습관에 투영할 때 인간적인 붓 질감을 재현한다는 착각에 빠지게 된다. 이러한 퍼포먼스는 알고리즘의 프로시듀럴한 비인간적 특성을 정면으로 부인하는 결과이다.

디지털 아트, 혹은 테크놀로지 예술이라 불리는 기술을 차용하는 예술 분야에서는 이미 이러한 절차적 관점에서의 실험적 작품이 많이 생성되어 왔다. 2000년 발표작인 골란 레빈(Golan Levin)의 *Scribble*, 같은 경우는 애니메이션, 즉흥 인터랙티브 퍼포먼스 그리고 프로그래밍을 통한 절차적 구현을 모두 포함하는 복합적 결과물이다.

이렇듯 과거 일부 공학과 예술분야에 양립하는 작가, 특정한 작품에서만 시도되었던 이러한 프로시듀럴 인터랙션 작품은 현재에는 많은 예술가가 컴퓨터를 직접 다룰 수 있게 되면서 보다 보편화된 제작 기법, 혹은 주제가 되고 있다. 특히 컴퓨터의 절차적 알고리즘을 약식화한 형태의 모듈로 제공하는 소프트웨어와 라이브러리가 일반화되어 공학적 지식에 무지한 순수 예술 작가들이 보다 쉽게 작품을 생성하는데 도움을 주고 있다.

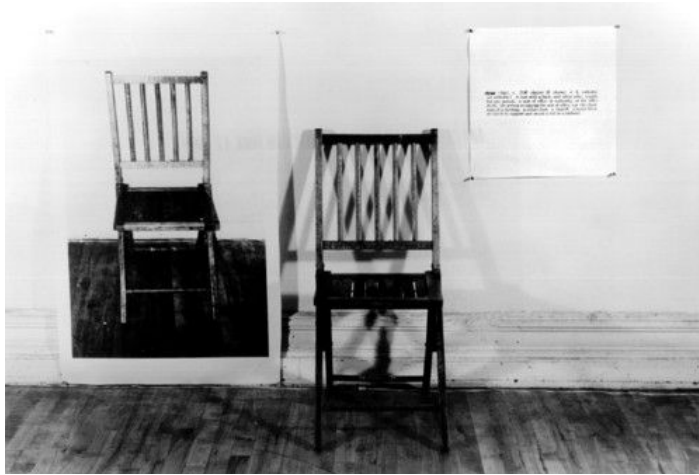
최근의 다양한 인터랙티브 인스탈레이션 작품에는 프로시듀럴 기법을 차용한 영상 복합 작품이 눈에 띄는 것은 자연스러운 일이다. 따라서 현대 미디어 아트의 관점은 알고리즘의 설립 자체가 하나의 작품 활동의 영역에

속하게 되는, 즉 논리적 절차의 발명이 예술가의 영역에 포함되고 있다. 결국 이는 예술의 범위가 공학적 평가의 영역으로 확산될 수 있다는 가능성을 보여준다. 따라서 본 연구는 전시라는 전통적인 평가와 함께 공학적 응용의 가능성을 동시에 살펴보게 된다.

3. 재현 과정에 대한 재현

조지프 쿠수스(Joseph Kosuth)의 *하나 그리고 세 개의 의자(one and three chairs, 1965)*를 보자([그림 52]). 사진으로 찍은 의자, 그리고 실물 의자가 놓여 있고, 마지막으로 사전적 의자의 정의인 ‘나무와 철 등 단단한 물질로 만들어져 있어 휴식을 취할 수 있는 가구’를 그대로 확대한 종이가 붙여 있다. 이 퍼포먼스에서 보여주고자 하는 개념, 즉 의자란 무엇인가에 대한 근본적 물음은 의자를 다른 단어로 치환하더라도 크게 달라지지 않는다. 특히 미술이란 무엇인가, 재현이란 무엇인가에 대한 질문이라면 본 연구에서 지속적으로 맞닿게 되는 고민과 다름 아니다.

모든 미술이 개념으로 존재할 수 있다는 그의 주장은 우선은 예술의 결과물에 대한 실제와 모방에 대한 질문이겠지만, 치환하여 예술인 자체가 주체라면 고민이 더해진다. 다시 말해 세 개의 의자 대신, 세 명의 예술가라면, 더 구체적으로 예를 들자면 페인팅을 하는 화가의 모습을 담은 동영상, 실제 화가의 퍼포먼스, 그리고 화가의 사전적 정의가 그 대상이라면 어느 것이 진짜 화가인가?



[그림 52] 조지프 쿠수스(Joseph Kosuth), One and Three Chairs.1965

THE RHYTHMIC STRUCTURE, 3-5-6½-6¾-5-3½, IS EXPRESSED IN CHANGING TEMPO (INDICATED BY LARGE NUMBERS)(BEATS PER MINUTE). A NUMBER REPEATED AT THE SUCCEEDING STRUCTURAL POINT INDICATES A MAINTAINED TEMPO. ACCELERANDOS AND RITARDOS ARE TO BE ASSOCIATED WITH THE RHYTHMIC STRUCTURE, RATHER THAN WITH THE SOUNDS THAT HAPPEN IN IT.

THE NOTATION OF DURATIONS IS IN SPACE. 2½ CM. = ♩. A SOUND BEGINS AT THE POINT IN TIME CORRESPONDING TO THE POINT IN SPACE OF THE STEM OF THE NOTE (NOT THE NOTE-HEAD) IN THE CASE OF A SINGLE WHOLE NOTE THIS STEM-POINT IS MARKED BEFORE THE NOTE (AS ♩), IN THE CASE OF ADJACENT-IN-PITCH WHOLE NOTES, BETWEEN THEM (AS ♩), IN THE CASE OF A GLISSANDO, IN THE CENTER OF THE DURATION INDICATED. A STACCATO MARK INDICATES A SHORT DURATION OF NO SPECIFIC LENGTH. A CROSS (+) ABOVE AN ♩ OR AT THE END OF A PEDAL NOTATION INDICATES THE POINT OF STOPPING SOUND AND DOES NOT HAVE ANY DURATION VALUE. FRACTIONS ARE OF A ♩ OR OF 2½ CM.

PEDALS ARE INDICATED: $\underline{\hspace{1cm}}$ = SUSTAINING; $\underline{\hspace{1cm}} \text{ } \underline{\hspace{1cm}}$ = AFTER THE ATTACK, SUSTAINING-OVERTONES; $\underline{\hspace{1cm}} \text{ } \underline{\hspace{1cm}} \text{ } \underline{\hspace{1cm}}$ = UNA CORDA; $\underline{\hspace{1cm}} \text{ } \underline{\hspace{1cm}} \text{ } \underline{\hspace{1cm}} \text{ } \underline{\hspace{1cm}}$ = SOSTENUTO.

NOTE:

ACCIDENTALS APPLY ONLY TO THE TONES THEY DIRECTLY PRECEDE. ♩ (A DIAMOND) = A KEY DEPRESSED BUT NOT SOUNDED. TONE-CLUSTERS ARE NOTATED AS IN THE WORK OF HENRY COWELL.

DYNAMICS ARE BETWEEN $\underline{\hspace{1cm}}$ AND $\underline{\hspace{1cm}}$. ACCENTS ARE INDICATED BY A LOUDER DYNAMIC FOLLOWED BY A SOFTER ONE; E.G. $\underline{\hspace{1cm}} \text{ } \underline{\hspace{1cm}}$ IS A $\underline{\hspace{1cm}}$ SOUNDED ACCENTED LESS THAN $\underline{\hspace{1cm}}$.

IT WILL BE FOUND IN MANY PLACES THAT THE NOTATION IS IRRATIONAL; IN SUCH INSTANCES THE PERFORMER IS TO EMPLOY HIS OWN DISCRETION.

[그림 53] 역의 음악의 노트 33)

우연한 실수란 존재하는지 이 역시 중요한 고민 중 하나이다. 존 케이지는 *역의 음악*(Music of Change - John Cage) 에서 불확실성에 기대어 현대 예술계를 바꾸어 놓을 작곡을 했다([그림 53]). 동전을 던져 나온 데이터를 음의 높이와 길이로 치환하는 작업을 하였는데, 컴퓨터가 제공하는 계산된 불확실성에 기대는 편이 더 쉬울 듯 보인다. 그러나 정작 케이지는 컴퓨터를 사용하여 무작위를 만드는 것에 대해 반감이 있었다고 하니 아마도 동전을 던지는 행위 자체를 예술적 퍼포먼스라 생각했을 가능성도 있다. 이후에 이루어진 4분 33초라는 혁명적인 그의 작품에서도 주위 환경에 대한 소음의 흡수를 통해 음악의 영역을 확장하였다. 본 연구에서 보이는 무작위성은 얼핏 난수표처럼 보이지만 미묘한 패턴을 생성하는 독특한 인간의 버릇은 쉽게 재현할 수 없으니 관객의 불확실한 입력은 중요한 자료가 된다..

최후의 만찬이 가지는 유일성에 의한 영기, 즉 아우라로 예술품의 가치를 평가하는 경향은 이미 베냐민의 기술 복제 시대의 예술 작품에서 재고되었다. 모더니즘 이후의 예술품의 제의 가치는 거의 무시되며 전시 가치를 중심으로 삼는다. 틀과 고정 관념을 깨려는 시도는 아방가르드에서도 현대 미술에서도 끊임없이 발견된다. 애니 스프링클(Annie Sprinkle)등 진짜 포르노 배우들이 스스로 예술가라 칭한 전시에서부터 샌드라 버나드(Sandra Bernhard)를 비롯한 배우들이 플레이보이 잡지를 통해 포르노 배우로 변한 예에서 보듯, 경계를 나누고 틀을 짓는 행위에 대한 예술가들이 느끼는 불편함은 성과 같이 금기시된 분야에서도 예외는 아니었다. 아도르노가 언급한 표준화(standardization)에 따른 의사 개별화(pseudo individualization),

33) *역의 음악*은 스코어와 인스트럭션으로 이루어져 있는데, 이 인스트럭션은 알고리즘에서 볼 수 있는 절차적 해결법과 매우 유사하다.

그리고 결론적으로 몰개성에 이르는 장르의 고착은 예술가들에게는 자율성을 파괴하는 최악의 결과라 할 수 있다.

극단적인 해석의 입장에서 보자면, 작가의 의도가 가장 중요하다는 입장에서, 작품 자체가 가지는 의미가 더 중요하다는 입장, 마지막으로 감상자의 역할이 모든 것을 결정한다는 입장, 각기 다른 관점에서 전혀 다른 결론이 날 수 있다. 상황과 조건에 따라 다양한 해석이 가능하다면, 진품과 위작의 경계 역시 모호할 수밖에 없다. 이는 이미 다수의 현대 예술가들이 고민하고 실행한 내용이다. 특히 수용미학이론과 같은 모든 감상자의 관점에 기대는 결론은 규칙을 만들기가 불가능할 정도이다. 이것에 본 연구가 더한 변주 같은 질문은, 예술가와 예술가처럼 행동하는 기계의 경계에 대한 것이다.

아름다움이나 예술에 대한 정의가 그 사회에 의해 결정된다면, 화가, 예술가란 무엇인가라는 질문은 이제 고쳐서 무엇이 그 사회나 사회 구성원들에 의해 그를 화가로 예술가로 규정짓는가라고 질문해야 할 것이다. 바로 이 ‘무엇’은 분명 규정들이며 따라서 모호한 감정적인 대상보다는 오히려 분석의 대상이 될 수 있다. 앞서 언급한 의자의 정의는 바로 의자에 대한 규칙들이고, 이것은 본 연구에서 추구하는 프로시듀럴적 알고리즘에 통해 구현 가능한 부분이다.

예술가들이 작품에 대한 평가를 대중적인 방법으로 받는 것은 일반적인 일은 아니지만, 갤러리를 통한 비평은 공표와 피드백을 받는 하나의 절차로 볼 수 있다. 그렇다고 제품이 아닌 이상, 특히 자신의 예술관을 표현한 작품에 대해 시장의 평가가 어긋난다고 해서 작품을 실시간으로 보정하는 일은 없을 것이다. 그러나 본 연구에서 수행한 알고리즘은 관객의 반응을 참

고하면서 지속적인 수정을 할 수 밖에 없었다. 그 이유는 작품을 관통하는 개념은 완성된 작품이라는 목표가 아닌, 화가를 대체, 즉 화가의 정의라는 아우라를 파괴하자는 의도였기 때문이다. 따라서 관객을 설득시키는 것이 기획의 완성을 위한 첫 번째 조건인 것이다. 그러나 이러한 일부 관객의 반응이 충분조건인 것은 아니다. 본 알고리즘은 이미 대량생산이 가능한 특허를 통해 대중들에게 전파되고 있다. 구체적으로, 본 알고리즘은 모자이크 알고리즘과 회화적 렌더링 알고리즘으로 나뉘어 휴대 전화에 이식되었다. 이 시점에서 이를 예술적인 성과물로 보아야 할 것인지 공학적 연구물로 보아야 할 것인지 모호한 상태가 되어 버린다.

다시 작품의 조건에 대해 이야기 해 보자면, 본 회화적 렌더링과 모자이크 렌더링은 기존 예술가들의 설치미술과 큰 차이점이 있는데, 단 하나의 작품으로 유일성을 보장 받는 것이 아닌 무한 복제를 전제로 구상되었다는 것이다. 특히나 공학에서 주제로 삼는 효율적인 생산방식을 따르는 것을 기획의 주요 관점으로 삼았기 때문에 일반적 예술 작품에서는 볼 수 없는 상업적인 특징을 보이는 것은 당연하다. 예술적 목적이라 볼 수 있는 표현 방법의 완성, 그리고 공학적 목적인 효율적이고 재생 가능한 알고리즘, 이 둘은 동시에 달성해야 하는 목표이다. 결국 이 알고리즘의 예술적 가치는 공학적 통로를 통해 파급되어 대중에게 사용되고, 현재에도 실험 중이라 할 수 있다. 만약 모든 이의 휴대전화에서 본 작품을 볼 수 있다면, 그 때에는 새로운 사회적 피드백을 바탕으로 실험을 하여 예술가를 정의하는 새로운 관점을 발전시킬 수 있을 것이다. 다시 말해 앞서 언급한 것처럼 사회가 생각하는 예술가에 대한 절차적 알고리즘으로의 정의를 내릴 수 있는 충분한 데이터가 수집될 수 있을 것이다.

VII. 결론

지금까지 본 연구에서는 회전 가능한 물체를 사용한 중첩 모자이크 (Stackable Mosaics with Rotatable Objects)와 미완 디자인을 사용한 회화적 렌더링 (Painterly Rendering with Designed Imperfection)이라는 두 개의 비사실적 렌더링 기법에 대한 기술적, 예술적 내용을 언급했다. 이 알고리즘들은 공학을 기반으로 하지만 예술적인 입장을 배제하기 어려운 비사실적 렌더링 분야의 연구이다. 모자이크 기법과 회화적 렌더링 기법의 일부라 볼 수 있는 본 연구는 기존 공학자들만의 연구 영역을 넘는 예술적 연구 내용을 담고 있다.

연구의 결과물은 이론에서 머무는 것이 아니라 예술적 결과물로 구현되어 작품으로 전시되었다. 작품들은 국내외적으로 SIGGRAPH 2004 Sketch, GRAPHITE 2004, 서울-신촌 Media Art Festival 2004 (Hi-Seoul Festival), Epson Color Imaging Contest 2004, Computational Aesthetics in Spain 2005, SIGGRAPH 2006 Sketch, HCI 아트갤러리 (평창) 2006, SIGGRAPH 2006 G-Studio, Japan Media Art Festival 2006, GRAPHITE 2006, SIGGRAPH Touring Show USA 2007, 전영학원 애니메이션 아카데미 어워드 2007, 평택지영회 예술제 2007, GRAPHITE 2007, ASIAGRAPH in Shanghai 2007, Science+Art 전 - 좀 더 크게 좀 더 작게 2007, 미래성장 동력 COEX 2007, 제비울 미술관 기획전 - Double Click 2007, AFRIGRAPH 2009, 인천 국제 디지털 아트 페스티벌 2009 등 수십여 기획전, 단체전, 경쟁 부분과 초청 부분에 선정되었다.

본 연구의 기술은 예술적 가치에 보다 집중하고 있는 본 연구의 특성상 그 결과물에 대한 정량적 평가가 아닌 예술 분야의 피드백을 주목할 수밖에 없고, 위와 같이 다양한 전시에서 선보인 본 연구 결과물들은 성공적 전시의 여부를 판단하는데 도움을 준다. 비록 전시는 상대적이고 모호한 주장으로 시작하지만 다수 전시에 초청되고 많은 관객과 큐레이터로부터 좋은 평가를 얻어 다음 전시에 기획 초대 되는 과정을 수년간 반복해 오고 있다는 점은 본 연구의 가치를 방증한다고 믿는다. 특히 세계 미디어 아트 경쟁 페스티벌 중 가장 주목을 받고 있는 행사 중 하나인 SIGGRAPH에 3년에 걸쳐 세 번 선정되었다는 점은 세계적인 석학과 예술가로부터의 긍정적인 평가를 받았다는 증거로 삼을 수 있다.

레오나르도 다빈치는 "자격도 없으면서 화가라는 이름을 얻은 이들이 하는 비열한 주장들에 관하여" 라는 사설에서 끊임없는 관찰과 분석 그리고 추론을 통한 과학적 방법론으로 연구할 때에 예술이 더 발전할 수 있다고 저술했다[47]. 그의 조언은 현 시대에도 유용하다. 본 연구자는 자연과 지성의 통합을 통한 논리적 연구 방법이 예술의 창조적 표현을 촉발하며 새로운 영감을 주는 좋은 자극제가 되는 과정을 경험했다. 이렇듯 융합을 전제로 창출되는 연구 분야는 기존에 고민하지 않았던 질문을 던질 수 있게 해 주고, 과거에 상상할 수 없는 새로운 연구 목표를 제시해 준다.

복합학 연구 진행 과정에서 새로이 발굴할 문제점과 파생될 연구 분야는 짐작할 수 없이 무한하다. 본 연구에서 고찰한 비사실적 렌더링은 공학만으로는 불완전할 수밖에 없다. 공학, 예술, 그리고 나아가 인문이 결합하여 서로 보완해야 한다. 다시 말해 모자이크, 회화 특성 정의와 렌더링 기술개발이 동시에 진행되어야 하므로 시작부터 결과 평가까지 연구 기간 전반에

결쳐 다양한 전공의 긴밀한 협업이 필요하다. 또한 개념 예술의 범주에서 본 연구를 어떻게 보여줄 것인가 하는 인문학적 고민 역시 매우 중요하다. 비록 인간이 미를 느끼는 과정을 시뮬레이트하는 인공지능적인 심미 인식 엔진은 요원해 보이지만, 비사실적 렌더링 연구를 위해서는 예술가의 감성에 대한 인지심리학적인 분석은 반드시 겪고 넘어가야 할 부분이다. 예술의 정성적인 부분에 대한 정량적인 기준 설립은 공학 연구의 증명과정을 만족시키기 위해 매우 중요한 요건이지만, 절대적 아름다움에 대한 기계적 판별법은 인공지능의 정점에 해당하는 영역이므로 쉽게 해결될 리 없다. 또한 가능하다 하더라도 미적 판단은 개인적인 문제일 수 있으며, 시대에 따라 달라지는 등, 일관된 판별법의 완성은 불가능일 것이다. 그러나 이 부분이 바로 이 연구의 흥미로운 목표중 하나이며, 비록 미의 정량적, 자동적 평가가 실패할 것이 자명하더라도, 그 연구 과정을 통해 오히려 많은 것을 배울 수 있는 계기가 될 것이라 믿는다. 특히 인간이 미를 느끼는 요소에 대한 지속적인 증거물들의 수집은 공학적 방법론을 통해 괄목할 성과가 있을 것으로 기대한다.

참 고 문 헌

- [1] Park, Jin Wan., Ryu, Seung Taek. "Multi-layered Stack Mosaic with rotatable object", CGI 2006, LNCS 4035
- [2] Park, Jin Wan. Painterly Renering with Designed Imperfection - installation, SIGGRAPH 2006 Guerilla Studio Special Project, Boston Aug 2006
- [3] 박진완, etc. 비사실적 렌더링 기반 예술과 공학의 융합 연구, 디자인학 연구 통권 제 77호(Vol.21 No.3), 93~102쪽
- [4] Buxton, W. (1988). The Role of the Artist in the Laboratory (German and English translation). In C. Schopf, (Ed.). Meisterwerke der Computer Kunst. Bremen: TMS Verlag (pp. 29-32).
- [5] Hertz, Garnet. (1995) "The Godfather of Technology and Art: An Interview with Billy Kluver," April 19, 1995.
- [6] Brown, Maxine D., Smoliar Stephen W. (1976) A graphics editor for labanotation, Proceedings of the 3rd annual conference on Computer graphics and interactive techniques, (pp.60-65), July 14-16, 1976, Philadelphia, Pennsylvania
- [7] Rewald, John. History of Impressionism, Harry N. Abrams, 1990
- [8] Sims, Karl. Particle Animation and Rendering Using Data Parallel Computation, Computer Graphics Vol 24 No 4, 1990
- [9] Rivers, Alec R., James, Doug L. FastLSM: Fast Lattice Shape

Matching for Robust Real-Time Deformation, ACM Transactions on Graphics, 26(3), 2007

[10] Bridson, R., Fedkiw, R., Muller-Fischer, M. 2006. Fluid simulation: SIGGRAPH 2006 course notes, In ACM SIGGRAPH 2006 Courses, SIGGRAPH '06. ACM Press, 2006

[11] Treuille, Adrien., McNamara, Antoine., Popović, Zoran., Stam, Jos. Keyframe Control of Smoke Simulations, ACM Transactions on Graphics, 22(3), 2003

[12] Gooch, Bruce. (2001) Non-Photorealistic Rendering, A.K. Peters Ltd

[13] Strothotte, Thomas., Schlechtweg, Stefan (2002). Non-Photorealistic Computer Graphics: Modeling, Rendering, and Animation, Morgan Kaufmann

[14] Musgrave, Forest Kenton. (1993) Methods for realistic landscape imaging, Yale University, New Haven, CT, 1993, <http://www.kenmusgrave.com/>

[15] Baxter, W., Wendt, J., AND Lin, M. C. (2004) Impasto: A realistic model for paint. In Proceedings of the 3rd International Symposium on Non-Photorealistic Animation and Rendering, 45.46.

[16] Hertzmann, Aaron. Painterly Rendering with Curved Brush Strokes of Multiple Sizes. In SIGGRAPH 98 Conference Proceedings, pages 453 - 460, July 1998.

[17] Kim, Junhwan., Pellacini, Fabio. (2002) Jigsaw image mosaics, Proceedings of the 29th annual conference on Computer graphics and

interactive techniques, July 23–26, 2002, San Antonio, Texas 2002

[18] Debevec, Paul E., Malik, Jitendra. (1997) Recovering high dynamic range radiance maps from photographs, Proceedings of the 24th annual conference on Computer graphics and interactive techniques, (pp. 369–378), August 1997

[19] Reardon, Mary. (2002) Special session - industrial light & magic: Spider-Man: behind the mask, ACM SIGGRAPH 2002 conference abstracts and applications SIGGRAPH '02, July 2002

[20] Mould, David. (2003) A stained glass image filter, ACM International Conference Proceeding Series; Vol. 44 Proceedings of the 14th Eurographics workshop on Rendering, 2003

[21] Morris, Elizabeth.(1988) Stained and Decorative Glass, Baldock

[22] Silver, R., Hawley, M. (1997) Photomosaics. New York, Henry Holt, 1997

[23] Hausner, A. (2001) Simulating Decorative Mosaics In ACM SIGGRAPH 01 Conference Proceedings, 2001

[24] Elber, Gershon., Wolberg, George. “Rendering traditional mosaics” The Visual Computer 2003: 67–78.

[25] Strand, C. Hello, Fruit Face! The Paintings of Guiseppe Arcimboldo, Prestel (1999)

[26] West, Thomas G. Artist discoveries and graphical histories, ACM SIGGRAPH Computer Graphics, Volume 33 , Issue 4 Nov.2000 12–13

[27] Tran, Nicholas. Generating Photomosaics: An Empirical Study.

SAC1999:105-109

[28] Finkelstein, Adam., Range, Marisa. Image Mosaics. Technical Report TR-574-98, Princeton University, Computer Science Department, March 1998.

[29] McKenna, Tom., Arce, Gonzalo R. New Image Mosaic Structures. Technical report, Department of Electrical and Computer Engineering, University of Delaware, August 1999.

[30] Koffa, K. Principles of Gestalt Psychology, London, Routledge&Kegan Paul (1935)

[31] Rensink, R. A. Seeing, Sensing, and Scrutinizing. Vision Research (2000) 40, 1469-1487

[32] Cassirer, Ernst. An Essay on Man: An Introduction to a Philosophy of Human Culture, Yale University Press (1962)

[33] Adorno, Theodor W. Aesthetic Theory, University of Minnesota Press (December 1998)

[34] CURTIS, C. J., ANDERSON, S. E., SEIMS, J. E., FLEISCHER, K. W., AND SALESIN, D. H. 1997. Computer-generated watercolor. In Proceedings of the 24th annual conference on Computer graphics and interactive techniques, ACM Press/Addison- Wesley Publishing Co., 421 - 430.

[35] CHU, N. S., AND TAI, C. L. 2002. An efficient brush model for physically-based 3d painting. Proc. of Pacific Graphics (Oct).

[36] Barbara J. Meier. Painterly Rendering for Animation. In SIGGRAPH

96 Conference Proceedings, pages 477 - 484, August 1996.

[37] Daniels, Eric. Deep Canvas in Disney's Tarzan. In SIGGRAPH 99: Conference Abstracts and Applications, page 200, 1999

[38] Haeberli, Paul E. Paint By Numbers: Abstract Image Representations. In Forest Baskett, editor, Computer Graphics (SIGGRAPH '90 Proceedings), volume 24, pages 207 - 214, August 1990.

[39] Litwinowicz, Peter. Processing images and video for an impressionist effect. Proceedings of SIGGRAPH 97, pages 407-414, August 1997

[40] Herzmann, Aaron., Perlin, K. Painterly rendering for video and interaction. In NPAR 2000 : First International Symposium on Non Photorealistic Animation and Rendering, ACM SIGGRAPH / Eurographics, 7 - 12.

[41] Hays, James., Essa, Irfan. Image and Video Based Painterly Animation, Non-Photorealistic Animation and Rendering 2004 (NPAR '04), Annecy, France, June 7-9, 2004

[42] Herzmann, Aaron. Fast paint texture. In Second International Symposium on Non-Photorealistic Animation and Rendering (NPAR 2002), 91 - 96.

[43] Maurice Grosser, The painter's eye, Rinehart , 1951

[44] Nicolaidis, Kimon. The Natural Way to Draw: A Working Plan for Art Study, Mariner Books (February 1, 1990)

[45] Paul H. Tucker, Monet at Argenteuil, Yale University Press, 1986

[46] Doug DeCarlo , Anthony Santella, Stylization and abstraction of photographs, Proceedings of the 29th annual conference on Computer graphics and interactive techniques, July 23-26, 2002, San Antonio, Texas

[47] 레오나르도 다 빈치; 장 폴 리히터 편집. (2006) 레오나르도 다 빈치 노트북, 서울 : 루비박스, 2006

ABSTRACT

An Interdisciplinary Study of Visual Art Representation through Mutual Cooperation with Art and Engineering

Park, Jin Wan

Dept. of Computer Science

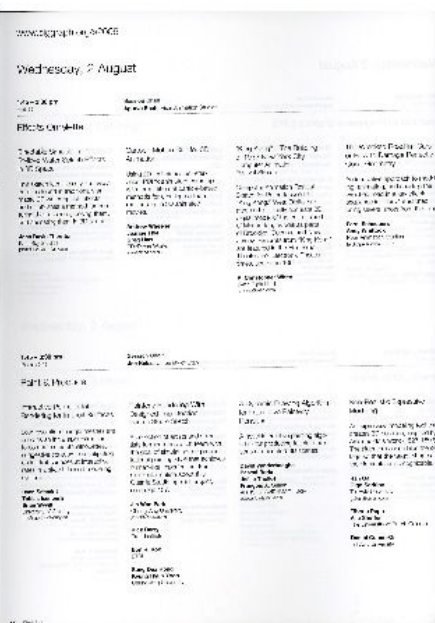
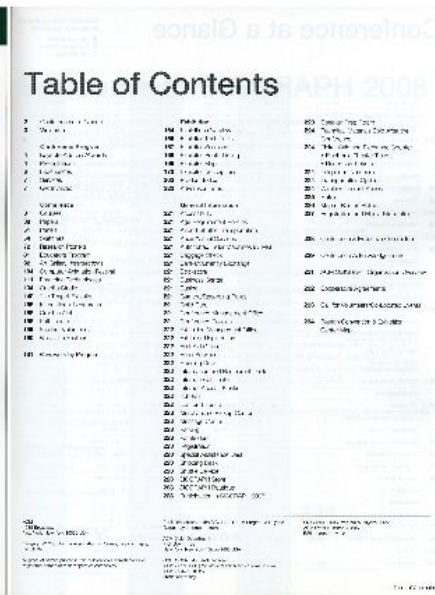
Graduate School

Sungshin Women's University

Recently we can easily find interdisciplinary study project teams of scientists and artists. In this paper I will present algorithms and artworks which cannot be performed without interdisciplinary study between Arts and Science. One of the algorithms is multi-layered Photomosaics with database enrichment by element rotation. The benefit of this algorithm is that an artist can not only produce a digital mosaic with a relatively small database without degrading the

quality of the mosaic, but that the Multi-layered Stack Mosaic also generates unique and strong artistic expressions which gives an illusion of piled stackable objects. Another algorithm is Painterly Rendering with Designed Imperfection. The limitation of a human being unable to make a painting exactly as he pleases (as a photograph creates a direct representation of what is) is the starting point of making a creative work. This paper explains the algorithm that reproduces human errors, as well as the stroke data collection method. Overall, in the paper, I figure out difference between research methodology of art and science from conflict of heterogeneous study and effective attitude for the cooperation with both technical statement and artist's statement.

Appendix - 작품 도록





KOON
The Korea Contents Association 2006 Spring

International Digital Design Invitation Exhibition

Vol.2 No.1

HUMAN ORIENTED CONTENTS
Korean 2006 Spring Internet Level Digital Design Invitation Exhibition
Participating Nation: Korea, Germany, Indonesia, Japan, Malaysia, Philippines, Taiwan, Thailand
Date: May 23 ~ 29, 2006
Place: Kurumbeek, Jeonju University, Korea
Sponsorship: The Korea Contents Association
Supervision: Jeonju University, Korea
<http://www.korasscontents.or.kr>



Park, Yoon-Seung
Korea, Korea
2006, 2005, 2004, 2003, 2002, 2001, 2000, 1999, 1998, 1997, 1996, 1995, 1994, 1993, 1992, 1991, 1990, 1989, 1988, 1987, 1986, 1985, 1984, 1983, 1982, 1981, 1980, 1979, 1978, 1977, 1976, 1975, 1974, 1973, 1972, 1971, 1970, 1969, 1968, 1967, 1966, 1965, 1964, 1963, 1962, 1961, 1960, 1959, 1958, 1957, 1956, 1955, 1954, 1953, 1952, 1951, 1950, 1949, 1948, 1947, 1946, 1945, 1944, 1943, 1942, 1941, 1940, 1939, 1938, 1937, 1936, 1935, 1934, 1933, 1932, 1931, 1930, 1929, 1928, 1927, 1926, 1925, 1924, 1923, 1922, 1921, 1920, 1919, 1918, 1917, 1916, 1915, 1914, 1913, 1912, 1911, 1910, 1909, 1908, 1907, 1906, 1905, 1904, 1903, 1902, 1901, 1900, 1899, 1898, 1897, 1896, 1895, 1894, 1893, 1892, 1891, 1890, 1889, 1888, 1887, 1886, 1885, 1884, 1883, 1882, 1881, 1880, 1879, 1878, 1877, 1876, 1875, 1874, 1873, 1872, 1871, 1870, 1869, 1868, 1867, 1866, 1865, 1864, 1863, 1862, 1861, 1860, 1859, 1858, 1857, 1856, 1855, 1854, 1853, 1852, 1851, 1850, 1849, 1848, 1847, 1846, 1845, 1844, 1843, 1842, 1841, 1840, 1839, 1838, 1837, 1836, 1835, 1834, 1833, 1832, 1831, 1830, 1829, 1828, 1827, 1826, 1825, 1824, 1823, 1822, 1821, 1820, 1819, 1818, 1817, 1816, 1815, 1814, 1813, 1812, 1811, 1810, 1809, 1808, 1807, 1806, 1805, 1804, 1803, 1802, 1801, 1800, 1799, 1798, 1797, 1796, 1795, 1794, 1793, 1792, 1791, 1790, 1789, 1788, 1787, 1786, 1785, 1784, 1783, 1782, 1781, 1780, 1779, 1778, 1777, 1776, 1775, 1774, 1773, 1772, 1771, 1770, 1769, 1768, 1767, 1766, 1765, 1764, 1763, 1762, 1761, 1760, 1759, 1758, 1757, 1756, 1755, 1754, 1753, 1752, 1751, 1750, 1749, 1748, 1747, 1746, 1745, 1744, 1743, 1742, 1741, 1740, 1739, 1738, 1737, 1736, 1735, 1734, 1733, 1732, 1731, 1730, 1729, 1728, 1727, 1726, 1725, 1724, 1723, 1722, 1721, 1720, 1719, 1718, 1717, 1716, 1715, 1714, 1713, 1712, 1711, 1710, 1709, 1708, 1707, 1706, 1705, 1704, 1703, 1702, 1701, 1700, 1699, 1698, 1697, 1696, 1695, 1694, 1693, 1692, 1691, 1690, 1689, 1688, 1687, 1686, 1685, 1684, 1683, 1682, 1681, 1680, 1679, 1678, 1677, 1676, 1675, 1674, 1673, 1672, 1671, 1670, 1669, 1668, 1667, 1666, 1665, 1664, 1663, 1662, 1661, 1660, 1659, 1658, 1657, 1656, 1655, 1654, 1653, 1652, 1651, 1650, 1649, 1648, 1647, 1646, 1645, 1644, 1643, 1642, 1641, 1640, 1639, 1638, 1637, 1636, 1635, 1634, 1633, 1632, 1631, 1630, 1629, 1628, 1627, 1626, 1625, 1624, 1623, 1622, 1621, 1620, 1619, 1618, 1617, 1616, 1615, 1614, 1613, 1612, 1611, 1610, 1609, 1608, 1607, 1606, 1605, 1604, 1603, 1602, 1601, 1600, 1599, 1598, 1597, 1596, 1595, 1594, 1593, 1592, 1591, 1590, 1589, 1588, 1587, 1586, 1585, 1584, 1583, 1582, 1581, 1580, 1579, 1578, 1577, 1576, 1575, 1574, 1573, 1572, 1571, 1570, 1569, 1568, 1567, 1566, 1565, 1564, 1563, 1562, 1561, 1560, 1559, 1558, 1557, 1556, 1555, 1554, 1553, 1552, 1551, 1550, 1549, 1548, 1547, 1546, 1545, 1544, 1543, 1542, 1541, 1540, 1539, 1538, 1537, 1536, 1535, 1534, 1533, 1532, 1531, 1530, 1529, 1528, 1527, 1526, 1525, 1524, 1523, 1522, 1521, 1520, 1519, 1518, 1517, 1516, 1515, 1514, 1513, 1512, 1511, 1510, 1509, 1508, 1507, 1506, 1505, 1504, 1503, 1502, 1501, 1500, 1499, 1498, 1497, 1496, 1495, 1494, 1493, 1492, 1491, 1490, 1489, 1488, 1487, 1486, 1485, 1484, 1483, 1482, 1481, 1480, 1479, 1478, 1477, 1476, 1475, 1474, 1473, 1472, 1471, 1470, 1469, 1468, 1467, 1466, 1465, 1464, 1463, 1462, 1461, 1460, 1459, 1458, 1457, 1456, 1455, 1454, 1453, 1452, 1451, 1450, 1449, 1448, 1447, 1446, 1445, 1444, 1443, 1442, 1441, 1440, 1439, 1438, 1437, 1436, 1435, 1434, 1433, 1432, 1431, 1430, 1429, 1428, 1427, 1426, 1425, 1424, 1423, 1422, 1421, 1420, 1419, 1418, 1417, 1416, 1415, 1414, 1413, 1412, 1411, 1410, 1409, 1408, 1407, 1406, 1405, 1404, 1403, 1402, 1401, 1400, 1399, 1398, 1397, 1396, 1395, 1394, 1393, 1392, 1391, 1390, 1389, 1388, 1387, 1386, 1385, 1384, 1383, 1382, 1381, 1380, 1379, 1378, 1377, 1376, 1375, 1374, 1373, 1372, 1371, 1370, 1369, 1368, 1367, 1366, 1365, 1364, 1363, 1362, 1361, 1360, 1359, 1358, 1357, 1356, 1355, 1354, 1353, 1352, 1351, 1350, 1349, 1348, 1347, 1346, 1345, 1344, 1343, 1342, 1341, 1340, 1339, 1338, 1337, 1336, 1335, 1334, 1333, 1332, 1331, 1330, 1329, 1328, 1327, 1326, 1325, 1324, 1323, 1322, 1321, 1320, 1319, 1318, 1317, 1316, 1315, 1314, 1313, 1312, 1311, 1310, 1309, 1308, 1307, 1306, 1305, 1304, 1303, 1302, 1301, 1300, 1299, 1298, 1297, 1296, 1295, 1294, 1293, 1292, 1291, 1290, 1289, 1288, 1287, 1286, 1285, 1284, 1283, 1282, 1281, 1280, 1279, 1278, 1277, 1276, 1275, 1274, 1273, 1272, 1271, 1270, 1269, 1268, 1267, 1266, 1265, 1264, 1263, 1262, 1261, 1260, 1259, 1258, 1257, 1256, 1255, 1254, 1253, 1252, 1251, 1250, 1249, 1248, 1247, 1246, 1245, 1244, 1243, 1242, 1241, 1240, 1239, 1238, 1237, 1236, 1235, 1234, 1233, 1232, 1231, 1230, 1229, 1228, 1227, 1226, 1225, 1224, 1223, 1222, 1221, 1220, 1219, 1218, 1217, 1216, 1215, 1214, 1213, 1212, 1211, 1210, 1209, 1208, 1207, 1206, 1205, 1204, 1203, 1202, 1201, 1200, 1199, 1198, 1197, 1196, 1195, 1194, 1193, 1192, 1191, 1190, 1189, 1188, 1187, 1186, 1185, 1184, 1183, 1182, 1181, 1180, 1179, 1178, 1177, 1176, 1175, 1174, 1173, 1172, 1171, 1170, 1169, 1168, 1167, 1166, 1165, 1164, 1163, 1162, 1161, 1160, 1159, 1158, 1157, 1156, 1155, 1154, 1153, 1152, 1151, 1150, 1149, 1148, 1147, 1146, 1145, 1144, 1143, 1142, 1141, 1140, 1139, 1138, 1137, 1136, 1135, 1134, 1133, 1132, 1131, 1130, 1129, 1128, 1127, 1126, 1125, 1124, 1123, 1122, 1121, 1120, 1119, 1118, 1117, 1116, 1115, 1114, 1113, 1112, 1111, 1110, 1109, 1108, 1107, 1106, 1105, 1104, 1103, 1102, 1101, 1100, 1099, 1098, 1097, 1096, 1095, 1094, 1093, 1092, 1091, 1090, 1089, 1088, 1087, 1086, 1085, 1084, 1083, 1082, 1081, 1080, 1079, 1078, 1077, 1076, 1075, 1074, 1073, 1072, 1071, 1070, 1069, 1068, 1067, 1066, 1065, 1064, 1063, 1062, 1061, 1060, 1059, 1058, 1057, 1056, 1055, 1054, 1053, 1052, 1051, 1050, 1049, 1048, 1047, 1046, 1045, 1044, 1043, 1042, 1041, 1040, 1039, 1038, 1037, 1036, 1035, 1034, 1033, 1032, 1031, 1030, 1029, 1028, 1027, 1026, 1025, 1024, 1023, 1022, 1021, 1020, 1019, 1018, 1017, 1016, 1015, 1014, 1013, 1012, 1011, 1010, 1009, 1008, 1007, 1006, 1005, 1004, 1003, 1002, 1001, 1000, 999, 998, 997, 996, 995, 994, 993, 992, 991, 990, 989, 988, 987, 986, 985, 984, 983, 982, 981, 980, 979, 978, 977, 976, 975, 974, 973, 972, 971, 970, 969, 968, 967, 966, 965, 964, 963, 962, 961, 960, 959, 958, 957, 956, 955, 954, 953, 952, 951, 950, 949, 948, 947, 946, 945, 944, 943, 942, 941, 940, 939, 938, 937, 936, 935, 934, 933, 932, 931, 930, 929, 928, 927, 926, 925, 924, 923, 922, 921, 920, 919, 918, 917, 916, 915, 914, 913, 912, 911, 910, 909, 908, 907, 906, 905, 904, 903, 902, 901, 900, 899, 898, 897, 896, 895, 894, 893, 892, 891, 890, 889, 888, 887, 886, 885, 884, 883, 882, 881, 880, 879, 878, 877, 876, 875, 874, 873, 872, 871, 870, 869, 868, 867, 866, 865, 864, 863, 862, 861, 860, 859, 858, 857, 856, 855, 854, 853, 852, 851, 850, 849, 848, 847, 846, 845, 844, 843, 842, 841, 840, 839, 838, 837, 836, 835, 834, 833, 832, 831, 830, 829, 828, 827, 826, 825, 824, 823, 822, 821, 820, 819, 818, 817, 816, 815, 814, 813, 812, 811, 810, 809, 808, 807, 806, 805, 804, 803, 802, 801, 800, 799, 798, 797, 796, 795, 794, 793, 792, 791, 790, 789, 788, 787, 786, 785, 784, 783, 782, 781, 780, 779, 778, 777, 776, 775, 774, 773, 772, 771, 770, 769, 768, 767, 766, 765, 764, 763, 762, 761, 760, 759, 758, 757, 756, 755, 754, 753, 752, 751, 750, 749, 748, 747, 746, 745, 744, 743, 742, 741, 740, 739, 738, 737, 736, 735, 734, 733, 732, 731, 730, 729, 728, 727, 726, 725, 724, 723, 722, 721, 720, 719, 718, 717, 716, 715, 714, 713, 712, 711, 710, 709, 708, 707, 706, 705, 704, 703, 702, 701, 700, 699, 698, 697, 696, 695, 694, 693, 692, 691, 690, 689, 688, 687, 686, 685, 684, 683, 682, 681, 680, 679, 678, 677, 676, 675, 674, 673, 672, 671, 670, 669, 668, 667, 666, 665, 664, 663, 662, 661, 660, 659, 658, 657, 656, 655, 654, 653, 652, 651, 650, 649, 648, 647, 646, 645, 644, 643, 642, 641, 640, 639, 638, 637, 636, 635, 634, 633, 632, 631, 630, 629, 628, 627, 626, 625, 624, 623, 622, 621, 620, 619, 618, 617, 616, 615, 614, 613, 612, 611, 610, 609, 608, 607, 606, 605, 604, 603, 602, 601, 600, 599, 598, 597, 596, 595, 594, 593, 592, 591, 590, 589, 588, 587, 586, 585, 584, 583, 582, 581, 580, 579, 578, 577, 576, 575, 574, 573, 572, 571, 570, 569, 568, 567, 566, 565, 564, 563, 562, 561, 560, 559, 558, 557, 556, 555, 554, 553, 552, 551, 550, 549, 548, 547, 546, 545, 544, 543, 542, 541, 540, 539, 538, 537, 536, 535, 534, 533, 532, 531, 530, 529, 528, 527, 526, 525, 524, 523, 522, 521, 520, 519, 518, 517, 516, 515, 514, 513, 512, 511, 510, 509, 508, 507, 506, 505, 504, 503, 502, 501, 500, 499, 498, 497, 496, 495, 494, 493, 492, 491, 490, 489, 488, 487, 486, 485, 484, 483, 482, 481, 480, 479, 478, 477, 476, 475, 474, 473, 472, 471, 470, 469, 468, 467, 466, 465, 464, 463, 462, 461, 460, 459, 458, 457, 456, 455, 454, 453, 452, 451, 450, 449, 448, 447, 446, 445, 444, 443, 442, 441, 440, 439, 438, 437, 436, 435, 434, 433, 432, 431, 430, 429, 428, 427, 426, 425, 424, 423, 422, 421, 420, 419, 418, 417, 416, 415, 414, 413, 412, 411, 410, 409, 408, 407, 406, 405, 404, 403, 402, 401, 400, 399, 398, 397, 396, 395, 394, 393, 392, 391, 390, 389, 388, 387, 386, 385, 384, 383, 382, 381, 380, 379, 378, 377, 376, 375, 374, 373, 372, 371, 370, 369, 368, 367, 366, 365, 364, 363, 362, 361, 360, 359, 358, 357, 356, 355, 354, 353, 352, 351, 350, 349, 348, 347, 346, 345, 344, 343, 342, 341, 340, 339, 338, 337, 336, 335, 334, 333, 332, 331, 330, 329, 328, 327, 326, 325, 324, 323, 322, 321, 320, 319, 318, 317, 316, 315, 314, 313, 312, 311, 310, 309, 308, 307, 306, 305, 304, 303, 302, 301, 300, 299, 298, 297, 296, 295, 294, 293, 292, 291, 290, 289, 288, 287, 286, 285, 284, 283, 282, 281, 280, 279, 278, 277, 276, 275, 274, 273, 272, 271, 270, 269, 268, 267, 266, 265, 264, 263, 262, 261, 260, 259, 258, 257, 256, 255, 254, 253, 252, 251, 250, 249, 248, 247, 246, 245, 244, 243, 242, 241, 240, 239, 238, 237, 236, 235, 234, 233, 232, 231, 230, 229, 228, 227, 226, 225, 224, 223, 222, 221, 220, 219, 218, 217, 216, 215, 214, 213, 212, 211, 210, 209, 208, 207, 206, 205, 204, 203, 202, 201, 200, 199, 198, 197, 196, 195, 194, 193, 192, 191, 190, 189, 188, 187, 186, 185, 184, 183, 182, 181, 180, 179, 178, 177, 176, 175, 174, 173, 172, 171, 170, 169, 168, 167, 166, 165, 164, 163, 162, 161, 160, 159, 158, 157, 156, 155, 154, 153, 152, 151, 150, 149, 148, 147, 146, 145, 144, 143, 142, 141, 140, 139, 138, 137, 136, 135, 134, 133, 132, 131, 130, 129, 128, 127, 126, 125, 124, 123, 122, 121, 120, 119, 118, 117, 116, 115, 114, 113, 112, 111, 110, 109, 108, 107, 106, 105, 104, 103, 102, 101, 100, 99, 98, 97, 96, 95, 94, 93, 92, 91, 90, 89, 88, 87, 86, 85, 84, 83, 82, 81, 80, 79, 78, 77, 76, 75, 74, 73, 72, 71, 70, 69, 68, 67, 66, 65, 64, 63, 62, 61, 60, 59, 58, 57, 56, 55, 54, 53, 52, 51, 50, 49, 48, 47, 46, 45, 44, 43, 42, 41, 40, 39, 38, 37, 36, 35, 34, 33, 32, 31, 30, 29, 28, 27, 26, 25, 24, 23, 22, 21, 20, 19, 18, 17, 16, 15, 14, 13, 12, 11, 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1, 0.



Park, Jo-Won
Korea, Korea
2005, 2004, 2003, 2002, 2001, 2000, 1999, 1998, 1997, 1996, 1995, 1994, 1993, 1992, 1991, 1990, 1989, 1988, 1987, 1986, 1985, 1984, 1983, 1982, 1981, 1980, 1979, 1978, 1977, 1976, 1975, 1974, 1973, 1972, 1971, 1970, 1969, 1968, 1967, 1966, 1965, 1964, 1963, 1962, 1961, 1960, 1959, 1958, 1957, 1956, 1955, 1954, 1953, 1952, 1951, 1950, 1949, 1948, 1947, 1946, 1945, 1944, 1943, 1942, 1941, 1940, 1939, 1938, 1937, 1936, 1935, 1934, 1933, 1932, 1931, 1930, 1929, 1928, 1927, 1926, 1925, 1924, 1923, 1922, 1921, 1920, 1919, 1918, 1917, 1916, 1915, 1914, 1913, 1912, 1911, 1910, 1909, 1908, 1907, 1906, 1905, 1904, 1903, 1902, 1901, 1900, 1899, 1898, 1897, 1896, 1895, 1894, 1893, 1892, 1891, 1890, 1889, 1888, 1887, 1886, 1885, 1884, 1883, 1882, 1881, 1880, 1879, 1878, 1877, 1876, 1875, 1874, 1873, 1872, 1871, 1870, 1869, 1868, 1867, 1866, 1865, 1864, 1863, 1862, 1861

Special Projects

Some Projects Really Matter
 Authors: [unreadable]
 Presenter: [unreadable]

Realistic Rendering With Deepened Impact
 Presenter: [unreadable]

Reconstructing Your Office Avatar With Local Dynamic Environments in 3D History
 Presenter: [unreadable]

Realistic Rendering With Deepened Impact
 Presenter: [unreadable]

Reconstructing Your Office Avatar With Local Dynamic Environments in 3D History
 Presenter: [unreadable]

Realistic Rendering With Deepened Impact
 Presenter: [unreadable]

Reconstructing Your Office Avatar With Local Dynamic Environments in 3D History
 Presenter: [unreadable]

Realistic Rendering With Deepened Impact
 Presenter: [unreadable]

Reconstructing Your Office Avatar With Local Dynamic Environments in 3D History
 Presenter: [unreadable]

Realistic Rendering With Deepened Impact
 Presenter: [unreadable]

Reconstructing Your Office Avatar With Local Dynamic Environments in 3D History
 Presenter: [unreadable]

\$5.00 US

SIGGRAPH2004
 The 31st International Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques

Program & Buyer's Guide

conference
 8-12 AUGUST 2004
 exhibition
 10-12 AUGUST 2004

Los Angeles Convention Center

LOS ANGELES, CALIFORNIA USA

\$5.00 US

SIGGRAPH2004
 The 31st International Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques

Program & Buyer's Guide

conference
 8-12 AUGUST 2004
 exhibition
 10-12 AUGUST 2004

Los Angeles Convention Center

LOS ANGELES, CALIFORNIA USA

Sunday, 8 August

8:00 am - 10:15 am
 Room 5114B

Artistic Depiction

Models for Stackable Objects
 An algorithm for layered parametric models with stackable and malleable objects represents a model of a set of stackable objects and creates a very powerful artistic experience.

Challenges for Creating Using Illuminated Paper Surfaces
 A simple method for generating "realistic" images for viewing tools such as glasses, contact lenses, or cameras that are highly affected by the target medium, in real time.

A Viscous Fluid Model for Interactive Applications
 A viscous fluid model for use in an interactive painting system based on the Stokes equations renders paint using a mouse and/or touch, while preserving that medium's texture and quality.

Automatic Image Retargeting for Interactive Applications
 A non-parametric algorithm for automatically retargeting images, adjusting them for shape or offset, and/or aspect ratios, while preserving their important features and quality.

Presenter: [unreadable]

10:30 am - 12:15 pm
 Room 5114B

Sleeky Sketches

Realistic Stylized Light and Shade
 Interactive techniques for creating semi-stylized light and shade are presented. The user can create a semi-realistic, virtual sketchy image.

Sketching Interface for 3D Modeling of Figures
 A user interface that easily models figures from virtual sketches. Using the interface, the user can create a semi-realistic, virtual sketchy image.

SketchFlow: Artist-Friendly Sketching Tool
 A new tool that allows animators to produce sets of sketches and movie renders, providing an interface for generating keyframes in an artist-friendly way.

Making the Latest Cross-Platform 2D Artists Into 3D
 How do you cross-join a traditional 2D animation studio and only have a few 3D artists? How do you make 2D artists feel like they are making the most of their 3D skills?

Presenter: [unreadable]

EPSON

エプソン カラーイメージング コンテスト 2004
表彰状

佳作
Jin Wan Park 様

あなたは
エプソン
カラーイメージング
コンテスト
2004
において
その優れた作品により、
頭書の成績をおさめましたので
ここに賞を贈り
表彰いたします

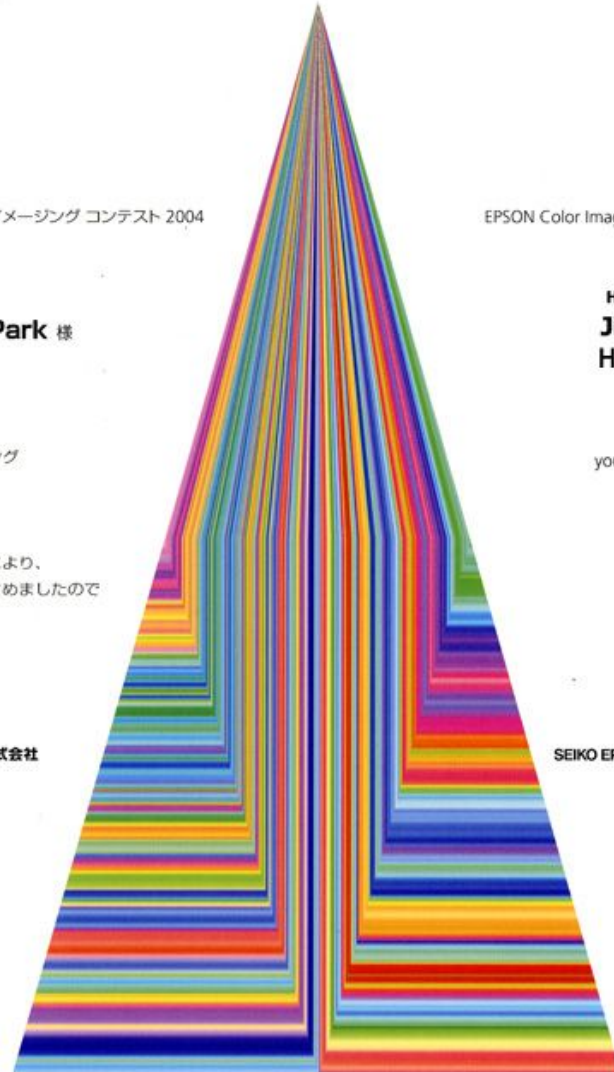
2004年12月3日
セイコーエプソン株式会社

EPSON Color Imaging CONTEST 2004
Citation

Honorable Mention
**Jin Wan Park
Hong Sung Dae**

Presented
in honor of
your excellent artwork
in the
EPSON
Color Imaging
CONTEST
2004

December 3, 2004
SEIKO EPSON CORPORATION



EPSON
Color Imaging
CONTEST
2004

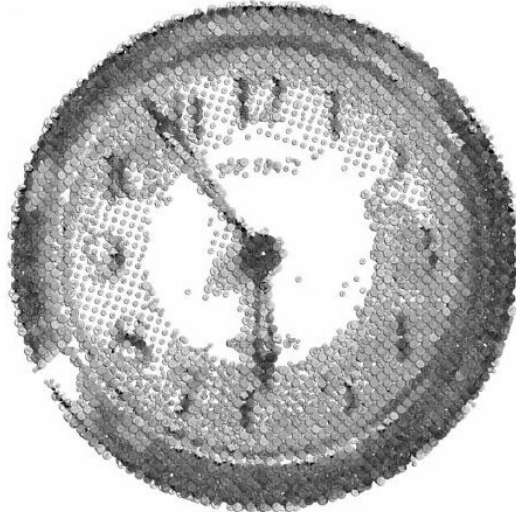


Fig. 2. Jin Wan Park, *The Coinage Project #1: "Time Is Money"* (© Jin Wan Park) One of the *Coinage Project* artworks created using multi-layered Photomosaic with a stackable and rotatable objects algorithm, printed on paper, exhibited in Art Center Gallery of Chung-Ang University, South Korea.

THE COINAGE PROJECT #1: "TIME IS MONEY"

Jin Wan Park, 156-756 CSAIM, Chung-Ang University, Seoul, South Korea.
E-mail: <jinpark@cau.ac.kr>.

Received 3 March 2004, Accepted for publication by Roger F. Malina.

Art of Science

In 1996, Robert Silver devised the concept of Photomosaic [1], a new art form, using Silver's software program of the same name, in which thousands of small pictures are placed in patterns as in traditional mosaics, but each cell is an actual photo.

One of the most important and laborious conditions for a quality Photomosaic artwork is an extensive and abundant image database. For six months I have tried to find a way to

minimize the database size for Photomosaic without degrading image quality. *The Coinage Project*, which uses a multi-layered Photomosaic with a stackable and rotatable objects algorithm that I have developed, is an incidental but successful byproduct of the research.

The Coinage Project is a series of two-dimensional digital prints made up of thousands of images of coins. A coin is not a good subject for conventional Photomosaic, because not only is its color limited to silver or copper, but a circular shape in a rectangular cell always produces empty space. However, a layered Photomosaic with a stackable and rotatable objects algorithm overcomes the problem with information from extra layers. Figure 2 shows one of the *Coinage* artworks. Only 200 coin images were used for the entire project.

My algorithm proceeds as follows: Duplicate and rotate the source image (in this case, a clock) at various angles to generate layered and multi-angled cells. Next, apply the conventional Photomosaic algorithm but rotate each coin in each cell for the best match with the source image. Finally, merge them with a shadow effect.

My algorithm has two characteristics, Photomosaic and halftone. This algorithm is suitable for stackable objects that are independent, rotatable and non-rectangular in shape, such as dishes, shells, coins, etc. It also solves a large part of the copyright issue because fewer images are needed.

Science of Art

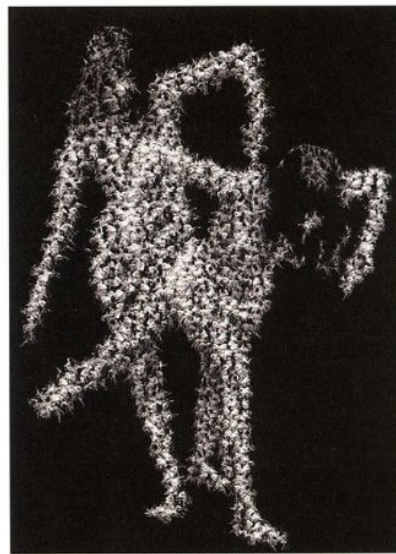
Although multi-layered Photomosaic used with a stackable and rotatable objects algorithm provides a unique experience, without harmony between a source image and the database, it could be a meaningless chaos. *The Coinage Project #1: "Time Is Money"* is inspired by a German novelist, Michael Ende, and his novel *Momo* [2]. In it he suggests a weird theory of time, stating that the clock is one of the most useless devices humanity has ever created. Depending on the situation, one could feel a minute as a second or as hours, but the clock always measures it the same way. The truth is that "time is relative."

It seems that humanity was aware of relativity before Einstein. Everyone's time value is relative, as we can see from our unequal salaries. The idea of measuring time with money sounds absurd, but we have already created similar systems to evaluate immeasurable and priceless things, such as pain, happiness, war, peace and humanity itself.

The Coinage Project #1: "Time Is Money" presents this uneasiness effectively, together with the harmony between elements and whole.

References and Notes

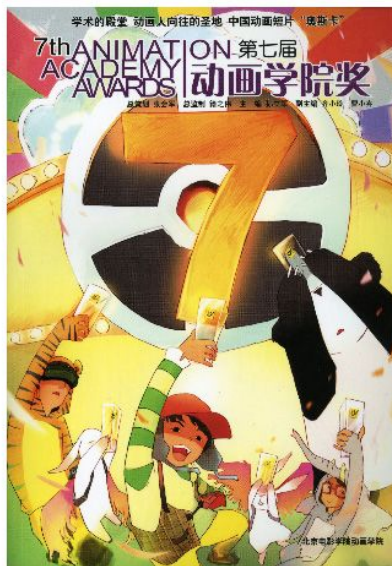
1. R. Silver and M. Hawley, *Photomosaic* (New York: Henry Holt, 1997). Photomosaic is a registered trademark of Runaway Technology <<http://www.photomosaic.com>>.
2. Michael Ende, *The Gipsy Girl/Ende (Momo)*, J. Maxwell Brownjohn, trans. (New York: Viking Penguin Press, 1986 [1973]).



Untitled

박진완

중앙대학교 첨단영상대학원 영상공학과 교수







CAU

교수 **윤 경 현**
중앙대학교 컴퓨터공학과 컴퓨터그래픽스 연구실
02-824-3018 | khyoon@cau.ac.kr

교수 **박 진 완**
중앙대학교 첨단영상대학원 Future Media Art 연구실
02-820-5710 | jinpark@cau.ac.kr

ETRI

팀장 **구 본 기**
한국전자통신연구원 디지털콘텐츠연구단
042-860-5371 | bkkoo@etri.re.kr