

디지털 이미지 캠을 이용한 종이접기용 출력 장치의 구현

권오성*

요약

지금까지 종이접기는 인간의 지적 능력 및 디자인 감각을 길러주는 효과적인 놀이 도구로 이용되어 왔다. 본 논문은 이러한 종이접기에 멀티미디어 기술을 접목하여 보다 다양한 형태의 종이접기를 가능하도록 하고, 교육적 효과 또한 제고할 수 있는 방안에 관한 것이다. 본 논문에서는 이를 위하여 디지털 이미지 캠과 다이렉트X 필터를 중심으로 하는 출력장치를 구현하였다. 시험 결과, 간단한 장치임에도 불구하고 사용자의 다양한 요구 사항을 만족시켰으며 하드웨어와의 원활한 인터페이스에서도 충분한 성능을 보여 주었다.

Implementation of Origami Paper Printing System Using a Digital Image Camcoder

Oh-Sung Kwon*

ABSTRACT

In general, origami is used as an efficient tool to enhance the intelligence and design sense of human. In this paper, we describe an efficient origami printing method using computer multimedia technologies. Our method helps ordinary users to get origami papers printed with his face image. To achieve our goal, we implement a printing system based on digital imaging system and Direct X libraries. The proposed software system can merge and process camcoder video and ordinary origami images. We demonstrate and analyse the effectiveness of our system.

Key Words : Origami, Digital Image Cam, Direct X, Educational Tools, Multimedia Processing

* 공주교육대학교 컴퓨터교육과 교수

· 제1저자(First Author) : 권오성 · 교신저자(Correspondent Author) : 권오성
· 접수일(2010년 3월 27일), 수정일(1차 : 2010년 4월 28일), 게재확정일(2010년 5월 6일)

www.kci.go.kr

I. 서 론

보통 종이접기는 정사각형의 종이를 접기 동작만으로 다양한 조형물을 완성하는 놀이라고 할 수 있다. 이러한 종이접기의 재료로는 주로 다양한 색상이나 접기 패턴이 인쇄된 색종이가 활용되며 접착제를 사용하지는 않는다. 본 논문에서는 이러한 종이접기 재료인 색종이의 제작 과정 중에 사용자의 실제 인물 이미지가 포함되어 인쇄될 수 있도록 하는 장치를 위한 것이다[1]. 이러한 방식에 따른 색종이 제작은 보다 사실감 있는 종이접기 작품 제작을 가능하게 할 뿐만 아니라 참여자의 관심과 활용도를 제고할 수 있는 방안으로 기대되고 있다. 본 논문의 구현 시스템은 실제 인물 이미지를 획득하는 부분, 이를 색종이 패턴 DB와 합성하는 부분, 이미지를 개선하고 출력하는 부분으로 구성되었다.

현재까지의 종이접기 연구는 수학 분야에서 기하나 도형 분야의 개념을 효과적으로 이해하는 수단에 관한 것이 주류를 이루고 있다[2,3,4]. 연구의 내용은 종이접기 과정 중에 발생하는 자연적인 현상들을 기존의 수학적 개념과 연관시켜 학습자의 학습 효과를 제고하는 연구들이다[5,6,7]. 또한, 미술 교과에서는 종이접기를 이용하여 색종이 색상과 접기 동작으로 생성되는 다양한 미적 형태 변화를 주목하여 학습에 활용하고 있다[8]. 덧붙여 색종이에 전통 의상 등의 다양한 문화재 자료를 인쇄하는 경우 간접적인 사회 교과의 학습 효과 또한 얻을 수 있는 장점이 있다. 정보 분야에서는 종이접기를 직접적으로 단원에 적용하기 보다는 종이접기를 위한 코스웨어 개발 등의 연구가 있었다. 최근 들어서는 정보 기술 발전에 힘입어 종이접기용 색종이를 온라인 상에서 자신이 원하는 규격대로 주문하는 것이 가능해지고 있으며, 경우에 따라서는 필요한 이미지 파일을 다운받은 뒤 출력하여 사용하기도 한다.

본 논문의 구성은 종이접기의 기본 개념, 전체적인 시스템의 구성, 다이어트X를 이용한 이미지 캡처 알고리즘, 구현 시스템의 실험 결과 제시 및 분석, 마지막으로 논문의 결론을 맺는다.

II. 종이접기의 개념

역사적으로 종이접기는 일본에서 19세기에 유행하는 놀이(origami,折紙)였으며 20세기에 들어서 오늘날과 같은 종이접기 형식으로 발전되었다고 한다. 간단한 도구로 누구나 쉽게 즐길 수 있는 놀이 도구이면서 사용 재료인 종이의 특성상 부드럽고 친근함을 제공하는 장점이 있다[1].

종이접기 교육은 프뢰벨의 교육 이론에 따르면 미술, 수학 등 다양한 영역에서의 교육 활동에 이용할 수 있으며, 단계별 접기 단계를 통하여 활발한 두뇌 활동을 자극하는 놀이로 알려져 있다. 아동의 경우는 놀이의 특성상 인내심을 요하기 때문에 아동에게 집중력 향상과 다양한 접기 방식의 변형과 적용을 통한 구조 분석력, 관찰 사고력, 그리고 상상력을 키워주는 것으로 알려져 있다. 또한, 종이접기는 창작, 조립, 조직적 구성, 색채구성, 공간구성 등이 확대된 조형예술로써 훌륭한 창조적 활동이다. 최근에 와서는 이러한 종이접기 수요의 증가에 따라 종이접기만을 지도하는 전문직종이 등장하였다. 종이접기 지도사는 일정 기간의 종이접기 전문 교육을 이수하여 자격증을 취득하며 학교, 사회복지시설 등에서 지도사로 활동할 수 있다.

최근 들어 몇 업체에서 전통의상 접기 등 인형을 소재로 한 다양한 종이접기 시리즈를 내놓고 있다[9]. 이 같은 재료의 사용은 색종이의 활용 범위를 단순히 접기 차원을 넘어 예술 활동의 재료로 사용되기도 하고, 전통 문화를 전시하는 박물관의 홍보물로 이용되기도 한다.

본 논문에서는 종이접기에 사용될 색종이 인쇄 시에 사용자의 인물을 삽입시키기 위하여 디지털 이미

지 캡을 이용하였다. 특히 전통 의상 접기의 경우에 각국의 의상별로 디자인된 접기 시리즈에서 인물 부분만을 웹캠 이미지로 대체할 수 있으므로 효과적인 적용이 가능하다. 동일한 프레임에 의상 패턴만을 변경하는 방식을 적용할 수 있다. 특히, 사용자는 이러한 놀이를 통하여 세계 각국의 문화와 전통을 이해할 수 있는 교육적 효과를 거둘 수 있고, 자칫 지루할 수 있는 작업 과정에 자신의 얼굴 이미지를 포함시킴으로써 보다 관심을 유도할 수 있다.

III. 전체 시스템의 구성

본 논문의 종이접기용 출력장치 시스템은 주변에서 손쉽게 구하는 CMOS 카메라를 입력장치로 사용하였다. 일반적으로 CMOS 카메라는 CCD에 비하여 전력 소모가 적어서 USB 전원 외에 별도의 장치를 사용하지 않아도 되며 노트북의 USB로도 구동이 가능하다.

CMOS는 CCD 보다 화질에 있어서 다소 떨어지는 단점이 있지만 저가의 시스템 구성이 가능하고, 대부분 다이렉트쇼 라이브러리를 지원하는 인터페이스 표준을 갖추고 있기 때문에 보다 구현이 용이한 장점이 있다.

실험 장치의 구성은 그림 1과 같이 CMOS웹캠 1대, PC 혹은 노트북 1 대로 구성하였다. 웹캠은 USB 단자에 연결하며 마이크로소프트사의 WDM(Window Driver Model) 호환 디바이스를 사용하였다. WDM 디바이스의 사용은 윈도우 버전과 독립적인 디바이스 드라이버를 제작할 수 있다.

일반적으로 WDM은 상위 호환성은 제공하지만 하위 호환성을 제공하지 않는다. 윈도 비스타 버전 이상은 WDM의 개선 프레임워크인 WDF까지 지원한다.

CMOS카메라의 실시간 영상 스트림은 다이렉트쇼 라이브러리의 필터를 통하여 순간 이미지를 캡쳐하여 입력한다. 캡쳐의 순간은 사용자가 지정하도록 할 수도 있고 지정된 시간이 흐르면 자동으로 캡쳐되고 확인 절차를 거치는 방법이 있다.

전체 시스템의 출력 의상 이미지 DB에는 국가별 전통 의상 접기 이미지들이 저장되어 있다. 사용자는 이러한 이미지 리스트에서 필요한 항목을 선택하여 사용한다. 선택된 이미지와 카메라의 촬영이미지는 이미지 합성부를 거쳐서 1개의 이미지로 변환된다.

본 시스템은 합성이미지의 개선을 위한 다양한 영상 처리 기능을 사용한 보정 작업을 진행하며, 합성 경계부의 어색한 부분을 개선 기능을 갖도록 구현하였다.

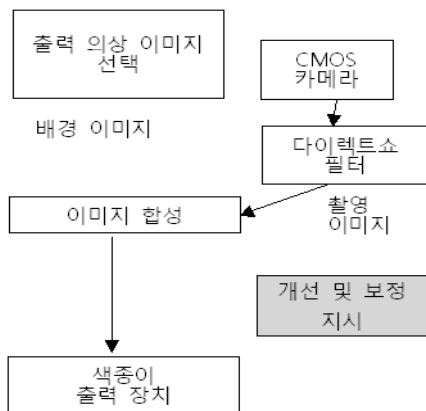


그림 1. 색종이 출력을 위한 처리과정
Fig. 1. Process for Origami Paper Printing

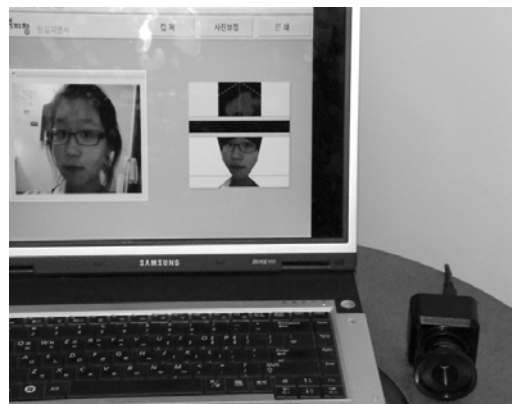


그림 2. 실제 장치를 연결하고 구성한 모습
Fig 2. Hardware Organization for Origami Paper Printing

그림 2는 노트북과 실제 카메라를 연결하여 장치를 구성한 모습이다. 그림 1과 같이 사용자는 노트북 화면을 통하여 입력 이미지의 개선과 보정 방법을 지정할 수 있다.

IV. 다이렉트쇼를 이용한 입력 비디오 인터페이스 구성

웹캠을 이용한 비디오 처리를 위한 응용 프로그램은 대량의 입력 스트림을 고속으로 처리하는 인터페이스를 갖추어야 한다. 비디오 자료의 형식은 AVI (Audio-Video Interleaved), ASF (Advanced Streaming Format), MPEG (Motion Picture Experts Group), DV (Digital Video) 등이 주로 사용되는 데, 본 논문에서는 Mpeg 형식을 사용하였고, 이를 위하여 다이렉트쇼 라이브러리를 설치하고 이를 프로그래밍하였다[10,11].

웹캠으로 부터의 이미지를 획득하기 위하여 캡처 그래프를 구성해야 한다. 이를 위하여 그림 3 과 같이 캡처 그래프 관리자의 ICaptureGraphBuilder2 함수를 호출한다. 이 호출에 의하여 필요한 WDM 필터가 자동으로 추가된다. 그래프 구성 후에는 그림 4 와 같이 필터 그래프를 캡처 관리자에 연결한다. 이 필터는 프리뷰 핀과 캡처 핀을 갖는 데, 프리뷰 핀은 스크린에 비디오를 렌더링하기 위하여, 캡처 핀은 비디오를 파일로 출력하기 위해 사용한다. 캡처 핀으로 나오는 프레임들은 시간별로 캡처되는 개체이다.

ISampleCaptureGraphBuilder 함수는 비디오 핀을 MPEG2 demux 에 연결하는 역할을 하며 가능한 형태는 그림 5와 같은 4가지 방식을 들 수 있다. 그림 4의 SetFiltergraph 메서드는, 캡처 그래프 관리자가 사용하는 필터 그래프를 지정한다.

방식1) 오디오/비디오로 인코더와 멀티플렉스를 한 번에 처리하는 경우

방식2) 오디오와 비디오 인코더를 분리하여 처리하는 경우

방식3) 멀티플렉서를 구분하는 경우

방식4) capture filter를 MPEG2 demux 에 그대로 연결하는 경우

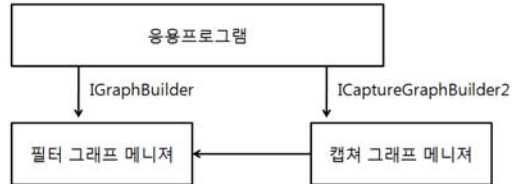


그림 3. 필터 그래프 와 캡처 그래프 관리자의 생성
Fig 3. Filter Graph and Capture Graph

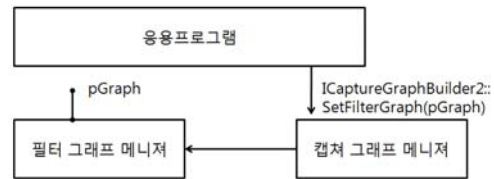


그림 4. 필터 그래프의 지정
Fig 4. Filter Graph for Camcorder

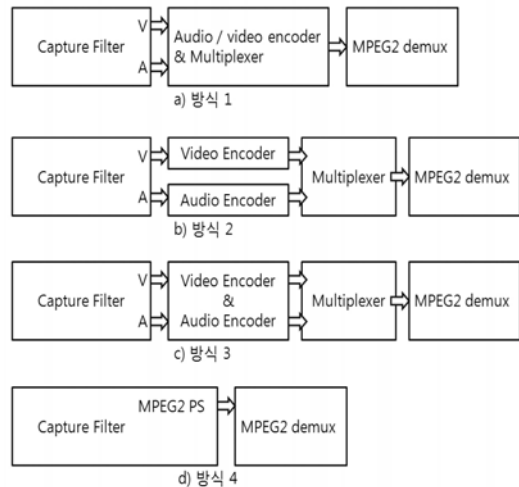


그림 5. 일반적인 캡처 그래프 구성 방식
Fig 5. Methods for Capture Graph Generation

V. 시스템 구현 및 실험

본 시스템은 카메라의 입력 이미지를 다이렉트쇼 필터를 통하여 실시간으로 그림 6 과 같이 처리한다. 이의 구현을 위하여 본 논문에서는 Microsoft DirectX 9.0 SDK을 사용하였다[11].

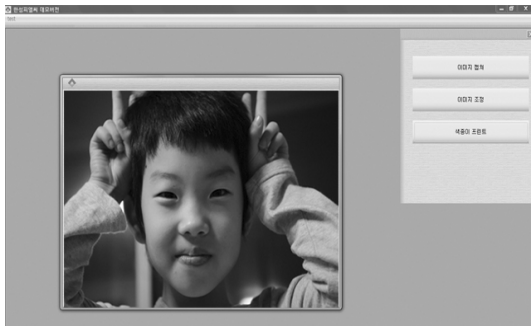


그림 6. 실시간 카메라 입력 보기
Fig 6. Real Images of Digital Cam

카메라 입력 이미지 중에서 얼굴 부분만을 캡처하여 사용하는 데, 이를 위하여 그림 7와 같이 필요한 얼굴부분 만을 담을 수 있는 레이어들을 삽입한다. 사용자는 화면을 보면서 자신의 얼굴을 맞출 수 있다. 촬영 위치를 전후로 이동하여 캡처되는 얼굴의 크기를 조정하고 좌우로 움직여 위치를 정할 수 있다.

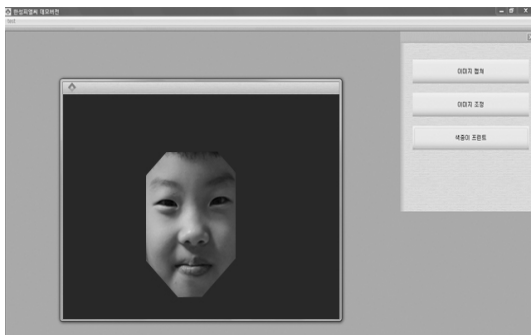


그림 7. 얼굴 부분 지정을 위한 레이어 추가
Fig 7. Layer for Face Selection

그림 8은 시스템에서 사용되는 배경 이미지의 샘플이다[9]. 주로 샘플은 국가별 전통의상을 특징을 중심으로 재구성한 이미지를 사용한다. 이미지 상에서 점선은 접는 선을 나타내고, 백색 영역 안으로 촬영 이미지의 모습이 나타나도록 구현되었다.

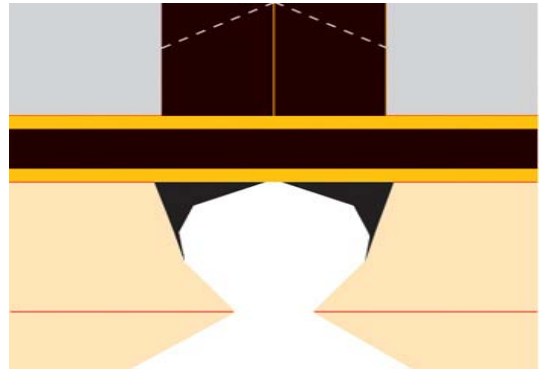


그림 8. 전통 의상 배경 이미지 예
Fig 8. Traditional Costumes Images

그림 9는 합성 결과를 보여준다. 이 결과는 의상 패턴 배경을 나타내는 레이어와 카메라 캡처 이미지 레이어가 중첩된 형식이다. 사용자의 레이어 별로 위치 교정, 색상 보정 등의 후속 처리를 진행할 수 있다. 이 결과물은 별도의 이미지 파일로 저장되거나 그대로 출력할 수 있도록 하였다.

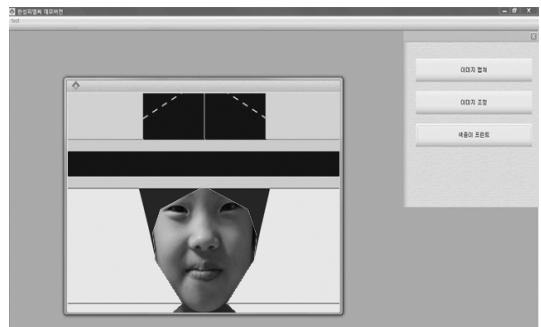


그림 9. 합성 이미지의 모습
Fig 9. Merged Image

구현 프로그램의 성능 평가를 위하여 다음과 같은 평가 항목 리스트를 표 1과 같이 작성하였다. 이 평가 항목 리스트는 본 논문의 시스템을 실제 현장에 적용하고자 하는 사용 예정자들의 요구 사항을 중심으로 정리한 것이다. 8 명의 실제 사용자들에게 표 1의 항목을 중심으로 '충분', '개선필요', '미흡' 단계를 지정토록 하였다.



그림 10. 전통의상 종이접기 상품의 예[9]
Fig 10. Colored Paper Products for Korean Traditional Costume Origami

표 2. 성능 평가 항목 리스트
Table 2. Performance Evaluation List

항목명	적용 결과	종합평가
1 연결 카메라의 원활한 동작을 위한 충분한 HW 지원	-대부분의 CMOS 캠의 경우는 문제가 없으나, 일부 CCD 캠의 경우 노트북에 연결하면 전원 부족으로 이미지 열화 발생 : 개선요구 -CCD 캠의 경우 USB 전원만이 아닌 별도의 전원 공급이 가능한 경우는 문제 해결됨 : 충분함	충분 (87.5%) 개선 (12.5%)
2 비디오 스트림 속도	-USB 전송 모델 기준 -약 1백만 화소 기준으로 초당 6~10 프레임의 전송이 가능하였음 : 충분함 -간혹 끊어짐 발생 : 개선요구	충분 (75%) 개선 (25%)

3	인물 이미지의 캡처 방식의 용이성	-사용자가 전후로 몸을 움직여 자신의 인물의 크기를 지정하는 방식은 적용에 무리 없음 : 충분함 - 인물과 전통의상 이미지와의 결합부에 비연속적인 처리가 눈에 띈 : 개선요구	충분 (63.5%) 개선 (37.5%)
4	작동 방식의 사용자 친화성	- 최소한의 버튼만으로 메뉴를 구성함 : 충분함 - 이미지 개선등의 추가 기능이 필요함: 개선요구	충분 (75%) 개선 (25%)

VI. 결론

본 논문은 남녀노소 구분 없이 널리 행해지는 놀이인 종이접기의 활용도와 교육적 효과를 제고하기 위한 방안으로 멀티미디어 기술을 적용하는 방안에 관한 것이다. 이를 위하여 본 논문에서 제안하는 시스템은 필요한 종이접기용 색종이를 컴퓨터로 편집할 수 있도록 하였다. 출력되는 접기용 색종이는 카메라를 통해 얻은 사용자의 실제 인물 이미지와 국가별 전통 의상 이미지를 합성하여 만들도록 하였다.

제안하는 시스템은 손쉽게 구할 수 있는 cmos 카메라를 사용할 수 있도록 인터페이스 필터를 구현하였다. 실험 결과 다양한 윈도우 버전과 카메라 모델에 적용할 수 있었다.

본 시스템은 우리나라의 전통 문화를 알리거나 전시하는 각종 문화재 시설, 박물관, 전시관에 우리 문화 체험 서비스 차원에서 설치하여 운영할 수 있을 것이다. 사용자는 제안하는 시스템을 이용하여 관심 있는 고유 의상 등의 자료를 활용한 출력 결과물을 제작할 수 있다.

본 시스템을 인터넷 상에서 서비스 할 수 있는 응용 프로그램으로 재구성하여 적용할 수 있을 것이라고 기대한다. 이 경우에 사용자는 웹캠을 이용하여 자신의 인물 이미지를 선택하고 전송할 수 있을 것이다. 서버 컴퓨터에는 전송된 인물 이미지를 제시된 전통 의상 이미지와 합성과 개선하는 응용프로그램이 작동하여 접기용 출력 이미지를 제시할 수 있을 것이다.

[12] 강두철 외, "조명 변화에 강도 패턴 보드 기반의 색상 보정 방법", *한국지식정보기술학회 논문지*, 제5권 제1호, pp.43-50, 2010.

감사의 글

본 논문에 사용된 전통 의상 종이 접기를 위한 이미지 파일은 (주)한성피앤씨에서 제공하였음.

참고문헌

- [1] Origami, <http://en.wikipedia.org/wiki/Origami>, Wikipedia, 2010년.
- [2] 권영인, 서보억, "종이학을 접고 펼친 흔적을 통한 수학 탐구 활동", *한국수학교육학회지 시리즈 E* 제20집 제3호 pp.469-482, 2006년 9월.
- [3] 백석윤, "종이접기를 통한 초등 기하 학습 지도 방법의 탐색", *대한수학교육학회 논문집*, 제6권 1호, pp.25-32, 1996년 7월.
- [4] 신현용외 3인, "종이접기의 대수학적 의미와 교수학적 활용", *한국수학교육학회지 시리즈 E*, 제13집, 457-475, 2002년.
- [5] 윤대원, 김동근, "종이접기를 통한 패턴 탐구 활동", *East Asian Math J.* 24, No. 5, pp.509-519, 2008년.
- [6] 권영인, 서보억, "종이학을 접고 펼친 흔적을 통한 수학탐구 활동", *한국수학교육학회지 시리즈 E*, 제20집3호, pp.469-482, 2006년 9월.
- [7] 백석윤, "종이접기를 통한 초등 기하 학습 지도 방법의 탐색", *대한수학교육학회 논문집*, 제6권1호, pp.25-32, 1996년 7월.
- [8] 한 대호, "3D Animation 기법을 이용한 아동용 교육 콘텐츠의 개발과 적용에 관한 연구", *홍익대학교 산업대학원 석사학위논문*, 2004년 9월.
- [9] 한성피앤씨, http://cafe502.daum.net/_c21_/bbs_sea, 2010.
- [10] 마이크로소프트, "다이렉트쇼 비디오 캡처필터", <http://msdn.microsoft.com/en-us/library>, 2010년
- [11] DirectX 9.0c Redistributable for Software Developers - Multilingual, <http://www.microsoft.com/downloads>, 2004.



권오성(Oh-Sung Kwon)

1994년 중앙대학교 컴퓨터공학과
공학박사

1995년~현재 공주교육대학교 컴퓨터교육과 교수
※ 관심분야: 멀티미디어 처리 및 패턴 인식

