

저가의 비전 기반 트래킹 시스템을 이용한 그림 툴

이주영*, 허혜정**, 박미정*, 이선규*, 서민영*, 유주희°

*°덕성여자대학교 컴퓨터공학부

**University of Illinois at Chicago

e-mail: {jylee, pmj9354, juneeyoo}@duksung.ac.kr*°, beinglikeanne@gmail.com**

Drawing Tool with Vision-Based Tracking System

Ju-Young Lee*, Haejung Hu**, Mijung Park*, Sunkyu Lee*, Minyoung Seo*, Juhee Yoo°

*°Dept. of Computer Science, Duksung Women's University

**Dept. of Engineering, University of Illinois at Chicago

● 요약 ●

그림 툴은 실시간 비디오 영상 스트림과 트래킹 시스템을 통해 사용자의 손가락 움직임의 입력을 받아 가상의 오브젝트들을 그려서 보여주는 툴이다. 핵심개발기술은 병렬처리언어인 CUDA사용하여 개발된 저가의 비전 기반 트래킹 시스템이다. 저가의 트래킹 시스템과 그림툴의 설계, 구현, 앞으로의 발전 방향에 대해 설명한다.

키워드: 비전기반 트래킹(vision-based tracking), 인터렉션(interaction), 증강현실(augmented reality)

I. 서론

스마트폰의 터치 스크린을 누르며 웹 서핑/게임 등을 하고 있는 사람들을 쉽게 볼 수 있다. 쇼핑물, 호텔 등과 같은 공공장소에서 현재 위치와 상점의 위치를 조회할 수 있는 터치 스크린을 종종 볼 수 있으며 점점 보편화되고 있다. 화면 이동, 확대, 버튼선택과 같은 단순한 네비게이션 용도로 많이 사용되고 있으며, 입력장치인 마우스를 대체하는 용도로 성공적이다.

터치 스크린이 저렴한 가격으로 좀 더 정밀화 된다면 종이와 펜 등을 사용하는 모든 활동들을 수행할 수 있을 것이다. 인간의 삶의 패턴을 바꾼 스마트 폰의 영향력보다 더 크게 변화된 또 다른 시대를 열것이라고 확신한다. 터치 스크린의 용도를 확장하여 교육에 활용할 수 있는 예를 살펴보자. 교실의 책상이 터치가 가능한 스크린으로 바뀌게 된다고 상상해보면, 영화에서 나올법한 기능성들을 쉽게 그려볼 수 있을 것이다. 평소에는 책상의 표면 같지만, 전원을 켜면 모니터 화면이 나오고, 학생들이 노트 필기를 스크린에 직접할 수 있게 되고, 필기된 내용은 클라우드 서비스를 제공하는 리모트 하드디스크에 저장된다. 미술시간에 그림 도구 없이 그림을 그릴 수 있게 되고, 재질을 조절해서 같은 그림을 여러 다른 재질의 캔버스 배경으로 변경할 수도 있다. 재질을 표현해주는 프린터가 있어서 그 그림을 프린트하게 된다면 어떨까?

이 문제의 핵심은 저렴한 가격의 정밀도가 높은 터치 스크린이다. 본 연구의 목표는 저가의 비전 기반 실시간 트래킹 시스템을 개발하고, 비전 기반 트래킹의 확장성을 이용하여 정밀도를 높이

는 것이다. 맨손 트래킹 부분을 병렬처리를 이용하여 속도를 향상시키고, 3차원이 아닌 손 인덱싱과 붓의 2차원 위치를 찾아낸다는 가정으로 문제를 축소하여 저가의 비전 기반 트래킹 시스템을 개발하여 손가락이나 붓을 트래킹하여 그림을 그릴수 있는 그림 툴을 소개한다.

II. 관련 연구

비전 기반 트래킹 시스템에는 전통적인 마커 기반 트래킹(marker-based tracking)이 있다. 일반적으로 고가의 카메라 장비를 사용하며, 역반사 마커(retro-reflective marker)나 LED를 인식한다. 손 트래킹에 쓰일 경우 역반사 마커가 부착된 장갑이나 장비를 사용해야한다. 두번째로 맨손 트래킹(bare-hand tracking)이 있다. 맨손 트래킹은 계속적으로 연구되는 분야중에 하나로, 추가적인 장비 없이 카메라로 맨손을 트래킹한다. 손의 다양한 포즈들을 분석하는 알고리즘의 계산이 복잡해서 실시간 애플리케이션에 실제로 적용하는 것은 불가능하다고 분석되었다[1]. 여러 가정하에 손의 위치와 포즈를 예측하는 방법으로 실시간 애플리케이션에 사용할 수 있다고 발표하였다[2]. 데이터 기반 포즈 트래킹(pose tracking)은 다양한 포즈들로 구축된 합성 데이터베이스를 기반으로 손의 포즈를 데이터베이스 내의 콘텐츠와 비교하여 빠르게 가장 가까운 예측을 찾아내는 방법이다. 정확도와 속도를 향상시킬 수 있으나, 반대로 데이터베이스내의 콘텐츠의 질에 따라 정확도

가 달라질 수 있고, 데이터베이스 사이즈에 따라 비교 예측하는 속도를 높이는 기법이 요구된다[3].

III. 본 론

1. 설계 및 시스템 구성

본 연구에서는 비전 기반 트래킹 시스템, 그림틀 애플리케이션을 개발했다. 비전 기반 트래킹에서 사용되는 이미지 분석 작업을 병렬 처리에 적합한 구조를 가지고 있다. CUDA나 OpenCL을 지원하는 그래픽 카드를 통해 범용 컴퓨터에서도 병렬 처리가 가능해졌다. 개선 속도는 병렬처리 알고리즘 설계 방법에 따라 다양하나, 최대 400배까지의 속도가 개선된다. 본 시스템의 목표인 저가의 실시간 트래킹 설계를 위해 병렬처리가 가능한 트래킹 단계에 분석하여 적용했다. 트래킹 시스템의 기능들은 다음과 같다.

- 실시간 이미지 캡처
- 왜곡 보정: 굴곡현상 보정, 조명에 따른 색상 보정 [병렬처리]
- 노이즈 필터링: 보정된 이미지에 가우시안 필터를 적용하여 노이즈 필터링 [병렬처리]
- 배경 필터링: 필터링된 이미지로부터 손 영역을 추출하기 위해 배경 필터링 [병렬처리]
- 피부색에 따른 손 영역분석: 피부색상히스토그램으로 손영역 분석, 영역밖 오브젝트제거[병렬처리]
- 윤곽(connected contour) 추출: 연결된 윤곽을 찾아서 영역 그룹들로 분류
- 영역 사이즈별 필터링: 하나로 연결된 윤곽의 영역 사이즈가 기준치보다 작을 경우 제거
- 원뿔곡선(conic section) 추출: 윤곽들로부터 원뿔곡선 포인트 찾고, 곡률(curvature)에 따라 피크(peak)포인트, 밸리(valley)포인트 구별 [병렬처리]
- 손등/손바닥 영역 추출: 분석된 피크 포인트와 밸리 포인트 정보로 손등/손바닥 영역을 찾아냄
- 손가락 인텍싱 도출
- 붓 트래킹: 엄지와 검지 사이에 붓으로 예상되는 일자 형태의 붓 추출
- 좌표계산: 가상 트래킹 2D 좌표계에서의 각 포인트 좌표 계산하고 결과는 애플리케이션에 전송

그림 틀은 실시간 비디오 영상 스트림에 트래킹 시스템으로 계산된 사용자의 손가락이나 붓의 위치를 전송 받아 그림 1과 같이 가상의 오브젝트들을 그려서 화면에 보여준다.



그림 1. 손가락과 붓을 이용해 그림 그리기
Fig. 1. Drawing with a index finger and a brush

2. 구현

비전 기반 트래킹 시스템은 C++로 구현하였고, QuickTime 라이브러리 사용하여 웹캠으로부터 이미지를 가져오고, NVIDIA CUDA로 병렬처리를 구현하였다. 트래킹 속도는 24fps 유지하고 그림틀은 OpenGL로 개발했다. 테스트 시스템은 고성능 컴퓨터가 아닌 Apple사의 MacBook Pro 노트북으로 2 GHz Intel Core 2 Duo 프로세서, 2GB 메모리, NVIDIA GeForce 9400M 256 MB VRAM 그래픽 카드, Apple iSight 640x480 30fps 웹캠을 사용하였다.

IV. 결 론

저가의 비전 기반 실시간 트래킹 시스템을 구축하여, 사용자가 검지나 붓을 이용하여 그림을 그릴 수 있는 그림틀에 개발했다. 병렬처리를 통한 속도 향상을 통해 실시간 어플리케이션에 적용 가능하도록 했다.

테이블 표면이 모니터의 표면이 되는 개인용 테이블을 제작해서 모니터 위에 직접 그림을 그릴 수 있고, 고해상도 카메라를 2개 이상 설치하여 트래킹의 정밀도를 높힐 예정이다. 한국화 수업을 위한 사실적인 한국화 그림틀로 확장하여, 유저 스테디를 할 것이다.

사사(Acknowledgment):

이 논문은 2012년도 정부(교육과학기술부)재원으로 한국과학창의재단(URP사업) 지원을 받아 수행된 연구임

참고문헌

- [1] A. Erol, G. Bebis, et al., "Vision-based Hand Pose Estimation: A Review", Computer Vision and Image Understanding, Vol. 108 Issue 1-2, pp. 52-73, Oct. 2007
- [2] M. Schlattman and R. Klein, "Simultaneous 4 Gestures 6 DOF Real-time Two-hand Tracking without any Markers", Virtual Reality Software and Technology, pp. 39-42, 2007
- [3] L. Ren, G. Shakhnarovich, et al., "Learning Silhouette Gestures for Control of Human Motion", ACM Trans. on Graphics, Vol. 24 Issue 4, pp. 1303 - 1331, October 2005