
카메라 추적 기반 레이저 포인터 시스템을 위한 동작 기반 상호작용 기술



Motion based interaction technique for a camera-tracked laser pointer system



안상만, Sang Mahn Ahn*, 임종관, Jong Gwan Lim**, 권동수, Dong Soo Kwon***



요약 ~ 본 논문을 통해 카메라 추적 기반 레이저 포인터 시스템에서 사용할 수 있는 다양한 프로그램에 호환성을 가지며 마우스 기능을 모두 소화할 수 있는 직관적인 상호작용을 제안한다. 이런 상호작용을 위하여 기존에 사용하던 일반적인 레이저 포인터에 3축 가속도계를 부착하여 이로부터 나오는 가속도의 정보를 이용해 시스템과 상호작용 할 수 있는 동작기반 상호작용을 고안하고 이의 효용성을 보인다.



Abstract ~ In this paper, intuitive interactions compatible with various software and replaceable with the conventional mouse function are proposed for camera-tracked laser pointer system. For this purpose, this paper designs the motion based interaction using acceleration information from a new laser pointer with 3-axes accelerometer and shows its usability.

핵심어: *Multimodal Interaction, Visual Interaction, Motion estimation*



이 연구(논문)는 산업 자원부 지원으로 수행하는 21세기 프론티어 연구개발사업 (인간기능 생활지원 지능로봇 기술개발 사업)의 일환으로 수행되었음.

*주저자 : 한국과학기술원 기계공학과 e-mail: asmjjang86@kaist.ac.kr

**공동저자 : 한국과학기술원 기계공학과 e-mail: limjg@robot.kaist.ac.kr

***교신저자 : 한국과학기술원 기계공학과 e-mail: kwonds@kaist.ac.kr

1. 서론

Kirstein et al. [1]이 1999년 최초로 카메라 추적 기반의 레이저 포인터 시스템을 소개한 이후로, 위 시스템은 대형 화면 혹은 원격 상호작용의 대안으로서 많은 주목을 받아 왔다. 위 시스템에서 제기된 문제들은 주로 강인한 레이저 광점의 인식, 정확한 카메라-화면 좌표변환, 그리고 레이저 포인터에 적합한 상호작용 기술로 요약될 수 있다. 본 논문에서는 레이저 포인터에 적합한 상호작용 기술에 국한하여 위 시스템의 상호작용을 좀더 풍부하게 할 수 있는 새로운 방법론을 소개하고자 한다.



그림 1 카메라 추적 기반의 레이저 포인터 시스템

2. 레이저 포인터에 적합한 상호작용 기술

레이저 포인터에 적합한 상호작용에 관하여 다양한 관심이 제기되었으나 대부분의 연구가 주로 손의 떨림에 의한 Pointer instability나 위 시스템을 통한 selection 문제에 초점을 맞춰 진행되어왔다[2].

2.1 Selection 문제

Selection 문제란 마우스의 기능을 대체하기 위해 위 시스템이 제안되었으나 레이저 포인터에는 마우스와 같은 버튼이 없다는 점에서 비롯되었다. Selection 문제에 대한 대안으로서, 일정한 영역을 버튼으로 지정 후 레이저 광점을 일정 기간동안 그 위에 머무르게 하여 selection을 수행하는 Dwelling click[1-3] 기법과 버튼의 형태를 면적을 가진 사각형이 아닌, 라인 형태로 설계하여, 레이저 광점의 궤적이 위 라인을 횡단할 때 selection을 수행하는 crossing[4] 기법, 혹은 위 두 기법을 통합한 기법[5,6] 등 소프트웨어를 통한 방법론과 마우스처럼 버튼을 추가하는 하드웨어를 통한 개선[7]이 제안되었다.

2.2 선행 연구의 한계

위 방법들은 다음과 같은 문제점을 공통적으로 노출한다.

첫째, 각 방법론을 적용시키려면 기존의 GUI를 해체해 모두 적합한 형태로 새로 설계해야 한다. 둘째, 마우스 기능의 완벽한 대체에 실패하고 있다. 마우스의 단순한 기능인 Drag & drop 마저도 실행 불가능한 방법론이다. 카메라 추적 기반 레이저 포인터 시스템의 가장 유력한 응용 대상인 발표 환경도 멀티미디어의 영향으로 인해 다양한 매체정보가 포함되어지며, 따라서 이들을 조작하기 위한 마우스의 활용도가 높아지는 상황이다. 이러한 상황에서 조작 능력이 마우스에 미치지 못하는 기존의 상호작용 기법으로는 발표 상황에서조차 효용성이 떨어진다고 판단된다. 셋째, 제안된 방법론들이 지나치게 시각적인 피드백에만 의존하는 경향이 크다. 우리는 그간의 분석을 통해서, GUI와 소프트웨어를 개선함으로써 selection을 수행하려는 시도[1~6]가 모두 카메라가 수집한 레이저 광점의 궤적 정보만을 입력으로 갖는 시각 기반 상호작용이라는 점에 주목하였다. 시각 기반 상호작용의 경우 본질적으로 vision system이므로, 강인한 레이저 광점의 검출 성능에 의존적이다. 또한 카메라 추적 기반 레이저 포인터 시스템이 시각 기반 상호작용을 사용할 경우 영사막에 투사된 레이저 광점이 '지시' 라는 기본적인 기능 외에도, 부가적인 커서 좌표 변환 기능과 selection을 위한 궤적 정보 제공 등, 시각 정보의 남용으로 인한 시각정보의 과부하를 초래한다. 끝으로 selection을 위한 궤적 정보는 스크린을 공유하는 청중에게는 불필요한 정보라는 점 역시 언급할 만하다. 처음 Kirstein et al. [1]은 서론에서 설명하였듯이 마우스나 키보드 등 발표용 소프트웨어를 조작하는데 필요한 기기가 발표자의 원활한 상호작용을 제한한다는 문제점에서 제안되었다. 그러나 회의나 수업 등에서 진행되는 발표에서 발표자의 원활한 진행이 필수적이지만, 발표 자체는 청중의 이해를 돕고 청중으로부터 동의를 구하기 위해 진행된다는 점을 고려해야 한다. 발표자 본위의 철학에서 청중 본위의 철학으로 위 시스템을 살펴보면 발표자를 위한 시각적 피드백은 청중에게는 불필요한 정보의 남용일 뿐이다.

3. 제안하는 방법론

3.1 동작 기반 상호작용

본 논문은 앞서 지적한 문제점을 근본적으로 해결하기 위해서 가속도계를 사용한 동작 기반 상호작용을 제안한다. 기존의 연구가 제안한 selection 방법에 비해 동작인식을 사용하는 우리의 시도는 기능적으로 2버튼 마우스의 selection 기법을 1:1로 소화할 수 있으며, 따라서 이미 설계된 GUI 기반으로 동작하고 vision의 modality를 활용함으로써 시각 편중 현상을 완화할 수 있다. 즉 동작 기반 상호작용은 selection등을 약정한 동작의 추정을 통해 해결하려는 시도이며, 기존의 레이저 포인터에 3축 가속도계를 부착하여 카메라를 통해서 좌표변환 정보를 추출하는 한편 가속도계

를 통하여 약정한 동작을 추정한다.

사용자의 동작을 인식하려는 시도는 광학, 기구학, 전자기를 이용하는 등 다양하나 우수한 가격대 성능비와 전자기기에 이식성이 좋은 3축 가속도계를 이용한 방법을 선택하였다[8]. 시각 기반 상호작용이 레이저 광점의 궤적을 이용하여 단순히 'Drawing'에 의존하는데 비해 가속도계를 사용함으로써 'Drawing' 뿐만 아니라 'Shaking', 'Tilting' 등을 통해 좀더 자연스럽게 직관적인 상호작용이 가능하다. 시각적 피드백의 부재로 인한 불편을 지적할 수 있으나 인식하려는 동작의 개수를 최소화하고 직관성이 선명한 동작의 발굴을 통해 시각적 피드백의 필요성을 무마시킬 수 있다.

3.2 구현

하드웨어는 버튼 수를 최소화(2개)하고 직관성을 극대화하며 거부감을 최소화하기 위해 사용자에게 친숙한 매체인 펜을 형태로 삼아 개념적으로 설계되었다. 구체적인 하드웨어 설계와 동작인식을 위해 사용한 극점 샘플링 기법 등의 알고리즘은 참고문헌 [8]에서 설명되므로 본 논문에서는 상세한 소개를 생략한다.



그림 2 PUI를 제외한 2차 하드웨어

버튼은 2개로 구성되며 기본적인 기능 할당은 다음과 같다. 버튼1(이하 SW1)은 레이저 포인터의 점멸을 담당하며 SW1이 눌리면 레이저포인터가 켜진다. 버튼2(이하 SW2)는 일상적인 동작과 selection을 위한 동작을 구분하기 위해 사용되며, SW2의 버튼을 누른 상태에서 정해진 동작을 실행하면 이를 인식, 인식한 패턴과 사상된 기능이 수행된다.

3.3 동작 발굴

Shaking, Drawing, Tilting과 같은 가속도계 본연의 다양한 상호작용 기법을 가정한다면 다양한 동작을 고려할 수 있다. 그러나 단순한 기능 구현에 만족하지 않고 상호작용의 신뢰도를 훼손하지 않는 범위에서 직관성을 극대화 할 수 있는 동작 발굴을 목표로 하였다. 대표적인 동작으로 'Picking' 동작을 들 수 있다. 'Picking' 동작은 그림 3에서 볼 수 있는 y 축방향의 순간적 움직임으로서, 펜으로 어떤

대상을 쿡 찌르는 동작을 연상시킨다. 펜 타입의 유용성을 가장 잘 대변하는 동작이며 2차원 평면에 대한 펜의 상호작용을 3차원 공간상으로 확장시킨 것이다. 동작의 크기가 작아 사용자의 피로도를 줄여주며, 학습없이 쉽게 사용할 수 있을 정도로 직관적이다. 패턴인식 면에서도 'Drawing'이 발생하는 가상의 $X-Z$ 평면이 아닌 Y 축의 움직임이라 인식이 용이하다는 장점이 있다. 마우스에서 사용 빈도수가 가장 높은 'Clicking' 을 대체하기 위한 대안으로 제시되었다.

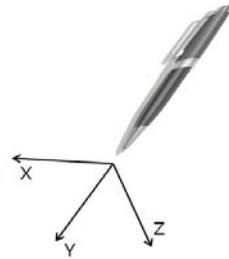


그림 3 동작구간의 좌표축








그림 4 Picking

3.4 마우스의 기능 대체

2 버튼 마우스의 기능과 이에 따른 우리 시스템의 1:1 기능상 대응 방법을 표 1에 제시하였다. 기본적으로 앞서 설명한 2개의 버튼과 동작을 연계하여 마우스의 전 기능을 모사한다. 마우스의 기본 기능인 커서 좌표 변환 기능은 기존의 카메라 추적 기반의 레이저 포인터 시스템과 동일하다. 영상막 위 광점의 움직임을 카메라로 추적하여 마우스의 커서를 움직인다.

앞서 설명했듯이 SW2는 동작인식을 위해 준비된 버튼이다. 마우스의 왼버튼 클릭/ 더블 클릭은 사용빈도수가 많기 때문에 버튼 조작을 최소화함으로써 사용자의 혼동을 피하고 피로도를 개선하는 효과를 기대하며 SW2를 누르지 않은 상태로 'Picking' 하는 것으로 구현하였다. 단 drag & drop의 경우, SW2를 누른 채 'Picking' 을 수행하면 'drag' 와 'drop' 이 반복 선택되도록 설계하였다. 마우스의 오른쪽 버튼 클릭은 SW2 버튼이 가속도 입력을 위해 예약되어 있어 항상 길게 눌러지므로 SW2버튼을 짧게 눌렀을 때 기능하는 것으로 해결하였다.

표 1. 마우스 조작과 상호작용 사상

마우스 기능	SW조작	상호작용
좌표이동		· 커서 좌표이동 · 광점의 이동을 카메라가 추종하여 좌표변환
왼버튼 클릭		picking
왼버튼 더블클릭		picking x 2
왼버튼 길게 누르기 (Drag and Drop)		picking
오른버튼 클릭		짚개

3.5 응용

앞서와 같은 기본적인 마우스 기능 대체와 함께 카메라 추적 기반의 레이저 포인터 시스템의 유려한 적용 대상인 프리젠테이션을 위해 특정 동작을 예약해 두었다.

표 2. 파워포인트에 특화된 패턴인식


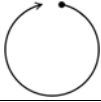
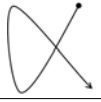




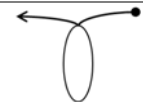
SW조작	동작패턴	기능
		· 슬라이드 시작
		· 슬라이드 끝
		· Wake up (사라진 마우스 커서가 나타남)
		· Navigation-뒷장으로
		· Navigation-앞장으로

표2에 나타난 기능을 실행시키기 위해 사용되는 동작패턴은 직관성을 최우선으로 고려하여 선택하였다. 슬라이드의 시작과 끝은 'o' 과 'x' 를 공간상에서 'Drawing' 함으로써 실행된다. 일반적으로 파워포인트 슬라이드 쇼에서 커서가 사라지는 경우 사용자들이 마우스를 좌우로 흔드는 동작을 통해 커서를 'Wake up' 하는 것에 착안, 일정한 방향으로 흔드는 동작으로 동일한 기능을 수행하게끔 설계하였다. 슬라이드 쇼에서 다음장으로 넘기기 혹은 전장으로 돌아가기 를 위해 오른쪽으로 원을 그리는 동작(시계방향 회전)과 왼쪽으로 원을 그리는 동작(반시계방향 회전)을 준비하였다. 이

동작 방법은 사용자에게 친근하면서 손목의 피로를 줄여주며, 여러 장을 넘기는 연속동작으로의 응용이 용이하다.

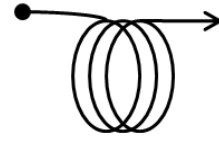


그림 5 연속동작의 예

4. 결론 및 향후 계획

4.1 결론

카메라 추적 기반 레이저 포인터 시스템에서 기존의 레이저 포인터에 3차 선형 가속도계를 장착후 동작인식을 통하여 좀 더 풍부하고 직관적인 상호작용을 구체화하였다. 또 마우스 버튼을 대체하기 위해, 'Picking' 동작을 발굴함으로써 직관적이면서 간단한 상호작용을 고안하였다. 마이크로소프트사의 파워포인트를 통해서 진행된 상호작용 평가에서 본 방법론이 다양한 기능에 대해서 유연하고 편리하게 사용될 수 있음을 확인하였다.

4.2 향후 계획

현재는 기존의 마우스와 같은 2버튼 형태로써 2버튼을 모두 사용하여 상호작용한다. 마우스의 기능을 1:1로 대체하려다 보니 작위적인 대응이라는 인상이 강한데, 기존의 마우스와 차별화 될 수 있도록 1버튼 내지 버튼이 없는 형태로 하드웨어를 개선하고 소프트웨어적인 방법론과 좀더 유기적으로 결합시킬 예정이다. 추가적으로 개선된 하드웨어에 맞게 효율적이면서 사용자가 직관적으로 사용할 수 있는 형태의 상호작용을 재설계하는 과정도 필요하다.



참고문헌

- [1] c.Kirstein and H. Mueller, "Introduction with a Project Screen Using a Camera - Tracked Laser Pointer", In 1998 Multimedia modeling, pp.191-192. IEEE Computer Society Press, Oct.1998.
- [2] Rahul Sukthankar and Robert G. Stockton and Matthew D. Mullin, "Self-Calibrating Camera-Assisted Presentation Interface", International Conference on Control, Automation, Robotics and Vision (ICARCV), 2000.
- [3] Dan R. Olsen Jr. and Travis Niesen, "Laser pointer interaction", In proc.of CHI '01, pp.17-22. ACM Press,

Apr, 2001.

- [4] Terry Winograd and François Guimbretière, "Visual Instruments for an Interactive Mural", ACM SIGCHI CHI, pp.234–235, 1999 .
- [5] Kelvin Cheng and Kevin Pulo, "Direct Interaction with Large-Scale Display Systems using Infrared Laser Tracking Devices" , of CRPITS ' 24: Proceedings of the Australian symposium on Information visualisation, pages 67-74, Darlinghurst, Australia, Australia, 2003, Australian Computer Society, Inc.
- [6] Buntarou Shizuki and Takaomi Hisamatsu and Shin

Takahashi and Jiro Tanaka, "Laser pointer interaction Techniques using Peripheral Areas of Screens", AVI 2006, pp.95–98, ACM Press

- [7] Duncan Cavens and Florian Vogt and Sideny Fels and Michael Meitner, "Interacting with the Big Screen: Pointers to Ponder", Proceedings ACM Conference on Computer Human Interaction (CHI2002), Pages 678–679, Apr. 2002.
- [8] 임종관, 손영일, 김영근, 권동수, 동작감지 기반으로 작동하는 직관적 명령 전달 매개 인터페이스, HCI2007, pp.924–930, Phynix Park, Feb. 2007