

## 열 영상을 이용한 지도 조작 인터페이스

이강훈, 박종일†

한양대학교 컴퓨터 · 소프트웨어학과

aeternalis999@gmail.com, jipark@hanyang.ac.kr

### Map Operation Interface Using Thermal Images

Kanghooon Lee, Jong-II Park

Department of Computer and Software, Hanyang University

#### 요 약

본 논문에서는 과거와 현재지도를 자연스럽게 융합하여 살펴볼 수 있는 열 적외선 영상 기반 지도 조작 인터페이스 시스템을 제안한다. 이 시스템은 두 지도의 융합과 손가락 터치 검출로 구성되어 있다. 두 지도의 융합은 호모그래피 방법을 사용하여 과거지도를 워핑하고 이를 현재지도 위에 중첩하였다. 손가락 터치 검출은 열 적외선 카메라를 사용하여 손가락 접촉 후 생기는 잔류 열을 검출하였다. 손가락 접촉 위치는 검출된 잔류 열을 이용하여 계산하였다. 현재 위성지도에서 특정 위치에 손가락을 터치하면 접촉한 위치를 계산하고 과거지도를 프로젝터로 투사하여 지도 조작이 가능하게 하였다. 제안하는 방법을 통해 구현된 인터페이스 시스템은 손가락 터치로 과거지도와 현재지도를 이해하는데 효과적으로 활용 될 수 있을 것으로 예상된다.

#### 1. 서론

박물관이나 전시회에 가면 과거에 제작된 옛 지도들을 전시하는 경우가 있다. 그러나 이를 관람하는 관람객들은 과거의 지도가 현재 어느 지역을 나타내고 있는지 이해하기 어렵다. 따라서 관람객이 현재의 지도 위에 과거의 지도를 중첩하여 살펴볼 수 있는 시스템이 있다면, 관람객들이 과거의 지도를 이해하는데 도움이 될 수 있다. 현재지도와 과거지도는 제작방법과 방위기준이 현재 지도와 많이 다르기 때문에, 이와 같은 시스템을 구현하기 위해서는 두 지도를 자연스럽게 융합할 수 있는 기술과 이를 효과적으로 활용할 수 있는 인터페이스가 필요하다.

두 지도 정보를 비교하여 융합하는 연구는 역사지리학 분야에서 이미 활발하게 연구되어왔다[1,2]. 그러나 이 방법은 지리학적 전문 지식으로 과거와 현재의 지형적 변화에 대한 다각적인 연구와 현대 GIS(Geographic Information System) 정보를 이용한 분석이 필요하기 때문에 쉽게 접근하기 어렵다. 따라서 본 논문에서는 지리학적 전문 지식 없이 간단하면서도 실용적으로 두 지도 정보를 융합할 수 있는 방법을 제안한다.

융합된 지도를 살펴볼 수 있는 인터페이스는 손가락 터치 기반 상호작용 시스템이 적합하다. 왜냐하면 관람객이 관련장비를 휴대할 필요가 없고 전시 시스템 앞에서 손가락 터치를 통해 손쉽게 직관적으로 이용할 수 있기 때문이다. 손가락 터치 기반 상호작용은 많은 분야에서 활발하게 연구되어왔다. 대표적인 예로, 가시광선 기반과 깊이 영상

기반의 연구가 있다. 가시광선 카메라는 일반적으로 사용되는 카메라이기 때문에 시스템 구성과 사용이 편리하다. 가시광선 카메라를 통해 손가락을 검출 할 경우, 주로 피부 색을 매칭하는 방법을 사용한다[3]. 하지만 이 방법은 조명의 변화에 민감하기 때문에 손가락 터치 검출을 위한 사용 범위가 제한적이다. 이러한 단점을 해결하기 위해 주변 조명 환경의 영향을 덜 받는 깊이 카메라 기반의 방법들도 연구되었었다[4,5]. 깊이 카메라는 손가락의 움직임과 접촉에 따라 깊이 값의 차이가 발생하고 이를 분류하여 손가락을 검출하고 접촉을 판단할 수 있다. 하지만 손가락이 손이나 팔에 의해서 가려지고 손가락을 굽히는 경우에는 깊이 값으로 손가락 접촉을 검출하기 어렵다. 또한 광학 노이즈로 인한 깊이 값의 오차가 발생하기 때문에 손가락 접촉을 하지 않아도 접촉한 것으로 판단하는 경우가 발생할 수 있다.

본 논문에서는 이와 같은 제약사항을 극복하기 위해 열 적외선 카메라를 사용하여 손가락 접촉을 검출하였다. 열 적외선 카메라는 주변 조명환경에 강인하여 어두운 환경에서도 손과 손가락을 검출 할 수 있다. 또한 손가락 접촉을 하면 접촉 표면에 잔류 열이 남기 때문에 접촉 여부를 정확하게 판단할 수 있다. 이것은 의도하지 않은 손가락 접촉 실수를 보완 할 수 도 있다. 이를 통해 열 영상의 잔류 열을 분석하여 손가락 접촉 위치를 검출하고 그 위치에 과거지도를 투사할 수 있는 지도 조작 인터페이스를 제시한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 절에서는 두 지도의 융합 방법에 대해 살펴본 후, 3 절에서는 손가락 터치 잔류 검출을 통해 지도 조작에 대해 설명한다. 마지막으로 4 절에서는 본

† 교신저자

논문의 결론을 맺는다.

## 2. 과거지와 현재지도 융합

현대의 지도와 과거의 지도를 비교하는 것은 다양한 분야에서 활용될 수 있다. 지리역사학 분야에서는 다른 시대에 제작된 지도를 분석하여 현재의 지도에 과거의 지도를 융합하여 비교하는 연구가 진행되었다[1,2]. 하지만 이러한 연구 성과는 전문적인 관련 지식이 없다면 사용하기 쉽지 않기 때문에 본 논문에서는 간단한 방법으로 현재지도와 과거지도 중첩하기 위한 방법이 필요하다. 본 연구에서 사용하는 현재지도는 인터넷에서 제공하는 서울의 현재 위성지도이다. 과거지도는 1936 년의 서울의 모습을 파노라마 형식으로 입체감 있게 제작된 지도를 사용하였다.

본 논문에서는 호모그래피 방법을 사용하여 과거지도를 변환하고 이를 현재지도 위에 투영하였다. 호모그래피란 동일한 두 평면 영상간 변환관계를 정의하는 선형 변환을 의미한다. 과거지도의 대응점을 P, 위성지도의 대응점을 P'라 하면 호모그래픽 H 는 식(1)과 같이 나타낼 수 있다.

$$P = HP' \quad (1)$$

여기서 H 는 P 와 P'의 선형변환관계를 나타내는 호모그래피 행렬이다. H 행렬을 이용하여 과거지도를 워핑하였다. 이것은 식(2)로 나타낼 수 있다.

$$AH = A' \quad (2)$$

과거지도와 위성지도의 대응점은 현존하는 건물이나 동일한 도로의 기점을 선택하였다. 그림 2 는 과거지도를 호모그래피 변환을 하여 현재 위성 지도에 투영한 결과를 보여준다. 융합된 지도를 살펴보면 중요 길과 다른 건물들이 자연스럽게 중첩된 것을 확인 할 수 있다.

## 3. 손가락 터치 검출

손가락 터치를 이용한 조작용은 여러 장치에 적용되어 활용되고 있다. 대다수의 터치 인식 방법은 터치 센서를 통해 이루어 진다. 터치센서를 사용한 방법은 의도하지 않은 손가락 터치 등을 인식한다. 또한 넓은 면적에 적용하기 어렵다. 따라서 본 논문에서는 가시광선 카메라와 열 적외선 카메라 그리고 프로젝터로 구성된 시스템을 사용하여 손가락 터치를 검출한다. 그림 2 는 검출 시스템 장비구성 보여준다.

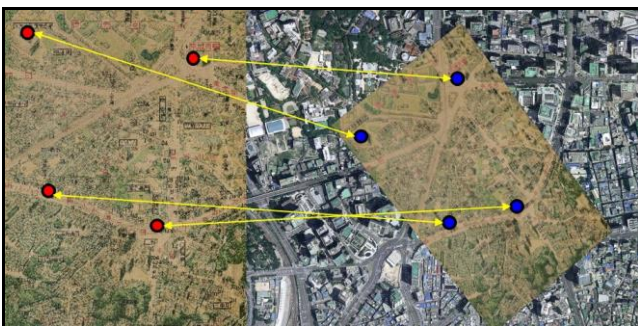


그림 1 과거지도와 현재지도 중첩



그림 2 검출 시스템 장비구성

가시광선 카메라는 계산된 위치와 방향을 비교하는데 사용되고 열 적외선 카메라는 손가락 접촉 검출을 위해 사용된다. 열 적외선 카메라는 객체가 방출하는 원적외선의 양을 온도로 나타내 준다. 손가락을 지도 표면에 접촉하면 접촉한 지점에 잔류 열이 생긴다. 그림 3 에서 볼 수 있듯이 접촉 표면에 손가락 끝의 열이 전도되어 잔류 열이 남는다. 따라서 접촉한 이후 생겨난 잔류 열을 검출하면 손가락 접촉을 정확하게 판단 할 수 있다. 손가락 접촉 지점은 열 적외선에서 잔류 열의 픽셀 분포를 살펴보면 타원 또는 원형에 가깝다.

본 논문에서 원형에 가까운 잔류 열 분포를 검출하기 위해서 BlobDetection 알고리즘을 사용하였다. 열 영상에서 잔류 열을 검출하면 손가락의 접촉 유무와 접촉 위치를 계산할

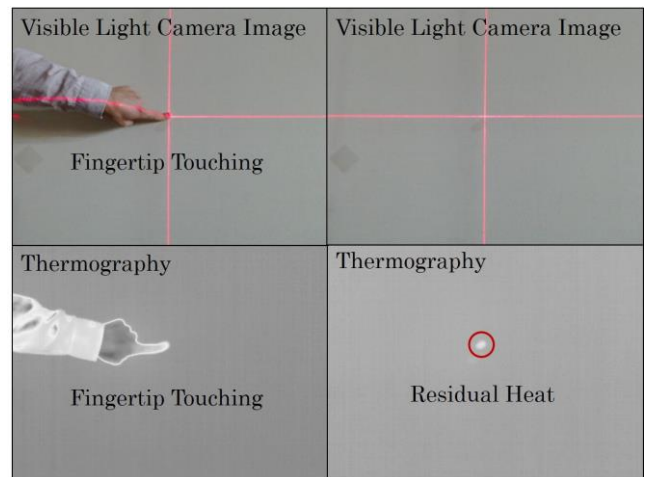


그림 3 가시광선 영상과 열영상의 손가락 터치 비교 및 잔류열

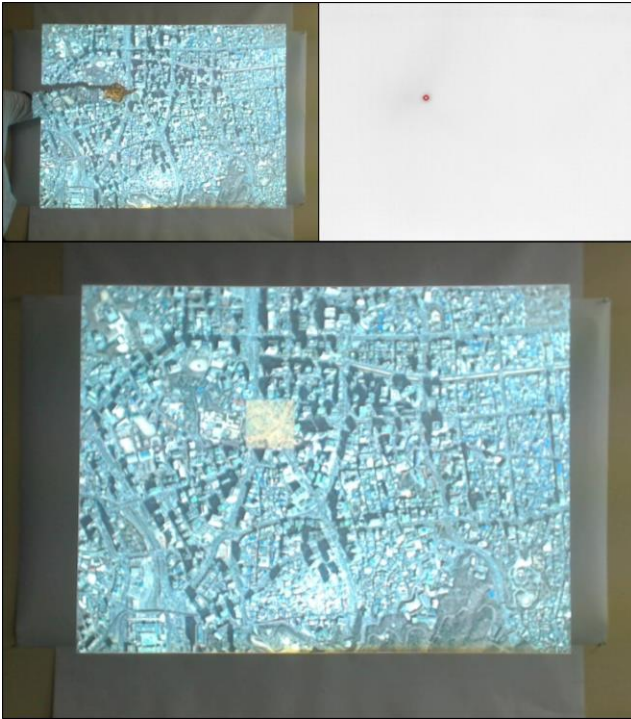


그림 4 프로젝터 투사 장면과 터치 지점 검출

수 있다. 계산된 열 적외선 영상의 잔류 열의 좌표는 열 적외선 카메라와 가시광선 카메라 사이의 관계를 이용하여 가시광선 영상에서의 좌표를 계산한다. 그리고 가시광선 영상과 프로젝터 사이의 관계를 이용하여 프로젝터에서 투사하는 위성지도 영상 좌표를 계산하였다. 2 절에서 설명한 방법을 통해 획득한 위핑된 과거지도는 현재 위성지도와 동일한 크기이기 때문에 계산된 위성지도의 영상 좌표와 동일하다.

평면 벽에 투사된 위성지도를 보면서 손가락으로 원하는 위치를 터치하면 열 적외선 카메라가 터치 지점을 검출한다. 그리고 터치한 위치에 대응하는 위핑된 과거지도를 투사한다. 그림 4 는 터치장면과 터치한 후 열 적외선 영상에서 터치 지점을 검출하고 그 위치에 대응하는 과거지도를 투사한 결과 영상을 보여준다.

의도된 터치는 터치강도가 강하기 때문에 표면에 남는 손가락 잔류 열이 온도가 높은 편이다. 하지만 의도하지 않은 터치 실수 행위에 의한 것은 잔류 열의 온도 값이 낮은 편이다. 이러한 차이를 여러 실험으로 문턱 값을 규정하면 정확한 터치를 감지할 수 있다.

#### 4. 결론

본 논문에서는 과거와 현재 지도를 자연스럽게 융합하여 살펴볼 수 있는 열 적외선 기반 지도 조작 인터페이스를 제안하였다. 이것은 열 적외선 카메라 영상을 분석하여 명확하게 의도한 손가락 터치 위치를 정확하게 검출할 수 있다. 또한 사용자가 의도하지 않은 손가락 터치 실수를 보완할 수 있는 장점이 있다. 또한 구현된 시스템은 사용자에게 다른 시대의 두 지도를 효과적으로 이해할 수 있게 할 수 있다. 손가락 터치 검출 성능 향상과 다양한 조작을 위해 열 적외선

카메라와 가시광선 카메라, 그리고 깊이 카메라가 하나로 통합된 시스템에 대한 연구를 수행할 계획이다.

#### 감사의글

본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신기술진흥센터의 정보통신·방송 연구개발사업의 일환으로 수행하였음. [12221-14-1005, ICT 장비용 SW 플랫폼 구축]

#### 참고문헌

- [1] B. Jenny, L. Hurni, "Studying cartographic heritage: Analysis and visualization of geometric distortions," *Computers & Graphics* Vol. 35, no. 2, pp.402-411, 2011.
- [2] C. Balletti, F. Guerra, "Image matching for historical maps comparison," *e-Perimtron*, Vol. 4, no. 3, pp.180-188, 2009.
- [3] Kane, S., Avrahami, D., Wobbrock, J.O., Harrison, B., Rea, A.D., Philipose, M., LaMarca, A., "Bonfire: a nomadic systems for hybrid laptop-tabletop interaction," *ACM symposium on User interface software and technology*, pp. 129-138, 2009.
- [4] Hilliges, O., Izadi, S., Wilson, A.D., Hodges, S., Garcia-Mendoza, A., Butz, A., "Interactions in the air: adding further depth to interactive tabletops," *ACM symposium on User interface software and technology*, pp. 139-148, 2009.
- [5] Andrew D. Wilson, "Using a depth camera as a touch sensor," *ACM International Conference on Interactive Tabletops and Surfaces*, pp. 69-72, 2010.