

---

# 모션 추출 응용 바둑 복기 프로그램 개발

변재형\* · 신미연\* · 조혜수\* · 조태훈\*

\*한국기술교육대학교

## Replaying program of 'Go(Baduk)' using motion detection

Jae-hyung Byun\* · Mi-yeon Shin\* · Hye-su Jo\* · Tai-Hoon Cho\*

\*Korea University of Technology and Education

E-mail : wogud2685@koreatech.ac.kr

### 요 약

본 연구에서는 영상처리 공학에서 모션 추출 기술을 이용해 오프라인에서 이용할 수 있는 바둑 복기 시스템을 개발하고자 한다. 현재 아마추어 바둑 기사들이 복기를 하는 방법은 인터넷 바둑 대국 시스템을 사용하거나 기억력에 의존하는 것뿐으로 그 방법에 한계가 있다. 따라서 '모션 추출' 기술 중에서 시간차 중간치법을 이용해 바둑을 두는 영상을 카메라로 순차적으로 입력받아서 바둑돌이 놓이는 순간을 포착해 그 순서와 위치정보를 저장하는 바둑 복기 시스템을 제안한다.

### ABSTRACT

The purpose of this study is to develop a system that can be used in the offline replay 'Go(Baduk)' game using the motion detection of image processing techniques. This program will analyse the video of Go(Baduk) game and save the game's data, to help amateur Go(Baduk) players who want to replay their own games easily.

### 키워드

바둑, 복기, 모션 추출, 시간적 중간치법, 영상처리

## I. 서 론

'바둑 복기'라 함은 기사가 종료된 바둑 대국을 처음부터 다시 복습하며 두어보는 것을 말한다. 현재 아마추어 바둑 기사들이 혼자서 복기를 하는 방법은 본인 스스로 바둑을 둔 내역을 전부 암기하는 방법이 주로 사용된다. 프로 바둑기사가 아닌 아마추어들에게 있어 기억력에만 의존하여 바둑 복기를 하는 것은 매우 어렵고 자신이 복기한 내역이 정확한지 확인하기 또한 용이하지 않다.

이에 사용자가 복기를 용이하게 하기 위해 영상처리를 응용하여 바둑돌의 검출 및 복기를 하는 방법들이 제안되었다. 현재 특허로 검색된 '피엔피아이엔씨' 에서 제작한 바둑 복기 시스템[1], 그리고 논문 'Random Sample Consensus 기반

자동 바둑 기보 시스템'[2] 등 이 존재한다. 이에 본 연구에서는 기존에 제안된 두 가지 복기 시스템의 바둑돌 검출 방법과 차별화된 검출 방법으로 바둑 복기 시스템을 개발하고 아마추어 바둑 기사들이 오프라인에서 둔 바둑을 편리하고 쉽게 복기할 수 있도록 하는 자동 바둑복기 시스템을 제안한다.

## II. 모션 추출

본 연구에서는 바둑돌 검출을 위한 모션 추출 기법으로 시간적 중간치법(Temporal median)[3]을 사용한다. 시간적 중간치법은 배경 영상을 구할 때 임의의 화소에서 이전 프레임에 나타난 값들 중 빈도가 높은 값을 배경 영상으로 사용하게 된다.

입의 화소  $x$ 에서  $n$ 번째 프레임에서의 배경 값을  $B_n(x)$ 라 하고,  $n$ 번째 프레임에서의 화소 값을  $I_n(x)$ 라 한다. 이때 그 다음 프레임의 배경 값은  $B_{n+1}(x)$ 로 다음 공식과 같이 구해진다.

$$B_{n+1}(x) = \begin{cases} B_n(x) + 1 & \text{if } B_n(x) < I_n(x) \\ B_n(x) - 1 & \text{otherwise} \end{cases}$$

이는 현재 화소의 값이 배경 화소 값보다 크면 배경영상의 화소의 값을 1 증가시키고, 작으면 1 감소시킨다는 의미이다. 이와 같이 배경 영상을 계속적으로 갱신하면서 현재 프레임과 배경 영상을 비교하며 모션의 유무를 판단한다.

이로 인해 시간적 중간치법에는 한 가지 특성이 생겨난다. 모션에 의하여 생겨나는 배경 화소의 변화 크기는 1로 고정되기 때문에 화면에 갑자기 큰 모션이 생겨나도 배경 영상이 아주 서서히 변하게 된다는 것이다. 이러한 특성 때문에 시간적 중간치법으로 구한 배경 영상을 출력하면 움직이는 물체가 배경 영상에 완벽하게 포함되지 않아 투명한 잔상으로 표현되는 것을 확인할 수 있다. 바둑돌이 놓이는 순간은 모션 이므로 바둑돌과 움직인 손은 투명으로 나타나지만, 곧 놓여진 바둑돌은 서서히 투명에서 반투명, 반투명에서 뚜렷하게 바둑돌의 모습으로 변하게 됨을 알 수 있다.

### III. 바둑돌 검출 및 위치정보 저장

#### 3.1. 시간적 중간치법의 적용

시간적 중간치법으로 구한 배경 영상은 현재 영상의 프레임과 비교되며 계속 갱신된다. 바둑돌은 바둑판 위에 놓인 뒤 그 다음부터는 거의 움직이지 않으므로 시간이 흐를수록 배경 영상의 일부로 포함되어진다. 이는 배경영상에서 바둑돌이 처음 놓였을 때 흐릿한 잔상으로 남았다가 몇 프레임에 걸쳐 점점 상이 뚜렷해지며 완전한 바둑돌의 모양으로 보이는 것으로 확인할 수 있다.

배경 영상은 효율적인 처리를 위해 흑백영상으로 얻는다. 영상 내 픽셀의 밝기 값이 지속적으로 변화하게 되는데, 이때 바둑돌이 놓인 영상 화소의 밝기 값은 1씩 증감 하게 된다. 그리고 완전히 배경에 포함되면 바둑돌 자체의 밝기 값과 유사한 값으로 고정되며 이 값은 거의 일정하다.

바둑돌이 아닌 노이즈의 경우, 밝기 값이 꾸준히 증가 혹은 감소하지 않고 불규칙적으로 증가하고 감소하기를 반복한다. 이때도 값이 변화하는 크기는 1로 고정되므로 결과적으로 노이즈로 인해 변화하는 값은 일정 폭 이상으로 증가하지 않는다. 이와 같은 시간에 따른 밝기의 변화는 그림 1 에서 확인할 수 있다. 흰 돌과 검은 돌은 밝기 값이 꾸준히 증가 혹은 감소하여 원본의 밝기 값에 도달하지만, 바둑판 혹은 노이즈의 경우 밝기변화가 불규칙적인 것을 알 수 있다.

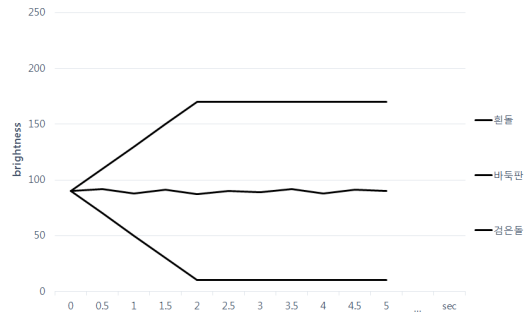


그림 1. 시간차 중간치법 적용, 시간에 따른 한 영역의 밝기 변화.

우선 영상 내 바둑판 영역을 판별하기 위해 그림 2와 같이 바둑판의 모서리 네 곳의 좌표를 마우스로 클릭하여 얻은 후 이를 토대로 바둑판 내의 모든 착수점의 근사좌표를 얻는다. 바둑판 위 각각의 착수점을 중심으로 정사각형의 작은 영역을 설정한다. 배경 영상을 이용해 해당 영역의 밝기 값을 지속적으로 갱신하며 밝기 값이 꾸준히 증가하거나 감소하는지를 확인한다. 영역의 본래 밝기 값보다 일정 비율 이상으로 변화하면서, 그 변화가 일정 프레임 수가 지나도 계속해서 유지되면 그 영역에 바둑 돌이나 다른 무언가가 올려져 있을 수도 있다고 판단하게 된다. 이 상태에서 바둑돌 모델과의 템플릿 매칭[4]을 시도하며 바둑돌이 올려 짐을 최종적으로 판단한다.

대구 중도에 죽은 돌이 생겨 바둑돌이 원래 있던 자리에서 이탈할 경우도 이탈한 영역의 밝기 값이 일정하게 변화하므로, 같은 방식으로 죽은 돌이 생겼음을 판별하고 템플릿 매칭 과정으로 넘어간다.

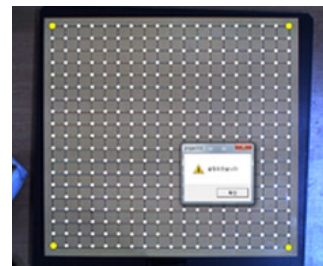


그림 2. 촬영 영상 내 바둑판 영역 인식 및 각 착수점들의 설정 방법.

#### 3.2. 템플릿 매칭

배경 영상의 밝기 값 변화만을 이용해도 바둑돌을 판별할 수 있으나 크게 두 가지의 문제점이 발생하는 것을 확인하였다. 첫째로, 바둑돌을 정확하게 판별하지 못하고 바둑판 위에 드리워진 그림자를 검은 돌로 인식하는 경우가 발생할 수 있다. 둘째로, 바둑돌을 완벽하게 인식할 때까지 배경 영상 내 밝기변화가 1씩 증감하기 때문에 상당히 오랜 시간이 걸린다는 점이다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 보조적으로 템플릿 매칭을

사용하여 템플릿과 원본영상의 밝기변화 영역과의 유사성을 확인하였다.

한 영역에 밝기 값 변화가 일정하여 바둑돌일 가능성이 생기게 되면, 그 상태에서 바로 바둑돌이라고 확정짓지 않고, 그 영역 내에서 원본 영상과 템플릿 매칭을 시도한다. 밝기 값이 감소하는 상태일 때는 검은 돌 이미지로, 밝기 값이 증가하는 상태일 때는 하얀 돌 이미지로 템플릿 매칭을 하게 된다. 이렇듯 템플릿 매칭을 병행하게 되면 밝기변화가 1씩 증가 혹은 감소되어 바둑돌의 밝기수준에 느리게 도달할 필요 없이 일정 밝기변화 시점(그림 3)에서 템플릿 매칭을 함으로써 바둑돌을 판별하는 속도가 더 빨라지고 정확도가 높아진다.

마찬가지로 밝기 값 변화를 이용해 바둑돌이 본래 있던 영역에서 이탈한 상태를 인식하면, 그 상태에서 바둑돌의 빈칸 이미지와 템플릿 매칭을 하여 죽은 돌임을 판별한다. 이때 바둑판의 격자무늬 이미지를 그대로 템플릿 이미지로 사용할 경우, 바둑판과 밝기가 유사한 오브젝트가 침입했을 때 오류가 발생하는 문제점이 생기므로 영역과 템플릿 이미지에 소벨 에지 검출기[5]를 적용하여 템플릿 매칭을 구현하였다. 에지 검출기를 적용할 경우 바둑판의 격자무늬가 강조되어 매칭 정확도가 높아지기 때문이다.

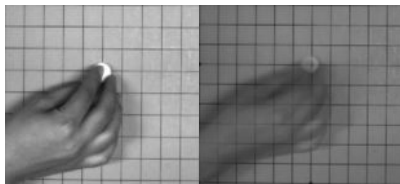


그림 3. 밝기변화 탐지 후 템플릿 매칭시점의 영상 (전: 원본영상, 후: 배경영상)

#### IV. 제작 결과

##### 4.1 시스템 제작 결과



그림 4. 시스템 실제 모습

그림 4 와 같이 카메라를 위에 설치하고 바둑판을 촬영한 모습을 연결된 컴퓨터의 모니터화면에서 볼 수 있다.

제작한 시스템의 환경은 카메라 (IMAGING SOURCE, USB 2.0 컬러, 해상도: 1024\*768, 76

fps(frame per sec), 렌즈(초점거리 8mm, 1:1.4), S/W(visual studio 2010, Windows 7 64bit, OpenCV 2.1)로 구성하였다.



그림 5. 실시간 영상 모드 실행 화면

완성된 프로그램의 UI는 그림 5와 같다. 중앙에 놓인 영상 재생 화면에서는 대국이 진행되는 영상을 재생하며 바둑돌이 놓인 순서를 재생중인 화면 위에 숫자로서 표시해준다. 가장 최근에 놓인 바둑돌의 순서는 붉은 숫자로, 이전에 놓인 바둑돌의 순서는 하늘색 숫자로 표시된다.

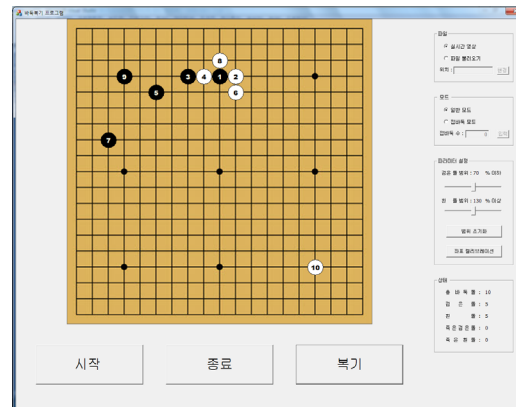


그림 6. 복기 내역 출력 화면

영상 재생 화면 아래의 하단부에는 세 개의 조작 버튼이 자리하며, 시작 버튼을 눌러 복기를 시작하고 종료 버튼을 눌러 복기를 종료한다. 복기 버튼을 누르면 그림 6과 같은 형태로 복기 내역을 출력한다. 우측에는 영상 불러오기, 밝기 값 변경, 좌표 세팅 등의 기능을 위한 메뉴와 현재까지 돌이 놓인 내역을 표시하는 부분이 존재한다.

##### 4.2 기존 시스템과의 검출방법 비교

시스템의 완성 후 기존의 바둑기보시스템 방법과 비교를 통해 우리가 제작한 시스템을 고찰해보았다. 첫 번째로 [1]의 방법은 바둑돌을 검출함에 있어 모션추출을 응용하였다는 점에서는 검출

방법이 유사함을 알 수 있다. 그러나 [1]의 방법으로 바둑돌을 검출하게 되면 예상 가능한 문제들이 존재한다.

우선, 그림 7에서 볼 수 있듯이 [1]의 방법은 초기 영상 또는 이전 착수점이 놓여져 있는 영상을 기준 영상으로써 기존 영상과 현재 영상과의 차신호가 바둑돌의 배수크기 만큼 수렴하게 되면 바둑돌임을 인지하는 방식이다.

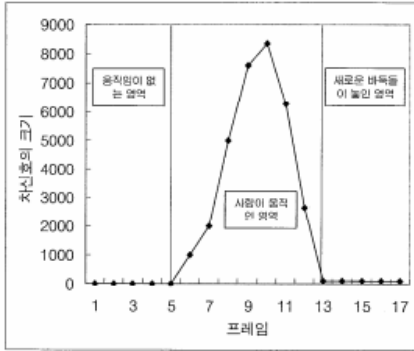


그림 7. 기존의 바둑돌 검출방식[1]

즉, 영상의 바둑판 내에서 움직임이 포착되고 움직임이 사라진 후의 영상과 기준영상과의 차신호를 가지고 바둑돌임을 판단하게 되는 것이다. 우리는 이 방법을 가지고 여러 가지의 발생 가능한 상황을 유추해 볼 수 있다. 첫째로, 바둑돌을 둔 손이 만약 카메라 영상 내에 포착된 상태로 오랜 시간 방치해 놓는다면, 그 기간 동안은 바둑돌이 인지가 되지 않는다. 즉, 바둑돌의 인식속도가 느려진다는 취약점이 있다. 둘째로, 사용자가 바둑을 속기로 두게 되면, 손의 움직임이 카메라 영상에 계속 노출 된다. 때문에 실제 바둑돌은 여러 개가 순차적으로 두어져 있겠으나, 이를 검출하게 되면 여러 바둑돌이 한꺼번에 검출되므로 바둑돌이 놓인 순서를 알 수 없게 되어 정확한 기보데이터의 저장이 불가능 하게 되는 문제점이 있다.

[2]의 방법은 차신호 영상에 RANSAC알고리즘을 적용해 더 정확한 바둑돌 검출을 할 수 있는 장점이 있다. 그러나 [1]의 방법과 마찬가지로 차신호를 이용한 모션 검출을 한다는 점은 같다. [1]의 방법과 동일하게 손이 화면에 계속 있게 되면 이 또한 차신호 영상에 손이 나타나 RANSAC 알고리즘의 효율을 떨어뜨릴 수 있다는 취약점이 존재한다.

반면, 본 연구에서 제작한 방법은 각 착수점의 근사좌표 각각의 영역별로 밝기 변화를 탐지하고 템플릿 매칭을 함에 있어 바둑판의 조도가 바둑판 영역마다 달라도 각 영역별로 밝기 변화를 탐지하기 때문에 밝기의 영향을 받지 않게 되고 바둑돌은 템플릿 매칭으로써, 죽은 돌은 소벨 에지 검출기를 적용한 템플릿 매칭으로써 정확성을 향상하였고, 기존 시스템이 갖고 있는 손이 머무르는 때 순서의 뒤뜰릴 가능성 문제와 관계없

이 바둑돌 검출을 할 수 있으며 불필요한 이미지 파일을 300장씩 저장하는 과정이 필요 없게 되었다. 본 연구를 통하여 밝기변화탐지 후, 조건 만족시 영역 내 템플릿 매칭을 수행 하여 바둑돌을 확실하게 검출해 봄으로써 기존 시스템이 가진 취약점인 불필요한 이미지 저장, 부정확한 검출과 기보데이터의 순서 오류 해결을 기대할 수 있다.

## V. 결 론

본 연구에서는 모션 추출 기법을 응용한 바둑 복기 시스템을 개발하였다. 영상 내의 바둑판 영역을 설정하고 모든 착수점들의 근사좌표를 얻어 영역 별 밝기 변화를 탐지하였고 또한 템플릿 매칭으로써 바둑돌을 검출하고 소벨 에지 검출기를 통한 죽은 돌의 판별을 하였다. 또한 기존의 [1], [2] 방법과 비교해 보며 본 연구에 대한 고찰을 하였고 실제 바둑 대국을 두는 상황에서 이 시스템을 사용할 수 있는지 확인하기 위해 여러 번의 테스트를 거쳐 그 실용성을 확인했다. 또한 기존의 시스템들과 비교하며 본 연구에서 제작한 효과적인 바둑돌 검출방법의 효율성을 증명하였다.

## 참고문헌

- [1] 바둑 기보 생성 방법 및 장치(Method and Device for Creating Paduk Record of Go) (발명자: 김희율, 박시홍, 장석환, 출원번호: 1020020020095, 일자: 2002.04.12)
- [2] 박동진, 전경구, "Random Sample Consensus (RANSAC)기반 자동 바둑 기보 시스템", 한국멀티미디어학회논문지, 제17권, 제7호, p.829 ~ p.837, 2014.
- [3] 조태훈, "강건한 motion detection 기술 개발", 연구과제 보고서, 2001.
- [4] 강동중, 하중은, "디지털 영상처리: VISUAL C++와 OPENCV로 배우는", 인피니티북스, 2010.
- [5] R. Jain, R. Kasturi, and B. G. Schunck, "Machine Vision", McGraw-Hill, Inc., 1995.